

استفاده از تکنیک فازی به منظور مسیریابی بهینه کابل های کنترل در حضور میدان های تداخلی در پست های انتقال

نویسندگان: ۱- حدیث زارع، ۲- فرامرز فقیهی، ۳-فاطمه عباسیان

(۱) دانشگاه آزاد اسلامی، دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علمی مهندسی برق مخابرات، بوشهر، ج.ا.ایران hadis_zare@iaubushehr.ac.ir

(۲) دانشگاه علوم تحقیقات، عضو هیات علمی گروه علمی مهندسی برق، تهران، ج.ا.ایران، faramarz_faghihi@hotmail.com

(۳) دانشگاه آزاد اسلامی، دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علمی مهندسی برق مخابرات، بوشهر، ج.ا.ایران.

fatemeh_abbasian@iaubushehr.ac.ir

چکیده

سازگاری و تداخل الکترومغناطیسی مقدمه هر دستگاه الکترونیکی و الکترونیکی می باشد؛ از این رو طراحی مدرن سیستم های الکترونیکی و مخابراتی نیازمند آن است که این سیستم ها با محیط الکترومغناطیسی اطراف خود، سازگار باشند؛ و طراحی باید به گونه ای انجام شود که این اغتشاشات کمترین ضربه را به عملکرد سیستم وارد آورد. در پست های انتقال، تجهیزاتی که جریان های بالایی از خود عبور می دهند منجر به تولید میدان های تداخلی و مزاحم می گردند. از آنجا که کابل های کنترل، از تجهیزات حساس پست های انتقال محسوب می شوند تحت تاثیر این میدان های تداخلی قرار می گیرند. برآورده کردن امنیت مسیر کابل های کنترل در هنگام بروز میدان های غیرمعارف از نکات قابل تعمق در پست ها می باشد. این مقاله، تکنیک فازی را به عنوان رهیافتی جهت دستیابی به بستر مناسب و مسیر امن میدانی کابل های کنترل ارائه می کند. استراتژی کار و نوع تحلیل چنان است که پارامترهای سازگاری الکترومغناطیسی، قیمت و افت ولتاژ به عنوان معیارهای تصمیم گیری جهت مسیریابی بهینه مورد بازبینی قرار گیرند.

واژه های کلیدی: سازگاری الکترومغناطیسی، میدان های تداخلی، کابل های کنترل، مسیریابی بهینه، تکنیک فازی

۱- مقدمه

سازگاری الکترومغناطیسی (EMC) یک ویژگی از تجهیزات و سیستم هایی است که در مقابل تشعشعات الکترومغناطیسی مقاومت می کنند؛ بنابراین این پارامتر باید از مرحله اولیه طراحی لحاظ گردد. با توجه به اهمیت این مبحث، که در آن عملکرد متقابل ادوات الکترونیکی، تداخل و تاثیر آن ها مورد بررسی و مطالعه قرار می گیرد؛ در نظر گرفتن این ویژگی، یا به عبارتی، ایجاد محیطی سازگار برای سیستم ها و راه های مقابله با تداخلات الکترومغناطیسی (EMI)، دارای جایگاه ارزشمندی می باشد. بنابراین نیاز به کنترل این تداخلات و کاهش خطرات آن تا سطح قابل قبول، حائز اهمیت است.

منبع انرژی الکترومغناطیسی، گیرنده حساس به این انرژی و کانال انتقال (مسیرهای تشعشی، و مسیرهای هدایتی مانند سیم‌ها و کابل‌ها) سه عنصری هستند که در ایجاد تداخل الکترومغناطیسی نقش دارند. بنابراین باید، برای به حداقل رساندن شدت منبع، حساسیت گیرنده و انتقال از طریق کانال تدبیری اندیشید. در این مقاله هدف، بررسی میدان‌ها در اطراف مسیر کابل‌های انتقال است و نهایتاً یافتن مسیر امن میدانی جهت انتقال اطلاعات از طریق این کابل‌ها می‌باشد.

سیستم‌ها و تجهیزات همیشه در معرض اختلالات الکترومغناطیسی قرار دارند؛ ضمن اینکه تجهیزات الکترونیکی نیز کم و بیش، مولد این‌گونه تداخلات می‌باشند. دستگاه‌های الکترونیکی در تابلو برق‌ها ممکن است توسط تشعشعات میدانی آسیب ببینند و همچنین این تداخلات می‌توانند به واسطه‌ی انتقال در طول سیم‌ها و کابل‌ها انتشار یافته و یا به صورت امواج الکترومغناطیسی تشعشع کنند. بنابراین ارائه استانداردهای EMC، نیازمند بررسی میدان‌های تشعشی اطراف کابل‌های کنترل در پست انتقال می‌باشد.

جهت جلوگیری از آسیب‌های ناشی از این‌گونه تداخلات، به دنبال مسیری با حداقل میدان‌های الکترومغناطیسی می‌باشیم. تا کنون روش‌های زیادی جهت مسیریابی بهینه ارائه شده است ولی با توجه به کیفی بودن معیار EMC، در این مقاله، تئوری مجموعه‌های فازی به‌عنوان ابزاری مناسب برای انتخاب مسیر بهینه معرفی شده است. در این راستا علاوه بر معیار EMC، معیارهای افت ولتاژ و قیمت نیز به عنوان پارامترهای تصمیم‌گیری لحاظ می‌گردند.

۲- تاثیر میدان‌های تداخلی بر روی کابل‌های انتقال

پست‌های انتقال دارای تجهیزات متعدد حفاظتی و کنترلی (خازن‌ها، رله‌ها، سوئیچ‌ها، مدارشکن‌ها و ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ) می‌باشند و از وظایف مهم این پست‌ها سوئیچینگ است که به منظور قطع و وصل خطوط انتقال و مصرف کننده‌ها به شبکه به کار برده می‌شوند.

باتوجه به گسترده بودن سیستم‌های قدرت در سطوح فوق توزیع، تنوع تجهیزات مورد استفاده و وقوع انواع پدیده‌های اتصال کوتاه، کلیدزنی و پدیده‌های یکه عامل بوجود آورنده تغییرات جریان و اضافه ولتاژ (کلید زنی در سمت فشار قوی، کلیدزنی بانک خازنی، کلید زنی خطوط انتقال و ...) می‌باشند؛ میدان‌هایی را به وجود می‌آورند [۱]. میدان‌های الکترومغناطیسی تداخلی (EMI) ناشی از اغتشاشات به وجود آمده در قسمت بیرونی پست؛ از طریق تزویج، توسط کابل‌های موجود در این قسمت به واحدهای داخلی (کنترل، حفاظت و ...) انتقال پیدا می‌کنند. از آنجایی که ترکیبات داخلی و خارجی به هم نزدیک و وابسته هستند، برای جلوگیری از اثر اغتشاشات مذکور باید سازگاری الکترومغناطیسی بین آنها رعایت گردد **Error!** **Reference source not found.** سیم‌ها و کابل‌ها باید در برابر خطرات ناشی از جریان‌های بالا محافظت شوند؛ از راهکارهایی که در این راستا جهت دستیابی به EMC ارائه شده است؛ می‌توان به شیلدینگ، فیلترینگ، زمین کردن و ... اشاره نمود. که با فرض داشتن چنین حفاظت‌هایی در کابل‌های کنترل جهت امنیت بیشتر کابل‌ها، به ادامه بحث می‌پردازیم و راهکار مورد نظر را ارائه می‌دهیم.

۳- طرح مسئله مسیریابی بهینه در کابل‌های کنترل

مسیر کابل‌های مربوط به تجهیزات حساس باید از مسیر کابل‌های دیگر جدا شوند و در صورتی که بیش از یک سری کابل در مجاورت یکدیگر قرار گیرند جریان مجاز کابل‌ها تغییر نموده که چنین تغییراتی خود منجر به تولید میدان‌های الکترومغناطیسی می‌گردد.

از راهکارهای موثر جهت مقابله با اثرات میدان های تداخلی، انتخاب مسیر مناسب کابل های کنترلی در پست انتقال می باشد. **Error! Reference source not found.** جانمایی کابل ها باید به نحوی باشد که فاصله کافی از منابع تولید میدان های الکترومغناطیسی وجود داشته باشند و نباید از نواحی دارای ریسک بالا عبور نمایند. دستیابی به مسیر بهینه کابل های کنترل، مساله ای با معیارهای چندگانه می باشد. از این رو، در ابتدا لازم است معیارهای گزینش و بهینگی مسیر تعیین و ارزش هر یک از لحاظ اقتصادی و فنی، با توجه به نوع مساله مشخص گردد **Error! Reference source not found.** در این راستا سعی داریم با در نظر گرفتن سه معیار اساسی "افت ولتاژ"، "هزینه" و "EMC" مساله مطرح شده را ارزیابی کنیم.

جهت رسیدن به استانداردهای EMC همیشه ملاحظاتی، از جمله انتخاب صحیح کابل ها (بر اساس نوع، جنس، حفاظ و ...) صورت می گیرد. به همین دلیل در این مساله مسیریابی، پارامتر افت ولتاژ نیز مد نظر قرار گرفته شده است؛ زیرا افت ولتاژ پارامتری مهم در انتخاب کابل است و وابسته به طول، جریان عبوری و مقاومت آن می باشد. بنابراین توجه به آن می تواند در راه رسیدن به هدف مثمرتر واقع شود. از طرف دیگر، از دغدغه های هر طراح، به غیر از رعایت اصول و مقررات ایمنی سیستم، هزینه پیاده سازی آن می باشد؛ پس بهتر دیدیم که قیمت را نیز، به عنوان یک معیار تصمیم گیری در این مساله مسیریابی، لحاظ کنیم.

۴- منطق فازی

منطق فازی در دهه ۱۹۶۰ توسط لطفی زاده به عنوان وسیله ای برای مدل کردن ابهامات زبانی ارائه شد [5]؛ که در سیستم های کنترل به منظور بهبود کارایی و دوری جستن از پیچیدگی عبارات ریاضی اعمال می شود [6]. این تکنیک، به طور گسترده، برای سیستم های هوشمند استفاده می گردد [5] و همچنین ابزاری مفید برای انجام استدلال در مسائل تصمیم گیری مبهم می باشد [7].

در سیستم های فازی، رفتار دینامیکی یک سیستم توسط مجموعه ای از قوانین فازی زبانی مبتنی بر تجربیات انسان تعیین می شود [8]. به طور کلی منطق فازی ترم های زبانی را با استفاده از توابع عضویت و قوانین فازی پیاده سازی می نماید **Error! Reference source not found.** و اطلاعات را با استفاده از مجموعه های فازی تحلیل می کند.

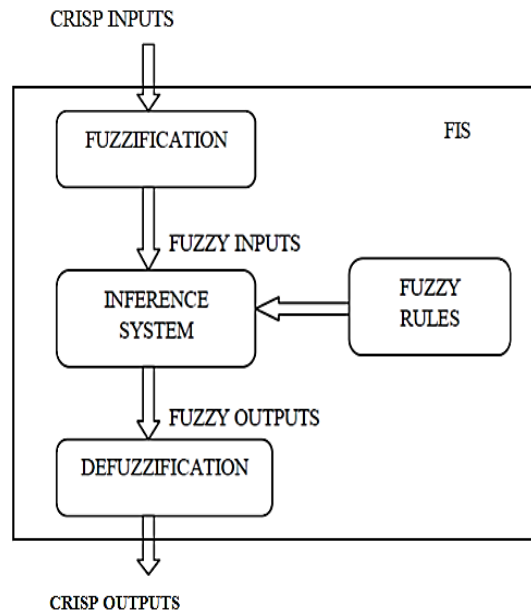
یک مجموعه ی فازی A در X به صورت زیر تعریف می شود.

$$A = \{(x, \mu_A(x)) / x \in X\} \quad (1)$$

که $\mu_A(x)$ تابع عضویت و X مجموعه ای از المان ها است که با X نشان داده می شود. تابع عضویت بیانگر درجه شباهت المان ها به یک مجموعه فازی است، که این درجه عضویت عددی بین 0 و 1 می باشد. در اینجا هدف اصلی منطق فازی مسیریابی بهینه با در نظر گرفتن پارامترهای EMC، افت ولتاژ و قیمت در سیستم مورد مطالعه می باشد.

۴-۱- کنترل کننده منطقی فازی

اجزای اصلی یک کنترل کننده منطقی فازی (FLC) شامل: فازی سازی، موتور استنتاج فازی (FIS)، قوانین فازی و غیرفازی سازی می باشد. **Error! Reference source not found.** (شکل ۱)



شکل ۱: کنترل کننده منطقی فازی

۴-۲- توابع عضویت و فازی سازی

برای مرتبط کردن مقادیر ورودی و خروجی سیستم با ورودی‌های فازی و مقادیر عضویت خروجی، انتخاب یک تابع عضویت اهمیت دارد بنابراین تابع عضویت باید قبل از پیاده‌سازی فازی سازی، تعیین گردد [7]. فازی سازی پروسه‌ای است که ورودی‌های مبهم را بر اساس توابع عضویت نشان می‌دهد [11]. رایج‌ترین توابع عضویت شامل: توابع مثلثی، ذوزنقه‌ای، توابع گوسی و ... می‌باشد. به علت سهولت و عملکرد محاسباتی توابع مثلثی این نوع توابع به طور گسترده‌ای برای فازی سازی ورودی‌ها استفاده می‌شود [12].

۴-۳- موتور استنتاجی و قوانین اساسی فازی

هر موتور استنتاجی دارای مجموعه ای از قوانین می باشد و شاخص های ورودی معین را به یک شاخص خروجی مرتبط می کند. FLC طراحی شده در این مقاله بر اساس روش استنتاج فازی ممدانی (Mamdani) می باشد. که یکی از تکنیک های رایج در کاربردهای کنترل فازی است. یک سیستم فازی توسط مجموعه ای از قوانین اگر- آنگاه، که ورودی را به خروجی نگاشتمی دهد؛ پیاده سازی می شود. بنابراین، کیفیت تقریب های فازی وابسته به این قوانین است؛ که دانش تجربی برای طراحی این قوانین مورد نیاز می باشد.

۴-۴- غیرفازی سازی

این بخش، مقادیر خروجی فازی را با استفاده از یک فرمول غیرفازی سازی، به مقادیر واقعی تبدیل می کند **Error!**
Reference source not found.

۵- پیاده سازی تکنیک مسیریابی فازی

در این مقاله، سیستم فازی را به منظور تصمیم گیری در یک سیستم با چندین محدودیت، در نظر گرفته ایم. همانطور که در بخش های پیش ذکر شد این محدودیت ها شامل EMC، افت ولتاژ و قیمت می باشد. بر اساس پروسه کنترل کننده منطق فازی، ابتدا توابع عضویت، پارامترهای مورد مطالعه را به یک مجموعه فازی نگاشت می دهند. (در اینجا تابع عضویت مثلثی را بکار گرفته ایم.) مقادیر هر تابع بر اساس مقادیر واقعی پارامترها و شکل تابع عضویت تعیین می شوند.

هر ترم زبانی متناظر با یک تابع عضویت خاص و نشان دهنده ورودی ها و خروجی های فازی می باشد **Error!**
Reference source not found. به پیرو پروسه فازی سازی، موتور استنتاج فازی، مقادیر فازی ورودی در هر مسیر را بر اساس قوانین فازی ارزیابی می کند [7].

قوانین FIS طوری طراحی شده اند که مسیر بهینه، دارای یک تعادل میان پارامترهای مورد بررسی باشد. طراح، قوانین را بر اساس نیاز و نوع سیستم طراحی می کند. معنی هر ترم زبانی در تابع عضویت انتخابی، در جدول انشان داده شده است. هر ترکیب ممکن از ورودی ها و توابع عضویت وابسته ی آنها، بر اساس قوانین فازی Mamdani بیان شده است؛ که بر اساس ساختار ساده عملگرهای min-max عمل می کند [13].

جدول ۱:عنوانین زبانی مجموعه های فازی ورودی و خروجی سیستم فازی

Input	EMC	Linguistic Term	Meaning
		IC	Inconsistent
		RC	Relatively consistent
		C	Compatible
Price		H	High

	Voltage Drop	M	Medium
		L	Low
		L	Low
		M	Medium
		H	High
Output	Route Fairness	B.O	Below Optimal
		F	Fair
		O	Optimal

فرم قوانین روش ممدانی در زیر نشان داده شده است:

$$R_u^l : \text{IF } x_1 \text{ is } A_1^l \text{ and } x_2 \text{ is } A_2^l, \text{ Then } y \text{ is } C^l \quad (2)$$

که :

A_1 مجموعه فازی در $U_1 \subset R$

A_2 مجموعه فازی در $U_2 \subset R$

B_1 مجموعه فازی در $V \subset R$

متغیرهای زبانی ورودی:

$$X = (x_1, x_2)^T \in U$$

متغیر زبانی خروجی:

$$y \in V$$

$$l = 1, \dots, M$$

M ، تعداد قوانین فازی می باشد.

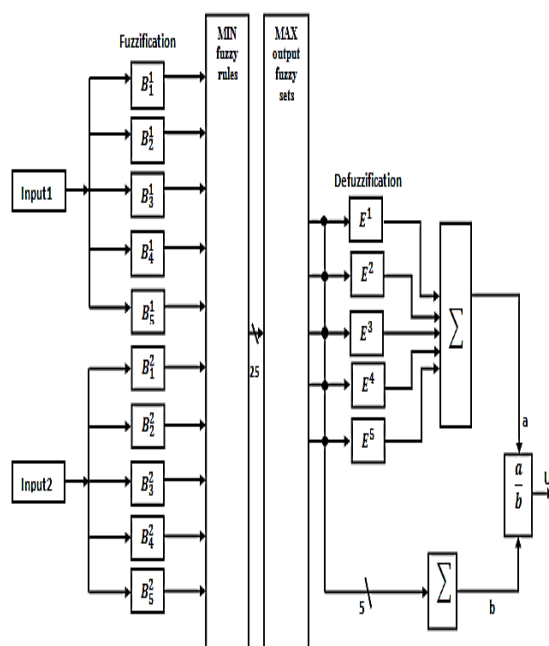
به عبارتی دیگر استدلال ممدانی برای قوانین فازی بر اساس رابطه زیر نشان داده می شود: **Error! Reference source not found.**

$$\mu_c(y) = \max_l [\min[\mu_{A_1^l}(x_1), \mu_{A_2^l}(x_2)]] \quad (3)$$

$$l = 1, \dots, M$$

که دارای ساختار min-max ساده می باشد. بلوک دیاگرام پیکربندی داخلی کنترل کننده در شکل ۲ نشان داده شده است. تعداد توابع عضویت برای هر متغیر ورودی (EMC، افت ولتاژ و قیمت) ۳ در نظر گرفته شده است. بنابراین تعداد قوانین برای مدل FIS برابر با ۲۷ (۳*۳*۳) می باشد.

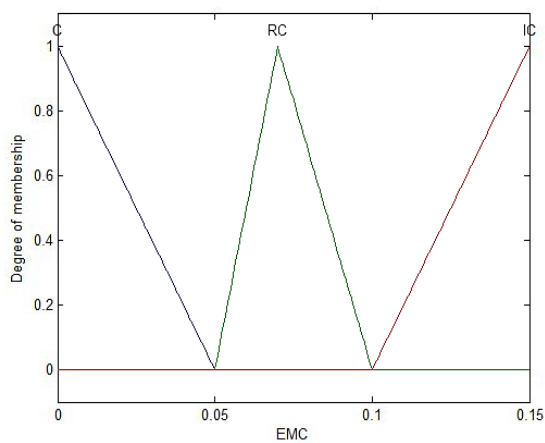
آخرین مرحله، غیرفازی سازی خروجی فازی است. ولی از آنجاکه هدف سیستم ما انتخاب مسیر بهینه می باشد؛ عمل غیر فازی سازی نیاز نیست و نتایج می تواند بر اساس مقادیر فازی بررسی گردند.



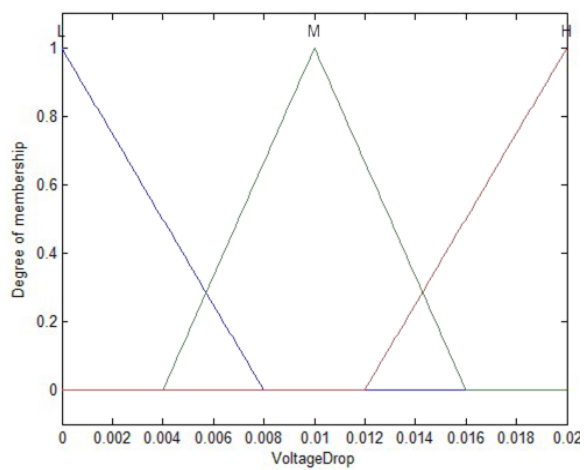
شکل ۲: پیکربندی داخلی FLC برای دو ورودی و یک خروجی که هر کدام دارای ۵ تابع عضویت می باشند

۶- نحوه استخراج داده ها

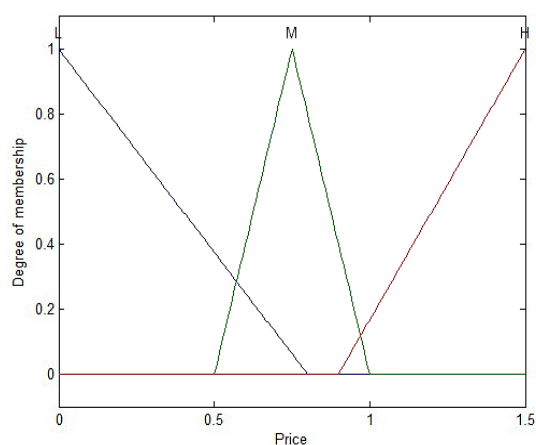
با استفاده از شبیه سازی اتاق کنترل درون پست انتقال، رفتار میدان های موجود در محیط را (که عوامل بیرونی، تجهیزات موجود، تغییرات ولتاژ و جریان و... عوامل به وجود آورنده آن ها می باشند) بررسی نموده ایم؛ در ادامه مکان های دارای ریسک بالا و مکان های کم خطر تر را شناسایی نموده از هم تفکیک می نماییم؛ سعی بر این است که حتی الامکان برای عبور کابل های کنترل از نواحی کم خطر استفاده شود و در مکان های ناامنی که ناگزیر به عبور می باشیم ملاحظات را جهت مقابله با EMI صورت دهیم. (به عنوان مثال، بهره گیری از کاندویت، که می تواند مانند یک سپر مغناطیسی عمل کند. استفاده از این راهکار انتخاب مسیر کوتاه تر را از نظر کاهش افت ولتاژ، حتی ضمن گذر از نقاط بحرانی میدان تداخلی، مهیا می سازد [14]). بنابراین توانسته ایم مکان های امن را یافته و همچنین مکان های ناامن را با اعمال راهکارهایی به میزان لازم ایمن سازیم. در ادامه به محاسبه افت ولتاژ در طی مسیرهای پیش رو می پردازیم. همانطور که اشاره شد این پارامتر وابسته به طول، جریان عبوری و مقاومت کابل می باشد (باید توجه داشت که افت ولتاژ کابل نباید از محدوده تعیین شده بیشتر شود). در نتیجه اگر بتوان مسیر کوتاه تر و ایمن تر از لحاظ میدانی را یافت؛ افت ولتاژ کمتری نیز در مسیر رخ خواهد داد. و همچنین از لحاظ هزینه، مقرون به صرفه تر می باشد. قیمت، پارامتر سوم این مساله، به طول کابل مورد استفاده، هزینه های پیاده سازی راهکارهایی که جهت مقابله با EMI اعمال می شوند (شیلدینگ، کاندویت و...) و همچنین هزینه های جانبی که در این راستا وجود دارند؛ وابسته می باشد. در نهایت سیستم فازی طراحی شده را جهت یافتن بهترین مسیر اعمال می نماییم. شکل های ۳، ۴، ۵ نشان دهنده توابع عضویت پارامترهای ورودی می باشند. و شکل ۶ توابع عضویت خروجی، که بهینه گی مسیر می باشد را به تصویر می کشد.



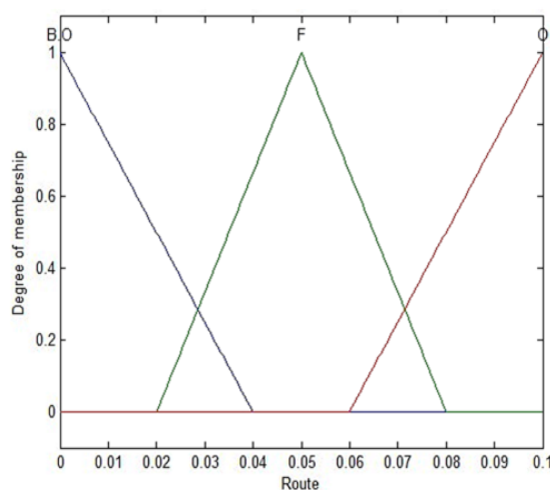
شکل ۳: توابع عضویت ورودی EMC



شکل ۴: توابع عضویت ورودی افت ولتاژ



شکل ۵: توابع عضویت ورودی قیمت



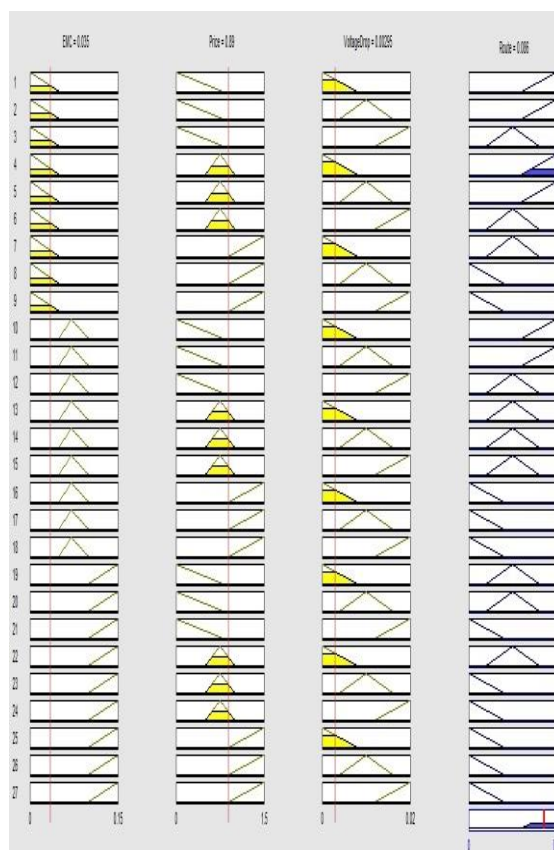
شکل ۶: توابع عضویت خروجی بهینگی مسیر

سه مجموعه فازی برای هر متغیر تعریف شده، مجموعه های $Low(0 \quad 0.8)$ ، $Medium(1 \quad 0.5)$ ، $High(1.5 \quad 0.9)$ ، برای ورودی قیمت، مجموعه های $Low(0 \quad 0.008)$ ، $Medium(0.016 \quad 0.004)$ ، $High(0.02 \quad 0.012)$ برای ورودی افت ولتاژ و همچنین مجموعه های $Compatible(0 \quad 0.05)$ ، $Relativelyconsistent(0.1 \quad 0.05)$ ، $Inconsistent(0.15 \quad 0.1)$ برای ورودی EMC در نظر گرفته شده است. و مسیرها با عنوان $BelowOptimal(0 \quad 0.08)$ ، $Fair(0.04 \quad 0.16)$ ، $Fair(0.04 \quad 0.16)$ ، $Optimal(0.12)$ تعریف شده اند.

شکل ۷ و ۸ بیانگر ۲۷ قوانین فازی ای که برای این مسئله در نظر گرفته شده اند، می باشد.

1. If (EMC is C) and (Price is L) and (VoltageDrop is L) then (Route is O) (1)
2. If (EMC is C) and (Price is L) and (VoltageDrop is M) then (Route is O) (1)
3. If (EMC is C) and (Price is L) and (VoltageDrop is H) then (Route is F) (1)
4. If (EMC is C) and (Price is M) and (VoltageDrop is L) then (Route is O) (1)
5. If (EMC is C) and (Price is M) and (VoltageDrop is M) then (Route is O) (1)
6. If (EMC is C) and (Price is M) and (VoltageDrop is H) then (Route is F) (1)
7. If (EMC is C) and (Price is H) and (VoltageDrop is L) then (Route is F) (1)
8. If (EMC is C) and (Price is H) and (VoltageDrop is M) then (Route is B.O) (1)
9. If (EMC is C) and (Price is H) and (VoltageDrop is H) then (Route is B.O) (1)
10. If (EMC is RC) and (Price is L) and (VoltageDrop is L) then (Route is O) (1)
11. If (EMC is RC) and (Price is L) and (VoltageDrop is M) then (Route is O) (1)
12. If (EMC is RC) and (Price is L) and (VoltageDrop is H) then (Route is F) (1)
13. If (EMC is RC) and (Price is M) and (VoltageDrop is L) then (Route is F) (1)
14. If (EMC is RC) and (Price is M) and (VoltageDrop is M) then (Route is F) (1)
15. If (EMC is RC) and (Price is M) and (VoltageDrop is H) then (Route is F) (1)
16. If (EMC is RC) and (Price is H) and (VoltageDrop is L) then (Route is B.O) (1)
17. If (EMC is RC) and (Price is H) and (VoltageDrop is M) then (Route is B.O) (1)
18. If (EMC is RC) and (Price is H) and (VoltageDrop is H) then (Route is B.O) (1)
19. If (EMC is IC) and (Price is L) and (VoltageDrop is L) then (Route is F) (1)
20. If (EMC is IC) and (Price is L) and (VoltageDrop is M) then (Route is F) (1)
21. If (EMC is IC) and (Price is L) and (VoltageDrop is H) then (Route is B.O) (1)
22. If (EMC is IC) and (Price is M) and (VoltageDrop is L) then (Route is F) (1)
23. If (EMC is IC) and (Price is M) and (VoltageDrop is M) then (Route is B.O) (1)
24. If (EMC is IC) and (Price is M) and (VoltageDrop is H) then (Route is B.O) (1)
25. If (EMC is IC) and (Price is H) and (VoltageDrop is L) then (Route is B.O) (1)
26. If (EMC is IC) and (Price is H) and (VoltageDrop is M) then (Route is B.O) (1)
27. If (EMC is IC) and (Price is H) and (VoltageDrop is H) then (Route is B.O) (1)

شکل ۷: قوانین فازی



شکل ۸: نمایی از قوانین

پس از بررسی همه مسیرها، مقادیر عضویت و توابع عضویت هر کدام از مسیرها را استخراج می‌نماییم و سپس با مقایسه نتایج، بهترین و بهینه‌ترین مسیر جهت کابل‌کشی مشخص می‌شود. نتایجی که برای ۶ مسیر نتیجه شده است در جدول ۲ آمده است:

جدول ۲: نتایج استخراج شده از سیستم فازی

مسیر	تابع عضویت	ارزش فازی
S1	BO	0.0165
S2	F	0.0505
S3	O	0.0825
S4	O	0.086
S5	F	0.05
S6	BO	0.0145

در جدول فوق، میزان تعلق هر مسیر به مجموعه های فازی آمده است و واضح است که مسیر های S3 و S4 در مجموعه ی 'O' یا 'Optimal' قرار گرفته‌اند و ارزش فازی آن‌ها در این مجموعه به ترتیب ۰.۰۸۲۵ و ۰.۰۸۶ که بر این اساس مسیر S4 از شرایط بهتری برخوردار است.

۷- نتیجه گیری

مطالعه EMC یکی از موضوعات قابل توجه‌ای است که مورد اهمیت قرار دادن آن می‌تواند در کارایی هر سیستم‌تأثیر بسزایی داشته باشد. در این مقاله این پارامتر، در کابل‌های کنترل پست‌های انتقال به منظور دستیابی به مسیر مناسب آن‌ها مورد مطالعه قرار گرفت. از آنجاییکه امروزه از منطق فازی به عنوان یک تکنولوژی موفق در مسائل تصمیم‌گیری یاد می‌شود،

تکنیک فازی را مبنای این کار تحقیقاتی قرار دادیم. روش استنتاج فازی پیشنهادی، به دلیل دوری جستن از محاسبات پیچیده ریاضی و همچنین پیاده‌سازی ساده و آسان آن برگزیده شد و نهایتاً با اعمال این روش، توانستیم با وجود داشتن گزینه‌های انتخابی متعدد، در انتخاب مسیر مناسب کابل‌ها، به خوبی عمل نماییم.

مراجع

- [۱] اتابک مشهدی کشتیبان، محسن حیدری و محمدرضا شریعت، "بررسی اثرات کردن کابل‌های کنترلی از دو طرف در کاهش اضافه ولتاژهای گذرای موجود در پست‌های فوق توزیع و انتقال"، بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق، ۱۳۸۸.
- [۲] حسین حیدری، وحید عباسی و فرامرز فقیهی، "روش نوین بهینه‌سازی مسیر کابل کشی فشار ضعیف در پست‌های فشار قوی با تاکید بر ملاحظات سازگاری الکترومغناطیسی"، بیستمین کنفرانس بین‌المللی برق، ۱۳۸۴.
- [۳] حسین حیدری، وحید عباسی، فرامرز فقیهی، الهه مشتاقی، صدیقه عادل‌خانی و زهره صابری، "اندازه‌گیری و شبیه‌سازی میدان‌های مغناطیسی در تابلو فشار متوسط در راستای بهبود سازگاری الکترومغناطیسی"، بیستمین کنفرانس بین‌المللی برق، ۱۳۸۴.
- [4] Abbasian. F, F. Faghihi and H. Zare, "Presentation of Hybrid Method of Hopfield Neural Network and Analytical Hierarchy Process to Achieve Optimal Routing Algorithm in the Presence of Interference Electromagnetic Fields in IT Based System", International Industrial Engineering Conference, Iran Tehran, 2013.
- [5] Abirami. S, V. Bhanumathi and R. Dhanaskaran, "A Balanced Approach for Power Aware Routing in MANET using Fuzzy Logic". IJCA Proceedings on International Conference in Recent trends in Computational Methods, Communication and Controls (ICON3C 2012), New York, April 2012.
- [6] Alandjani. G and E. E. Johnson, "Fuzzy Routing in Ad Hoc Networks". Performance, Computing and Communications Conference. Conference Proceedings of the 2003 IEEE International Digital Object Identifier, pp. 525-530, 2003.
- [7] Lau. H. C, Chan. W. T M, Tsui. W Tand Pang. P. WK, "Application of Genetic Algorithms to Solve the Multidepot Vehicle Routing Problem", IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, No. 2, Vol. 7, April 2010.
- [8] AlShawi. I. S, Yan. Lianshan, Pan. Wei and Luo. Bin, "Lifetime Enhancement in Wireless Sensor Networks Using Fuzzy Approach and A-Star Algorithm", IEEE Sensors Journal, Vol. 12, No. 10, pp. 310-318, October 2012.
- [9] Sirjani. R, Mohamed. A and Shareef. H, "Heuristic Optimization Techniques to Determine Optimal Capacitor Placement and Sizing in Radial Distribution Networks: A Comprehensive Review", Electrical Review NO. 7, Vol. 18, PP. 1-7, 2012.
- [10] Taimourei Yenesary. R and Saeedian. E, "CORDF: Cluster Heads Optimum Choice and Route Discovery in Multi-hop Connection by using Fuzzy Logic in Wireless Sensor Networks", American Journal of Scientific Research, No. 64, pp. 84-90, 2012.
- [11] Gowri. A, Valli. R and Muthuramalingam. K, "A Review: Optimal Path Selection in Ad hoc Networks using Fuzzy Logic", International journal on applications of graph theory in wireless ad hoc networks and sensor networks (GRAPH-HOC), Vol. 2, NO. 4, December 2010.
- [12] Chelliah. M, Sankaran. S, Prasad. S, Gopalan. N and Siyaseelian. B, "Routing for Wireless Mesh Networks with Multiple Constraints Using Fuzzy Logic", The International Arab Journal of Information Technology, NO. 9, Vol. 1, January 2012.
- [13] Sakthivel. G, Anandhi. T. S, and Natarajan. S. P, "Real Time Implementation Of a Fuzzy Logic Controller on FPGA Using VHDL FOR DC Motor Speed Control", International Journal of Engineering Science and Technology, No. 9, Vol. 2, PP. 4511-4519, 2010.
- [14] Abbasian. F, F. Faghihi, "Presentation of Virtual Electromagnetic Shielding Using Coding Theory to Achieve High Security Data Transferring in Bank Data Center", 6th International Conference on New Trends in Information Science and Service Science (NISS), Taiwan. Taipei, 2012.