



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

## پایان نامه‌ی کارشناسی

مهندسی برق - کنترل

# کنترل سطح سیالات بر اساس تئوری فازی

استاد راهنما

دکتر فرهاد بیات

نگارش

میر احسان رشیدی

شهریور ۱۳۹۶

## تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب میر احسان رشیدی متعهد می‌شوم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه با عنوان "کنترل سطح سیالات با منطق فازی" حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آن‌ها استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع و در فهرست منابع و مأخذ ذکر گردیده است. این پایان‌نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است. در صورت اثبات تخلف (در هر زمان)، مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه، از اعتبار ساقط خواهد شد. کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه زنجان می‌باشد.

میر احسان رشیدی

امضا

## قدردانی

در ابتدا از تمامی کسانی که مرا در انجام دادن این پروژه یاری کردند علی الخصوص

استاد گران قدر دکتر فرهاد بیات کمال تشکر را دارم. هم چنین از جناب مهندس سلیمی و جناب مهندس معدن پور که کمک بسیاری در پیشبرد این طرح انجام داده اند متشکرم.

ضمناً از پدر و مادرم که از هیچ کمکی برای پیشرفت بنده دریغ نکردند از صمیم قلب سپاسگزارم.

## فهرست مطالب

چکیده	۶
مقدمه	۷
فصل اول : منطق فازی	۹
تئوری فازی از ابتدا تا کنون	۹
روابط اعداد با حالات و مجموعه ها در منطق فازی	۱۱
تئوری مجموعه های فازی	۱۲
متغیرهای زبانی	۱۳
سیستم های فازی	۱۵
متغیر ها در منطق فازی	۱۸
طراحی کنترل کننده فازی	۲۲
منطق فازی در اتوماسیون صنعتی	۲۴
کنترل چند متغیره:	۲۵
همراه کردن منطق فازی و PLC	۲۷
سخت افزار Fuzzy PLC	۲۷
نرم افزار Fuzzy PLC	۲۷
چند مثال ساده از منطق فازی در صنعت	۲۸
ماشین شستشوی فازی:	۲۸
تثبیت کننده تصویر دیجیتال:	۲۸
کنترل فازی کوره سیمان	۲۸
کنترل فازی قطار زیرزمینی :	۳۰
فصل دوم: کلیات طراحی یک کنترلر سطح مایع	۳۱
مسئله تاخیر زمانی و راه حل‌های موجود :	۳۲
کنترل فازی	۳۴
نرم افزار شبیه سازی	۳۵
فصل سوم: شبیه سازی سیستم کنترل دمای سیال در متلب	۳۷
طراحی کنترل کننده فازی برای سیستم کنترل سطح آب	۳۹
شبیه سازی سیستم کنترل سطح سیالات به صورت دینامیکی	۴۴
شبیه سازی دینامیکی سیستم	۴۸
فصل چهارم : معرفی قطعات الکترونیکی	۵۱

.....	موتور های DC :	۵۱
.....	معرفی و راه اندازی التراسونیک Ultrasonic	۵۴
.....	اصول کار التراسونیک (Ultrasonic) بر چه اساس است؟	۵۴
.....	رگلاتورهای ۷۸XX	۵۹
.....	فصل پنجم: سمبل مدارى و بدنه دستگاه	۶۱
.....	مدارات اصلى	۶۱
.....	۱- مدار میکرو کنترلر	۶۱
.....	تصاویر پروژه	۶۲
.....	منابع و مآخذ	۶۳

## چکیده

در این رساله سعی بر این است، روشی برای کنترل سطح سیالات درون یک مخزن بدست بیاید. حال ما در این پروژه به روش منطق فازی سطح را کنترل می‌کنیم. در روش منطق فازی بایستی بر برخی از پارامترهای مربوطه آشنا باشیم به طور مثال، تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها، توابع عضویت، قواعد فازی.

بعد از شبیه‌سازی در سیمولینک متلب که در فصل‌های بعد به آن اشاره کرده‌ام، برای ساخت دستگاه ما مستلزم اطلاعاتی راجع به سخت‌افزارهای مورد نیاز و موجود در بازار داریم، که این اطلاعات بعد از شناسایی سخت‌افزار از طریق دیتاشیت به دست می‌آید که میتوان به رنج ولتاژها و جریان‌های کاری و مدار معادل اشاره کرد.

در این سیستم ما دما را توسط سنسورهای مربوط خوانده و توسط CPU که همان مرکز پردازش سیستم و کنترلر ما است اطلاعات را پردازش کرده و مدارات فرمان را راه‌اندازی میکنیم. مدارات فرمان هم مدارات قدرت را که از جمله آن‌ها میتوان به رله و تریاک اشاره کرد، راه‌اندازی می‌کنند و سیستم شروع به کار می‌کند.

بر حسب قواعد نگارش پایان‌نامه‌ها از آوردن دقیق شکل مدارها و کدهای برنامه‌نویسی به طور مستقیم در نسخه چاپی معذورم و آن‌ها را به همراه شبیه‌سازی‌ها در فایل پیوست قرار می‌دهم.

## مقدمه

مفاهیم نادقیق بسیاری در پیرامون ما وجود دارند که آنها را به صورت روزمره در قالب عبارتهای مختلف بیان می‌کنیم. به این جمله دقت کنید: " هوا خوب است." هیچ کمیتی برای خوب بودن هوا مطرح نیست تا آن را اندازه بگیریم بلکه این یک حس کیفی است. در واقع مغز انسان با در نظر گرفتن فاکتورهای مختلف و بر اساس تفکر استنتاجی جملات را تعریف و ارزش گذاری می‌نماید که مدل سازی آنها به زبان و فرمولهای ریاضی اگر غیر ممکن نباشد کاری بسیار پیچیده خواهد بود. منطق فازی تکنولوژی جدیدی است که شیوه‌هایی را که برای طراحی و مدل سازی یک سیستم نیازمند ریاضیات پیچیده و پیشرفته است، با استفاده از مقادیر زبانی و دانش فرد خبره جایگزین می‌سازد.

اگر از ما پرسیده شود منطق فازی چیست شاید ساده ترین پاسخ بر اساس شنیده‌ها این باشد که Fuzzy Logic یا Fuzzy Theory یک نوع منطق است که روش‌های نتیجه‌گیری در مغز بشر را جایگزین می‌کند. مفهوم منطق فازی توسط دکتر لطفی زاده، پروفیسور دانشگاه کالیفورنیا در برکلی، ارائه گردید و نه تنها به عنوان متدولوژی کنترل ارائه شد بلکه راهی برای پردازش داده‌ها، بر مبنای مجاز کردن عضویت گروهی کوچک به جای عضویت گروهی دسته‌ای ارائه کرد. به جهت نارسا و نابسندگی بودن قابلیت کامپیوترهای ابتدایی تا دهه ۷۰ این تئوری در سیستم‌های کنترلی به کار برده نشد.

پروفیسور لطفی زاده اینطور استدلال کرد که بشر به ورودی‌های اطلاعاتی دقیق نیازی ندارد بلکه قادر است تا کنترل تطبیقی را به صورت بالایی انجام دهد. پس اگر ما کنترل کننده‌های فیدبک را در سیستم‌ها طوری طراحی کنیم که بتواند داده‌های مبهم را دریافت کند، این داده‌ها میتوانند به طور ساده‌تر و موثرتری در اجرا به کار برده شوند.

به این تعاریف منطق فازی دارای این قدرت است که در تنظیم سیستم‌ها از میکرو کنترل‌های ساده و کوچک و جاسازی شده گرفته تا PC های چند کاناله شبکه شده بزرگ یا سیستم‌های کنترلی به کار برده شود. این منطق دارای قدرتی اجرایی در سخت افزار، نرم افزار یا ترکیبی از هر دوی این‌هاست. در واقع منطق فازی راه ساده‌ای را برای رسیدن به یک نتیجه قطعی و معین بر پایه اطلاعات ورودی ناقص، خطا دار، مبهم و دوپهلوی فراهم می‌کند.

منطق فازی یک قانون ساده بر مبنای IF x And y THEN z را بیان میکند.

"IF (process is too cool) AND (process is getting colder) THEN  
(Add heat to the process) "

"IF (process is too hot) AND (process is heating rapidly) THEN  
(Cool the process quickly)"

به کار برده شود. درست مثل کاری که در هنگام پر کردن پارچ آب انجام می دهیم. در صورتی که ارتفاع آب خیلی زیاد یا خیلی کم باشد، بدون اینکه از ارتفاع دقیق آب اطلاعی داشته باشیم تنها بر اساس پردازش انجام شده در مغز به کمک دریافت سطح از طریق حسگرهای بینایی با کمی سختی کشیدن آب را به سرعت به ارتفاع دلخواه در می آوریم یا آنکه میتوانیم در یک اتاق به اشیاء گوناگونی نگاه کنیم و تصمیم بگیریم کدامیک بیشتر شبیه صندلی است و یا به مردم نگاه کنیم و بگوییم کدامیک شبیه جان وین و یا کدامیک بیشتر شبیه گاندی است. منطق فازی قادر به تقلید اینگونه رفتارها اما با سرعت بسیار بالایی است. از طرفی باید به این نکته هم توجه کنیم که تمامی سیستم های طبقه بندی ساخته ذهن انسان هستند و برچسب درست تا زمانی که یک سیستم طبقه بندی نسبت داده می شود که سیستم کنترلی دیگر آن را رد نکند مثلا در تئوری نسبیت دیگر درست نیست بگوییم زمین دور خورشید میگردد پس خورشید هم دور زمین می گردد. یا به عنوان مثال دیگر، کشف موجودی عجیب در استرالیا که پلاتی پوس نامیده می شود و بر خلاف پستانداران دیگر همانند خزندگان تخم میگذارد و جوجه های جوان را شیر می دهد. با این تعاریف می توان گفت که منطق فازی یک تکنولوژی کنترلی بسیار قدرتمند است که به جای ساختن یک حصار در اطراف یک طبقه بندی سعی دارد آن را به گونه ای توصیف کند که به ایده نزدیک تر است.



## فصل اول : منطق فازی

### تئوری فازی از ابتدا تا کنون

منطق فازی یا Fuzzy Logic برای اولین بار در سال ۱۹۶۰ توسط دکتر لطفی زاده، استاد علوم کامپیوتری دانشگاه برکلی کالیفرنیا ابداع شد.

مقاله کلاسیک پرفسور لطفی زاده درباره مجموعه فازی که در سال ۱۹۶۵ به چاپ رسید، سرآغاز جهتی نوین در علوم و مهندسی سیستم و کامپیوتر بود. پس از آن پرفسور لطفی زاده به پژوهشهای خود در زمینه مجموعه فازی ادامه داد تا آنکه در سال ۱۹۷۳ طی یک مقاله کلاسیک دیگر تحت عنوان "شرحی بر دیدی نو در تجزیه و تحلیل سیستم‌های پیچیده و فرایندهای تصمیم‌گیری" مفهوم استفاده از متغیرهای زبانی را در سیستم‌های حافظه و کنترل مطرح کرد. این مقاله اساس تکنولوژی کنترل بر مبنای منطق فازی است که در آینده اثرات عمیق در طراحی سیستم‌های کنترل هوشیار خواهد داشت. گرچه منطق فازی کاربردی خیلی وسیع‌تر از منطق متداول دارد ولی پرفسور لطفی زاده معتقد است که منطق فازی اکسیر و نوشدارو نیست. وی میگوید "کارهای زیادی هست که انسان میتواند به آسانی انجام دهد در حالی که کامپیوترها و سیستمهای منطقی فازی یک فرا مجموعه از منطق بولی است که بر مفهوم درستی نسبی، دلالت می‌کند. منطق کلاسیک هر چیزی را بر اساس یک سیستم دوتائی نشان می‌دهد ولی منطق فازی درستی هر چیزی را با یک عدد که مقدار آن بین صفر و یک است نشان می‌دهد. مثلاً اگر رنگ سیاه را عدد صفر و رنگ سفید را عدد ۱ نشان دهیم، آن گاه رنگ خاکستری عددی نزدیک به صفر خواهد بود. در سال ۱۹۶۵، دکتر لطفی‌زاده نظریه سیستم‌های فازی را معرفی کرد. در فضایی که دانشمندان علوم مهندسی به دنبال روش‌های ریاضی برای شکست دادن مسایل دشوارتر بودند، نظریه فازی به گونه‌ای دیگر از مدل‌سازی، اقدام کرد.

منطق فازی معتقد است که ابهام در ماهیت علم است. بر خلاف دیگران که معتقدند که باید تقریب‌ها را دقیق‌تر کرد تا بهره‌وری افزایش یابد، لطفی‌زاده معتقد است که باید به دنبال ساختن مدل‌هایی بود که ابهام را به عنوان بخشی از سیستم مدل کند. در منطق ارسطویی یک دسته‌بندی درست و نادرست وجود دارد. تمام گزاره‌ها درست یا نادرست هستند. بنابراین جمله "هوا سرد است" در مدل ارسطویی اساساً یک گزاره نمی‌باشد، چرا که مقدار سرد بودن برای

افراد مختلف متفاوت است و این جمله اساساً همیشه درست یا همیشه نادرست نیست. در منطق فازی، جملاتی هستند که مقداری درست و مقداری نادرست هستند. برای مثال، جمله "هوا سرد است" یک گزاره منطقی فازی می‌باشد که درستی آن گاهی کم و گاهی زیاد است. گاهی همیشه درست و گاهی همیشه نادرست و گاهی تا حدودی درست است. در اوائل دهه ۱۹۸۰ این زمینه از نقطه نظر تئوریک پیشرفت کندی داشت. در این مدت راه حل‌ها و مفاهیم جدید اندکی معرفی گردید چرا که هنوز افراد کمی داشتند روی ان کار می‌کردند. در واقع کاربردهای کنترل فازی بود که هنوز تئوری فازی را سر پا نگاه داشته بود. مهندسان ژاپنی به سرعت دریافته‌اند که کنترل کننده‌های فازی به سهولت قابل طراحی بوده و در مورد بسیاری مسائل می‌توان از آنها استفاده کرد. بدلیل اینکه کنترل فازی به یک مدل ریاضی نیاز ندارد.

دهه ۱۹۷۰، تئوری فازی رشد پیدا کرد و کاربردهای عملی ظاهر گردید. اگر بگوییم پذیرفته شدن تئوری فازی بعنوان یک زمینه مستقل بواسطه کارهای بر جسته پروفیسور لطفی زاده بوده سخن به گزاف نگفته ایم. بسیاری از مفاهیم بنیادی تئوری فازی بوسیله ایشان در اواخر دهه ۶۰ و اوائل دهه ۷۰ مطرح گردید. پس از معرفی مجموعه ای فازی در سال ۱۹۶۵ او مفاهیم الگوریتم های فازی در سال ۱۹۶۸ تصمیم گیری فازی در سال ۱۹۷۰ و ترتیب فازی را در سال ۱۹۷۱ مطرح نمود. در سال ۱۹۷۳ او مقاله دیگری را منتشر کرد به نام (طرح یک راه حل جدید برای تجزیه تحلیل سیستم های پیچیده و فرایندهای تصمیم گیری). این مقاله اساس کنترل فازی را بنا کرد. او در این مفهوم متغییر های زبانی و استفاده از قواعد اگر آنگاه را برای فرموله کردن دانش بشری معرفی نمود. رخداد بزرگ در دهه ۱۹۷۰ تولد کنترل کننده های فازی برای سیستم های واقعی بود. در سال ۱۹۷۵ ممدانی و اسیلیان چهارچوب اولیه ای را برای کنترل کننده فازی مشخص کردند و کنترل کننده فازی را به یک موتور بخار اعمال نمودند. نتایج در مقاله ای تحت عنوان "آزمایشی در سنتز زبانی با استفاده از یک کنترل کننده فازی" منتشر گردید. آنها دریافته‌اند که ساخت کنترل کننده فازی بسیار موضوع جدی در دستور کار خود قرار دادند. در فوریه ۱۹۹۲ اولین کنفرانس بین المللی IEEE در زمینه سیستمهای فازی در سان دیگو برگزار گردید. این یک اقدام سمبلیک در مورد پذیرفتن سیستم های فازی بوسیله بزرگترین سازمان مهندسی یعنی IEEE بود. در سال ۱۹۹۳ بخش سیستم های فازی IEEE گشایش یافت. از نقطه نظر تئوری سیستم های فازی و کنترل در اواخر دهه ۸۰ و اوائل دهه ۹۰ رشد چشم گیری پیدا کرد و پیشرفتهایی در زمینه برخی مشکلات اساسی سیستمهای فازی صورت گرفت. بعنوان مثال تکنیک های شبکه عصبی برای تعیین و تنظیم توابع تعلق استفاده شدند. با وجودی که تصویر سیستم های فازی شفاف تر شده با این حال کارهای زیادی هنوز باید انجام شود و بسیاری از راه حل‌ها و روش‌ها در ابتدای راه قرار دارد. ما اعتقاد داریم که تنها سرمایه گذاری مراکز تحقیقاتی معتبر بر روی افراد مستعد و خلاق می‌تواند باعث پیشرفتهای عمده در زمینه تئوری فازی شود.

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

## منابع و مآخذ

W.Tan, 'Water level control for a nuclear steam generator', Nuclear Engineering and Design, vol.۲۴۱, pp.۱۸۷۳-۱۸۸۰, ۲۰۱۱

[۱] Li-Xin Wang , A Course In Fuzzy Systems and Control , Prentice Hall , ۱۹۹۶

[۲] Hung T. Nguyen , Elbert A. Walker, A First Course in Fuzzy Logic , A First Course in Fuzzy Logic , ۲۰۰۵

[۳] Rajjan Shinghal , Introduction to Fuzzy Logic , PHI , ۲۰۱۳

[۴] شناسایی و کنترل فازی، جان.اچ.لایلی ، محمود جورابیان، میلاد همتیان ، نیاز دانش ۱۳۹۰

[۵] محاسبات نرم با مجموعه های فازی و شبکه های عصبی، رضا حسین قللی زاده، مهر

ایمان، ۱۳۷۸

[۶] Mendel, J. M. , Uncertain Rule-Based Fuzzy Logic Systems: Introduction and New Directions, Prentice Hall PTR, ۲۰۰۱

[۷] Kasabov, N. K. , Foundations of Neural Networks, Fuzzy Systems, and Knowledge Engineering, The MIT Press ۱۹۹۸

[۱۱] سید مجتبی میر جوادی، آموزش نرم افزار Matlab، نشر پارس، ۱۳۹۱