

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه پیام نور
دانشکده فنی و مهندسی
گروه مهندسی صنایع

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی صنایع گرایش صنایع

کاربرد تحلیل طیفی تکین (SSA) در تعمیرات و نگهداری بر مبنای
شرایط (CBM)

نگارنده
مصطفی علائی

استاد راهنما

آقای دکتر سید حسین ایرانمنش استادیار دانشگاه تهران

تیرماه ۱۳۸۹

تقدیم به :

همسر مهربانم،
که وجودش اطمینان بخش و مهرش پشتیبان راهم بوده است.

دختر دلبندم،
که شور و صفای کودکانه اش گرمی بخش وجودم است.

تقدیر و تشکر :

سپاس پروردگاری را که توفیق فراگیری علم را به من عطا نمود و تقدیر و تشکر از استاد ارجمند آقای دکتر ایرانمنش بابت راهنماییهای ارزشمندشان

کاربرد تحلیل طیفی تکین (SSA) در تعمیرات و نگهداری بر مبنای شرایط (CBM)

چکیده:

ایمنی عملیات، هزینه نگهداری موثر و قابلیت تولید بدون وقفه ماشین آلات، تاثیر مستقیمی بر رقابت بین سازمانها دارد. نت بر مبنای شرایط ماشین (CBM¹) به دلیل آن که با تحلیل شرایط ماشین در حین کار در خصوص انجام عملیات نت تصمیم‌گیری می‌کند به تدریج جایگزین رویکردهای نت اصلاحی و پیشگیرانه دوره ای شده است. از مسایل مهم در نگهداری و تعمیرات بر مبنای شرایط بعد از جمع آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها و تصمیم‌گیری صحیح می‌باشد که در همین راستا ما در این تحقیق بدنبال توسعه روشهای پیش آگاهی در نت بر مبنای شرایط می‌باشیم و با استفاده از کاربردهای سری زمانی و تحلیل سری زمانی به روش تحلیل طیف تکین (SSA²) نسبت به تحلیل و آنالیز داده‌های جمع آوری شده توسط تکنیک مراقبت وضعیت در یک واحد نیروگاه برق اقدام گردید که نتایج مطالعه موردی انجام شده حاکی از پیش بینی مناسب برای ۳۰ دوره بعدی می‌باشد و با مقایسه این روش پیش بینی با روش ARIMA برتری این روش نتیجه گیری شده است.

این تحقیق نشاندهنده اهمیت تحلیل سری زمانی متشکل از داده‌های ارتعاشی در نت بر مبنای شرایط می‌باشد و نتایج حاصل از کاربرد عملی تحلیل طیفی تکین در پیش آگاهی نشان از بهبود عملیات نت بر مبنای شرایط را دارد.

کلید واژه: نگهداری و تعمیرات بر مبنای شرایط، تحلیل طیفی تکین، پیش آگاهی، پردازش سیگنال

¹ Condition Based Maintenance (CBM)

² Singular Spectrum Analysis (SSA)

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵	فهرست جدولها
۷	فهرست نمودارها
ز	فهرست شکلها
فصل اول - کلیات تحقیق	
۲	۱-۱ بیان مسئله
۳	۲-۱ پیشینه تحقیق
۵	۳-۱ اهداف تحقیق
۶	۴-۱ نوآوری تحقیق
فصل دوم - تعاریف و مفاهیم در حوزه نگهداری و تعمیرات	
۷	۱-۲ مقدمه
۸	۲-۲ سیر تاریخی تحولات نت
۹	۳-۲ نگهداری و تعمیرات بر مبنای شرایط
۱۱	۱-۳-۲ جمع آوری داده ها
۱۱	۲-۳-۲ پردازش داده ها
۱۴	۳-۳-۲ تصمیم گیری نت
۱۵	۴-۳-۲ پیش آگاهی
۱۵	۵-۳-۲ تخمین عمر مفید باقیمانده
۲۰	۶-۳-۲ سیاستهای نت مشارکتی پیش آگهی
۲۲	۷-۳-۲ مراقبت وضعیت

فصل سوم - آنالیز ارتعاشات

- ۳-۱ آنالیز ارتعاشات ۲۳
- ۳-۲ مفاهیم اولیه ارتعاشات ۲۵
- ۳-۳ سنسورها و تجهیزات مورد نیاز ارتعاش سنجی ۲۵
- ۳-۴ تکنیکهای آنالیز ارتعاشات ۲۵
- ۳-۴-۱ تحلیل مقدار کلی ارتعاشات برای مراقبت برای مراقبت وضعیت ۲۶
- ۳-۴-۲ آنالیز شکل موج ۲۶
- ۳-۴-۳ تحلیل زاویه فاز ۲۶
- ۳-۴-۴ آنالیز طیف فرکانس ۲۷
- ۳-۵ پردازش داده ها ۲۷

فصل چهارم - تحلیل طیفی تکین

- ۴-۱ سریهای زمانی ۲۹
- ۴-۲ الگوریتم های برون یابی ۲۹
- ۴-۳ آنالیزهای طیفی ۳۰
- ۴-۴ اهداف آنالیز طیفی ۳۰
- ۴-۴-۱ توصیف ۳۰
- ۴-۴-۲ تشریح ۳۱
- ۴-۴-۳ پیش بینی ۳۱
- ۴-۴-۵ تکنیکهای توصیفی ساده ۳۱
- ۴-۶ آنالیزورهای طیفی مانا ۳۲
- ۴-۶-۱ تحلیل آنالیزورهای طیفی با تغییرات نوسانی ۳۳
- ۴-۶-۲ تحلیل آنالیزورهای طیفی دارای روند ۳۳

- ۳۴ ۱-۲-۶-۴ روشهای حذف روند
- ۳۵ ۲-۲-۶-۴ ابزارهای مورد نیاز پیش بینی
- ۳۷ ۷-۴ مدل‌های احتمالی در آنالیزورهای طیفی
- ۳۷ ۱-۷-۴ فرآیندهای تصادفی
- ۳۸ ۲-۷-۴ فرآیندهای مانا
- ۳۹ ۳-۷-۴ تابع خود همبستگی
- ۳۹ ۴-۷-۴ انواع فرایندهای تصادفی
- ۴۰ ۱-۴-۷-۴ فرآیندهای تصادفی محض
- ۴۰ ۲-۴-۷-۴ فرآیند قدم زدن تصادفی
- ۴۰ ۳-۴-۷-۴ فرآیند میانگین متحرک
- ۴۱ ۴-۴-۷-۴ فرآیند اتورگرسیو
- ۴۲ ۵-۴-۷-۴ فرآیند اتورگرسیو مرتبه اول
- ۴۴ ۶-۴-۷-۴ فرآیند اتورگرسیو مرتبه کلی
- ۴۵ ۸-۴ انتخاب مدل آماری مناسب جهت پیش بینی
- ۴۶ ۹-۴ تحلیل طیفی
- ۴۷ ۱۰-۴ تحلیل طیفی تکین
- ۴۸ ۱-۱۰-۴ مبانی روش
- ۵۰ ۲-۱۰-۴ بهینگی تجزیه مقادیر استثنایی
- ۵۰ ۳-۱۰-۴ جداسازی
- ۵۱ ۴-۱۰-۴ انتخاب پارامترها
- ۵۳ ۵-۱۰-۴ پیچدگی وبعد
- ۵۳ ۶-۱۰-۴ شناسایی داده های نامناسب با SSA
- ۵۵ ۷-۱۰-۴ الگوریتم کاهش نویز

فصل پنجم - روش تحقیق و مطالعه موردی

۵-۱ روش تحقیق	۵۷
۵-۲ نیروگاه سیکل ترکیبی دماوند	۵۷
۵-۳ معرفی نرم افزار Caterpillar SSA	۶۱
۵-۴- مراحل اجرای آنالیز و تحلیل داده ها.....	۶۳
۵-۶- نتایج و پیشنهادات	۷۳
فهرست منابع	۷۴
پیوست: داده های لرزش توربین	۷۶

فهرست جدولها

صفحه	عنوان
۱۷.....	جدول شماره ۱-۲ : روشهای مورد استفاده در پیش بینی عمر مفید باقیمانده ماشین آلات.....
۵۷.....	جدول شماره ۲-۵: مشخصات طرح نیروگاه گازی دماوند.....

فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
۶۴	نمودار شماره ۱-۵: نمودار داده های واقعی
۶۵	نمودار شماره ۲-۵: ترسیم میانگین و انحراف استاندارد داده ها
۶۶	نمودار شماره ۳-۵: نمودار ثبات پیش بینی
۶۷	نمودار شماره ۴-۵: نمودار انتخاب مولفه های اصلی
۶۸	نمودار شماره ۵-۵: ماتریس ضرایب همبستگی بین مولفه های بازسازی شده
۶۹	نمودار شماره ۶-۵: نمودار داده های اولیه با داده های بازسازی شده
۷۰	نمودار شماره ۷-۵: تابع خودهمبستگی
۷۰	نمودار شماره ۸-۵: وضعیت سری باقیمانده ها
۷۱	نمودار شماره ۹-۵: انحراف میانگین مجذورات از میانگین قطری در سری بازسازی شده
۷۲	نمودار شماره ۱۰-۵: نمودار داده های سری بازسازی شده
۷۳	نمودار شماره ۱۱-۵: نمودار مقایسه داده های واقعی با مقادیر پیش بینی شده

فهرست شکلها

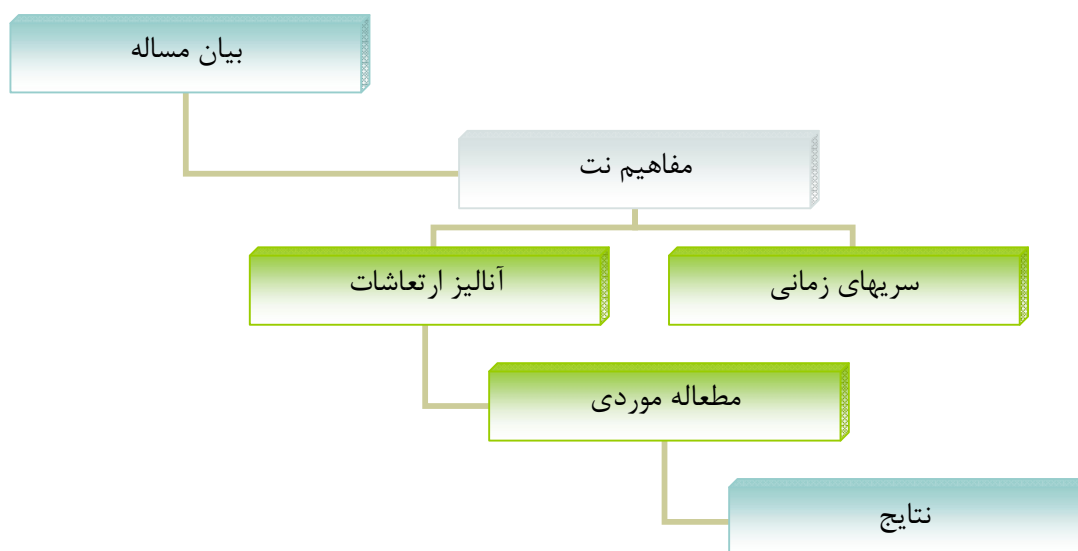
صفحه	عنوان
۵۸	شکل ۵-۱: توریین V94.2.....
۶۰	شکل شماره ۵-۲: نمای شماتیک واحد.....
۶۲	شکل شماره ۵-۳: نرم افزار CATERPILLARSSA.....

مقدمه :

برای افزایش بهره‌وری و تولید با کیفیت، توسعه روشهای نگهداری و تعمیرات (نت) ماشین آلات امری ضروری می‌باشد که در قسمت اول این تحقیق به بیان مسائل مهم در نت، اهداف اصلی و کلیات موضوع مورد مطالعه در این تحقیق آورده شده است. در فصل بعدی با معرفی نگهداری و تعمیرات، سیر تاریخی تحولات نت بیان و مفاهیم نت بر مبنای شرایط آورده شده است. در فصل سوم به موضوع داده‌های ارتعاشی و روشهای آنالیز ارتعاشات و اهمیت آنالیز ارتعاشات در نت بر مبنای شرایط پرداخته شده است. در فصل چهارم به تفصیل سریهای زمانی، روشهای تحلیل سریهای زمانی، معرفی روش تحلیل طیف تکین جمع بندی و یادآوری شده است.

در فصل پنجم نیز با استفاده از اطلاعات اخذ شده در نیروگاه دماوند، کاربرد تحلیلی طیف تکین در نت بر مبنای شرایط بررسی و مورد آزمایش قرار گرفته است. و در آخر نیز به نتایج این تحقیق و منابع مورد استفاده در انجام تحقیق اشاره شده است.

مسیر انجام تحقیق در گراف زیر ترسیم شده است.



فصل ۱- کلیات

۱-۱ بیان مسأله:

ایمنی عملیات، هزینه نگهداری موثر و قابلیت تولید بدون وقفه ماشین آلات، تاثیر مستقیمی بر رقابت بین سازمانها دارد. بهره‌وری در شرکتهای هنگامی افزایش می‌یابد که قابلیت دسترسی به منابع و استفاده مناسب و بموقع از این منابع افزایش یابد. در ارتباط با ماشین آلات، برای افزایش بهره‌وری، استفاده از روشها و استراتژیهای مفید نگهداری و تعمیرات (نت) ضروری می‌باشد. افزایش قابلیت دسترسی در یک نت کارا، با کمتر شدن فعالیتهای نت اصلاحی و افزایش تناوب صحیح نت پیشگیرانه، تحقق می‌یابد. نت بر مبنای شرایط ماشین (CBM^۱) به دلیل آن که با تحلیل شرایط ماشین در خصوص انجام عملیات نت تصمیم‌گیری خواهد کرد تدریجاً جایگزین رویکردهای نت اصلاحی و پیشگیرانه دوره‌ای شده است. از مسایل مهم در نگهداری و تعمیرات بر مبنای شرایط بعد از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها و تصمیم‌گیری صحیح می‌باشد در این تحقیق تلاش می‌شود از روشهای سری زمانی تحلیل طیف تکین (SSA^۲) جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها در موضوع نت بر مبنای شرایط استفاده شود. در این همین راستا ما بدنبال پاسخ سئوالات زیر می‌باشیم:

۱- آیا تحلیل سری زمانی (مبتنی بر روش تحلیل طیف تکین) می‌تواند موجب بهبود عملیات نت بر مبنای شرایط شود؟

۲- مکانیزم و روش پیاده‌سازی روشهای مبتنی بر سری زمان در نگهداری و تعمیرات بر مبنای شرایط چگونه است؟

۳- مدل تصمیم‌گیری مناسب برای انجام عملیات نت مبتنی بر نگهداری و تعمیرات بر مبنای شرایط چیست؟

۱-۲- پیشینه و ضرورت تحقیق

افزایش پیچیدگیها و وابستگیها در شرکتهای صنعتی، رقابتهای صنعتی و وجود مشتریانی که خواهان محصولاتی با کیفیت بالاتر، قیمت مناسبتر و زمان تحویل سریعتر می‌باشند، موفقیت در عرصه تولید و

^۱ Condition Based Maintenance (CBM)

^۲ Singular Spectrum Analysis (SSA)

بقاء شرکتها، دشوارتر و برنامه ریزی و کنترل دقیق تر در تمام زمینه های تولید را طلب می کند. این موفقیت نیازمند توسعه و بهبود مستمر در روش تولید کالا می باشد. رقابتهای جهانی کارائی ساخت را به ابزاری استراتژیک برای رقابت و موفقیت های آینده، تبدیل کرده است. یکی از ابزارهای مهم برای بقاء در این رقابتهای، داشتن یک سیستم نگهداری و تعمیرات کارا می باشد. بخش نت در یک سازمان یکی از مهمترین وظایف (مراقبت از دارائیها و تجهیزات به منظور تامین بهره وری) را ایفا می کند. بدون بخش نت یا وجود یک واحد ضعیف نت، سازمان هزینه زیادی را بابت ظرفیت تولید از دست رفته، حجم زیاد قطعات یدکی، نقایص کیفی و تحویل دیر هنگام می پردازد.

در راستای ایجاد یک روش نت بهره ور تاکنون مطالعات زیادی انجام گرفته است و استراتژیهای متفاوتی برای سیستم نگهداری و تعمیرات بکار برده شده است. استراتژیهای نگهداری و تعمیرات از تعمیر ماشین آلات از کار افتاده به نگهداری پیشگیرانه و سپس نگهداری بر مبنای شرایط پیشرفت کرده اند توقفهای پرهزینه مربوط به تعمیر ماشین آلات از کار افتاده، نگهداری پیشگیرانه را معرفی کرد. با توسعه سریع تکنولوژیهای مدرن، محصولات بیشتر و بیشتر پیچیده شدند در حالیکه کیفیت بهتر و اعتماد پذیری بالاتر از الزامات آنها بود به همین دلیل هزینه های نگهداری بالا و بالاتر رفت و نگهداری پیشگیرانه هزینه اصلی بیشتر شرکتهای صنعتی شد (جاردين و همکاران ۲۰۰۵). از اینرو رویکردهای نگهداری و تعمیرات کارا تر مانند نت بر مبنای شرایط برای کمک به این وضعیت اجرا شد.

نت بر مبنای شرایط تلاش دارد تا از کارهای غیر ضروری نت دوری کند و بطور معنی داری می تواند هزینه نت را کاهش دهد. بک برنامه نت بر مبنای شرایط شامل سه مرحله کلیدی زیر می باشد

۱- اخذ و جمع آوری داده ها ۲- تحلیل و پرورش داده ها ۳- مرحله تصمیم گیری نت
تشخیص و پیش آگاهی دو منظر مهم در برنامه نت بر مبنای شرایط می باشد. تشخیص با شناخت عیب، جداسازی و شناسایی موقعی که آن اتفاق می افتد سروکار دارد و پیش آگاهی با پیش بینی عیب قبل از آن که اتفاق بیفتد سروکار دارد.

هنگ و همکاران^۳ (۲۰۰۸) روشهای پیش بینی عیوب ماشین آلات توربین دار را به سه دسته زیر تقسیم کرده‌اند:

۱- رویکرد قابلیت اطمینان سنتی - پیش‌بینی بر مبنای داده های حوادث

۲- رویکرد پیش آگاهی^۴ - پیش‌بینی بر مبنای شرایط

۳- رویکرد تجمیعی - پیش‌بینی بر مبنای هر دو داده حوادث و شرایط

جاردین و همکاران^۵ (۲۰۰۵) عنوان کرده اند که مرور ادبیات پیش آگاهی در مقایسه با تشخیص بسیار کمتر بوده است و دو نوع پیش‌بینی اصلی در پیش آگاهی ماشینها را نام برده است. آشکارترین و گسترده‌ترین کاربرد پیش آگاهی این است که پیش‌بینی کند چه مدت زمان دیگر یک خرابی اتفاق می افتد که با شرایط فعلی و شرح عملیات گذشته این زمان بدست می آید.

مدت زمان قبل از مشاهده یک عیب معمولاً عمر مفید باقیمانده (RUL) نامیده می‌شود.

در بعضی موقعیتهای مخصوصاً وقتی یک عیب یا خرابی فجیع باشد، مطلوب آنست که شانس آنکه یک ماشین بدون یک نقص یا خرابی تا چند وقت آینده (مثلاً بازرسی داخلی بعدی) کار می‌کند را با شرایط فعلی ماشین و عملیات گذشته پیش‌بینی کنیم. تحقیقات انجام شده قبلی بیشتر درباره پیش آگاهی نوع اول می باشد.

رویکردهای پیش آگاهی در سه دسته اصلی، رویکردهای آماری، رویکردهای هوش مصنوعی و رویکردهای مدل مینا دسته بندی شده اند.

گود و همکاران^۶ (۲۰۰۰) SPC را برای تفکیک کل زمان ماشین آنرا به دو بازه، I_P خرابی بالقوه نصب که ماشین بطور صحیح کار میکند و P-F تابع خرابی بالقوه که ماشین با یک مشکل کار می کند را بکار برده اند

³ Heng, A., et al.

⁴ Prognostic

⁵ Jardine, A.K.S, et al.

⁶ Remaining Useful Life

⁷ Goode, K.B, et al.

یان و همکاران^۸ (۲۰۰۴) یک مدل رگرسیون لجستیک برای محاسبه احتمال خرابی در شرایط متغیر و یک مدل سری زمانی ARMA برای روند شرایط متغیرها در پیش‌بینی خرابی بکار بردند و سپس یک سطح از پیش تعیین شده از احتمال خرابی در برآورد عمر مفید باقیمانده بکار بردند.

دو مدل PHM و PIM از ابزارهای مفیدی برای برآورد عمر مفید باقیمانده در ترکیب با یک مدل روندکا و ی در فرآیند پیش‌آگاهی عیب می‌باشند. بانجویس و جاردین (۲۰۰۵) از یک فرآیند زمان شکست مارکوف برای برآورد عمر مفید باقیمانده استفاده کردند که این روش را با ترکیب مدل PHM و مارکوف برای ارزیابی کوارینانس بعنوان یک مورد خاص بکار بردند.

ولوک و همکاران^۹ (۲۰۰۴) PIM را با اعمال کوارینانس برون‌یابی برای تخمین عمر باقیمانده یاتاقان استفاده کردند.

هنگ و همکاران (۲۰۰۸) با مرور مقالات ارائه شده تا سال ۲۰۰۸ در این زمینه و با عنوان چالشها و فرصتها در نت بر مبنای شرایط، تحقیقات مورد نیاز آتی در این زمینه را دسته‌بندی کرده اند که از فرصتهای زیاد پیشنهادی در زمینه تحقیق در پیش‌آگاهی، تحقیق در زمینه دقت و صحت مفروضات و الزام عملی بودن و همچنین توسعه چهارچوب اندازه‌گیری عملکرد در این پژوهش انتخاب و سعی در بهبود روش پیش‌آگاهی و نگهداری بر مبنای شرایط شده است.

هم چنین جاردین و همکاران (۲۰۰۵) نیز بعد از مرور مطالعات و کارهای انجام شده تا سال ۲۰۰۵، توسعه در روشهای پیش‌آگاهی با تمرکز بر سرعت و دقت در انجام روشها و بهبود روشهای فعلی را از موارد مورد نیاز در تحقیقات آتی عنوان کرده اند.

۱-۳- اهداف تحقیق

از اهداف اصلی این تحقیق می‌توان به موارد زیر اشاره نمود :

۱- معرفی ابزاری جدید در تحلیل داده‌های نت بر مبنای شرایط و افزایش دقت در

تصمیم‌گیریهای نگهداری و تعمیرات ماشین آلات.

⁸ Yan, J., et al.

⁹ Vlok, P.-J., et al.

۲- کاهش هزینه های نگهداری و تعمیرات ماشین آلات ، افزایش بهره وری در استفاده از

ماشین آلات در جهت تولید به موقع و با کیفیت مناسب.

۳- انجام مطالعه موردی و استفاده عملی از این ابزار در جهت بهبود روشهای نگهداری ماشین آلات

نیروگاههای ایران.

۱-۴- نوآوری طرح

تکنیک تحلیل طیف تکین روش جدیدی در تحلیل سریهای زمانی است که اخیراً در مجامع علمی

مطرح شده است. با عنایت به اینکه سیستمهای نگهداری و تعمیرات (نت) بر مبنای شرایط ماشین اصولاً

روشهای نوینی در مبحث نت می باشند. به نظر می رسد که بکارگیری تکنیک تحلیل طیف تکین در

نگهداری و تعمیرات بر مبنای شرایط می تواند دارای نوآوری قابل ملاحظه ای باشد.

فصل دوم

مفاهیم و مرور ادبیات حوزه نگهداری و تعمیرات

۲-۱- مقدمه

افزایش پیچیدگیها و وابستگیها در شرکتهای صنعتی، رقابتهای صنعتی و وجود مشتریانی که خواهان محصولاتی با کیفیت بالاتر، قیمت مناسبتر و زمان تحویل سریعتر می باشند موفقیت در عرصه تولید و بقا شرکتهای، دشوارتر و برنامه ریزی و کنترل دقیق تر در تمام زمینه های تولید را طلب می کند این موفقیت نیازمند توسعه و بهبود مستمر در روشهای تولید کالا می باشد. رقابتهای جهانی کارایی ساخت و تولید را به ابزاری استراتژیک برای رقابت و موفقیت های آینده تبدیل کرده است. یکی از ابزارهای مهم برای بقا در این رقابتهای داشتن یک سیستم نگهداری و تعمیرات کارا می باشد بخش نت در یک سازمان یکی از مهمترین وظایف (مراقبت از داراییها و تجهیزات به منظور تامین بهره وری) را ایفا می کند بدون بخش نت یا وجود یک نت ضعیف، سازمان هزینه زیادی را بابت ظرفیت تولید از دست رفته، حجم زیاد قطعات یدکی، نقایص کیفی و تحویل دیر هنگام می پردازد. هزینه های نگهداری و تعمیرات از هزینه های اصلی در اکثر واحدهای صنعتی می باشد که به علت بالا بودن هزینه های نت، اصلاحات کوتاه مدت می باشد هزینه های نت شامل هزینه های غیر نرمال مانند تاخیرهای صورت گرفته بابت ضایعات محصول، عدم تولید در زمان توقف جهت تعمیرات و هزینه های معمول نت شامل کارگر، اضافه کاری و تعمیر قطعات می باشد تا همین اواخر تاثیر نت در کیفیت محصول هزینه های تولید و مهمتر از همه سود و زیان حاصل نادیده انگاشته می شد. در عقیده عمومی نت در زمانی که خرابی اتفاق می افتاد یک بلای ضروری پنداشته می شد یا معتقد بودند که برای بهبود هزینه های نت کار زیادی نمی توان انجام داد. شاید تا ۲۰ یا ۳۰ سال قبل چنین عقیده ای صحیح بود ولی با پیشرفت کامپیوترها و استفاده آنها در مانیتورینگ وضعیت عملکردی ماشین آلات تجهیزات و سیستمها می توان عملیات نت را مدیریت کرد.

با استفاده از این وسایل می توان تعمیرات غیر ضروری را کاهش و حتی حذف کرد و از ایجاد خرابیهای

فاجعه بار در ماشین آلات جلوگیری کرد.

۲-۲- سیر تاریخی تحولات نت

در راستای ایجاد یک روش نت مفید و قابل اطمینان تاکنون مطالعات زیادی انجام گرفته است و استراتژیهای متفاوتی برای سیستم نگهداری و تعمیرات بکار برده شده است بطور خلاصه در جدول شماره یک مراحل تغییر و تکامل نت آورده شده است استراتژیهای نگهداری و تعمیرات از تعمیر بعد از، از کارافتادگی ماشین آلات به نگهداری پیشگیرانه و سپس نگهداری بر مبنای شرایط پیشرفت کرده اند. تعمیرات ماشین آلات در رویکرد کار تا زمان از خرابی^{۱۰} اولین شکل از تعمیرات بوده که تا قبل از خرابی هیچ عملیات نگهداری انجام نمی شد تا اینکه ابزاری خراب می شد و نیاز به تعمیر و یا تعویض داشت در صنایعی که از ماشین آلات ارزان قیمت زیادی استفاده می کنند و دستگاهها به صورت جفتی کار می کنند و با ازکار افتادن یک ماشین مشکل خاصی پیش نمی آید از ماشین آلات تا جایی استفاده می کنند که ازکار بیافتد و سپس به تعمیر یا تعویض آن می پردازند ولی کاربرد آن برای نگهداری ماشین آلات گرانبه و حساس که نمی توان جایگزینی برای آنها در نظر گرفت و هم چنین خطوط تولید پیوسته و بزرگ دارای معایب زیادی بوده و عملاً این روش کارآمد نمی باشد در همین راستا توقفهای پرهزینه، نگهداری پیشگیرانه^{۱۱} را در سال ۱۹۵۰ معرفی کرد.

تعاریف زیادی برای نت پیشگیرانه وجود دارد و تمام آنها وابسته به زمان هستند به عبارت دیگر نت بر پایه زمان عملکرد دستگاه تعیین می شود در نت پیشگیرانه تعمیرات یا بازسازی ماشین براساس منحنی MTBF زمان بندی می شود برنامه ریزی و پیش بینی اورهال های مختلف و انجام تعمیرات کلی دوره ای بر مبنای عمر مفید قطعات مصرفی ماشین آلات مبنای عملکرد آن می باشد و ماشین آلات پس از یک دوره زمانی مشخص (مدت زمان کلی و با ساعت کارکرد مفید) از سرویس خارج شده کاملاً دمونتاژ می شوند و قطعاتی که عمر نامی آنها پایان رسیده باشد و یا تقریباً ۸۰٪ از عمر نامی خود را سپری کرده باشند تعویض می شوند. روش نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه معمولی شامل تنظیم

¹⁰ Run to failure

¹¹ Preventive Maintenance