جایابی برقگیر در شبکه توزیع بر اساس تکنیک‌های منطق فازی

خلیل گرگانی فیروزجاه
دانشگاه مازندران
kgorgani@stu.nit.ac.ir

عبدالرضا شیخ السلامی
دانشگاه مازندران
asheikh@nit.ac.ir

چکیده:

یکی از عوامل عمده تخریب سیستم عایقی تجهیزات الکتریکی شبکه های توزیع برق شهری، اضافه ولتاژهای ناشی از برخورد صاعقه به تجهیزات پست‌های توزیع می‌باشند که بهترین المان حفاظتی مورد استفاده برای کنترل این اضافه ولتاژها، برقگیر است.

در سیستم های حفاظتی فعلی، برقگیرها در تمام قسمت‌های حساس به اضافه ولتاژ نصب می‌گردند، بدین صورت که برای هر یک از گره های متصل به ترانسفورماتور یک برقگیر در نظر گرفته می‌شود. همچنین به گره ورودی پست نیز یک برقگیر تخصیص می‌یابد. این امر منجر به تعدد برقگیرها و افزایش هزینه‌های مربوطه می‌شود. زیرا تعدادی از گره ها بیشتر از حد لزوم تحت حفاظت قرار می‌گیرند که بدون در نظر گرفتن ناحیه حفاظتی برقگیرها و همپوشانی این نواحی، حداکثر استفاده لازم از هر برقگیر صورت نمی‌پذیرد. در صورتی که با جایابی بهینه برقگیر می‌توان حداکثر اسفاده را از یک برقگیر نمود.

در این مقاله از میان آنچه تاکنون در زمینه جایابی برقگیر در پست انجام پذیرفته ، روشی بهینه ارائه می‌شود که در نتیجه اعمال آن بر شبکه توزیع موجود، تعداد برقگیرهای مورد استفاده در پست کاهش می‌یابد و قابلیت اطمینان عایقی تجهیزات بالا می‌رود.

با توجه به رویکرد نوین مجامع علمی و صنعتی دنیا به منطق فازی و عملکرد مطلوب آن در هنگام مواجه با مسائل نادقیق و نسبی، طرح پیشنهادی بر اساس الگوریتم جستجوگر فازی ارائه شده است. در این روش با بکارگیری تکنیک فازی و احتمال وقوع شکست عایقی در تجهیزات پست توزیع، تعداد و مکان بهینه ای برای برقگیرها حاصل می‌شود که در نهایت موجب کاهش هزینه برقگیرها و افزایش حفاظت می‌گردد. شبیه سازی های انجام شده با نرم افزار MATLAB و جعبه ابزار فازی آن بیانگر صرفه اقتصادی طرح پیشنهادی در کاهش تعداد برقگیرها می‌باشد .

واژه‌های کلیدی: پست توزیع، جایابی برقگیر، خطر شکست، منطق فازی

۱- مقدمه

صاعقه از خطرناک‌ترین حوادث زیان‌آور شبکه های توزیع می‌باشد که شناخت هرچه بیشتر آن منجر به عملکرد صحیح و مقرون به صرفه‌ای در مورد انتخاب و نصب وسائل حفاظتی خواهد شد. به این ترتیب شناخت بهتر رعد وبرق موجب بهبود دقت در جایگذاری وسائل حفاظتی، کاهش هزینه ایزولاسیون در نصب تجهیزات و کارکرد شبکه با آگاهی بهتری از خطر شکست تجهیزات می‌شود. کنترل خطر شکست، امکان انتخاب وسائل حفاظتی متناسب با هر شبکه را مهیا می‌سازد. در نتیجه هزینه‌های حفاظتی به واسطه کاهش هزینه اجزاء حفاظت شده و دفعات سرویس دهی به این اجزاء کاهش می‌یابد[۱].

بررسی اثرات صاعقه در شبکه های توزیع نشان می‌دهد که به طور کلی این ضربات، خطرناک ترین نوع ضربات برای شبکه هستند. انتخاب دقیق وسیله حفاظتی در مقابل ضربات صاعقه برای هر شبکه می‌بایست بوسیله تحلیل آماری ضرباتی که ممکن است به شبکه وارد شود انجام گیرد. به دلیل طبیعت ذاتی پارامترهای صاعقه که توصیف آن را مشکل می‌کند، بررسی آماری بهترین راه پیش برد این مهم خواهد بود. بررسی آماری ضربات صاعقه امکان برآورد خطر شکست و قطع شبکه را خواهد داد[۲و۳].

پست های توزیع برق شهری از جمله قسمت های کلیدی شبکه توزیع می‌باشند که حفاظت از عناصر آن از درجه اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. برخورد صاعقه به این المان ها با تجاوز نمودن از حد تحمل عایقی آنها موجب شکست عایقی این تجهیزات می‌شود که موجب صدمات بسیاری همچون از بین رفتن تجهیزات، هزینه تعویض و عدم سرویس دهی به مشترکین می‌شود. علاوه بر خسارات اقتصادی، خساراتی نظیر کاهش پایداری و بی برق شدن خطوط ۲۰kv و ۴۰۰v به دلیل معیوب شدن ترانس، خاموشی های زیاد و غیره از عواقب دیگر عدم حفاظت درست شبکه و تجهیزات توسط برقگیر خواهد بود[۴].

فواصل جرقه زنی و برقگیرهای معمولی، وسایل حفاظتی مورد استفاده برای محدود نمودن اضافه ولتاژ در شبکه های توزیع می‌باشند که به دلیل عبور جریان نشتی(کوچک) از آنها و عدم اتصال کوتاه شبکه بعد از وقوع جرقه، جای خود را به برقگیرهای اکسید فلزی (MOV) می‌دهند.

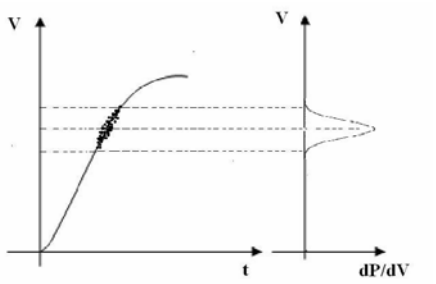
هدف از انجام این تحقیق، ارائه یک طرح حفاظتی برای سیستم های قدرت بوسیله تکنیک های ریاضی به منظور کاهش احتمال شکست و خرابی می‌باشد. در روش پیشنهاد شده، ازحداکثر ناحیه تحت حفاظت برقگیرها استفاده می‌شود و تا حد ممکن از تداخل این نواحی جلوگیری می‌گردد.

۲- خطر بروزشکست عایقی

در عمل، بسیاری از پدیده های تصادفی، حداقل بطور تقریبی از یک توزیع نرمال پیروی می‌کنند که تابع چگالی احتمال آن بصورت زیر است:

$$f(x)=\frac{1}{\sigma.\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(X-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

که μ میانگین و σ انحراف معیار آن می‌باشد. چگالی نرمال f(x) یک منحنی زنگی شکل دارد که حولμ متقارن است. همانطوریکه در شکل (۱) مشاهده می‌شود، با رسم منحنی ولتاژ اعمالی بر حسب زمان بر یک عایق در ولتاژ V(0%) اولین تخلیه‌های جزئی در عایق آغاز می‌گردند و در V(50%) این تخلیه‌ها به حداکثر میزان خود می‌رسند. به بیان دیگر، احتمال وقوع تخلیه در عایق به ازای این ولتاژ برابر احتمال استقامت عایق است، یعنی احتمال وقوع 50%. با توجه به اینکه چگالی احتمال شکست معادل مشتق تابع توزیع است($\frac{dP}{dV}$)، در منحنی چگالی احتمال شکست، نقطه حداکثر احتمال شکست، محتمل ترین ولتاژ منجر شونده به شکست عایق خواهد بود (نقاط با تجمع زیاد در منحنی ولتاژ برحسب جریان شکل (۱)).



شکل ۱ منحنی احتمال شکست

f(V) چگالی احتمال وقوع اضافه ولتاژ می‌باشد.

$$f(V)=\frac{1}{\sigma.\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(V-V_{50\%})^2}{2\sigma^2}}$$

با این تفاسیر احتمال تخلیه الکتریکی در عایق بوسیله تابع احتمال P(V) بیان می‌شود:

$$P(V)=\frac{1}{\sigma.\sqrt{2\pi}}\int_{\infty}^{V}e^{-\frac{(V-V_{50\%})^2}{2\sigma^2}}$$

مطابق شکل (۲) خطر شکست یک المان از شبکه با در نظر گرفتن توزیع اضافه ولتاژ های اعمالی همراه باتوزیع ولتاژ های مجازشان بدست می‌آید یعنی:

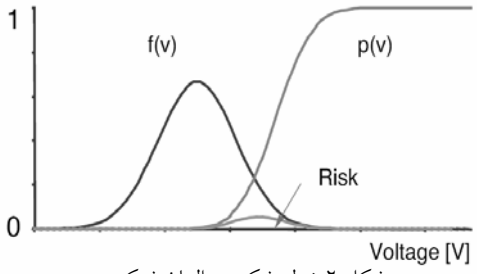
$$R=\int_{0}^{\infty}f(V).P(V)\ dV$$

که در آن:

R خطر شکست (Risk of failure)

f(V) چگالی احتمال وقوع اضافه ولتاژ

P(V) احتمال تخلیه الکتریکی



شکل ۲ خطر شکست المان شبکه

برای حفاظت چندین المان از شبکه، می‌بایست نسبتی از حفاظت بین آنها در نظر گرفته شود. بنابراین بایستی میزان خطر شکست مجاز شکست برای عناصر باتوجه درجه اهمیت از لحاظ هزینه خرید، نصب، تعویض تعیین گردد. به عنوان مثال طبق بررسی های انجام شده، ترانسفورماتورها از لحاظ هزینه خرید، نصب و تعویض بالاترین مرتبه را دارا می‌باشند[۱]. پس بشترین ارزش به حفاظت مکانی اختصاص می‌یابد که این المان در آنجا قرار گرفته است.

بر اساس مطالب بیان شده، خطر شکست را برای هر یک از گره های شبکه مورد بررسی تعیین می‌گردد. توجه به این نکته حائز اهمیت است که خطر شکست مجاز یک گره، مرز حفاظت تجهیزات متصل به این گره را بیان می‌دارد، به گونه ای که همواره سعی در جلوگیری از تجاوز خطر شکست یک گره از مقدار مجاز خواهیم داشت.

در صورتی می‌توان یک شبکه را حفاظت شده فرض نمود که خطر شکست در عناصر آن کوچکتر از خطر مجاز باشد. در این راستا برای برآورد میزان و نسبت خطر شبکه، پارامتری تعریف می‌گردد که براساس آن شناخت بهتری از وضعیت شبکه در اختیار باشد. این پارامتر تحت عنوان خطای ریسک معرفی می‌شود:

خطر مجاز - خطر شکست = خطای ریسک

لازم به ذکر است که با در اختیار داشتن چگالی احتمال وقوع اضافه ولتاژ f(V) ، و مقدار اضافه ولتاژی که از شبیه سازی های حالت گذرا حاصل شده، احتمال تخلیه در عایق P(V) بدست می‌آید. اما آنچه مشهود می‌باشد، این است که جمله انتگرالی در P(V) به آسانی قابل محاسبه نیست، لذا می‌بایست برای محاسبه احتمال تخلیه در ولتاژی مشخص، با در اختیار داشتن مقدار این ولتاژ در گره مورد نظر V_X و $V_{50\%}$ و انحراف معیار σ ، با محاسبه $\phi=\frac{v_x-V_{50\%}}{\sigma}$ از روی جدول آماری توزیع نرمال مقدار احتمال را یافت. به عبارت دیگر این احتمال همان احتمال $V>V_X$ می‌باشد. حال برای یافتن مقدار ریسک درگره مورد نظر با مقدار ولتاژ V_X باید در انتگرال $R=\int_{0}^{\infty}f(V).P(V)\ dV$ به جای P(V) ، عدد بدست آمده در بالا را قرارداده و برای حل انتگرال دوباره به جدول مراجعه کرده و همان عدد قبلی را بازخوانی نمود، ولی این بار بایستی عدد بدست آمده را از ۵/. کم نمود. در این حالت ریسک گره مربوطه با آن مقدار ولتاژ مشخص خواهد شد. خطر مجاز نیز در تجهیزات

شبکه همانگونه که بیان شد بدست می‌آید. اکنون پس از تعیین مقدار ریسک و در اختیار داشتن خطر مجاز، خطای ریسک این گره در ولتاژ مربوطه اش محاسبه می‌گردد.

اگر خطای ریسک تمام گره های مورد بررسی منفی باشد، به این مفهوم است که ریسک همه آنها از ریسک مجاز کوچکتر شده، لذا می‌توان شبکه مورد نظر را حفاظت شده دانست.

۳- الگوریتم حفاظتی

با نگاهی به ساختار پست توزیع می‌توان بیان نمود که احتمال برخورد صاعقه تنها به یک نقطه از پست وجود دارد و آن هم بلندترین محل پست یا محل ورود خط هوایی به داخل پست می‌باشد. لذا برای انجام محاسبات و شبیه سازی حالت گذرا، منبع ضربه در این محل قرار می‌گیرد.

الگوریتم حفاظتی با حفاظت نزدیکترین اجزاء به محل ورود خط هوایی به داخل پست آغاز می‌گردد. دامنه ولتاژ اعمالی به اجزاء شبکه در صورت کاهش فاصله بین برقگیر و عنصر حفاظت شده کاهش خواهد یافت.

برقگیر در صورتی می‌تواند دورتر از اجزاء حفاظت شده نصب شود که خطای ریسک در این گره منفی باشد، یا خطر شکست آن کوچکتر از خطر مجاز باشد. در اینصورت، دیگر اجزاء آسیب پذیر می‌توانند تحت حفاظت قرارگیرند. بشترین تعداد برقگیر بین دو گره متوالی می‌تواند دو برقگیر باشد، یعنی یک برقگیر در هر گره. روند حفاظتی هنگامی‌پایان می‌پذیرد که تمام اجزاء شبکه تحت حفاظت قرار گرفته باشند[۳].

به عبارت دیگر در صورتی که خطر شکست یک گره کوچکتر از خطر شکست مجاز باشد می‌توان برای حفاظت گره بعدی برقگیر را از این گره دور و به گره بعدی نزدیکتر نمود. البته چون مسئله انتخاب نقطه بهینه است لذا می‌بایست چگونگی انتخاب محل برقگیر بین دو گره برای حداکثر استفاده به منظور حفاظت گره های نزدیک آن را بر اساس یک سیستم بهینه سازی دقیق انجام داد.

۴- سیستم تحلیل فازی

تابع توصیف کننده خطر شکست اجزاء شبکه بر اساس مکان برقگیر به صورت صریح در اختیار نیست و تنها ارزیابی ها و برآوردهایی از تابع بوسیله اجرای برنامه شبیه سازی حالت گذرا در دست می‌باشد، بنابراین منطق فازی تکنیکی موثر در محاسبات مکان برقگیر است.

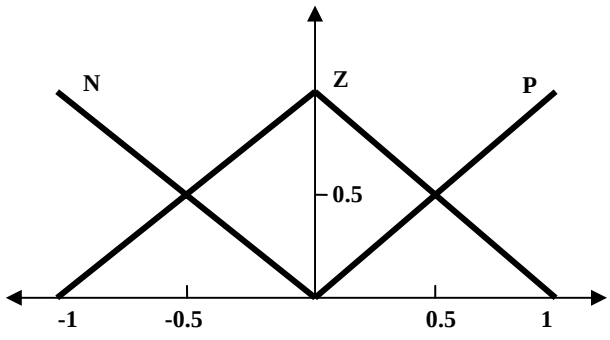
ورودی های سیستم فازی، خطای ریسک شکست در گره حاضر(مورد بررسی در وضعیت فعلی) e_i و خروجی سیتم استنتاج فازی در تکرار قبلی S_{i-1} است. خروجی سیستم فازی نیز تغییرات مکان برقگیر است S_i (ΔL_i).

در سیستم های توسعه یافته، مقادیر فازی یک مقدار زبانی(Linguestic Value) است. همانند گرم، ملایم و سرد که مرزی برای تعیین آنها نیست و به عنوان متغیری نسبی برای بیان حالتی بکار می‌رود.

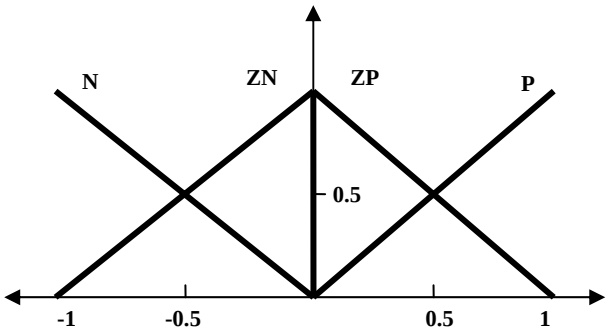
برنامه انتخابی برای محاسبات فازی نرم افزار MATLAB می‌باشد. برای فازی سازی، استنتاج و دی فازی کردن از جعبه ابزار منطق فازی MATLAB استفاده می‌شود.

در جریان اجرا، مقادیر زبانی به کار رفته برای خطای خطر شکست " منفی N " و " صفر Z " و "مثبت P" می‌باشند. در شکل (۳) تابع عضویت مرتبط با خطای خطر نشان داده شده است.

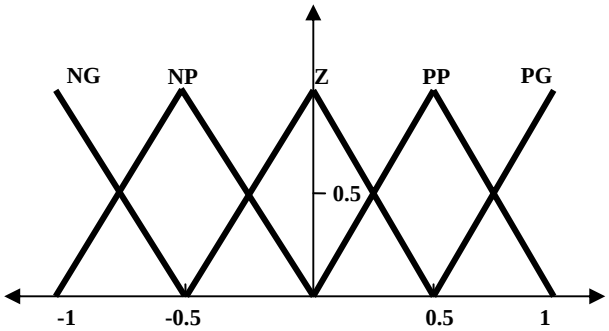
جملات " منفی N " و" صفرمنفی ZN " و "صفرمثبت ZP" و "مثبت P" برای بیان خروجی سیستم استنتاج فازی در تکرار قبلی مورد استفاده قرار گرفته اند که در شکل (۴) تابع عضویت مرتبط با خروجی سیستم استنتاج فازی در تکرار قبلی نشان داده شده است.



شکل ۳ : تابع عضویت مرتبط با خطای خطر



شکل ۴ : تابع عضویت خروجی سیستم استنتاج فازی در تکرار قبلی



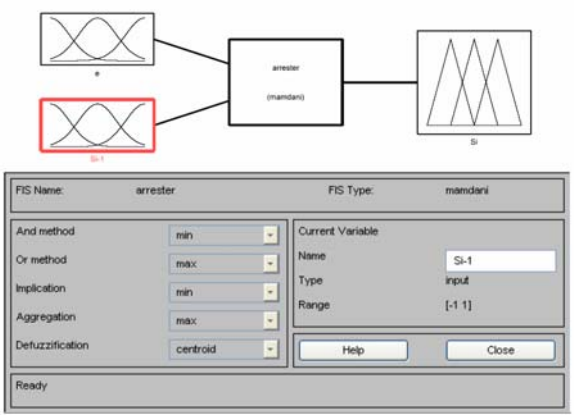
شکل ۵ : تابع عضویت خروجی سیستم استنتاج فازی

مقادیر زبانی مورد استفاده برای متغیر های خروجی سیستم استنتاج " منفی زیاد NG" و " منفی کم NP " و " صفر Z" و " مثبت کم PP " و " مثبت زیاد PG " می‌باشد. در شکل (۵) تابع عضویت مرتبط با خروجی سیستم استنتاج فازی در تکرار حاضر نشان داده شده است.

در شکل(۶) چگونگی اعمال توابع عضویت و سیستم استنتاج فازی FIS (Fuzzy Inference System) بر اساس موتور استنتاج ممدانی نشان داده شده است. ورودی این سیستم استنتاج دو مجموعه زبانی فازی است: خطای خطر نرمالیزه شده (e_i) و خروجی سیستم استنتاج فازی در تکرار قبلی. خروجی، تنها یک مجموعه زبانی فازی است که آن هم خروجی سیستم استنتاج فازی در تکرار حاضر می‌باشد.

قواعد استنتاج فازی سیستم فوق به شرح زیر است:

If e_i=N AND S_{i-1}=N then S_i=PP
If e_i=N AND S_{i-1}=ZN then S_i=P
If e_i=N AND S_{i-1}=ZP then S_i=PP
If e_i=N AND S_{i-1}=P then S_i=PG
If e_i=Z then S_i=PP
If e_i=P AND S_{i-1}=N then S_i=NG
If e_i=P AND S_{i-1}=ZN then S_i=NP
If e_i=P AND S_{i-1}=ZP then S_i=Z
If e_i=P AND S_{i-1}=P then S_i=NP



شکل ۶: سیستم استنتاج فازی

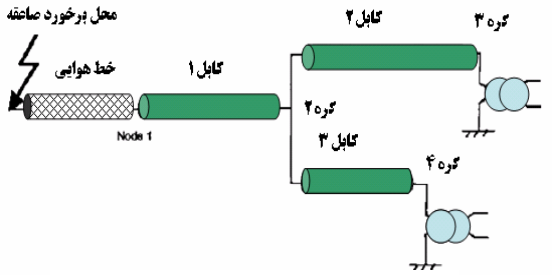
در سیستم استنتاج فازی آخرین مرحله، نافازی نمودن (Defuuzification) مجموعه فازی به منظور محاسبه مقدار خروجی یکتای سیستم استنتاج فازی است. خروجی سیستم استنتاج فازی در تکرارها به منظور محدود نمودن تغییرات مکان برقگیر و عنصر حفاظت شده L_{limit} و بدست آوردن تغییرات مکان برقگیر (ΔL_i) دی نرمالیزه شده است. خروجی سیستم استنتاج فازی بصورت ذیل است:

$$(\Delta L_i) = S_i . L_{limit}$$

۵- شبیه سازی

در این بخش تحلیل و بررسی حفاظت یک پست توزیع۶۳kv به ۲۰kv انجام گرفته است.

شماتیک این پست توزیع در شکل (۷) آمده است.



شکل ۷: پست توزیع۶۳kv به ۲۰kv

در این پست دو ترانسفورماتور ۶۳kv به ۲۰kv وجود دارد که با در نظر گرفتن برخورد صاعقه به محل ورود خط به پست، دو ترانس باید تحت حفاظت قرار گیرند.

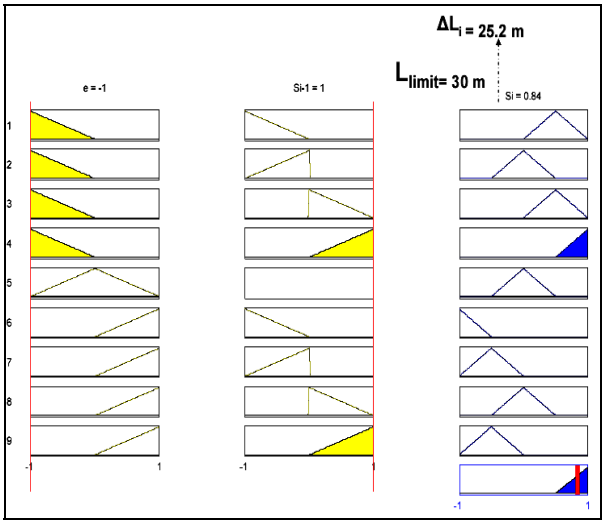
در داخل پست یک کابل به طول ۳۰ متر از یک طرف متصل به خط هوایی واز طرف دیگر متصل به دو کابل

دیگر، یکی بـه طـول ۹۰ متـر و دیگـری بـه طـول ۴۵ متـر (شکل ۷) می‌باشد.

بر اسـاس مطالـب بیـان شـده بـا توجـه بـه حـد عـایقی تجهیزات، محدوده ایی مجـاز بـرای خطـر شکسـت تعیـین می‌گردد. آنچه در این نمونه به عنوان محدوده مجاز انتخاب شده مقداری در بازه [0.4 0.36] می‌باشد.

پروسه حفاظت با نصب برقگیر در گره ۱ که محـل ورود خط هوایی به داخل پست است آغاز می‌شود. خطر شکست در این نقطه از حداکثر مقدار محـدوده مجـاز [0.4 0.36] کوچکتر است لذا، برقگیر برای افزایش حفاظـت گـره هـای ۲و۳و۴ می‌تواند دورتر از این گره(گره۱) قرار گیرد. نتایج در جدول ۱ آمده است.

به عبارت دیگر می‌تـوان بـا اسـتفاده از سیسـتم اسـتنتاج فازی، مکانی بهینه برای برقگیـر اول در محـدوده بـین گـره ۱و۲ یافت. شـکل (۸) خروجـی سیسـتم اسـتنتاج فـازی در تکرار اول نشان می‌دهد که مکان ۲۵/۲ متـری از گـره بـرای استقرار این برقگیر بهینه است.



شکل ۸: خروجی سیستم استنتاج فازی در تکرار اول

چنانچـه در جـدول ۱ مـشاهده مـی‌شـود نـصب برقگیـر شماره۱ در این محل بهینه است، اما مسئله حائز اهمیت این است که هنوز هم می‌توان برقگیرشـماره ۱ را از گـره ۱ دور نمود زیرا خطر آن در محدوده مجاز است و تا مرز محدوده اجازه جابجایی وجود دارد.

در تکرار بعدی مکانی که بـرای برقگیـر توسـط سیـستم فازی استنتاج می‌شود فاصله ۳۰ متری از گره ۱ (محل گـره ۲) است. خطر شکست بدست آمده بـرای گـره ۱ در مـرز محدوده است، لذا دیگر امکانی برای دور نمودن برقگیـر از گره ۱ بیشتر از این حد نیست.

در گره هـای(۲ و ۴) خطـر شکـست از حـداکثر مقـدار محدوده مجاز [0.4 0.36] کوچکتر است بنابراین حفاظـت این گره ها نیز توسط این برقگیر تامین شده است. ولـی بـا محاسبه خطر شکست در گره ۳ مشاهده مـی‌شـود کـه ایـن مقدار از حداکثر مقدار محدوده مجاز [0.4 0.36] بزرگتـر است، لذا می‌بایست بر اساس الگوریتم یاد شده، یک برقگیر جدید برای حفاظت این گره تخصیص یابد.

مکان جدید مشخص شده برای برقگیر دوم، فاصـله ۹۰ متری از گره ۲ است، چون تنها گره بدون حفاظـت گـره ۳ است و این برقگیر باید برای حفاظت ایـن گـره تخـصیص یابد، از طرفی به دلیل تحت حفاظت بودن گره های دیگـر ، برقگیر دوم در گره ۳ قرار می‌گیـرد. در ایـن حالـت، خطـر شکست تمامی‌گره ها در محدوده مجاز ذکر شده قرار دارد، لذا پروسه حفاظتی پایان خواهد یافت.

جدول ۱: نتایج حاصل از شبیه سازی

تکرار	مکان برقگیر		خطر شکست			
	اولین برقگیر	دومین برقگیر	گره شماره ۱	گره شماره ۲	گره شماره ۳	گره شماره ۴
۱	۰	–	۰/۰۰۰۰	./۲۵۲۱	./۹۴۷۳	./۶۹۰۳
۲	۲۵/۲	–	./۲۵۶۹	۰/۰۰۰۰	./۸۸۲۳	./۴۰۶۲
۳	۳۰	–	./۳۹۹۸	۰/۰۰۰۰	./۸۵۸۸	./۳۳۱۶
۴	۳۰	۹۰	./۳۹۹۸	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	./۳۳۰۰

قابل ذکر است که مکان برقگیر را می‌توان براسـاس ایـن روش برای هر خطر شکستی برای گره ها بدست آورد.

۶- نتیجه گیری

در این مقاله روش جدیدی برای انتخاب طرح های حفاظتی سیستم‌های قدرت در برابر اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه ارائه شده است. روش پیشنهاد شده بر اساس بررسی آماری ضربه ها و تکنیک منطق فازی است که در آن خطر شکست گره های شبکه کمتر از خطر مجاز می‌باشد. الگوریتم انجام شده، مکان برقگیر را را با در نظر داشتن خطرات شکست ، بهینه سازی می‌کند. زمان اجرای برنامه فازی کوچکتر از زمان بهینه سازی است.

این روش توسعه یافته، با استفاده از مقادیر آماری، پارامترهای صاعقه را محاسبه می‌کند. توزیع آماری این پارامترها مشخص شده، همانند بیشتر پدیده های طبیعی توزیعی نرمال دارد.

مزیت این روش بر روش های مرسوم، کاهش هزینه برقگیرهای نصب در سیستم می‌باشد. در شبکه مورد مطالعه شکل(۷)، مطابق روش های مرسوم حداقل سه برقگیر برای حفاظت ترانسفورماتور و دیگر تجهیزات پست مورد استفاده قرار می‌گیرد. در صورتی که بر اساس طرح پیشنهاد شده تعداد برقگیرهای مورد استفاده به دو برقگیر تقلیل می‌یابد.لذا بکار گیری این روش برای انتخاب محل برقگیر موجب کاهش تعداد برقگیر های مورد استفاده و در نتیجه صرفه اقتصادی در خرید و نگهداری برقگیر و افزایش حفاظت شبکه توزیع خواهد بود.

۷- مراجع

[1] A.L. Orilk, S. Bogarra, M. **A.** Grau, J. Iglesias, "Optimization of Surge Arrester's Location",IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY, VOL. 19, NO. 1, JANUARY 2004

[2] A.L. Orilk, S. Bogarra, M. **A.** Grau, J. Iglesias, "Lightning Protection of Power Systems Using Fuzzy Logic Techniques

",The IEEE International Conference on Fuzzy Systems, 0-7803-781 0-5/031$17.00 2O03.

[3] A. L. Orille, S . Bogarra, M. A. Grau J. Iglesias, "Fuzzy Logic Techniques to Limit Lightning Surges in a Power Transformer",Paper accepted for presentation at 2003 IEEE Bologna PowerTech Conference, June 23-26, Bologna, Italy.

غلامی،م. "جایابی بهینه برقگیر در شبکه توزیع برق [۴] شهری"، پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه مازندران، دانشکده فنی و مهندسی ۱۳۸۱