مجله نخبگان علوم و مهندسی
Journal of Science and Engineering Elites
جلد ۸- شماره ۱ - سال ۱۴۰۲
www.ElitesJournal.ir

پارامترهای فازی و برنامه های کاربردی آن در سیستم های قدرت

کیمیا تقی پور سروستانی

کارشناسی مهندسی پزشکی- بیوالکتریک، دانشکده علوم و فناوری های پزشکی، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، ایران

htaghipoor480@gmail.com

ارسال: فروردین ماه ۱۴۰۲   پذیرش: فروردین ماه ۱۴۰۲

چکیده

پارامترهای فازی، امروزه به حل بسیاری از مسائل مربوط به تصمیم گیری در علوم مهندسی کمک کرده است. به طوری که در بیشتر مواقع، بهترین تصمیم بر اساس ورودی ها را تولید می کند. اصطلاح فازی به معنی گنگ و نامشخص است. به عبارتی برای هر موقعیتی می توان میزان عدم قطعیتی تعیین کرد.. پارامترهای فازی، بر مبنای تصمیم گیری های انسانی پایه ریزی شده است و کاربردهای فراوانی در حوزه سیستم های قدرت، کنترل، الکترونیک دیجیتال و غیره دارد. در این تحقیق، جبر فازی به عنوان ابزاری برای حل عددی معادلات و روابط مهندسی دارای پارامترهای نامطمئن و نادقیق معرفی می شود. انواع مختلف اعداد فازی مورد بحث قرار خواهند گرفت. همچنین به بررسی اجمالی عدم قطعیت و برنامه های کاربردی پارامترهای فازی در سیستم های قدرت پرداخته می شود.

واژگان کلیدی: واژگان کلیدی: جبر فازی، اعداد فازی، تقریب استاندارد، عدم قطعیت، سیستم های قدرت.

۱– مقدمه

مفهوم و مطالعه در مورد منطق فازی از سال ۱۹۲۰ آغاز شد. فناوری منطق فازی موفقیت چشمگیری در کاربردهای مهندسی متنوع از محصولات مصرفی در بازار انبوه تا مشکلات تصمیم گیری و کنترل پیچیده به دست آورده است [۱,۲]. برنامه های کاربردی در سیستم های قدرت با بیش از ۱۰۰ انتشارات آرشیوی در یک نظر سنجی در سال ۱۹۹۵ گسترده است [۳]. امروزه پارامترهای فازی به یک رویکرد مهم برای مهندسان شاغل به ویژه در حوزه برق تبدیل شده اند. برای کسب نتایج قابل اعتماد از حل عددی مسائل مهندسی، مقادیر دقیق پارامترهای مربوط به معادلات مسئله مورد نیاز است. اما در عمل، چنین مقادیر دقیقی غالبا در دسترس نیستند. معمولا پارامترهای مدل، تغییراتی نشان می دهند که ممکن است مثلا ناشی از اشکالات موجود در آزمایش ها یا فرایندهای ساخت مواد بر اساس مشخصات فیزیکی یا هندسی از پیش تعیین شده، خطاهای معین و غیرمعین، دشواری های نمونه برداری و غیره باشد. در واقع عدم قطعیت یاد شده برگرفته از نقص اطلاعات یا عدم دقت کافی است. بنابراین، نتایج به دست آمده از راه حل هایی که فقط بعضی مقادیر دقیق و معمولی را برای پارامترهای نامعین به کار می برند، نمی توانند به عنوان نمایندهٔ کل نتایج ممکن برای شرایط عدم اطمینان مدنظر قرار گیرند. برای رفع این محدودیت کاربرد نظریهٔ مجموعه های فازی [۴] شیوه ای عملی و واقع گرایانه تر خواهد بود. به ویژه، عدم قطعیت های موجود در پارامترهای مدل را می توان به وسیلهٔ اعداد فازی بررسی کرد.

این اعداد از طریق اشکال خود تاثیر پراکندگی پارامترهایی را که از داده های تجربی یا دانش انسانی به دست می آیند، به نمایش می گذارند. به وسیلهٔ اعداد و جبر فازی، عدم قطعیت های فرضی اولیه در طول فرایند محاسبه و پردازش می شوند، و در نهایت

نتایجی فازی حاصل می شوند که قابلیت اعتماد حل مسئله را منعکس می کنند. کاربرد را اعداد و عملیات جبری فازی، امری بدیهی و ساده نیست. اگر چه عملگرهای معمولی ریاضی را می توان برای اعداد فازی از طریق اصل گسترش [۵] تعمیم داد، مسئلهٔ انجام مناسب و مطلوب عملیات ریاضی به وسیلهٔ اعداد فازی با توابع عضویت و اشکال دلخواه کاربرد جبر فازی را برای جهان واقعی، پیچیده و مشکل می کند.

۲- مبانی نظری

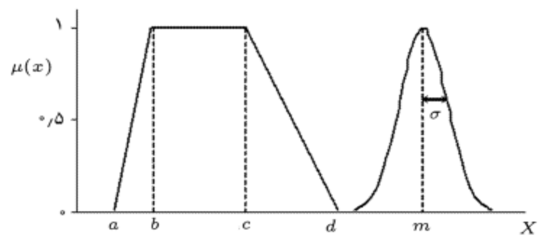
مجموعه های فازی برای اولین بار در اوایل دهه ۱۹۶۰ توسط لطفی زاده [۴] به عنوان یک مدل کلی از عدم قطعیت که در سیستم های مهندسی با آن مواجه می شوند، پیشنهاد شد. پروفسور لطفی زاده ریاضی دان، دانشمند رایانه، مهندس برق و استاد تمام علوم رایانه در دانشگاه کالیفرنیا، برکلی و مبدع نظریهٔ منطق فازی و شاخه های متنوع آن بود. رویکرد ایشان بر مدل سازی عدم قطعیت هایی که معمولا در فرایندهای فکری انسان به وجود می آیند، تاکید داشت. بلمن و لطفی زاده می نویسند: "بسیاری از تصمیم گیری ها در دنیای واقعی در محیطی صورت می گیرد که در آن اهداف، محدودیت ها و پیامدهای اقدامات ممکن به طور دقیق مشخص نیست" [۶].

۳- تعریف اعداد فازی

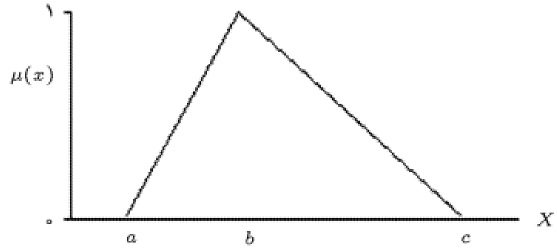
مفهوم اعداد فازی از این واقعیت سرچشمه می گیرد که بسیاری از پدیده های کمّی را نمی توان با یک عدد مطلق و بدون ابهام توصیف کرد. عباراتی مانند حدودا 10/25، یا نزدیک به ۷، و غیره از این دسته اند. اساسا اعداد فازی دسته ای از مجموعه های فازی اند که بعضی ویژگی های خاص را نشان می دهند [۵]. مجموعه های فازی از تعمیم مفهوم مجموعه های معمولی بدین صورت حاصل می شوند که هر عضو مجموعهٔ مرجع تنها با ویژگی عضو بودن یا نبودن در یک زیرمجموعهٔ معین از مجموعهٔ مرجع مشخص نمی شود، بلکه هر عضو مجموعهٔ مرجع با درجه ای معین به زیرمجموعهٔ مذکور تعلق خواهد داشت. مجموعه های معمولی با استفاده از تابع نشانگر مطابق رابطهٔ (۱) بیان می شوند:

$$K_A(x) = \begin{cases} 0 & if\ x \notin A \\ 1 & if\ x \in A \end{cases} \tag{۱}$$

که در آن A زیرمجموعه ای از مجموعهٔ مرجع U است. حال اگر برد تابع نشانگر از مجموعهٔ $\{0 و 1\}$ به بازه [1 و 0] گسترش یابد، شکل جدیدی از مجموعه ها به وجود می آید که ((مجموعه های فازی)) نامیده می شوند و در آن هر عضو مجموعهٔ مرجع در زیر مجموعهٔ دلخواه A دارای درجه عضویتی است که می توان آن را به وسیلهٔ ضابطه ای خاص مشخص کرد. عدد فازی، یک مجموعهٔ فازی محدب روی مجموعهٔ مرجع U با تابع عضویت $\mu(x) \in [0, 1]$ است که فقط به ازاء $x = m \in \Re$ مقدار عضویت آن برابر با یک خواهد بود (شرط تک نمایی بودن). برای مثال، اعداد فازی متقارن گوسی دارای توابع عضویتی مطابق رابطهٔ (۲) هستند:



شکل۱- نمایش عدد فازی $\overline{m}$ با تابع عضویت گوسی، و بازهٔ فازی [b, c] با تابع عضویت ذوزنقه ای



شکل۲- عدد فازی مثلثی $A =< a,b,c >$TFN

$$\mu(x) = e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} \qquad (۲)$$

که در آن m مقدار میانگین، و σ انحراف استاندارد توزیع گوسی را نشان می دهد. با حذف شرط تک نمایی بودن، بازهٔ فازی با تابع عضویت ذوزنقه ای و ضابطهٔ (۳) به دست می آید (شکل۱):

$$\mu(x) = max\ (min\ (\frac{x-a}{b-a},1,\frac{d-x}{d-c})\ \ ,0\ ) \qquad (۳)$$

عدد فازی مثلثی نیز نوع دیگری از اعداد فازی است که عمدتا به دلیل خطی بودن و سادگی محاسبات با آن، برای حل مسائل مهندسی برق مورد توجه بوده است. این اعداد مطابق معادلهٔ (۴) تعریف می شوند (شکل۲):

$$\mu(x) = \begin{cases} ۰ & if\ x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & if\ a \le x \le b \\ \frac{x-c}{b-c} & if\ b < x \le c \\ ۰ & if\ c < x \end{cases} \qquad (۳)$$

۴– جبر فازی

در حل عددی مسائل مهندسی برق، اعداد فازی می توانند نمایندهٔ پارامترهای غیرقطعی و نامطمئن معادلات و مدل ها باشند، موفق بودن محاسبات فازی وابسته به شیوه ای است که این اعداد با استفاده از آن پردازش می شود. این شیوه باید بتواند:

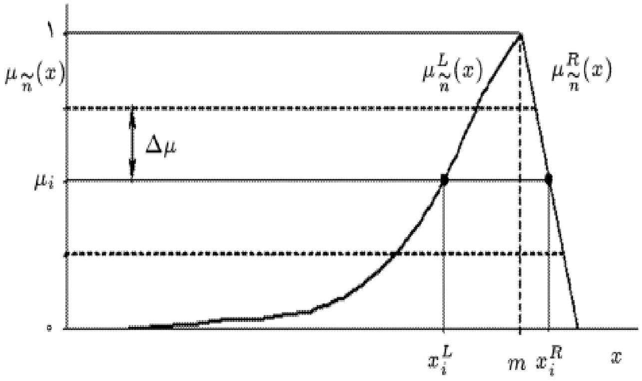
- اعداد فازی با شکل تابع عضویت دلخواه، به ویژه اعداد فازی به دست آمده از داده های تجربی را وارد محاسبات کند.
- عملیات جبری روی این اعداد را به گونه ای محقق سازد که باعث از دست رفتن اطلاعات مربوط به عدم قطعیت نشود.

برای تعریف عملیات جبری با اعداد فازی، می توان دو مفهوم را در نظر گرفت. نخست آن که، اعداد فازی را می توان به مجموعه بازه هایی برای درجات عضویت مختلف، تجزیه کرد که در نتیجهٔ آن جبر اعداد فازی به جبر بازه ای تبدیل می شود[۷]. دوم آن که، اصل گسترش [۵] مطابق معادلهٔ (۵) به کار گرفته شود؛ یعنی طبق این اصل، انجام توابع جبری برای مقادیر معمولی، به مقادیر فازی تعمیم می یابند، بر این اساس، اگر $\overline{a}$ و $\overline{b}$ اعداد فازی با توابع عضویت $\mu_{\overline{a}}(x)$ و $\mu_{\overline{b}}(y)$ باشند، و نیز $x,y \in U$، آنگاه نتیجهٔ عمل ($\overline{c} = f(\ \overline{a}\ ,\overline{b}$ برای تابع دلخواه f با معادلهٔ (5) تعیین می شود:

$$\mu_{\overline{c}}(z) = snp_{z=f\,(x,\,y)}\ min\ \{\mu_{\overline{a}}\ (x)\ ,\ \mu_{\overline{b}}\ (y)\ \} \qquad (۵)$$

گسست توابع عضویت با اشکال دلخواه، استفاده از اصل گسترش را ساده می کند. به طور کلی دو روش برای به دست آوردن اعداد فازی گسسته قابل تصور است: گسست تابع عضویت با تقسیم محور طول ها یا محور عرض ها به بازه هایی با اندازهٔ معین. تقسیم محور طول ها یعنی xها، به دلیل ایجاد پاره ای تاثیرات نامطلوب حین انجام عملیات جبری برای این اعداد فازی، نامطلوب می نماید. مجموعه های فازی به دست آمده، بسته به چگونگی تقسیم محور x اشکال متفاوتی خواهند داشت؛ یعنی اگر بازه ها برای کاهش میزان محاسبات بزرگ در نظر گرفته شوند، ممکن است مجموعه های فازی به دست آمده دیگر محدب، و در نتیجه عدد فازی نباشند – اگر در واقع چنین اند. بنابراین راه حل مناسب، تقسیم محور μ به n بخش مساوی $(\Delta\mu = {}^{1}/_{n})$ است (شکل۳). در این حالت، عدد فازی $\overline{n}$ با عدد فازی گسسته شدهٔ $\overline{n}_d$ طبق معادلهٔ (۶) تقریب زده می شود.

$$\overline{n}_b = \{ (x_0^L , \mu_0) , \dots , (x_n^L , \mu_n) , (x_0^R , \mu_0) , \dots , (x_n^R , \mu_n) \}$$
$$\mu_i = \mu_{i-1} + \Delta_{\mu , i} = 1, 2, \dots , n, \mu_0 = 0 \;\&\; \mu_n = 1 \qquad (۶)$$



شکل۳- تقریب عدد فازی $\overline{n}$ به عدد فازی گسسته شدهٔ $\overline{\mathbf{n}}_{\mathbf{d}}$.

فرض کنید $\mu\frac{L}{n}$(x) و $\mu\frac{R}{R}$(x) توابع یکنواختی باشند که به ترتیب بر شاخهٔ سمت چپ و راست تابع عضویت $\mu_{\overline{n}}$(x) دلالت می کنند. این توابع از معادلهٔ (۷) پیروی خواهند کرد:

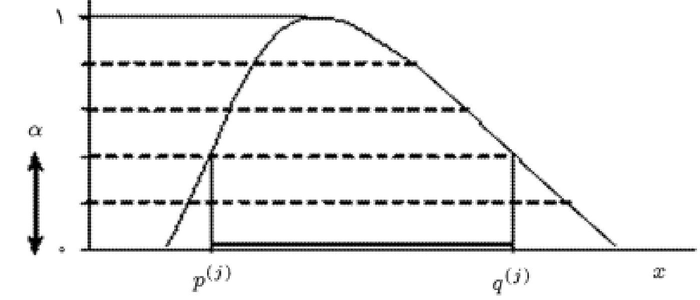
$$\mu_{\bar{n}(x)} = \begin{cases} \mu^L_{\tilde{n}}(x), x \in \left\{ x \middle| \frac{d\mu_{\tilde{n}}(x)}{dx} \geq ۰ \right\} \\ \mu^R_{\tilde{n}}(x), x \in \left\{ x \middle| \frac{d\mu_{\tilde{n}}(x)}{dx} \leq ۰ \right\} \end{cases} \qquad (۷)$$

عناصر x_i^L و x_i^R تکیه گاه عدد فازی گسسته شدهٔ $\overline{n}_d$ مطابق معادلهٔ (۸) داده می شوند:

$$x_i^L = (\mu\tfrac{L}{n})^{-1}(\mu_i) \;\text{ و }\; x_i^R = (\mu\tfrac{R}{n})^{-1}(\mu_i) \;\text{ و }\; i = 0, 1, 2, \dots , n_0 \qquad (۸)$$

برای اعداد فازی گوسی، می توان از عناصر مربوط به i= 0 صرف نظر کرد. با استفاده از اعداد فازی گسسته شدهٔ $\overline{n}_d$ در معادلات (۶) و(۷) که نمایندهٔ اعداد فازی $\overline{n}$ هستند، عملیات جبری را می توان برای هر عنصر از درجات عضویت μ_i به طور جداگانه انجام داد. از میان تعداد ترکیبات ممکن بین این عناصر، ترکیب قابل قبول که در نهایت به نتیجهٔ صحیح می رسد، با استفاده از اصل گسترش تعیین می شود. برای مثال، اگر جمع دو عدد فازی $\overline{a} , \overline{b} > 0$ با استفاده از شکل گسسته شدهٔ آنها، $\overline{a}_d$ و $\overline{b}_d$ مطلوب باشد، $\overline{c}_d$ یعنی شکل گسستهٔ $\overline{c} = \overline{a} + \overline{b}$ فقط با ترکیب عناصر شاخه های چپ هر دو عدد فازی برای شاخهٔ سمت چپ عدد $\overline{c}$، و ترکیب شاخه های سمت راست آنها برای به دست آوردن شاخهٔ سمت راست $\overline{c}$، حاصل می شود. به عبارت دیگر، اگر $\overline{a}$ و $\overline{b}$ طبق معادلهٔ (۶) برحسب x و y تعریف شوند، آنگاه $\overline{c}_d$ بر حسب z :

$$\overline{c}_d = \{(z_0^L , \mu_0), \dots , (z_n^L , \mu_n), (z_0^R, \mu_0), \dots ,(z_n^R, \mu_n)\} \qquad (۹)$$
$$z_i^L = x_i^L + y_i^L \;,\; z_i^R = x_i^R + y_i^R \;,\; \mathrm{i} = 0, 1, 2, \dots , n_0 \qquad (۱۰)$$



شکل۴- تجزیهٔ یک عدد فازی دلخواه به بازه های غیرفازی

به طور کلی، شکل معادلات (۹) و(۱۰) به نوع عمل جبری (جمع، ضرب، لگاریتم و غیره) و اینکه آیا دامنهٔ عدد فازی فقط مثبت، فقط منفی، یا هم مثبت و هم منفی است، بستگی دارد. رویهٔ ارائه شده، بسیار شبیه روش تجزیهٔ اعداد فازی به α- برش ها است. در

این روش، عملیات جبری برای اعداد فازی با استفاده از جبر بازه ای انجام می شود. اگر اعداد فازی $\overline{a}$ و $\overline{b}$، به صورت زیر به مجموعه بازه های A و B تجزیه شوند (شکل۴):

$$A = \{[p_a^{(0)}, q_a^{(0)}], [p_a^{(1)}, q_a^{(1)}], \dots ,[p_a^{(m)}, q_a^{(m)}]\}$$
$$B = \{[p_b^{(0)}, q_b^{(0)}], [p_b^{(1)}, q_b^{(1)}], \dots ,[p_b^{(m)}, q_b^{(m)}]\} \quad (۱۱)$$

و * یکی از چهار عمل اصلی روی بازه ها باشد، مقطع α برای $\overline{a} * \overline{b}$ برحسب مقاطع α برای $\overline{a}$ و $\overline{b}$ *با رابطهٔ* (۱۲) *بیان می شود* [۸].

$$\alpha_{(\tilde{a}*\tilde{b})} = \alpha_{\tilde{a}} * \alpha_{\tilde{b}} \quad (۱۲)$$

برای نمونه، به منظور تعیین نتیجهٔ عمل جبری $\overline{a} \times \overline{b}$ ابتدا باید جبر بازه ها به طور مجزا برای هر سطح عضویت $j = 0, 1, 2, \dots ,m$، μ_j توسط رابطهٔ (۱۳) اعمال شود:

$$[p_a^{(j)}, q_a^{(j)}].[p_b^{(j)}, q_b^{(j)}]= [min\left(M^{(j)}\right), max\left(M^{(j)}\right)]$$
$$M^{(j)}= \{ p_a^{(j)} . p_b^{(j)} , p_a^{(j)} . q_b^{(j)} , q_a^{(j)} . p_b^{(j)} , q_a^{(j)} . q_b^{(j)} \} \quad (۱۳)$$

در نهایت، حاصل فازی عملیات ذکر شده با ترکیب مجدد بازه های به دست آمده به شکل یک عدد فازی در می آید؛ یعنی [۸]:

$$\overline{a} * \overline{b} = U\alpha_{(\overline{a} * \overline{b})} . \alpha \qquad \& \qquad \alpha \in [0, 1] \quad (۱۴)$$

۵– تقریب استاندارد

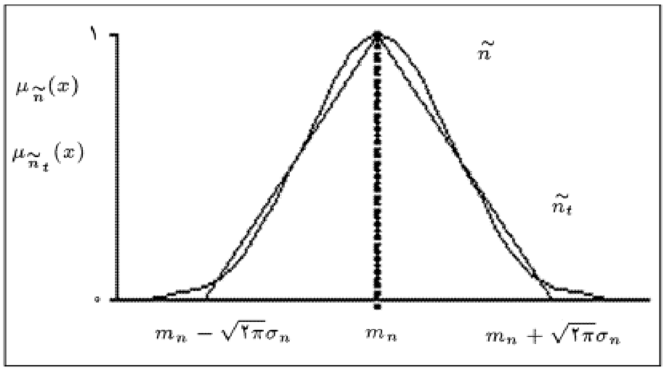
در این روش، نتیجهٔ عمل جبری فازی که ممکن است یک عدد فازی با شکل دلخواه باشد، به یک عدد فازی مثلثی تقریب زده می شود [۵]. البته با توجه به کاربرد جبر فازی برای حل مسائل مهندسی برق آمیخته با عدم قطعیت، به نظر می رسد که در بعضی موارد معایب استفاده از تقریب های خطی وزن بیشتری نسبت به مزیت های آن داشته باشد. اعداد فازی مثلثی تنها تقریبی خام و نادقیق از عدم قطعیت های واقعی اند. به علاوه، تقریب پی در پی اعداد فازی غیرخطی که در اثر انجام عملیات ریاضی غیرخطی مانند ضرب و تقسیم به دست می آیند، به اعداد خطی که برای اجتناب از تغییر شکل تابع مرجع صورت می پذیرد، باعث از دست رفتن اطلاعات مربوط به عدم قطعیت های اولیه در طول فرایند انجام محاسبات مهندسی می شود. عدد فازی $\overline{n}$ با تابع عضویت گوسی $\mu_{\overline{n}}$ (x) را می توان به عدد فازی مثلثی $\overline{n}_t$ با تابع عضویت $\mu_{\overline{n}_t}$ (x) تقریب زد. برای تبدیل این دو نوع تابع به یکدیگر باید روابط (۱۵) و (۱۶) برقرار باشد (شکل۵):

$$\mu_{\overline{n}_t}(m_n) = \mu_{\overline{n}}(m_n) =1 \quad (۱۵)$$
$$\int_{-\infty}^{+\infty} \mu_{\overline{n}_t}(x)\ dx = \int_{-\infty}^{+\infty} \mu_{\overline{n}}(x)\ dx \quad (۱۶)$$

با توجه به روابط بالا، تابع عضویت $\mu_{\overline{n}_t}(x)$ چنین تعیین می شود:

$$\mu_{\overline{n}_t}(x) = max\left\{ 0 , 1 - \frac{|x- m_n|}{\sigma_n \sqrt{2\pi}} \right\} \quad (۱۷)$$

دو مزیت عمدهٔ به کارگیری اعداد فازی مثلثی عبارت اند از: ۱) شیوهٔ محاسبات با توابع خطی که تنها سه پارامتر دارند و حتی در حالت اعداد فازی متقارن به دو پارامتر نیز کاهش می یابد، بسیار ساده است. ۲) نتیجهٔ اعمال جبری خطی فازی به اعداد فازی مثلثی منجر می شود [۵]. به عبارت دیگر، شکل اعداد فازی در طول محاسبه ثابت خواهد ماند و در نتیجهٔ، غیرفازی سازی پارامتر به دست آمده را ساده خواهد کرد.



شکل۵- عدد فازی اولیهٔ $\overline{n}$ با شکل گوسی، و تقریب خطی آن به صورت عدد فازی مثلثی $\overline{n}_t$.

۶- عدم قطعیت در سیستم های قدرت

عدم قطعیت به طرق مختلف در مشکلات سیستم قدرت به وجود می آید. از لحاظ تاریخی، عدم قطعیت بر اساس تصادفی بودن مدل شده است مانند مدل های تصادفی برای تغییرات بار تصادفی، نویز در اندازه گیری ها برای تخمین حالت، نوسانات در پارامترهای مدل و غیره. در عمل، عدم قطعیت قطعا از دانش عملکرد سیستم و اهداف عملیات نیز ناشی می شود. اکتشافات، شهود، تجربه و توصیفات زبانی آشکارا برای مهندسان قدرت مهم هستند. تقریبا هر مشکل مهندسی عملی مستلزم عدم دقت در فرمول بندی مسئله و تجزیه و تحلیل بعدی است. برای مثال، برنامه ریزان سیستم توزیع برای ارائه اطلاعات برای سناریوهای مختلف برنامه ریزی، بر برنامه های شبیه سازی پیش بینی بار فضایی تکیه می کنند [۹].

توصیف های زبانی الگوهای رشد، مانند توسعه سریع و اهداف طراحی مانند کاهش تلفات، ماهیت نادقیق دارند. فرمول بندی های مهندسی متعارف، چنین دانش زبانی و اکتشافی را به شیوه ای موثر در بر نمی گیرند. ارزیابی های ذهنی عدم قطعیت های فوق برای رسیدن به یک تصمیم مورد نیاز است. این عدم قطعیت ها را می توان به طور کلی به دو گروه تقسیم کرد:۱) اندازه گیری ها و مدل های سیستم و۲) محدودیت ها و اهداف ناشی از فرایند تصمیم گیری. نمونه هایی از عدم قطعیت های به وجود آمده در سیستم های قدرت بر اساس چنین طبقه بندی در جداول(۱) و (۲) نشان داده شده است.

جدول ۱- نمونه هایی از اندازه گیری ها/ مدل های فازی	جدول ۲- نمونه هایی از محدودیت ها/ اهداف فازی
موارد احتمالی	ریسک امنیتی قابل قبول
حالت های خرابی تجهیزات	ارزیابی رضایت مشتری
تقریب های خطی	اهداف اقتصادی
نویز اندازه گیری	اهداف زیست محیطی
خطاهای اندازه گیری	محدودیت های بارگذاری تجهیزات
خطاهای مدل سازی	محدودیت های عملیاتی معمولی
زمان وقوع رویدادها	اهداف کیفیت توان
کاهش- پارامترهای مدل	اهداف امنیتی
تقاضای پیش بینی شده	محدودیت های ثبات
دینامیک سیستم	

۷- برنامه های کاربردی سیستم های قدرت

مجموعه های فازی در بسیاری از مناطق سیستم های قدرت اعمال شده اند. جدول (3) فهرستی از حوزه های کاربردی رایج تر است. این بخش کاربردهای مبتنی بر روش فازی خاص مورد استفاده را مورد بحث قرار می دهد. اساسا سه گروه از برنامه ها وجود دارد: سیستم های مبتنی بر قانون با منطق فازی، کنترل کننده های منطق فازی و سیستم های تصمیم گیری فازی.

۷-۱- سیستم های فازی مبتنی بر قانون

رایج ترین کاربرد تکنیک های مجموعه فازی در قلمرو سیستم های مبتنی بر قانون نهفته است. در اینجا، عدم قطعیت ها با هر قاعده در قاعده- پایه مرتبط است. به عنوان مثال، یک مشکل تشخیص ترانسفورماتور را در نظر بگیرید که در آن غلظت گاز محلول، نشان دهنده خطاهای اولیه است. یک بیانیه نمونه مانند قبل برای تشخیص ترانسفورماتور ممکن است: "سطح بالای هیدروژن در روغن عایق ترانسفورماتور اغلب نشان دهنده قوس شدن است". دو عدم قطعیتی که باید مدلسازی شوند به ترتیب، "اغلب" و "زیاد" هستند، که به آسانی به عنوان یک معیار فازی و مجموعه فازی معرفی شده اند.

جدول۳- حوزه های کاربردی مجموعه فازی در سیستم های قدرت

تجزیه و تحلیل اقتضایی
تشخیص/ نظارت
برنامه ریزی توزیع
کنترل فرکانس بار
برنامه ریزی تعمیر و نگهداری ژنراتور
اعزام تولید
محاسبات جریان بار
پیش بینی بار
مدیریت بار
کنترل توان/ ولتاژ واکنشی
ارزیابی امنیتی
کنترل تثبیت (PSS)
تعهد واحد

روش های دقیق ریاضی برای دستکاری مقادیر عددی مرتبط با چنین عدم قطعیتی توسعه داده شده است. توجه داشته باشید که عیب یابی تجهیزات معمولا منطقه جذابی برای کاربرد است، زیرا توسعه مدل های عددی دقیق برای حالت های خرابی معمولا عملی نیست. دشوار است که بدانیم چه تعداد از سیستم های مبتنی بر قانون در سیستم های قدرت، از تکنیک های منطق فازی استفاده می کنند. زیرا بسیاری از ابزارهای توسعه، مکانیسم هایی را برای مدیریت عدم قطعیت ایجاد کرده اند و خود توسعه کنندگان ممکن است از استفاده از منطق فازی غافل باشند. به عنوان مثال، روش عوامل قطعیت که به طور گسترده مورد استفاده قرار می گیرد، یک مورد خاص از یک اندازه گیری فازی است.

۷-۲- کنترل کننده های فازی

پارادایم طراحی کنترل سنتی، تشکیل یک مدل سیستم و توسعه قوانین کنترل از تجزیه و تحلیل این مدل است.کنترل کننده ممکن است بر اساس نتایج آزمایش و تجربه اصلاح شود. به دلیل مشکلات تجزیه و تحلیل، بسیاری از این کنترلرها خطی هستند. رویکرد کنترل کننده فازی تا حدودی معکوس است. قوانین کنترل عمومی که بر اساس تجربه مربوط به یک سیستم خاص است، معرفی می شوند و ملاحضات تحلیل یا مدل سازی بعدا مطرح می شود. به عنوان مثال، قانون کنترل کلی زیر را برای یک سیستم موقعیت یابی در نظر بگیرید:

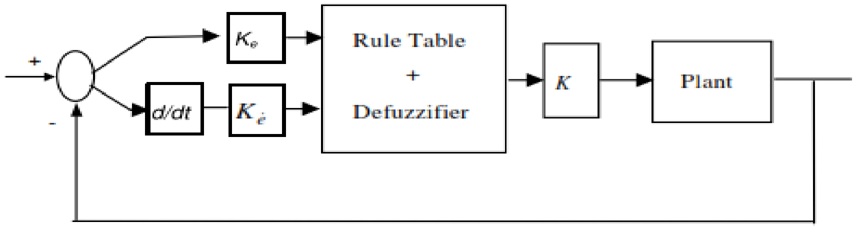
IF خطا کوچک و مثبت است

AND تغییر خطا بزرگ و منفی است

THEN خروجی کنترل کوچک و منفی است

این قانون یک مفهوم کنترلی را برای پیش بینی موقعیت مورد نظر و کاهش سطح کنترل، قبل از رسیدن به نقطه تنظیم، به منظور جلوگیری از فراجهش اجرا می کند. مقادیر "کوچک" و "بزرگ" کمیت های فازی هستند. یک طراحی کنترل کامل، مستلزم ایجاد مجموعه ای از قوانین کنترلی بر اساس ورودی های موجود و طراحی روشی برای ترکیب همه نتیجه گیری های قانون است.

توابع عضویت فازی دقیق، به محدوده معتبر ورودی ها و ویژگی های پاسخ کلی سیستم بستگی دارد. در سیستم های قدرت، کنترل کننده های منطق فازی در درجه اول برای کنترل تثبیت پیشنهاد شده اند که بلوک دیاگرام آنها در شکل (۶) آمده است.



شکل۶- بلوک دیاگرام کنترل کننده منطق فازی [۱۰]

۷-۳- تصمیم گیری و بهینه سازی فازی

گسترده ترین دسته مشکلات در برنامه ریزی و بهره برداری سیستم قدرت، تصمیم گیری و بهینه سازی است که شامل برنامه ریزی انتقال، تجزیه و تحلیل امنیتی، جریان بهینه توان، تخمین وضعیت و تعهد واحد و غیره است. این حوزه های کلی با موفقیت های چشمگیری در جامعه پژوهشی مورد توجه قرار گرفته اند. با این حال، بیشتر برنامه های کاربردی هنوز بیشتر به متخصصان متکی هستند تا به الگوریتم های بهینه سازی پیچیده. مشکل، از تلاش برای جا دادن مسائل عملی در مدل های سفت و سخت سیستمی که می توانند بهینه شوند ناشی می شود. این منجر به کاهش اطلاعات در قالب محدودیت ها یا اهداف ساده شده می شود. ساده سازی مدل سیستم و ذهنی بودن اهداف، ممکن است اغلب به صورت عدم قطعیت در مدل فازی نشان داده شود.

جریان بهینه توان را در نظر بگیرید. اهداف می تواند به حداقل رساندن هزینه، حداقل تنظیمات کنترل، حداقل انتشار آلاینده ها یا حداکثر کردن حاشیه های امنیتی کافی باشد. محدودیت های فیزیکی باید شامل سطوح ولتاژ ژنراتور و باس بار، محدودیت های جریان خط و حاشیه ذخیره باشد. در عمل، هیچ یک از این محدودیت ها یا اهداف به خوبی تعریف نشده اند. با این حال، برای دستیابی به یک راه حل قابل قبول، مصالحه ای بین این ملاحضات مختلف لازم است. ریاضیات فازی یک چارچوب ریاضی برای این ملاحضات فراهم می کند. برنامه های کاربردی در این دسته، تلاشی برای مدل سازی چنین سازش هایی هستند.

۸- نتیجه گیری

به طور حتم یکی از مهمترین و اساسی ترین بخش ها در توسعه و شکوفایی یک صنعت، قابلیت توصیفی آن در مباحث پایه ای و زیر ساختی موضوع مورد بررسی است و از آنجا که از ریاضیات برای بیان صریح و دقیق اصول مهندسی در اغلب رشته ها استفاده می شود، می توان اذعان داشت، ریاضیات در پیشبرد صنعت نقشی اساسی و تعیین کننده دارد؛ اما خود بیان و آنالیز موضوع و تطابق بحث عامل مهمی است که معمولا در حوزه فیزیک جا می گیرد و افراد کمتری به دنبال این موارد رفته، در نتیجه از کاربردهای این مباحث در علوم مهندسی اطلاعات بسیار کمی دارند؛

به همین دلیل در این تحقیق، جبر و اعداد فازی برای انجام محاسبات مهندسی برق معرفی شدند و کاربردهای این روش ها در سیستم های قدرت مورد بررسی قرار گرفت. امروزه کمتر شاخه ای از فیزیک، ریاضیات یا صنعت وجود دارد که در آن از پارامترهای فازی استفاده نشود از علوم مهندسی مانند برق، مکانیک و صنایع خودروسازی گرفته تا حوزه هوش مصنوعی، رباتیک، سیستم های پردازش تصاویر پزشکی و غیره؛ همه با جبر و پارامترهای فازی قابلیت تحلیل ریاضی و بهینه سازی پیدا می کنند. نتایج بدست آمده را می توان چنین بیان کرد:

۱. اعداد فازی، تمام مقادیر ممکن برای یک پارامتر خاص را با شکل تابع عضویت خود نشان می دهند و در نتیجه، گسترهٔ نتایج ممکن را بعد از اعمال جبری به صورت یک عدد فازی نشان می دهند.

۲. به دلیل وجود داده های نادقیق و عدم قطعیت موجود در پارامترها، استفاده از اعداد فازی و جبر فازی نتایج قابل اعتمادتری را نسبت به روش غیرفازی و استفاده از کمیت های معمولی ارائه می دهد.

۳. استفاده از جبر و اعداد فازی در محاسبات دقیق و حساس، دید وسیع تر و ابزار لازم برای تجزیه و تحلیل بیشتر را فراهم می آورد.

در دنیا در حوزه مهندسی برق خصوصا سیستم های قدرت، مسائل زیادی وجود دارند که هر چقدر هم که پیچیده باشند، با یک سری از روش ها در ریاضیات قابل توصیف هستند. پیشنهاد ما برای ادامه کار این است که این مسائل گسترده تر از قبل به کمک ابزار ریاضی مدلسازی و بررسی شوند.

۹- منابع

1. M.-y. Chow, “Fuzzy Systems,” in CRC Press Industrial Electronics Handbook, D. Irwin, Ed.: CRC, 1996.

2. M.-y. Chow, “Fuzzy Logic Based Control,” in CRC Press Industrial Electronics Handbook, D. Irwin, Ed., 1996.

3. J. Momoh, X. Ma and K. Tomsovic, “Overview and Literature Survey of Fuzzy Set Theory in Power Systems,” IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 10, No. 3, Aug. 1995, pp. 1676-1690.

4. L. A. Zadeh, “Fuzzy Sets,” in Information and Control, vol. 8. New York: Academic Press, 1965, pp. 338-353.

5. Kaufmann A., Gupta M.M. “Introduction to fuzzy arithmetic”, Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 9 (1991).

6. R. E. Bellman and L. A. Zadeh, “Decision-making in a Fuzzy Environment,” Management Science, Vol. 17, pp. 141-164, 1970.

7. Alefeld G., Herzberger J., “Introduction to interval computations”, Academic Press, New York, pp. 53-54 (1983).

8. Buckley J., Qu Y., “On using α -cuts to evaluate fuzzy equations”, Fuzzy sets and systems, 38, pp. 309-312 (1990).

9. M.-y. Chow and H. Tram, “Applications of Fuzzy Logic Technology for Spactial Load Forecasting,” IEEE Transactions on Power Systems. 1996, in press.

10. Tomsovic, K., and G. Lambert-Torres. “Fuzzy systems applications to power systems,” In Proceedings of International Conference on Intelligent System Application to Power Systems, pp. 1-10. 1999.