

بهینه سازی سیاست نگهداری با استفاده از مدل نظر نسبی

چکیده :

ارزیابی درجه اطمینان سیستم به ساختار آن و به همان اندازه به ارزیابی درجه اطمینان اجزای آن بستگی دارد. مورد دوم عملکرد ترکیبات سن طی حیات عملکرد سیستم است. افزایش سن اجزا شدیداً تحت تأثیر فعالیت های نگهداری که در آن سیستم انجام شده اند، قرار می گیرند. در این کار، دو مقوله از فعالیت های نگهداری را در نظر می گیریم: نگهداری و تعمیرات اصلاحی (CM) و نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (PM). اعمال نگهداری با توانایی شان برای کاهش این دوره مشخص شده اند. PM متشکل است از اعمالی که در اجزای تشکیل دهنده در حالی که عمل می کنند، به کار برده می شوند، درحالیکه CM زمانی اتفاق می افتد که اجزا از هم جدا می شوند (خاموش می شوند). در این مقاله، روش جدیدی برای یکسان سازی تأثیر CM درحالیکه برای PM برنامه ریزی می شود، گسترش می دهیم. عملکرد خطر نسبی به عنوان ابزار مدل سازی برای این منظور استفاده می شد. هنگامی که بین سیاست هایی که تأثیر CM را در نظر گرفته بودند و آن هایی که در نظر نگرفته بودند، مقایسه ای انجام شد، نتایج جالبی بدست آمد.

واژه های کلیدی: سیاست های نت پیشگیرانه، نت اصلاحی، مدل خطر نسبی

۱- مقدمه :

درجه اطمینان شاخص مهمی برای ارزیابی اجرای سیستم های صنعتی می باشد. مقدار آن به همان اندازه که به ساختار سیستم بستگی دارد، به دسترسی اجزا و درجه اطمینان آن ها بستگی دارد. این مقدار زمانی که سن اجزای تشکیل دهنده افزایش می یابد کاهش پیدا می کند و زمان کار آن ها تحت تأثیر بر هم کنش با اجزای دیگر قرار می گیرد، که برای سیاست نگهداری و محیط آن درخواست می شود. در میان اجزای مختلف سیاست نگهداری، پیشنهاد می شود سیاست نت پیشگیرانه (PM) مورد مطالعه قرار گیرد، به این دلیل که به طور گسترده در سیستم های بزرگ از قبیل سیستم های حمل و نقل، سیستم های تولید و... به کار برده می شود.

PM از مجموعه ای از اعمال مدیریتی، اداری و فنی تشکیل شده است تا سن اجزا را به منظور بهبود دسترسی (و درجه اطمینان) یک سیستم (کاهش خرابی احتمالی یا سطح خرابی اجزای یک سیستم) کاهش دهد. این اعمال با تأثیرات آن بر سن اجزا می تواند مشخص شود: اجزای تشکیل دهنده به خوبی یک جزء جدید عمل می کنند، سن اجزا کاهش یافته است، یا حالت اجزا بطور جزئی تحت تأثیر قرار می گیرند، فقط برای اطمینان از ضرورت شرایط عمل کننده آن، اجزا به بدی یک جزء قدیمی ظاهر می شوند. با این حال، اعمالی که پس از خاموش شدن سیستم اتفاق می افتند دوباره در یک گروه تحت عنوان نت اصلاحی (CM) قرار می گیرند.

برخی از هزینه های اصلی ایجاد شده توسط صنعت به جایگزینی و تعمیر دستگاه های کارخانه ای در فرایند های تولید، مربوط می شود. PM رویکردی اصلی است که برای کاهش این هزینه ها انتخاب شده است.

مطالعات زیادی برای رسیدن به شرایط ایده آل سیاست PM انجام شده است. برخی از مقاله ها مدل های PM و ارزیابی آن را از زمانی که مفهوم PM پدیدار شده است، ارئه می کنند. اخیراً، مطالعاتی را با تمرکز بر بهینه سازی سیاست های PM شروع کرده اند. این

فرایند بهینه سازی انواع مختلفی را به خود می گیرد ، متوند با اضافه کردن ویژگی ها و شرایطی که این سیاست PM را واقعی تر سازد ساخته شود ، همچنین می تواند شرایط محیط کاری ، زمانبندی تولید صنعت ، اعمال کامل و ناقص را در نظر بگیرد .

بر خلاف اینکه CM تأثیر مستقیمی بر اجزای تشکیل دهنده آن دارد ، به طور کافی مورد مطالعه واقع نشده است .

تحت عنوان بهینه سازی PM ، Tsai ، PM دوره ای یک سیستم را با اجزای آن ارائه داده است . دو فعالیت PM ساده و جایگزینی اصلاحی ، هر دو همزمان برای مرتب ساختن جدول PM در یک سیستم در نظر گرفته می شوند . تأثیر CM فقط از نظر هزینه به حساب آورده می شود . Dedopoulos روشی برای تعیین مقدار بهینه ای از فعالیت های PM ارائه کرده است که در یک زمان افق برای یک واحد منفرد در حال کار ، در حالتی پیوسته عمل می کند ، که بوسیله نرخ افزایشی شکست مشخص می شود . فقط هزینه CM مرد نظر است . مسئله مشابهی توسط Park تکرار شد ، هنگامی که سعی داشت هزینه سیاست نگهداری دوره ای سیستمی را که در معرض خرابی پایین بود ، کاهش دهد . Levitin ، Zhao و Hsu ، CM را به عنوان کمترین مقدار شکست در نظر گرفتند در حالیکه آن ها سیاست PM بهینه را پیشنهاد کرده بودند .

در این مقاله ، مدل خطر نسبی (PHM) به عنوان ابزار مدل سازی برای یکسان سازی تأثیر CM بر سن اجزای تشکیل دهنده و تأثیر آن بر درجه اطمینان اجزا استفاده می شود .

PHM برای اولین بار توسط Cox در سال ۱۹۷۲ معرفی شد . از آن تاریخ به بعد کاربرد های گوناگونی از PHM در تجزیه و تحلیل درجه اطمینان ارائه شده بود . رویکرد اصلی در مدل سازی خطر نسبی این است که فرض می کنیم که نرخ خطر یک سیستم از دو فاکتور چند منظوره تشکیل شده است ، نرخ خطر پایه $h_0(t)$ ، و عموماً عملکرد تصاعدی شامل تأثیرات متغیر های مشاهده شده . برای مثال ، این متغیر های مشاهده شده می توانند فشار نرمی ، درجه حرارت و ... باشند . بنابراین ، نرخ خطر یک سیستم می تواند چنین نوشته شود :

$$h(t; z) = h_0(t) \exp(z\beta)$$

که Z یک ردیف بردار است که از متغیر های کمی تصادفی ، متغیر های توضیحی ، هر متغیر مشاهده شده و یا هر حالتی که اشاره به متغیر داشته باشد ، تشکیل شده است ، و β یک ستون بردار است که از پارامتر های برگشت پذیر (واپس گرا) متقابل تشکیل شده است . پارامتر ناشناخته β تأثیر متغیر های مشاهده شده را بر فرایند شکست تعریف می کند . در این مطالعه ، پیشنهاد می شود که CM به عنوان متغیر مشاهده شده در نظر گرفته شود و روشی برای محاسبه β آن ارائه می کنیم . تأثیر عمل CM به عنوان عامل مهمی در نظر گرفته می شود تا زمانی که عمل PM انتخاب می شود .

در حقیقت ، Kumar نوشته های موجود درباره PHM را مورد بازنگری قرار داد . در ابتدا ، مشخصه های روش توضیح داده شده است و اهمیت آن در تجزیه و تحلیل درجه اطمینان ارائه شده است . برای تعیین فواصل اقتصادی نت ، Percy دو نوع مهم از مدل های عمومی را بررسی کرد ، که کاربرد بیشتری دارند . اولین مدل ، فواصل PM را ثابت در نظر می گیرد و بر پایه فرایند جدید جایگزینی به تأخیر افتاده است . مدل دوم تطبیق پذیر و دوره ای بودن متغیر های PM است ، و بر پایه خطر نسبی می باشد . Martorell یک مدل جدید درجه اطمینان وابسته به سن را ارائه کرد که شامل پارامتر های مربوط به اثر گذاری نظارت و نت مؤثر و شرایط محیط کاری اجزای

تشکیل دهنده می باشد. مدل طول عمر شتاب گیرنده و PHM به عنوان ابزاری برای معرفی فاکتور های فوق برای مدل درجه اطمینان در نظر گرفته شده اند. PHM، Kumar و TTT را به منظور طراحی یک نت بهینه تحت سیاست جایگزینی سنی استفاده کرده است. در این مقاله، PHM برای معرفی فاکتور CM به درجه اطمینان اجزای تشکیل دهنده و در نتیجه به عنوان یک پارامتر قطعی در سیاست طراحی PM استفاده شده است. یک روش جدید برای تخمین β معرفی شده است. مقایسه هایی بین سیاست هایی که تأثیر CM را در نظر گرفته اند و آن هایی که در نظر نگرفته اند پایه ریزی شده است. این مقدمه با ۷ قسمت دنبال می شود که بطور متوالی مدل پایه ای، PHM پیشنهاد شده، تخمین درجه اطمینان سیستم، محاسبات هزینه و انتخاب عمل، مطالعه موردی و در نهایت نتیجه گیری می باشند.

۲- مدل پایه (اصلی) :

PHM برای اولین بار توسط Dr.Cox در سال ۱۹۷۲ معرفی شده است. هدف او بررسی تأثیرات متغیرهای تصادفی متفاوت بود که بر زمان شکست اجزا تأثیر می گذارد. در ابتدا، این مدل در رشته دارویی-زیستی به طور گسترده استفاده می شد. اخیراً، کاربرد این مدل در درجه اطمینان در زمینه مهندسی افزایش یافته است. عموماً، کاربرد PHM بوسیله حالت محدود می شود که فردی این جزء را با دیگری در زمان تعمیر جابجا می کند (به خوبی یک جزء جدید).

t را به عنوان زمان خرابی یک جزء در نظر بگیرید و $R(t)$ به عملکرد درجه اطمینان در نظر گرفته می شود. بنابراین نرخ خطر چنین

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (1) \quad \text{محاسبه می شود:}$$

عموماً نرخ خرابی تنها تحت تأثیر زمان نمی باشد، بلکه فاکتورهای دیگری هم که تحت آن ها اجزا عمل می کنند، بر آن تأثیر می گذارند. PHM برای تخمین تأثیر مورد آخر استفاده می شود، بنابراین آن را برای پیش بینی رفتار خرابی ممکن ساخته و تأثیر آن متغیرهای تصادفی را به حساب می آورند (شکل ۱).

یک بحث مفصل روی متغیرهای تصادفی توسط Kalbfleisch و Prentice ارائه شده است. این متغیرها ممکن است برای مثال، محیط زیست عمل کننده، گذشته عمل کننده یک ماشین (برای مثال بازدیدهای کلی، تأثیرات تعمیر یا نوعی از نگهداری) یا نوعی از طراحی یا مواد را در بر گیرد.

در PHM، نرخ خرابی یک جزء به عنوان حاصلی از نرخ خرابی ابتدایی که فقط به زمان و عملکرد مثبت بستگی دارد $\varphi(z)$ را در نظر می گیرد. این عملکرد تأثیر این فاکتورها را بوسیله در حافظه قرار دادن متغیرهای تصادفی که آن ها را نشان می دهد، منعکس می سازد.

$$h(t, z) = h_0(t)\varphi(z; \beta). \quad (2) \quad \text{بنابراین،}$$

اگر Z یک بردار $n \times 1$ باشد که n متغیر تصادفی را در بر گیرد، که فاکتورهای تحت تأثیر را نشان می دهد. β یک بردار $n \times 1$ از ضرایب برگشت پذیر متقابل برای آن فاکتورها می باشد.

فاکتورهای مؤثر به نرخ خرابی در $\varphi(z; \beta)$ متصل هستند. این مورد آخر باید به روشی انتخاب شود که شرایط بعدی را آماده سازد:

- $\varphi(0) = 1$
- $\varphi(z) > 0$.

$$\psi(z) = e^{\beta^T z}, \quad (3) \quad \text{عموماً } \varphi(z) \text{ شکل زیر را دارد:}$$

که β^T بردار تغییر مکان β است. سپس مجموع نرخ خرابی عبارتست از:

$$h(t; z) = h_0(t) \exp(z\beta) = h_0(t) \exp\left(\sum_{j=1}^n \beta_j z_j\right), \quad (4)$$

که z_j متغیرهای تصادفی هستند، β_j ضرایبی هستند که تأثیر هر متغیر تصادفی را تعریف می کنند. $j = 1, 2, \dots, n$

بنابراین، درجه اطمینان چنین محاسبه می شود:

$$r(t, z) = [r_0(t)]^{\exp\left(\sum_{j=1}^n \beta_j z_j\right)},$$

$$r_0(t) = \exp\left[-\int_0^t h_0(x) dx\right]. \quad (5)$$

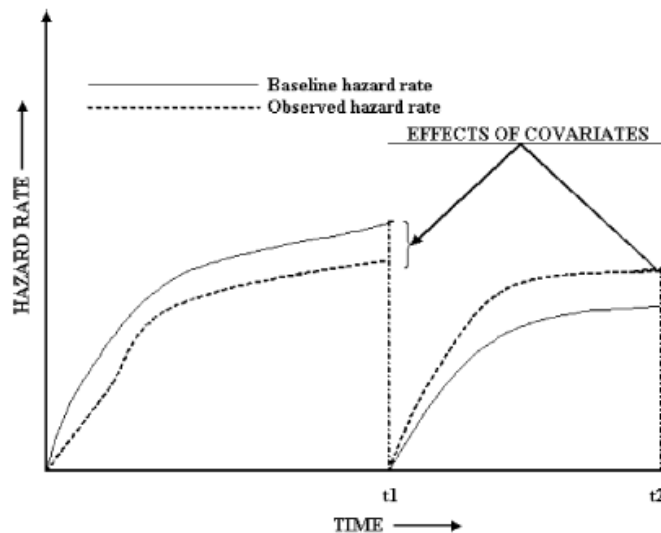


Fig. 1. Relation between the total hazard rate and the baseline hazard rate in the presence of influential covariates [15].

۳- PHM پیشنهادی :

همانطور که در پاراگراف قبلی بحث شد، PHM ما را قادر می سازد تا فاکتورهایی را که بر نرخ خرابی تأثیر می گذارند با یکدیگر ادغام سازند. در این مقاله، CM به عنوان فاکتور تأثیر گذار در نظر گرفته شده است.

۳-۱- تخمین تأثیرات اصلاحی و عدد آن ها :

با دانستن اینکه خرابی نوع ۱ با جایگزینی تعمیر شده و خرابی نوع ۲ با عمل ساده تعمیر می شود، هر کسی به سادگی نتیجه می گیرد که جایگزینی با احتمال $p_e^1(t)$ اتفاق می افتد. توجه داشته باشید که آن ۲ اعمال فقط اجزای کهنه را بوسیله فاکتور بهبود داده شده

نوتر می سازند. این فاکتور همچنین ضریب کاهش سن نامیده می شود. در اینجا، فاکتورهای بهبود m_{par} ، m_{imp} ، مربوط به یک طرح تعمیراتی ساده و جایگزینی مقدار 0 و 1 را به ترتیب می پذیرند.

$$p_e(t)[p(t) \ 1 - p(t)][m_{par} \ m_{imp}]^T \\ = p_e(t)(p(t)m_{par} + (1 - p(t))m_{imp}). \quad (6)$$

$$X_{j+1} = \frac{\int_{t_0(j)}^{\infty} r_0(t)}{r_0(t_0(j))}, \quad (7)$$

بنابراین، ما قادر خواهیم بود تا نه تنها درباره اعمال CM که در دوره T_p انجام می شود آگاهی یابیم، بلکه از کارآمدی آن ها نیز مطلع شویم. آن دو پارامتر جهت تعریف فاکتور β مربوط به CM اهمیت حیاتی دارند.

۳-۲- مدل پیشنهادی محاسبه β :

فاکتور β در تعریف فاکتوری است که تأثیر متغیرهای تصادفی مربوط به آن را بازتاب می کند. در این تحقیق متغیر تصادفی چیزی جز CM نمی باشد. تأثیر CM می تواند از طریق بهبود بخشی به فاکتور $m_{CM}(t)$ پیگیری شود. در ضمن، زمان عمل اصلاح اهمیت فراوانی دارد. میانگین وزنی $m_{CM}(t)$ روشی مناسب برای محاسبه β می باشد.

$$E(D) = \sum_{j=1}^{\infty} a_j p_j. \quad (8)$$

$$I_i = \sum_{j=1}^{N_i} \frac{t_j}{T_i} m_{CM_j} \quad (9)$$

این اصطلاح آسانتر به عنوان مقدار متوسط در نظر گرفته می شود: میانگین وزنی همه مقادیر ممکن که فاکتور بهبود بخش CM می تواند بگیرد، وزن هر مقدار زمانی که به کار برده می شود.

۳-۳- مدل پیشنهادی محاسبه $P(t)$:

عموماً، انتخاب یک عمل نگهداری می تواند به دو حوزه بستگی داشته باشد:

- the component importance $IF_i(t)$;
- the action cost (C_i).

بر پایه این دو کمیت پیشنهاد می شود که $P(t)$ به عنوان یک وزن تعریف شود تا یک احتمال. $P(t)$ می تواند برابر باشد با $f(C_i, IF_i(t))$ ، که عملکرد f ویژگی های زیر را بیان می کند:

- $p(t)$ must vary between 0 and 1;
- $p(t)$ must approach to 1 as much as the component

$$f(C_i, IF_i(t)) = p(t) = e^{-\frac{C_i * C_{max}^{-1}}{IF_i(t)}}, \quad (11)$$

این اصطلاح $P(t)$ تغییر عنصر مهم را حمایت می کند ، اگر هزینه آن متعادل باشد و کمترین عمل را حمایت می کند تا وقتی که اجزا بطور بحرانی جایگزینی آن را توجیه کنند .

۴- تخمین درجه اطمینان سیستم :

$$r(t; z) = [r_0(t)]^{\exp(\beta_{CM} z_{CM})} \text{ with } r_0(t) = \exp\left[-\int_0^t h_0(x) dx\right], \quad (12)$$

در این مقاله ، سیستم مور مطالعه یک سیستم چند حالتی است . تخمین درجه اطمینان آن بر پایه کاربرد تولید جهانی (UGF) می باشد که برخی از فواید را در مسائل بهینه سازی ارائه می کند .

۴-۱- تخمین درجه اطمینان چند حالتی بر پایه یک عملکرد تولید لحظه ای جهانی (UMGF) :

روش استفاده شده در این مقاله برای ارزیابی درجه اطمینان یک سیستم چند حالتی بر پایه تکنیک UMGF است .

$$U(c, t) = \sum_{k=1}^K q_k(t) c^{G_k}.$$

$$Pr(Y = G_i) = r_i(t),$$

$$Pr(Y = 0) = 1 - r_i(t).$$

$$U_j(c) = r_j(t) c^{G_j} + (1 - r_j(t)) c^0. \quad (13)$$

برای بدست آوردن عملکرد u از یک زیر سیستم در برگرفته تعدادی عنصر ، اپراتورهای ترکیب معرفی می شوند . این اپراتورها $U(c)$ را برای گروهی از عناصر مرتبط به صورت موازی و سری به ترتیب با استفاده از عملیات جبری ساده بر عملکردهای u از عناصر تعیین می کنند :

$$\Omega(U_1(c), U_2(c)) = \Omega\left[\sum_{i=1}^I \alpha_i c^{a_i}, \sum_{j=1}^J \beta_j c^{b_j}\right]$$

$$= \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \alpha_i \beta_j c^{w(a_i, b_j)}. \quad (14)$$

در این مقاله ، ما در نظر می گیریم که ظرفیت کلی عناصر متصل به صورت موازی و مساوی با مجموع ظرفیت های عناصر آن است بنابراین :

$$w(a, b) = a + b.$$

وقتی که اجزا به صورت سری به هم متصل شده است ، عنصری با کمترین ظرفیت گلوگاه سیستم می شود . بنابراین برای هر جفت از عناصر که به صورت سری متصل شده اند داریم :

$$w(a,b) = \min(a,b)$$

عملکرد u کل سیستم را با فرم کلی بدست آوریم :

$$U(c, t) = \sum_{k=1}^K q_k(t) c^{G_k}$$

۵- استفاده از الگوریتم مورچگان در حوزه بهینه سازی نت پیشگیرانه :

Samrout یک الگوریتم (ACSI) که الهام گرفته از سیستم کلونی مورچه است ، پیشنهاد کرده برای بهینه سازی Tp به روش تحقیق برداری ، که به وضوح کارآمدی این الگوریتم را نشان می دهد . ما مختصراً این الگوریتم ACSI را معرفی خواهیم کرد .

۵-۱- روش تفکیک :

هر جزء لیستی از زمان های مداخله ممکن دارد . این زمان ها در فاصله $[LB,UB]$ طبق یک توزیع یکسان به صورت تصادفی تولید می شوند (LB حد پایین و UB حد بالا) (شکل ۲) . هر زمان یک راه حل بالقوه است برای مثال یک زمان مداخله بالقوه .

هر مورچه k یک راه حل برای حل این مسئله می سازند وقتی که از یک لیست به لیست دیگر حرکت می کند و در این صورت از تمام لیست ها دیدن می کند . هر بار یک مورچه از یک لیست به لیست بعدی می رود ، لیست دیگری را جارو می کند . برای جستجوی بهترین زمان مرتبط با جزء مورد سؤال ، زمان انتخاب شده در یک لیست تحریم شده قرار داده می شود تا حدی که مورچه های دیگر بیش از آن نمی توانند انتخاب کنند ، بنابراین ، تحقیق را در گام راه حل های ممکن و امکان پذیر می سازد . در طول یک تکرار t ، هر مورچه $k = 1 \dots m$ یک تور $T_k(t)$ را حمل می کند . این طور برداری از زمان های ممکن برای pm سازی برای المنت های سیستم است . تعداد المنت های این بردار تعداد المنت هایی است که ما برای تعیین تاریخ های تکرار جستجو می کنیم . (شکل ۳)

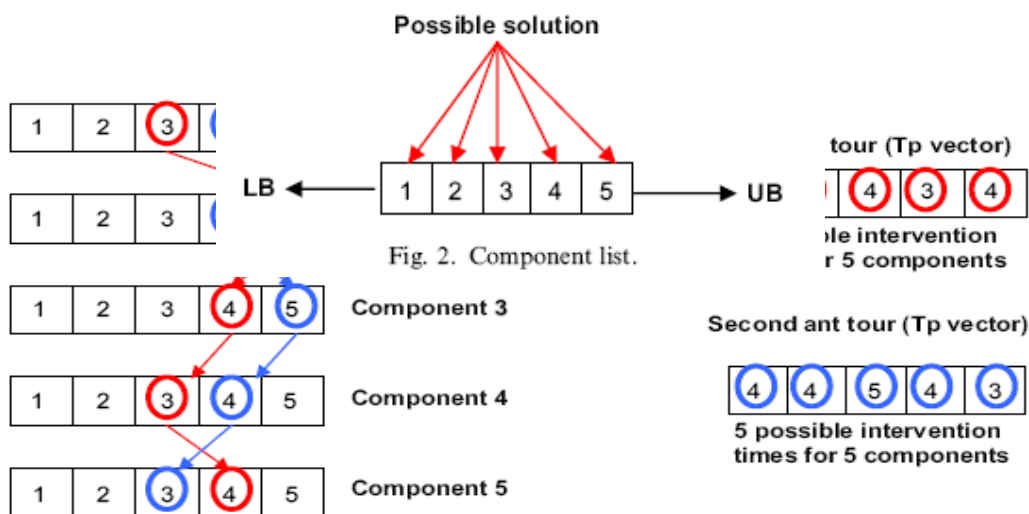


Fig. 3. Example of solution's construction (two ants and five elements).

۵-۲- حوزه و ارزیابی و توقف :

تمام تورها، راه حل های مناسب، که به وسیله مورچه ساخته شده اند ارزیابی شده اند. حوزه های ارزیابی کاربردی، قیمت و دسترسی هر نوبت را به حساب می آورند. حوزه توقف فقط به تعداد تکرار های بستگی ندارد، بلکه به سرعت بهبود و راه حل نیز بستگی دارد. اگر این راه حل پس از تعداد داده شده از تکرارها، چند بار متوالی n را بهبود نبخشید تجزیه (تفکیک) متوقف می شود.

۵-۳- مرور کلی روش ACSI

- Loop
 - Sub-Loop
 - Generate an ant based on the state transition rule
 - Continue until all ants in the colony have been generated
 - Evaluate all ants in the colony, rank them and record the best feasible one
 - Apply the pheromone updating rule
- Continue until a stopping criterion is reached.

۶- مرور کلی از روش محاسباتی درجه اطمینان سیستم :

The overview of the method is as follows:

Step 1: Let N_c be the total component's number, $i = 1, \dots, N_c$

Step 2: $S = 0$, S is a variable.

Step 3: Calculate X_i , the time to failure by applying Eq. (7), $S = S + X_i$.

Step 4: If $S > T_i$ (T_i is the PM date), calculate the appropriate I'_i factor for the i th component by applying Eq. (10).

Step 5: $\beta = 1 - I'_i$, calculate the i th component reliability by applying Eq. (12), $i = i + 1$.

Step 6: If $i > N_c$, go to step 9 else go to step 2.

Else

Step 7: Calculate m_{CM} by applying Eq. (6).

Step 8: Calculate the virtual age and return to step 3.

Step 9: Calculate the system reliability while using the UGF (Section 4.1).

۷- محاسبه هزینه و انتخاب عمل :

هزینه برابر است با جمع هزینه های اعمال انجام شده در طی PM، مانند هزینه تولید از دست رفته به دلیل عدم دسترسی به سیستم.

برای انتخاب عمل PM برای هر جزء، عملی که رابطه زیر را به بالاترین حد خود برساند، به عنوان عمل پیشگیرانه انتخاب می شود، که

باید انجام گیرد :

$$H = \frac{\int_{t_0(j)}^{\infty} r(t) C_{\max}}{r(t_0(j)) T_M C_j} \quad (15)$$

$$H = \frac{\left(\int_{t_0(j)}^{\infty} r(t) C_{\max} \right)^{\beta}}{(r(t_0(j)) T_M C_j)^{\beta}} \quad (16)$$

۸- مطالعه موردی:

برای ارزیابی تأثیرات CM بر طراحی PM ، مقایسه ای بین هزینه های تولید به وسیله سیاست نگه داری انجام شده که این فاکتور را لحاظ کرده اند و بقیه را که بدون این فرضیه عمل کرده اند فرض کنید این اثر تأثیری بر اجزا ندارد و آنها به بدی یک جزء قدیمی باقیمانده اند .

برای پایه ریزی این مقایسات ، ساختاری که توسط ۱۰ جزء ساخته شده ، در نظر گرفته می شود (شکل ۴) . این سیستم از اجزای سری- موازی تشکیل شده است که هر جزء به وسیله حالت مضاعف آن مشخص شده است و جزء تشکیل دهنده یا عمل می کند یا از بین می رود .

درجه اطمینان هر جزء به وسیله یک قانون تصاعدی تعریف شده است . ویژگی های آنها در جدول ۱ آورده شده است . عمل PM به وسیله فاکتور کاهش سن و هزینه مشخص شده است . مقادیر مختلف این دو فاکتور در جدول ۲ آورده شده است . توجه داشته باشید که در این مطالعه ما فرض می کنیم که مدت زمان هر عمل ثابت است و هزینه عدم دسترسی در این عمل تقریباً در هزینه عمل آورده شده است .

✓ Tp به بردار راه حل دوره های بازرسی اجزای سیستم بدون به حساب آوردن تأثیر CM اشاره می کند . Tp برای CM همان بردار است اما با ملاحظه CM قبلی . عمل CM به عمل بازدارنده ای اشاره دارد که در یک سیاست ملاحظه کننده تأثیر CM قرار می گیرد .

✓ جدول ۳ مقایسه ای از نتایج را نشان می دهد که با یک محدود سازی درجه اطمینان برابر با ۰.۸ به دست آمده اند .

✓ Tp برای هر جزء با استفاده از تکنیک سیستم کلونی پدید آمده که توسط Samrout محاسبه می شود .

✓ اگر ما فقط هزینه های بازدارنده عمل را در نظر بگیریم ، هر کسی می تواند تفاوت مهم بین هزینه های این دو روش را ببیند . با به حساب آوردن تأثیر CM به ما اجازه می دهد تا مقدار زیادی از پول را صرفه جویی کنیم .

✓ اگر تعداد اجزا افزایش یابد اهمیت اجزا به طور عمومی CM را کاهش می دهد که منجر به کاهش هزینه بین این دو سیاست می شود .

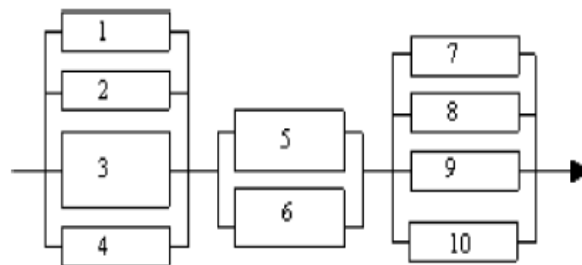


Fig. 4. The studied structure.

Table 1
The component characteristics of the three chosen structures

Component number	h_0	Performance
1	1/12.059	10
2	1/12.059	10
3	1/12.2062	9
4	1/12.014	2
5	1/66.667	9
6	1/191.5197	8
7	1/63.5146	5
8	1/438.5965	8
9	1/176.0426	8
10	1/13.9802	10

Table 2
The preventive maintenance action characteristics

Age reduction factor (action)	Action cost
0.8	7
0.7	150
0.6	200
0.5	300
0.4	400
0.3	500
0.2	600
0.1	1000
Replacement (rep)	2000

Table 3
Results comparison for two hypotheses (without and with corrective maintenance effect) in the preventive maintenance policy

No. of component	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
T_p	7.25	9.21	9.91	9.53	9.37	9.84	9.90	9.51	9.15	8.69	
T_{pCM}	9.36	12.80	12.6643	12.80	12.98	12.94	12.51	12.97	12.79	12.98	Cost
Action	Rep	Rep	Rep	Rep	Rep	0.8	Rep	0.8	0.8	Rep	14021
Action _{CM}	Rep	Rep	0.4	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	Rep	6635

این مقاله یک روش جدیدی ارائه می دهد که به ما اجازه می دهد در حالی که سیاست PM را طراحی می کنیم تأثیر CM را نیز در نظر بگیریم. این روش متشکل از محاسبه تعدادی CM های به کار برده شده و کارآمدی آنها است. تکنیک کاهش سن برای تعیین تعداد متحرک اعمال اصلاحی استفاده می شود. یک مدل خطی بعداً برای تخمین β مناسب استفاده شده است.

CM روی نرخ خرابی اجزاء و در نهایت در سیستم جهانی اغلب در مضمون PM مورد غفلت واقع می شود. مدل پیشنهادی امکان ارزیابی این تأثیر را ممکن می سازد. CM چیزی بیش از تعمیرات جزئی و جایگزینی نمی باشد. با استفاده از مدل ما می توان هر عمل مناسبی

برای اجزاء را با در نظر گیری اهمیت آن و هزینه عمل انجام داد و این مقایسات نشان می دهند که اهمیت تأثیر CM بر نرخ خرابی و در نتیجه بر سیاست PM اتخاذ شده است .

عموماً ، فاکتور β یک مدل خطر نسبی به وسیله به بالاترین حد رساندن حاشیه ای ، بخشی یا عمل کردهای احتمالی حد بالا که با در نظر گیری کمک به نرخ خطر یک زمان برای خرابی بدست می آید . در این مقاله یک مدل خطی برای تخمین β استفاده میشود که بر پایه اطلاعات جمع آوری شده (فاکتور های بهبود) از هر جزء به طور منفرد و سپس فاکتور القایی β را برای هر جزء UGF استفاده می شود برای بازتاب اثر جهانی همه β ها که CM است .

نتایج بدست آمده با سه تست نوعی رابطه بین انحراف هزینه نسبی GAPC (هزینه های نگه داری مقایسه ای مشاهده شده با یا بدون تأثیر CM) و ساختارهای سیستم را نشان می دهند . مطالعات بیشتری که این رابطه را نشان می دهند صورت گرفته است . در طی این تحقیق ما فقط تأثیر CM را در نظر گرفته بودیم . یکسان سازی سایر پارامترها برای مطالعه موضوع جالبی است ، به این دلیل که ما در آینده تأثیر وابستگی های اقتصادی و ساختاری موازی با اثر CM بر طراحی سیاست PM را به حساب می آوریم .

- [1] Cho DI. A survey of maintenance models for multi units systems. *Eur J Oper Res* 1991;51:1–23.
- [2] Dekker R. Applications of maintenance optimization models: a review and analysis. *Reliab Eng Syst Saf* 1996;51:229–40.
- [3] Hsu LF. Simultaneous determination of preventive maintenance and replacement policies in a queue-like production system with minimal repair. *Reliab Eng Syst Saf* 1999;63:161–7.
- [4] Wang H. A survey of maintenance policies of deteriorating systems. *Eur J Oper Res* 2002;139:469–89.
- [5] Kaabi J, Varnier C, Zerhouni N. Genetic algorithm for scheduling production and maintenance in a Flow Shop. In: *Proceedings of IMS'04, Arles, France, S3-C, CD-ROM, ISBN:2-9522453-0-4*.
- [6] Lapaa F, Pereira NA, De Barros MA. Model for preventive maintenance planning by genetic algorithms based in cost and reliability. *Reliab Eng Syst Saf* 2006;91:233–40.
- [7] Pascual R. Optimal replacement and overhaul decisions with imperfect maintenance and warranty contracts. In: *Proceedings of IMS'04, Arles, France, S2-A, CD-ROM, ISBN:2-9522453-0-4*.
Oper Res 2007;34(11):3314–30.
- [9] Samrout M, Yalaoui F, Châtelet E, Chebbo N. New methods to minimize the preventive maintenance cost of series-parallel systems using ant colony optimization. *Reliab Eng Syst Saf* 2005;89(3): 346–54.
- [10] Tsai YT, Wang KS, Teng HY. Optimizing preventive maintenance for mechanical components using genetic algorithms. *Reliab Eng Syst Saf* 2001;74:89–97.
- [11] Dedopoulos IT, Smeers Y. An age reduction approach for finite horizon optimization of preventive maintenance for single units subject to random failures. *Comput Eng* 1998;34(3):643–54.
- [12] Park DH, Jung GM, Yum JK. Cost minimization for periodic maintenance policy of a system subject to slow degradation. *Reliab Eng Syst Saf* 2000;68:105–12.
- [13] Levitin G, Lisnianski A. Optimization of imperfect preventive maintenance for multi-state systems. *Reliab Eng Syst Saf* 2000;67:193–203.
- [14] Zhao YX. On preventive maintenance policy of a critical reliability level for system subject to degradation. *Reliab Eng Syst Saf* 2002;79:301–8.
- [15] Kumar D, Klfesjo B. Proportional hazard model: a review. *Reliab Eng Syst Saf* 1994;44:177–88.
- [16] Percy DF, Kobbacy KAH. Determining economical maintenance intervals. *Int J Prod Econ* 2000;67:87–94.
- [17] Martorell S, Sanchez A, Serradell V. Age-dependent reliability model considering effects of maintenance and working conditions. *Reliab Eng Syst Saf* 1999;64:19–31.
- [18] Kumar D, Westberg U. Maintenance scheduling under age replacement policy using proportional hazards model and TTT-plotting. *Eur J Oper Res* 1997;97:507–15.
- [19] Kalbfleisch JD, Prentice RL. *The statistical analysis of failure time data*. Chichester: Wiley; 1980.
- [20] Bagdonavicius V, Nikulin M. *Accelerated life models modeling and statistical analysis*. London: Chapman & Hall; 2002.
- [21] Mitrani I. *Probabilistic modelling*. Cambridge: Cambridge University Press; 1998.
- [22] Levitin G. *Universal generating function in reliability analysis and optimization*. Berlin: Springer; 2005.
- [23] Cox DR. Regression models and life-tables. *J Royal Stat Soc* 1972;134:187–220.