

سیر تطور منطق فازی

در تدوین دو صفحه ابتدایی کتاب تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی بخش‌هایی از کتاب علم مدیریت فازی دکتر آذر را خلاصه کرده بودم. مباحث مفیدی از این کتاب که خلاصه برداری کرده بودم اما برای رعایت اختصار نشد در متن اصلی کتاب حاضر استفاده کنم، در اینجا ارائه شده است. امیدوارم مناسب اهل دانش باشد.

آرش حبیبی

آذر، عادل و حجت فرجی (۱۳۸۱)، علم مدیریت فازی، مرکز مطالعات مدیریت و بهره‌وری ایران، چاپ در سال ۱۹۶۵ پروفیسور لطفی زاده مقاله «مجموعه فازی» را منتشر ساخت. لطفی زاده چیزی را که برتراند راسل، جان لوکاسیه ویچ، ماکس بلک و دیگران آن را «ابهام» یا «چند ارزشی» نامیده بودند، «فازی» نامید. در این مقاله، تاریخچه «منطق فازی» از راسل تا لطفی زاده مورد اشاره قرار می‌گیرد.

دو حادثه در اوایل قرن بیستم منجر به شکل‌گیری «منطق فازی» یا «منطق مبهم» شد (منطق فازی یعنی توان استدلال با مجموعه‌های فازی). اولین حادثه پارادوکس‌های مطرح شده توسط برتراند راسل در ارتباط با منطق ارسطویی بود. برتراند راسل بنیادهای منطقی برای منطق فازی (منطق مبهم) را طرح نمود، اما هرگز موضوع را تعقیب نکرد. برتراند راسل در ارتباط با منطق ارسطویی چنین بیان می‌دارد:

«تمام منطق سنتی بنا به عادت، فرض را بر آن می‌گذارد که نمادهای دقیقی به کار گرفته شده است. به این دلیل موضوع در مورد این زندگی خاکی قابل به کارگیری نیست، بلکه فقط برای یک زندگی ماوراء الطبیعه معتبر است.»

دومین حادثه، کشف «اصل عدم قطعیت» توسط هایزنبرگ در فیزیک کوانتوم بود. اصل عدم قطعیت کوانتومی هایزنبرگ به باور کورکورانه ما به قطعیت در علوم و حقایق علمی خاتمه داد و یا دست کم آن را دچار تزلزل ساخت. هایزنبرگ نشان داد که حتی اتم‌های مغز نیز نامطمئن هستند. حتی با اطلاعات کامل نمی‌توانید چیزی بگویید که صددرصد مطمئن باشید. هایزنبرگ نشان داد که حتی در فیزیک، حقیقت گزاره‌ها تابع درجات است.

در این میان منطقیون برای گریز از خشکی و جزمیت منطق دو ارزشی، منطق های چندارزشی را به عنوان تعمیم منطق دو ارزشی پایه گذاری کردند. اولین منطق سه ارزشی در سال ۱۹۳۰ توسط لوکاسیه ویچ منطق دان لهستانی پایه گذاری شد. سپس منطق دانان دیگری نظیر بوخوار (Bochvar)، کلین (Klieene) و هیتینگ (Heyting) نیز منطق های سه ارزشی دیگری ارائه کردند. در منطق سه ارزشی گزاره ها بر حسب سه ارزش (۱، ۰، ۲) مقدار دهی می شوند، لذا این منطق ها واقعیت ها را بهتر از منطق ارسطویی (۱ و ۰) نشان می دهند. ولی روشن است که منطق سه ارزشی نیز با واقعیت فاصله دارد. لذا منطق های n مقدارده توسط منطقیون از جمله لوکاسیه ویچ ارائه شد.

روشن است که هر چه n عدد صحیح مثبت بزرگتری انتخاب شود، دسته بندی ارزش گزاره ها (گرد کردن آنها به یکی از اعداد مجموعه T_n به واقعیت نزدیکتر خواهد بود و اگر n به سمت بی نهایت میل کند (n)، یک منطق بی نهایت مقدارده تعریف می شود که درجه درستی هر گزاره می تواند یک عدد گویا بین صفر و یک باشد. منطق کاملتر آن است که هر گزاره بتواند هر عدد حقیقی بین صفر و یک را اختیار کند که آن را منطق استاندارد لوکاسیه ویچ می نامند. در واقع ارزش گزاره ها در این منطق طیفی بین درستی و نادرستی یا بین صفر و یک است. منطق فازی نیز یک منطق چند ارزشی است. در این منطق به جای درست یا نادرست، سیاه یا سفید، صفر یا یک، سایه های نامحدودی از خاکستری بین سیاه و سفید وجود دارد. تمایز عمده منطق فازی با منطق چند ارزشی آن است که در منطق فازی، حقیقت و حتی ذات مطالب هم می تواند نادقیق باشد. در منطق فازی، مجاز به بیان جملاتی از قبیل «کاملاً درست است» یا «کم و بیش درست است» هستیم. حتی می توان از احتمال نادقیق مثل «تقریباً غیرممکن»، «نه چندان» و «به ندرت» نیز استفاده کرد. بدیهی است منطق فازی نظام کاملاً انعطاف پذیری را در خدمت زبان طبیعی قرار می دهد.

منطق فازی عبارت است از «استدلال با مجموعه های فازی». مجموعه های فازی توسط ماکس بلک و لطفی زاده ارائه گردید.

ابتدا در سال ۱۹۷۳ ماکس بلک فیلسوف کوانتوم مقاله ای راجع به آنالیز منطق به نام «ابهام» را منتشر کرد. البته جهان علم و فلسفه مقاله بلک را نادیده گرفت، اگر این چنین نمی شد ما هم اکنون باید منطق گنگ را به جای منطق فازی مورد بررسی قرار می دادیم. سپس در سال ۱۹۶۵ لطفی زاده مقاله ای تحت عنوان «مجموعه های فازی» منتشر ساخت. در این مقاله او از منطق چند مقداری لوکاسیه ویچ برای مجموعه ها استفاده کرد. او

نام فازی را برای این مجموعه ها در نظر گرفت تا مفهوم فازی را از منطق دودویی دور سازد. او لغت فازی را انتخاب کرد تا همچون خاری در چشم علم مدرن فرو رود.

ماکس بلک عبارت «مبهم» را به این دلیل استفاده کرد که برتراند راسل و دیگر منطق دانان آن را برای چیزی که ما اکنون آن را «فازی» می نامیم، استفاده کرده بودند. نظریه بلک مورد قبول واقع نشد و در مجله ای اختصاصی که تنها گروه اندکی آن را مطالعه می کردند در سکوت به فراموشی سپرده شد. ماکس بلک که در سال ۱۹۰۹ در شهر باکو در کناره دریای خزر به دنیا آمده بود، در سال ۱۹۸۹ در گذشت. پس از ماکس بلک، لطفی زاده با یک تغییر جدید (تغییر نام «ابهام» به «فازی») راه تازه ای را برای قبولاندن این ایده باز کرد.

لطفی زاده در سال ۱۹۲۱ در باکو چشم به جهان گشود. لطفی زاده یک شهروند ایرانی بوده و پدرش تاجر و خبرنگار روزنامه بود. لطفی زاده از ۱۰ تا ۲۰ سالگی در ایران زندگی کرد و به مدرسه مذهبی رفت. در سال ۱۹۴۲ با درجه لیسانس مهندسی برق از دانشکده فنی دانشگاه تهران فارغ التحصیل شد. او در سال ۱۹۴۴ به آمریکا و به انستیتو فنی ماساچوست (MIT) رفت و در سال ۱۹۴۶ درجه فوق لیسانس را در مهندسی برق دریافت کرد. در آن موقع بود که والدینش از ایران به آمریکا (نیویورک) رفتند. لطفی زاده MIT را ترک کرد و به والدینش در نیویورک پیوست و وارد دانشگاه کلمبیا شد. در سال ۱۹۵۱ او درجه دکترای خود را در رشته مهندسی برق دریافت کرد و به استادان دانشگاه کلمبیا ملحق شد و تا زمانی که به دانشگاه برکلی رفت، در آنجا اقامت داشت. در سال ۱۹۶۳ ریاست بخش برق دانشگاه برکلی را که بالاترین عنوان در رشته مهندسی بود، برعهده داشت.

در سال ۱۹۶۵ پروفسور لطفی زاده مقاله «مجموعه فازی» را منتشر ساخت. در این مقاله، لطفی زاده چیزی را که برتراند راسل، جان لوکاسیه ویچ، ماکس بلک و دیگران آن را «ابهام» یا «چند ارزشی» نامیده بودند، «فازی» نامید.

در سال ۱۹۷۳ لطفی زاده مقاله دیگری منتشر کرد و در آن جزئیات بیشتری در مورد منطق و ریاضیات فازی و به کارگیری آن در سیستم های کنترل مورد بحث قرار داد. در سال ۱۹۷۴ اولین سیستم کنترلی که

مربوط به تنظیم یک موتور بخار بود و براساس منطق فازی کنترل می شد، پیاده سازی گردید. در سال ۱۹۸۵، در آزمایشگاه بل اولین تراشه نادقیق ساخته شد و بعد از آن تراشه هایی با قدرت بیشتر تولید شد. تراشه ای به نام ۳۱۰F که در سال ۱۹۸۹ ساخته شد، قادر بود بالغ بر ۵۰ هزار استنتاج فازی را در یک ثانیه انجام دهد. بدیهی است که روند توسعه و استفاده از تراشه های فازی، راه را برای استفاده از رایانه هایی که از این سخت افزار استفاده می کنند، باز خواهد کرد.

نظریه فازی با پشتکار لطفی زاده گسترش یافت. همراه با گسترش این نظریه، انتقاداتی بر آن وارد شد که عمده ترین آنها را می توان در سه گروه تقسیم بندی کرد:

الف: اولین گروه منتقدین سؤال می کردند که کاربرد منطق فازی چیست؟ چه چیزی شما می توانید با مجموعه فازی انجام دهید؟ در مقابل این سؤال، لطفی زاده و پیروانش برای سال ها نتوانستند هیچ کاربردی را نشان دهند. در دهه ۱۹۷۰ اولین کاربردهای منطق فازی ظاهر شده اما اینها اغلب اسباب بازی های رایانه ای بر گرفته از ایده های ساده ریاضی بود. اولین سیستم فازی توسط ابراهیم ممدانی (Ebrahim mamdani) در انگلستان ارائه شد. در دهه ۱۹۸۰ ژاپنی ها از این سیستم ها برای کنترل استفاده کردند و تا سال ۱۹۹۰ ژاپنی ها بیش از ۱۰۰ محصول با کاربردهای کنترل فازی ارائه دادند.

ب: دومین گروه منتقدین از مراکز علمی و پژوهشی احتمالات بودند. لطفی زاده از اعداد بین صفر و یک برای توصیف ابهام استفاده می کرد. متخصصین احتمالات نیز احساس می کردند که آنها نیز همین کار را انجام می دهند. وقوع درگیری غیرقابل اجتناب بود. بیشتر این انتقادات فازی را همان احتمال با لباس مبدل می دانست. آنها احساس می کردند که لطفی زاده چیز جدیدی ارائه نکرده است و واقعاً کار خاصی انجام نداده است. آنها بیان می کردند که لطفی زاده توان خود را روی قدرت بیان مجموعه های فازی و قدرت تطابق آنها با کلمات معطوف کرده است. در پاسخ به این سؤال، لطفی زاده بیان می دارد که «اصولاً چنین چارچوبی راهی برای مواجهه با مسائلی است که در آنها نادقیق بودن به خاطر عدم وجود معیار صریح عضویت در گروه است، نه حضور متغیرهای تصادفی.»

پ: سومین انتقاد از همه مهمتر بود و آن قهر آشکار منطق دوازده‌گانه بود. برای لطفی زاده درست بودن یا حتی داشتن ظاهری درست در آن بود که منطق ارسطو نادیده انگاشته شود. این بدان معناست که چیزها مجبور نیستند، سیاه یا سفید باشند. انتقادات دوازده‌گانه دو نوع بودند: نوع اول می‌گوید که منطق دو ارزشی کارایی دارد، منطق دوازده‌گانه هزاران سال است که به ما خدمت کرده و رایانه‌ها را به کار انداخته است. ممکن است مقداری هزینه داشته باشد، اما ساده است و کار می‌کند.

نوع دوم انتقاد، فریادی از خشم است. این مورد ردپای علم جدید در رد (A) و نقیض (A) و اصرار به درستی (A) یا نقیض (A) است. اما در این مورد نیز می‌توان گفت که منطق چندارزشی می‌تواند مشکل دوازده‌گانه را نیز حل کند.