پنجمین کنفرانس سیستمهای فازی ایران
هفدهم الی نوزدهم شهریورماه ۱۳۸۳

ارزیابی قابلیت اطمینان تجهیزات پستها به کمک مجموعه های فازی

علیرضا حاتمی[۱]، محمودرضا حقی‌فام[۲]
دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده مهندسی
hatamisharif@basu.ac.ir

چکیده

یکی از ابزارهای مهم درطراحی،توسعه و بهره برداری از پستهای سیستم قدرت مطالعات قابلیت اطمینان می‌باشد؛ اما بعلت دسترس پذیری بالای تجهیزات، آمار کمی از رفتار تجهیزات پستها موجود است و در نتیجه داده‌های لازم برای مطالعات قابلیت اطمینان پستها ،داده های غیر واقعی و غیر قطعی می باشند.در کارهای انجام شده, استفاده از مجموعه های فازی برای مدل نمودن عدم قطعیت داده های ورودی پیشنهاد شده است.در این مقاله به کمک داده های آماری ،نظرات افراد خبره و همچنین آنالیز اجزای اصلی هر تجهیز روشی جدید برای تعیین توابع عضویت نرخهای خرابی و زمان تعمیر تجهیزات پستها ـ که داده های لازم برای مطالعات قابلیت اطمینان فازی پستها می باشند ـ ارائه می‌شود. در انتها نرخ خرابی یک ترانسفورماتور ۶۳/۲۰kv با استفاده از روش کلاسیک وروش پیشنهاد شده تعیین می شود.

واژه های کلیدی :"قابلیت اطمینان" "مجموعه های فازی" "سیستمهای قدرت"

۱- مقدمه

یکی از ابزارهای مهم در طراحی ،توسعه وبهره برداری از پستهای موجود در سیستم قدرت،مطالعات قابلیت اطمینان می باشد.بکمک مطالعات قابلیت اطمینان می توان آلترناتیو های مختلف را در مرحله طراحی ویا هر گونه تغییر در آرایش پستهای در حال بهره برداری را با هم مقایسه نمود و بهترین گزینه را از نظر اقتصادی-با توجه به سطح قابلیت اطمینان تعیین شده-انتخاب نمود[۴] .بعلت دسترس پذیری بالای تجهیزات پستها،متاسفانه آمار کمی از نرخ خرابی و زمان تعمیر آنها- که داده های لازم برای مطالعات قابلیت اطمینان پستها می باشد-موجود است؛بهمین علت نرخهای خرابی و زمان تعمیر تجهیزات تحت تاثیر عدم قطعیتها قرار گرفته و به تبع آن شاخصها ی محاسبه شده در مطالعات قابلیت اطمینان ،نیز غیرواقعی و غیرقطعی خواهند بود.برای مدل نمودن عدم قطعیت ذکر شده،استفاده از مجموعه های فازی در مطالعات قابلیت اطمینان پیشنهادشده است.[۵][۶] البته اگر فرض شود که آمار کافی از خرابی و تعمیر تجهیزات نیز در دسترس است،علل و عواملی وجود دارد که مارا به سمت استفاده از نظریه فازی سوق میدهد[۱]. در مطالعات فازی قابلیت اطمینان پستها، مهمترین مرحله

۱- مربی گروه برق؛ دانشگاه بوعلی سینا همدان
۲- دانشیار گروه برق ؛ دانشگاه تربیت مدرس

تعیین توابع عضویت نرخهای خرابی و زمان تعمیر تجهیزات می باشد. در مطالعات صورت گرفته با استفاده از آمارهای موجود، روشهایی برای چگونگی ساختن توابع عضویت ارائه شده است.[۷][۸] [۹]

یکی از منابعی که به کمک آن می توان ارزیابی مناسبی از قابلیت اطمینان تجهیزات نمود،آنالیز خرابی اجزای هر تجهیز و تعیین اثرات آنها روی قابلیت اطمینان تجهیز است.اهمیت این روش در آن است که اثرات شرایط بهره برداری ،شرایط محیطی و نیز تعمیرات دوره ای و پیشگیرانه را روی قابلیت اطمینان تجهیز در نظر می گیرد.

در این مقاله در جهت تکمیل کارهای قبلی علاوه بر استفاده از آمارهای موجود و نظرات افراد خبره از"آنالیز خرابی اجزای تجهیز"نیز برای تعیین توابع عضویت نرخ خرابی و زمان تعمیر تجهیزات استفاده شده است و سپس با استفاده از روش پیشنهاد شده تابع عضویت نرخ خرابی ترانسفورماتور۶۳/۲۰ kv تعیین می شود.

۲- تعیین توابع عضویت نرخ خرابی و زمان تعمیر تجهیزات

منابع گوناگونی برای تعیین توابع عضویت قابلیت اطمینان تجهیزات وجود دارند. این منابع عبارتند از :

۱-آمار خرابی و زمان تعمیر تجهیزات که از سابقه سیستم جمع آوری شده است:با توجه به ثبت حوادث و اتفاقات در پستها،می توان با آمار اتفاقات حاصله در یک پریود زمانی ،حدود تغییرات ،حداکثر نرخهای خرابی و زمان تعمیر عناصر را بدست آورد.

۲-آمارهای موجود در پستهای مشابه: این منبع اطلاعاتی وقتی اهمیت پیدا می کندکه یا پست تحت مطالعه فاقد سیستم اطلاعاتی از گذشته باشدو یا اینکه مدت کمی از سابقه آن گذشته باشدو اطلاعات کافی در دسترس نباشد؛البته بایستی توجه داشت که شرایط محیطی و عملکرد دو پست حتی الامکان بایستی مانند یکدیگر باشند.

۳- نظر افراد خبره و متخصص: نظرات افراد خبره بهره برداریکی از مهمترین منابع اطلاعاتی می باشد.این افراد با توجه به سابقه طولانی در بهره برداری از پست قابل اطمینان ترین منبع اطلاعاتی بخصوص برای پستهای فاقد سابقه می باشند .

از هر یک از منابع ذکر شده می توان تابع عضویتی برای نرخ خرابی و زمان تعمیر تجهیز بدست آورد.یک تابع عضویت مناسب برای مدل نمودن عدم قطعیت هر یک از منابع ذکر شده تابع عضویت ذوزنقه ای (مثلثی)است.(شکل-۱).تابع عضویت ذوزنقه ای دارای این مشخصه است که در آن یک محدوده از نرخ خرابی و تعمیر دارای امکان حداکثر است و این موضوع با واقعیت موجود کاملاًمنطبق است،همچنین با تنظیم شیب و نحوه تغییرات ظلعهای طرفین ذوزنقه می توان اطلاعات موجود در منابع ذکر شده را به نحومناسبی مدلسازی نمود.

۴-آنالیزاجزای تجهیز: یکی از روشهای تعیین قابلیت اطمینان تجهیزات , استفاده از روش آنالیز اجزای تجهیزات است. [۱۰] [۹].برای تعیین توابع عضویت نرخ خرابی و تعمیرات هر تجهیز به کمک روش "آنالیز اجزای تجهیز "بایستی مراحل زیر را انجام داد.

گام اول(شناسایی اجزای تجهیز): اجزای اصلی یک تجهیز آن قسمتهایی از وسیله می باشد که عدم عملکرد درست آنها سبب عدم عملکرد تجهیز و در نتیجه خرابی آن می شود.برای شناسایی اجزای اصلی یک تجهیز بایستی شناخت دقیق و عمیقی از نحوه کار هر تجهیز و اجزای آن داشت.

گام دوم(آنالیز کیفی اجزای تجهیز): پس از شناسایی اجزای سیستم ،گام بعدی شناسایی حالتهای خرابی اجزاء ،نشانه ها و علائم خرابی اجزاءو چگونگی کنترل و ارزیابی علائم و نشانه هاست؛بعلاوه تاثیر شرایط محیطی نیز روی قابلیت اطمینان مطالعه می شود.بدینصورتکه ابتدا شرایط عملکرد نرمال تجهیز را مشخص نموده (نظیر توان نامی،فرکانس و ولتاژ)سپس شرایط عملکرد غیر نرمال و نیز شرایط محیطی بررسی می شوندوتاثیر آنها روی عملکرد تجهیز و قابلیت اطمینان آن بررسی می گردد.در این حالت از آنجاییکه داده های دقیق و کمی از تاثیر شرایط عمکرد غیر نرمال رو ی قابلیت اطمینان تجهیز وجود ندارد،معمولاًاز ارزیابیهای کیفی و نظرات افراد خبره استفاده می شود.

گام سوم:شناسایی علائم و نشانه های (خرابی)اجزای تجهیز: بطور کلی قابلیت اطمینان هر تجهیز به عوامل زیر بستگی دارد:

۱- نحوه طراحی و خواص دینامیکی که در طی دوره بهره برداری تغییر نمی کند.
۲- تعمیرات دوره ای و پیشگیرانه هر تجهیز
۳- شرایط عملکرد (مانند فرکانس،توان،ولتاژ)و شرایط محیطی تجهیز

همانطور که در گام دوم توضیح داده شد ،تغییرات علائم و نشانه ها –که وضعیت عملکرد سیستم و در نتیجه قابلیت اطمینان تجهیز را نشان می دهد-بکمک داده هایی که از آنالیز کیفی بدست می آیند،بررسی می گردند.

گام چهارم :تشکیل پایگاه قواعد فازی: برای هر علامت و نشانه خرابی S^K،که یک متغیر فازیست مجموعه T_{S^K}و تابع عضویت متناظرش $(\mu_j^K(x))$ را بایستی تعریف و مشخص نمود.بعلاوه برای هر علامت و نشانه و اثر آن روی قابلیت اطمینان تجهیز،قواعد فازی که بصورت جملات شرطی اگر –آنگاه نوشته می شوند-با تو جه به شرایط محیطی تجهیز ،تعمیرات دوره ای و پیشگیرانه روی آن،اطلاعات کارخانه سازنده و نظرات افراد خبره و اپراتورها- تعیین می شود.

$$\text{If } S^k \text{ is } S_j^k \text{ then } rfr^k \text{ is } rfr_l^k \qquad (۱)$$

بطوریکه در رابطه[۱] ، S^K متغیر فازی kامین نشانه و S_j^k و rfr_l^k متغیر های فازی می باشند.تغییرات قابلیت اطمینان تجهیز ناشی از شرایط عملکرد ،شرایط محیطی و تعمیرات دوره ای پیشگیرانه ،با متغیر فازی (نرخ خرابی نسبی) (RFR) توصیف می شود.تغییرات قابلیت اطمینان تجهیز –ناشی از تغییر K امین نشانه و علامت –با متغیر فازی (نرخ خرابی نسبی Kام) RFR^k نشان داده می شود.

متغییر rfrبصورت زیر تعریف می شود

$$rfr = \frac{\lambda_a}{\lambda_n} \qquad (۲)$$

که در رابطه[۲] ، λ_a: نرخ خرابی تجهیز با در نظر گرفتن شرایط محیطی و λ_nنرخ خرابی تجهیز درشرایط عملکردنرمال تجهیز می باشد.متغیر های فازی ،محدوده و شکل توابع عضویت هر یک از آنها بعلاوه قواعد فازی شرطی-که بشکل جملات اگر –آنگاه می باشند- پایگاه قواعد استنتاج فازی را تشکیل می دهند.با توجه به اینکه با تغییر علائم و نشانه هامعمولاًچندین قاعده فازی فعال می شود ،بایستی بطریقی خروجی قواعد فازی فعال شده را با هم ترکیب نموده تا بتوان تابع عضویت متغیر rfr را بدست آورد.به نظر میرسد که قاعده حداقل ممدانی روش مناسبی باشد[۱۱] .

۳- روشهای ترکیب توابع عضویت

پس از تعیین توابع عضویت برای نرخهای خرابی و تعمیر تجهیزات بایستی بطریقی توابع عضویت را با یکدیگر ترکیب نمود و تابع عضویت مناسبی برای نرخ خرابی و تعمیر تجهیزات که اطلاعات همه منابع رادر خود داشته باشد بدست آورد.برای این کار باتوجه به نوع منابع ،ارجحیت آنها نسبت به هم وغیره روشهای مختلفی ارائه شده است.برخی از این روشها عبارتند از [۱۲] :

۱- روش وزن گذاری قطعی ؛
۲- روش وزن گذاری فازی ؛
۳- روش بسط مینیمال فازی؛
۴- روش بسط محدب فازی

۴- فازی زدایی اندیسهای قابلیت اطمینان

اگر چه اندیسهای قابلیت اطمینان تجهیزات بدست آمده اطلاعات خوبی از نرخهای خرابی ،زمان تعمیر و چگونگی تغییرات آنها ارائه می دهد اما بعضی اوقات برای مقایسه دو تجهیز از لحاظ نحوهٔ عملکرد و ... لازم است اندیسهای فازی را دفازه نمود. برای دفازه نمودن اندیسهای فازی روشهای زیادی وجود دارد . یکی از روشهای مناسب روش گرانیگاه می باشد . در این روش متغیر دفازه شده از رابطه ذیل بدست می آید .

$$x^* = \frac{\int x\mu(x)dx}{\int \mu(x)dx} \qquad (۳)$$

۵- تعیین نرخ خرابی یک ترانسفورماتور ۶۳/۲۰KV

در این قسمت نرخ خرابی یک ترانسفورماتور۱۵MVA،۵۰Hz، ۶۳/۲۰KVکه در پست منطقه آزاد تجاری ـ صنعتی چابهار در حال بهره برداریست به دو روش محاسبه می شود:۱- روش کلاسیک؛ ۲- روش پیشنهاد شده

۵-۱- تعیین نرخ خرابی ترانسفورماتور به روش کلاسیک

در مطالعات قابلیت اطمینان کلاسیک،نرخ خرابی یک تجهیز به دو طریق بدست می آید

۱- با استفاده از آمارهای موجود در سابقه سیستم :درسیستمهای قدرت ـ همانطور که توضیح داده شد ـ بعلت دسترس پذیری بالای تجهیزات، آمار بسیار کمی از خرابی آنها وجود دارد ودر نتیجه متغیرهای آماری بدست آمده ازآمار موجود در سابقه سیستم(مانند متوسط نرخ خرابی و...) نمی توانند رفتار واقعی تجهیزات را بیان نمایند.

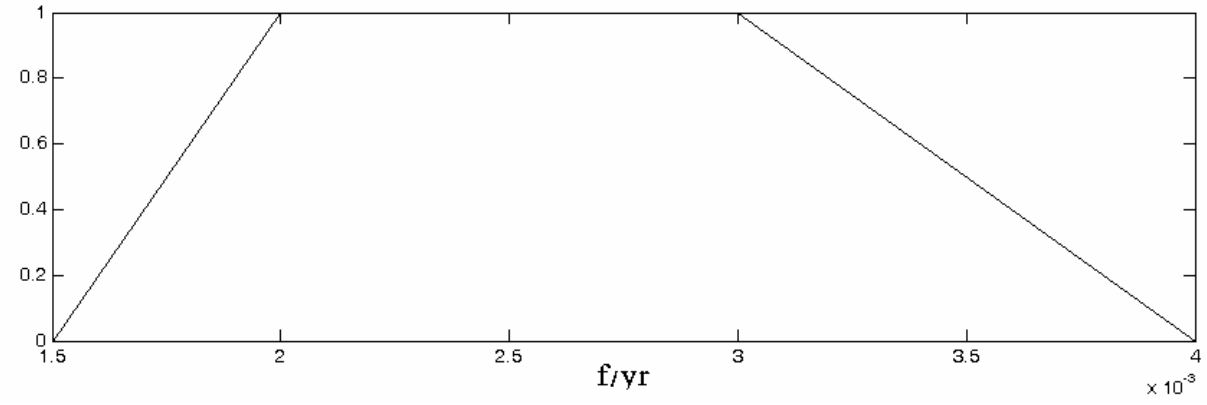
۲- با استفاده از اطلاعات ارائه شده از طرف سازندگان تجهیزات :در این حالت نیز با توجه به اینکه نحوه بهره برداری،نحوه تعمیر ونگهداری وشرایط آب و هوایی روی عملکرد تجهیزات اثر می گذارند ؛ بنابراین این نوع اطلاعات نیز نمی توانند رفتار واقعی تجهیزات سیستم قدرت را بیان کنند .

متوسط نرخ خرابی ترانسفورماتور با استفاده از آمارهای موجود در سابقه سیستم[۳] برابر ۰/۰۰۲۳ f/yr می باشد.

۵-۲- تعیین نرخ خرابی ترانسفورماتور با استفاده از روش پیشنهاد شده

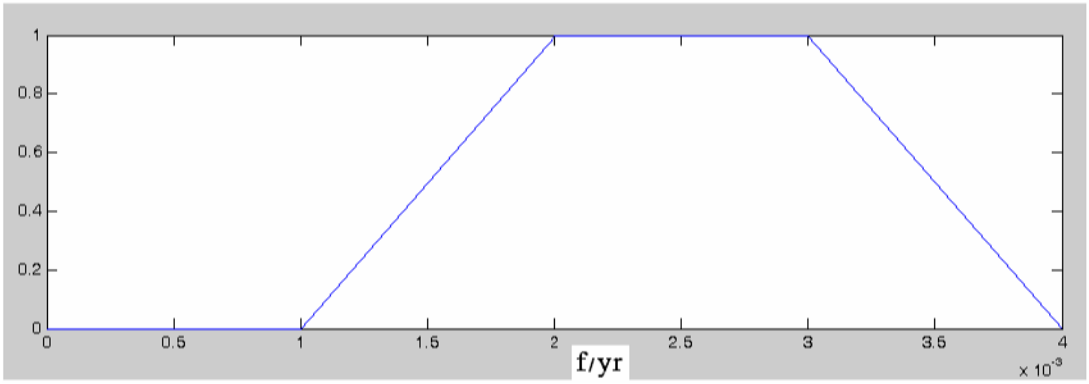
در این روش، ابتدا از منابع مختلف توابع عضویت نرخ خرابی ترانسفورماتور تعیین می شود ؛سپس به روش مناسبی با ترکیب توابع عضویت بدست آمده،تابع عضویتی که اطلاعات همه منابع رادرخود دارد ،بدست می آید.

۱-استفاده از آمارهای موجود : با توجه به سوابق اتفاقات و آمار موجود ،تابع عضویت نرخ خرابی ترانسفورماتور را می توان با عدد فازی ذوذنقه ای شکل (۱) مدل نمود .[۳]



شکل ۱- تابع عضویت ذوزنقه ای با استفاده ازآمارهای موجود

۲- نظر افراد خبره و متخصص: نظر افراد متخصص و همچنین اپراتورهای خبره پست،در مورد نرخ خرابی ترانسفورماتورهای پست را می توان با تابع عضویت شکل (۲)نمایش داد.



شکل۲- تابع عضویت ذوزنقه ای استفاده از نظر افراد خبره

۳-آنالیز اجزای ترانس: اجزای یک ترانسفورماتور عبارتند از: هسته،سیم پیچها،روغن،بوشینگهاو تپ چنجر،در این مثال بیشتر توجه خود را به سیم پیچها و رو غن ترانسفورماتور اختصاص می دهیم.

برخی از علائم و نشانه هایی که توسط آنها می توان وضعیت ترانسفورماتور را کنترل نمود عبارتند از :درجه حرارت نقاط داغ ،درجه پلیمریزاسیون عایق ترانسفورماتور ،نسبت گازهای هیدروکربنی موجود در روغن.

۱- درجه حرارت نقاط داغ ترانسفورماتور؛ ماکزیمم درجه حرارت ترانسفورماتور در سیم پیچهای آن اتفاق می افتد؛اما با توجه به اینکه محل دقیق آن مشخص نمی باشد ،اندازه گیری آن ممکن نیست.مرسوم ترین روش برای در نظر گرفتن اثر درجه حرارت نقاط داغ روی نرخ خرابی ترانسفورماتور رابط مانتسیگراست[۱۳]

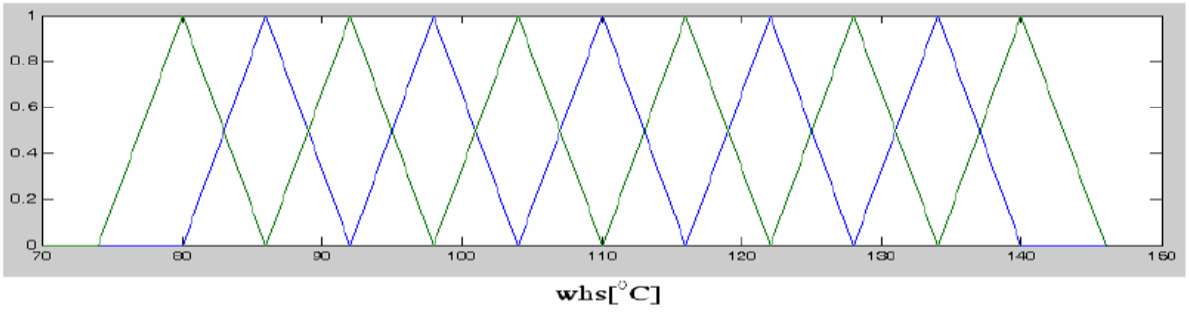
مطابق این رابطه هر $^{\circ}C$ ۶ افزایش (کاهش)نقاط داغ ترانس نسبت به درجه حرارت نرمال آن نرخ خرابی ترانس را دو برابر افزایش (کاهش)می دهد.

$$rfr = \frac{\lambda_{whs}}{\lambda_{98^{\circ}c}} = 2^{((whs-98)/6)} \qquad (۴)$$

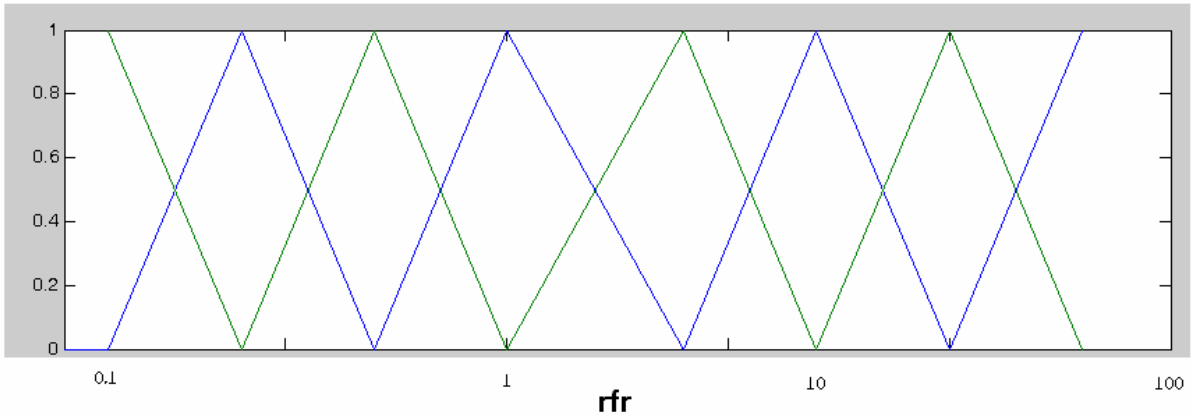
در رابطه [۴]،RFR نرخ خرابی نسبی $\lambda_{98^{\circ}c}$ نرخ خرابی-در صورتیکه درجه حرارت نقاط داغ $98^{\circ}c$باشدو λ_{whs} نرخ خرابی ترانسفورماتور ـ در صورتیکه درجه حرارت نقاط $whs\ ^{\circ}c$ باشد ـ می‌باشد. همچنین مجموعه مقادیر متغیر فازی درجه حرارت نقاط داغ بصورت زیر تعریف می شود

$T_{whs} = \{$تقریباً c 140و۰۰۰وتقریباً c 104و تقریباً c 98 و۰۰۰وتقریباً c 80 یا کمتر$\}$ (۵)

تابع عضویت متغیرهای تعریف شده در شکل (۳)رسم شده است.



شکل۳ـ متغیر فازی درجه حرارت نقاط داغ whs



شکل۴ـ متغیر فازی نرخ خرابی نسبی RFR^{whs}

متغیر فازی نرخ خرابی نسبی (rfr) نیز بصورت زیر تعریف می شود.

$Trfr_{whs}$= { {تقریباً۱۲۸یا بیشتر و۰۰۰وتقریباً۱و۰۰۰تقریباً۰/۱۲۵یا کمتر } (۶)

تابع عضویت متغیر فازی ذکر شده در شکل (۴)رسم شده است.

با توجه به پروسه ذکر شده قواعد فازی –نشان دهنده تاثیر درجه حرارت نقاط داغ روی نرخ خرابی ترانس –مشخص می باشد

برای مثال: اگر whs تقریباً $98\,^{\circ}c$باشد، آنگاه RFR^{whs} تقریباً یک است؛ اگر whs تقریباً $104\,^{\circ}c$باشد، آنگاه RFR^{whs} تقریباً دو است.

۲- درجه پلیمریزاسیون عایق: پلیمریزاسیون عایقی کاغذ ترانسفورماتور ,به درجه حرارت سیم پیچهای ترانسفورماتور ،خواص مواد عایقی و کیفیت روغن بستگی دارد و در واقع علامت و معیاری برای تخمین عمر باقیمانده ترانسفورماتور است.اگر چه برای مقداراولیه درجه پلیمریزاسیون عایقی کاغذ (DP) معمولاًمقادیر مختلفی ذکر می شودو همچنین مقدار بحرانی درجه پلیمریزاسیون ترانسفورماتور –که نشان دهنده پایان عمر ترانسفورماتور است- تا بحال دقیقاًمشخص نشده است ولی برای نوشتن قواعد فازی این متغیر درجه پلیمریزاسیون عایقی اولیه ۱۰۰۰و مقداربحرانی آن ۲۰۰ فرض می شود.توجه شود که درجه پلیمریزاسیونی عایق ترانسفورماتور را با روشهایی بصورت غیر مستقیم می توان تخمین زد [۱۳]

متغیر فازی پلیمریزاسیون عایقی (wip) بصورت نسبت (طول عمر ترانس در شرایط طبیعی t_n)به(طول عمر تخمین زده شده ـ با توجه به DPاندازه گیری شده t_{wip})تعریف میشود.

(۷)

$$\text{wip}=\frac{t_n}{t_{wip}}=\frac{\lambda\, wip}{\lambda_n}$$

که : λ_{wip} نرخ خرابی ترانس – با توجه بهDP اندازه گیری شده –و λ_n :نرخ خرابی ترانس در شرایط طبیعی است.

با توجه به رابطه [۷]و[۴] مجموعه مقادیر متغیر فازی درجه پلیمریزاسیون عایقی(T_{WIP}) شبیه T_{whs} خواهدبود.همچنین نرخ خرابی نسبی ناشی ازwip (RFR^{WIP}) دقیقاًمانندنرخ خرابی نسبی ناشی از whs تعریف می شود. زیرا wip برابرrfr است بهمین صورت قواعد فازی آن برای مثال بصورت زیر است.

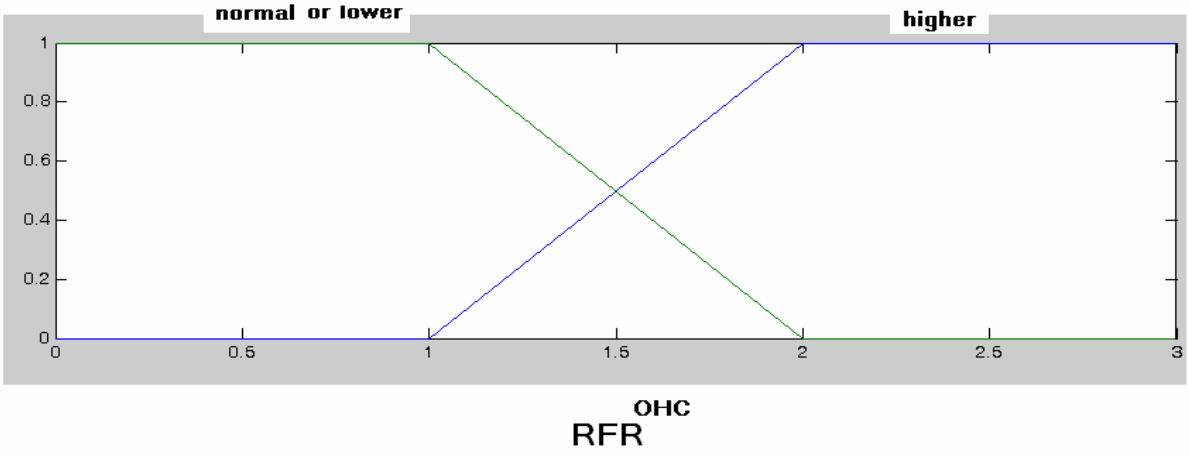
اگرwip تقریباً برابر ۰/۱۲۵ باشد آنگاه rfr تقریباً ۰/۱۲۵ یا کمتر است.

۳ـ نسبت گازهای هیدروکربنی در روغن؛ گازهای تولید شده در ترانسفورماتور به عواملی از قبیل رژیم بار،مقدار عایق موجود در ترانسفورماتور ،خشکی عایق و همچنین محل رخ دادن خطا بستگی دارد.[۱۳]. در صورتیکه نسبت گازهای تولید

شده در ترانسفورماتور از حد معینی زیادتر باشد،می توان گفت که نرخ خرابی آن افزایش می یابد.بنابراین مجموعه متغیرهای فازی نسبت گازهای هیدروکربنی در روغن (ohc)را بصورت زیر میتوان تعریف کرد.

T ={بیشتر از حد نرمال ، کمتر یا در حد نرمال} (۸)

همچنین متغیر فازی RFR^{OHC} بصورت شکل (۵) تعریف می شود.

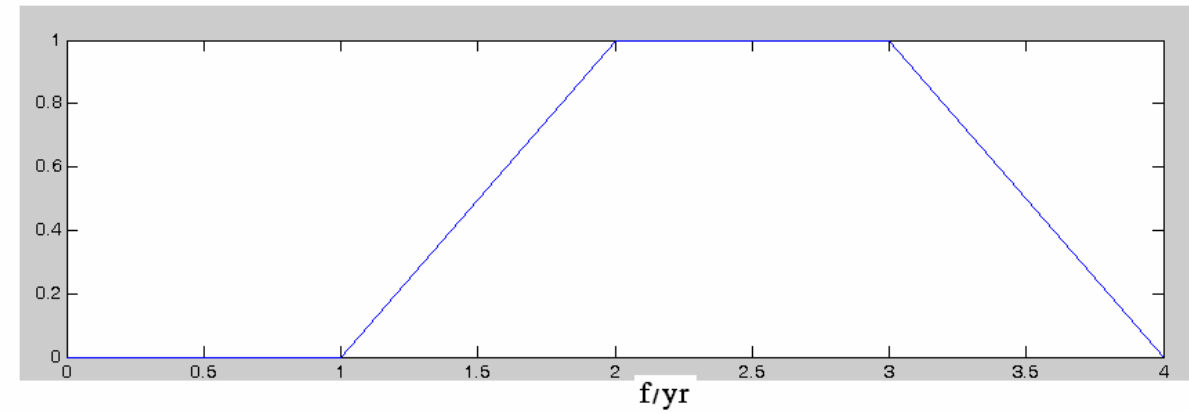


شکل ۵ـ متغیر فازی نرخ خرابی نسبی RFR^{ohc}

با ترکیب تابع عضویت خروجیهای فعال شده قواعد فازی به کمک روش حداقل ممدانی ،تابع عضویت نرخ خرابی ترانسفورماتور بدست می آید.

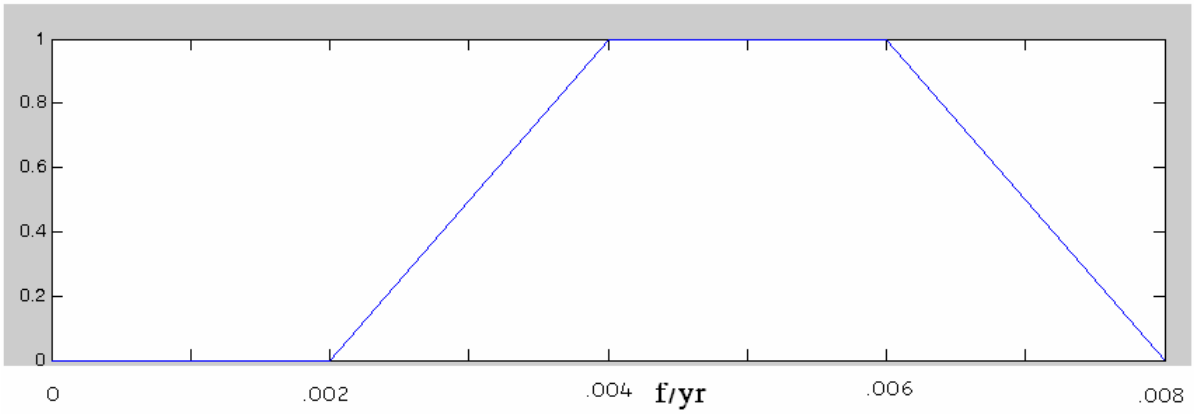
برای مثال در صورتیکه شرایط ترانسفوماتور (whs :تقریباً ۱۰۱ $^{\circ}c$، wip :تقریباً ۱/۹، ohc :بزرگتر از حد نرمال)موجود باشد.

با توجه به قواعد فازی بیان شده و مقدار داده شده برای هر یک از علائم و نشانه ها ،تابع عضویتهای مختلفی (متناظر با هر نشانه و علامت)بدست می آیدکه با ترکیب توابع عضویت به کمک قاعده حداقل ممدا نی نرخ خرابی نسبی بصورت شکل (۶)خواهد بود.



شکل ۶ـ تابع عضویت نرخ خرابی نسبی

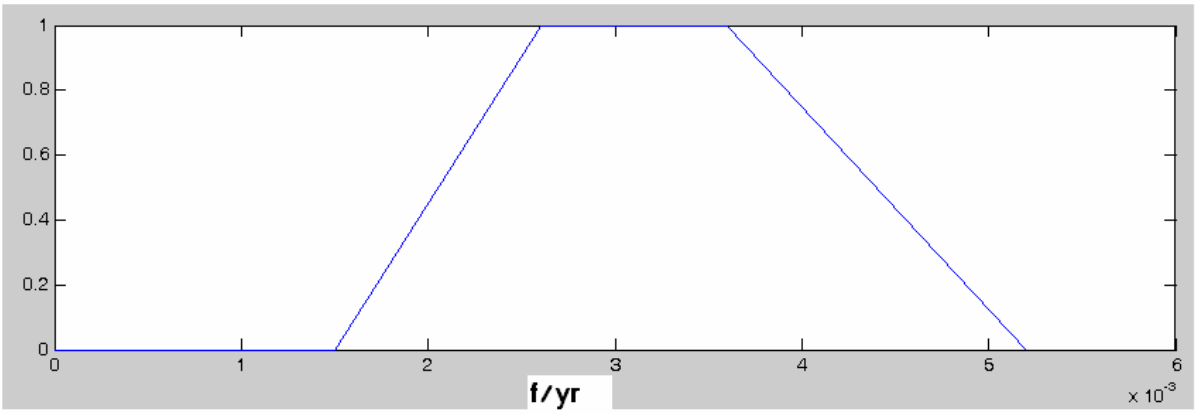
با توجه به اینکه نرخ خرابی ترانسفورماتور در شرایط نرمال f/yr ۰۰۲/. می باشد بنابر این تابع عضویت نرخ خرابی ترانس –با استفاده از آنالیز اجزای تجهیز- بصورت شکل (۷)خواهد بود.



شکل ۷ـ تابع عضویت نرخ خرابی ترانسفورماتور

حال بایستی توابع عضویت بدست آمده را با هم ترکیب نمود با توجه به عدم ارجحیت منابع نسبت به هم روش وزن گذاری قطعی ،روش مناسبی است[۱] .

اگر ضرایب $\alpha_1 = ۰/۴$ ، $\alpha_2 = ۰/۳$، $\alpha_3 = ۰/۳$ را بترتیب به توابع عضویت فازی بدست آمده از منابع مختلف نسبت دهیم (برای مثال α_1 را به تابع عضویت بدست آمده از آمارهای موجود).تابع عضویت منتجه نرخ خرابی ترانسفورماتور بصورت شکل (۸)خواهد بود. مقدار دفازه شده نرخ خرابی ترانسفورماتور با روش گرانیگاه برابر۰/۰۰۳۲f/yr می شود.



شکل ۸ـ تابع عضویت نرخ خرابی ترانسفورماتور

۳-۵- مقایسه نتایج بدست آمده از روش کلاسیک وروش فازی

۱- در روش فازی ـ همانطور که توضیح داده شد ـ تابع عضویت نرخ خرابی ترانسفورماتور از ترکیب تمامی منابع اطلاعاتی بدست آمد، درنتیجه اطلاعات تمامی منابع (با توجه به ارجحیت منابع اطلاعاتی نسبت بهم) را دارا می باشد؛ بنابراین نرخ خرابی بدست آمده از روش فازی واقعیتر از روش کلاسیک می باشد.

۲- در روش فازی، تابع عضویت محدوده تغییرات نرخ خرابی ترانسفورماتور را در همه سطوح اطمینان (از a=0تاa=1) نشان می دهد؛ بنابراین دید عمیقی از نحوه رفتار تجهیزات در اختیار بهره بردار سیستم قرار می دهد؛درحالیکه در روش کلاسیک تنها یک مقدار برای نرخ خرابی بدست می‌آید.

۶- نتیجه گیری

در این مقاله روشی جدید برای تعیین تابع عضویت نرخ خرابی و زمان تعمیر تجهیزات پستها پیشنهاد شد.برای تعیین توابع عضویت قابلیت اطمینان تجهیزات پست،علاوه بر استفاده از اطلاعات موجود و نظرات افراد خبره از آنالیز اجزای تجهیز نیز استفاده شده ،توابع عضویت بدست آمده با یکدیگر ترکیب می‌شوند تا تابع عضویتی که همه اطلاعات منابع را در بر داشته باشد بدست آید،سپس نرخ خرابی یک ترانسفورماتور۶۳ /۲۰ k v با استفاده از روش کلاسیک و روش ارائه شده بدست آمد. مقایسه بین نتایج حاکی از واقعیتر بودن نتایج روش پیشنهاد شده می باشد. روش پیشنهاد شده ،روشی عمومیست و با استفاده از آن می توان نرخ خرابی و زمان تعمیر فازی هر نوع تجهیزی را بدست آورد.

مراجع

[۱] حاتمی ع. و موسوی س.(۱۳۸۲), "تحلیل فازی قابلیت اطمینان پستهای فوق توزیع و انتقال ومحاسبه هزینه خروج"، گزارش فاز اول و دوم طرح تحقیقاتی , دانشگاه بوعلی سینا .

[۲] حقی فام م.و حاتمی ع.,(۱۳۷۸)،"ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای توزیع و محاسبه هزینه های خروج بر اساس مجموعه های فازی" ,نشریه دانشکده فنی ،جلد۳۳،شماره۳.

[۳] سازمان منطقه آزاد تجاری ـ صنعتی چابهار(۱۳۸۰) ،معاونت فنی ،گزارش حوادث و اتفاقات پست ۶۳/۲۰ kv نهالستان.

[4] Billinton R. and Allan R.N. ,(1990),"Reliability Evaluation of Power System", Plenum Press, New york.

[5] Kaj-Yuan C.,Cheng Yaun W. and Ming–Lian Z.,(1991),"Fuzzy Variables as a Basis for a Theory of Fuzzy Reliability in the Possibility ntext",F.S.S(42),PP145-172.

[6] Haubrich H.J.,Seitz T.H and Bovy A.,(1993)," Fuzzy Sets in Reliability Analysis of Power Distribution System", Expert System Application to Power System, Melborn ,PP.212-217.

[7] Chen J.E. and Otto K.N.,(1993),"Construction Membership Function Using Interpolation and Measurment Theory ",F.S.S(73).PP.313-327.

[8] Elivanlar M.R. and Trussel H.J.,(1986),"Construction Membership Functions Using Statistical Data ",F.S.S.(18),PP.1-13.

[9] Cizelj R.J.,Mavko B. and Kljenk I. ,(2001),"Component Reliability Assessment Using Quantitive and Qualitive Data ",Reliability Engineering and System Safety(71),PP.81-95.

[10] Onisawa T. and Kacprzyk J.,(1995),"Reliability and Safety Analysis Under Fuzziness",Physica-Verlag,Hidelberg.

[11] Lee C.C.,(1990), "Fuzzy Logic in Control System:Fuzzy Controller–part II",IEEE Trans.on S.M.C.Vol. 20 ,No. 2,pp.419-435.

[12] Onisawa T.,(1990),"An Application of Fuzzy Concepts To Modeling of Reliability Analysis ",F.S.S.(37),PP.267-286.

[13] Heathcote M.J.,(1998),"The j and P Transformer Book ",Newnes,Great Britain,