بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکزی

دانشکده فنی و مهندسی ، گروه برق

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد(M.Sc)

گرایش : الکترونیک

عنوان

پیاده سازی کنترل PID با استفاده از ناظر فازی برای مدیریت انرژی در ساختمان ها

استاد راهنما

دکتر شهرام جوادی

استاد مشاور

دکتر سید زین العابدین موسوی

پژوهشگر

هدیه دباغی

تابستان ۱۳۹۱

سپاس بیکران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

در ابتدا بر خود لازم می‌دانم که از زحمات استاد گرانقدر جناب آقای **دکتر جوادی** که در این مدت از بنده حمایت کامل را ابراز داشتند کمال تشکر و قدردانی داشته باشم و برای ایشان موفقیت روزافزون و کسب درجات علمی بالاتر را از خداوند منان خواهانم.

از استاد ارجمند جناب آقای **دکتر موسوی** که حامی و گره‌گشای بسیاری از مشکلات بنده در این مدت بودند کمال تشکر و قدردانی می‌نمایم و برای ایشان موفقیت در تمامی مراحل زندگی و کسب درجات علمی بالاتر را از ایزد منان خواهانم.

همچنین از جناب آقای **دکتر فرخی** که داوری پایان نامه اینجانب را تقبل نمودند صمیمانه تشکر و سپاسگزاری می‌نمایم.

در انتها تشکر و قدردانی صمیمانه و خالصانه خود را به **مهندس امیر پارسایی** که در تمام این مدت مشوق و حامی بزرگی برای بنده بودند تقدیم می‌نمایم و از خداوند حکیم برای ایشان موفقیت روزافزون در تمامی مراحل زندگی را خواستارم.

تقدیم به مهربان فرشتگانی که :

لحظات ناب باورِ بودن، لذت و غرورِ دانستن، جسارتِ خواستن، عظمتِ رسیدن و تمام تجربه‌های یکتا و زیبای زندگیم، مدیون حضور سبز آنهاست . . .

پدر و مادرعزیزم

و

همسر مهربانم

چکیده

بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها نیازمند طراحی و پیاده سازی سیستم‌های کنترل بهینه با کارایی بالا است. استفاده از انرژی‌های نو به جای انرژی‌های فسیلی از مهمترین اهداف بهینه سازی مصرف انرژی است. اما امروزه انرژی‌های نو به تنهایی قادر به تامین همه انرژی‌های مورد نیاز در ساختمان نیست. پژوهش‌های بسیاری به منظور استفاده حداقلی از انرژی‌های فسیلی و استفاده حداکثری از انرژی‌های نو صورت گرفته است. برای این منظور باید سیستم‌های کنترلی مناسب برای مدیریت مصرف انرژی طراحی گردد. ساده ترین سیستم کنترلی سیستم ابتدایی کلیدهای روشن/خاموش بود. کنترل کننده های تناسبی انتگرالی مشتق گیر از سیستم‌های استانداردی هستند که بیشترین کاربرد را از بین کنترل کننده‌ها داشته اند. کنترل‌کننده‌های پیشرفته تر و پیچیده‌تری نیز مانند کنترل پیش بینانه مدل نیز در بهبود کارایی این سیستم‌ها آزمایش شده است. مهمترین مسئله در طراحی کنترل کننده‌های استاندارد تناسبی انتگرالی مشتق گیر تنظیم مناسب ضرایب آن است. تلاش بسیار زیادی برای تنظیم این ضرایب با استفاده هوش مصنوعی در حال انجام است. از این بین منطق فازی به دلیل انعطاف پذیری زیادی که در بیان مسئله از طریق آن وجود دارد، در کنترل دما و مدیریت منابع انرژی جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است. تعیین مشخصه‌های مناسب برای مدیریت انرژی، کمک شایانی در طراحی و سنجش عملکرد کنترل کننده در مرحله پیش از مدلسازی می-کند. در این پژوهش یک طرح ترکیبی فازی با کنترل کننده تناسبی انتگرالی مشتق گیر برای کنترل و مدیریت مصرف انرژی در ساختمان ارایه شده است. کنترل کننده ارایه شده توسط یک ناظر فازی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و ضرایب کنترل کننده در هر لحظه به صورت خودتنظیم به روز رسانی می‌شود. برای بررسی عملکرد سیستم کنترلی ارایه شده یک ساختمان مدل سازی شده است و سیستم کنترلی مورد نظر در کنار مدل ساختمان شبیه سازی شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که سیستم خود تنظیم نسبت به سیستم کنترلی استاندارد و سیستم کنترلی استاندارد همراه با ناظر فازی عملکرد بهتری دارد. به طوری که در سیستم پیشنهادی شاخص میزان ردیابی دمای مرجع ٪ ۹۹/٤٥ و شاخص معیار عملکرد سیستم ٪ ۹٥/٤۰٥ بدست آمده است. میزان مصرف سوخت فسیلی نیز با این کنترل کننده جدید نیز کاهش یافته است.

کلمات کلیدی: مدیریت انرژی ساختمان، انرژی ترکیبی، کنترل کننده خود تنظیم، کنترل کننده فازی، کنترل کننده ترکیبی

فهرست مطالب

فصل اول ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ طرح موضوع ۵

۱-۳ بیان مسئله ۸

۱-٤ ضرورت انجام تحقیق ۱۰

۱-۵ اهداف پژوهش ۱۱

۱-٦ سوالات یا فرضیه های تحقیق ۱۱

فصل دوم ۱۳

سیستم های کنترل و مانیتورینگ ۱۳

۲-۱ مهندسی کنترل و مانیتورینگ ۱٤

۲-۲ کنترل و اتوماسیون ۱۵

۲-۳ انواع کنترل کننده ها ۱۷

۲-۳-۱ کنترل کننده های گسسته ۱۸

۲-۳-۲ کنترل کننده های پیوسته ۱۸

۲-٤ طراحی کنترل کننده ۲۰

۲-٤-۱ تنظیم کنترل کننده ۲۱

۲-۵ ارتباط هوش مصنوعی و کنترل ۲۲

۲-۵-۱ هوش مصنوعی (AI) ۲۳

۲-۵-۲ شبکه عصبی مصنوعی(ANN) ۲۳

۲-۵-۳ استفاده از هوش مصنوعی در کنترل ۲٤

۲-٦ منطق فازی ۲۸

۲-٦-۱ اصول بنیادی منطق فازی ۲۹

۲-٦-۲ مجموعه های فازی و زبان طبیعی ۳۰

۲-٦-۳ نحوه به کارگیری منطق فازی ۳٤

۲-۷ چهارچوب نظری طرح پیشنهادی ۳۵

۲-۷-۱ شاخصهای کنترل ۳۶
۲-۷-۲ مدل تحقیق ۳۸
۲-۷-۳ طراحی و محاسبات سیستم حرارتی ۳۹
۲-۷-٤ مدلسازی ریاضی سیستم گرمایی ساختمان ٤۲
فصل سوم ٤٤
۳-۱ کنترل کننده PID معمولی ٤٥
۳-۲ کنترل کننده فازی و ساختار کنترل ترکیبی ٤٦
۳-۳ ساختار موازی: انتقال بین کنترل کننده PID و فازی ٤۷
۳-٤ نظارت فازی کنترل کننده PID ٤۸
۳-٥ طراحی فرایند کنترل ترکیبی Fuzzy-PID ٤۸
فصل چهارم ٥۱
روش پیشنهادی-کنترل کننده خودتنظیم Fuzzy-PI ٥۱
٤-۱ مبانی نظری ٥۲
٤-۲ شرح الگوریتم طرح پیشنهادی ٥۳
فصل پنجم ٥٥
٥-۱ شبیه سازی مدل دینامیک سیستم حرارتی ٥٦
٥-۲ شبیه سازی دمای خارج از محیط ٥۸
٥-۳ شبیه سازی کنترل کننده PID ٥۹
٥-٤ کنترل کننده ترکیبی Fuzzy-PID ٦۳
٥-٤-۱ فازی سازی ٦٤
٥-٤-۲ قوانین فازی ٦۷
٥-٤-۳ نتایج ٦۹
٥-٥ کنترل کننده خودتنظیم Fuzzy-PI ۷۱
٥-٥-۱ فازی سازی ۷۲
٥-٥-۲ نتایج ۷٦
٥-٦ نتیجه گیری ۷۸

مراجع ٨٠

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

نیاز انسان به انرژی از زمانی آغاز شد که او می خواست روند بقای خود را در طبیعت استحکام بخشیده و از انرژی موجود در طبیعت در جهت به قدرت رسیدن استفاده نماید. شاید اول بار انسان توانسته بود با بکار گیری انرژی پتانسیل که ما امروزه این اصطلاح را بکار می بریم بر حیوان قوی تر و بزرگ تر از خود غلبه نماید و از گوشت آن جهت غذا واز پوست آنها جهت محافظت در برابر انرژی های دیگر استفاده کند. انسان اولیه از انرژی خورشید جهت کشاورزی نیز استفاده می‌نموده است وشاید مهمترین انرژی که توانست روند زندگی اورا تغییر دهد کشف آتش بود. او با مهار نمودن آتش و در اختیار گرفتن آن هم آسایش بیشتری را برای خود رقم زد و هم توانست بر نیروهای طبیعی غلبه نماید. گرچه این انرژی در بسیاری از موارد جهت از بین بردن رقیب هم‌نوع خود نیز بکار برده شده است. کشف انرژی های جدید از یک طرف و تبدیل آن‌ها به انرژی های قابل استفاده از طرف دیگر انسان‌ها را در تکاپوی هر چه بیشتر برای تبدیل انواع انرژی‌ها به شکل قابل استفاده آن وادار کرد. کشف چرخ دوار و استفاده از آن انسان را بیش از پیش قدرتمند تر کرد تا جائی‌که توانست مسافت های طولانی را با استفاده از چرخ دوار طی نماید بطور خلاصه انسان ها در حال حاضر نیز دغدغه اصلی تامین انرژی جهت فعالیت های بی پایان خود را دارند. انرژی اتمی را کشف کردند ولی تاکنون نتوانسته اند، به طورکامل آن را مهار کند. و تلاش انسان جهت پیدا کردن راههای مهار آن ادامه دارد و می‌توان با قاطعیت گفت که در آینده نزدیک از انرژی اتمی در تمام زمینه‌ها می توان استفاده نمود، و

انسان منابع انرژی عظیمی در اختیار خواهد داشت، که شاید تا مدت‌ها دغدغه کمبود منابع انرژی نداشته باشد[۱]. ولی در حال حاضر و تا رسیدن به آن، انسان‌ها از سوخت‌های مختلف استفاده می کنند. که این منابع سوختی در حال اتمام است وامروزه مدیریت مصرف انرژی یک نیاز اساسی به شمار می‌رود.

مدیریت منابع انرژی در ساختمان‌ها به طور کلی هم به طراحی و هم به اجرای طرح‌های کنترلی کارامد وابسته است. کنترل سیستم تامین انرژی و یا محرک می تواند متضمن راحتی و کاهش مصرف انرژی باشد. امنیت و کشف نقایص آن نیز مهم است. چند ابزار مختلف مانند سیستم کنترل چند عامله[۱] با هدف پاسخگویی به مسائل ذکر شده توسعه یافته است[۲].

امروزه برای آگاهی عامه مردم از میزان بهره وری انرژی در تجهیزات انرژی‌بر مانند آبگرمکن و بخاری، استفاده از برچسب انرژی که معرف رده مصرف انرژی این نوع تجهیزات است، الزامی است. با در نظر گرفتن رده مشخص شده در برچسب در موقع خرید کالا، می توان وسایلی با مصرف کم و بازدهی بالا انتخاب کرد. لازم به ذکر است بکارگیری تجهیزاتی با ظرفیت مناسب و بهره وری بالا سبب کاهش میزان بار حرارتی ساختمان می‌شود. بار حرارتی ساختمان در حقیقت میزان حرارتی است که به عناوین مختلف از ساختمان خارج می‌گردد. بطور کلی اتلاف حرارتی ساختمان از دو منبع اصلی ناشی می‌شود، اتلاف حرارتی از جداره‌های ساختمان (نظیر دیوارها، سقف، کف) و اتلاف حرارتی در نتیجه ورود هوای سرد خارج به داخل ساختمان از طریق نفوذ و تجدیدهوا.

چون افراد حدود ۹۰٪ زمان را داخل ساختمانها می گذرانند پارامترهای درون ساختمان مانند روشنایی، کیفیت هوا و حرکت هوا، رطوبت و ضریب گرمایی بر سلامت و میزان بهره وری اثر می گذارند. به این دلیل است که تضمین راحتی گرمایی با توجه به مسائل روان شناختی اهمیت دارد[۲۳]. از اینرو رعایت عایق‌کاری حرارتی در طراحی و اجرای ساختمان‌ها و استفاده از مصالح مصرفی مناسب که اول نیاز به گرمایش و سرمایش را کاهش می دهد و دوم از هدر رفتن گرما و سرمای تولید شده جلوگیری بعمل آورد، از اهمیت زیادی برخوردار بوده و باعث صرفه‌جویی قابل توجهی در مصرف انرژی خواهد شد. لازم بذکر است عایق‌کاری حرارتی متناسب با اجزای تشکیل

[۱] Multi Agent Control System (MACS)

دهنده پوسته خارجی ساختمان، بر مبنای اصول، قواعد و ضوابط خاصی صورت می‌گیرد. عدم شناخت یا عدم رعایت این اصول موجب انتخاب راه‌حل‌هایی می شود که از نظر کارایی و دوام با کمبودها و مشکلاتی همراه خواهد بود. بنابراین با توجه به گستردگی و تنوع در انواع عایق‌ها, لازم است مصرف کننده با خواص، نحوه بکارگیری و مزایای انواع عایق‌ها آشنا شود تا بتواند سیستم بهینه و مناسبی برای عایق‌کاری ساختمان طراحی و اجرا نماید.

همانطور که اشاره شد یکی دیگر از مهم‌ترین راه‌های اتلاف حرارت که هم در ساختمان‌های قدیمی و هم در ساختمان‌های جدید مورد بحث است، نفوذ هوای بیرون به داخل ساختمان از طریق منافذ است. این عمل وقتی اتفاق می افتد که هوای گرم بالا می‌رود و هوای سرد از راه درزها به ساختمان نفوذ می‌کند و بنابراین باعث افزایش مصرف سوخت در ساختمان به منظور جبران افت دما می شود. وجود نورگیرها، سقف‌های بلند و باز بودن دودکش شومینه‌ها و سرعت باد می‌تواند این اثر را تشدید کند. همچنین هواکش کانال‌های کولر و دریچه‌های تهویه هوا که در برخی ساختمان‌ها نصب می شوند، نیز باعث خروج هوای داخل ساختمان و جایگزینی هوای بیرون می‌شود. بنابراین با توجه به رابطه مستقیم نفوذ هوا به داخل ساختمان و مصرف انرژی، بکار بردن روش‌های جلوگیری از نفوذ هوا به عنوان راهکاری در زمینه کاهش انرژی مصرفی در ساختمان ضروری است. در این زمینه درزگیری درها و پنجره‌ها با استفاده از لایه‌های درزگیر و استفاده پنجره دو جداره، نصب فنر بر روی درها که به فضاهای تهویه نشده باز می شوند، مسدود کردن نورگیرهای سقفی با یک صفحه پلاستیکی شفاف، نصب هواکش با دریچه خودکار، نصب دریچه یا درپوش بر دودکش و بستن کانال‌های پشت بام، از جمله شیوه های عملی بمنظور کاهش نفوذ هوا به داخل می باشد.

در حال حاضر میزان درجه حرارت ساختمان‌ها و آب گرم چرخشی و آب گرم مصرفی در موتورخانه‌ها بصورت دستی و تمام تنظیم درجه حرارت ترموستات دیگ و یا پمپ‌های سیرکولاسیون انجام می گردد و معمولاً برای تمام مدت بر روی یک عدد ثابت قرار دارد. تغییرات دمای هوا درطول روز موجب افزایش یا کاهش دمای داخل ساختمان شده که نتیجه آن انحراف دمای داخل ساختمان از محدوده آسایش و مصرف بیهوده سوخت و انرژی می باشد. همچنین در بسیاری از ساختمان‌های غیرمسکونی با کاربری اداری- عمومی- آموزشی- تجاری که از فضای ساختمان

بصورت غیرپیوسته و تنها در بخشی از ساعات روز استفاده می گردد و نیازی به کارکرد موتورخانه پس از اتمام ساعت کاری وجود ندارد. روش فعلی تنظیم دستی ترموستات دیگ‌ها و پمپ‌ها، قابلیت اعمال خاموشی و یا کنترل تجهیزات در وضعیت آماده باش را ندارند. بنابراین با توجه به عدم کارآیی دقیق و محدودیت‌های کنترلی ترموستات‌های دستی، ضرورت استفاده از سیستم‌های کنترل هوشمند موتورخانه به منظور رسیدن به اهداف زیر آشکار می‌شود:

- راهبری و کنترل صحیح تجهیزات موتورخانه شامل مشعلها و پمپها
- بهینه سازی و جلوگیری از مصرف بیهوده سوخت و انرژی الکتریکی
- تثبیت محدوده آسایش حرارتی ساکنین ساختمان
- کاهش استهلاک تجهیزات و هزینه‌های مربوطه
- کاهش هزینه های سرویس- نگهداری تاسیسات حرارتی
- کاهش تولید و انتشار آلاینده های زیست محیطی

۱-۲ طرح موضوع

چون افراد حدود ۹۰٪ زمان را داخل ساختمان‌ها می‌گذرانند پارامترهای درون ساختمان مانند روشنایی، کیفیت هوا و حرکت هوا، رطوبت و ضریب گرمایی بر سلامت و میزان بهره‌وری اثر می-گذارند. به این سبب است که تضمین راحتی گرمایی به مسائل روان شناختی ارتباط دارد. در بعضی موارد افراد می‌توانند از کار در یک محیط خاص سرباز بزنند. از سندروم بیماری ساختمانی به عنوان مجوعه عوامل منفی در محل کار افراد سخن زیادی گفته شده است [٤]. یک نکته مهم هنگام مدیریت منابع انرژی ساختمان‌ها این است که تضمین راحتی گرمایی کنترل پارامترهای داخلی فوق و در عین حال کاهش مصرف انرژی آسان نمی‌باشد. این دو نکته ممکن است متناقص به نظر برسند. صرف نظر از معنا و با توجه به عناصر ذهنی‌گرایی راحتی گرمایی به آسانی نمی تواند با توجه به عوامل شخصی و محیطی تعریف و توصیه شود. به این دلیل است که یک رویکرد متداول به شاخص میانگین پیش بینی شده (PMV[۲]) (با مقیاس احساس گرمایی زیر: ۳+ خیلی گرم، ۲+ گرم، ۱+ نسبتا

[۲] predicated mean vote

گرم، ۰ نه گرم و نه سرد، ۱- نسبتا سرد، ۲- سرد، ۳- خیلی سرد) جمعیت بالایی از افراد که در محیط خاص هستند می پردازد. PMV در فیزیک انتقال حرارت به عنوان یک تعادل گرمایی حالت یکنواخت برای بدن انسان استفاده می شود و بیانگر ارتباط بین انحراف از بار مینیمم بر مکانیسم موثر تعادل گرمایی و آراء راحتی گرمایی است. هر چه بار بیشتر باشد شاخص راحتی از صفر بیشتر انحراف می یابد. PMV رایج‌ترین شاخص راحتی گرمایی است که امروزه استفاده می شود. PPD[۳] نیز درصد افراد ناراضی در هر PMV است [۵] . بااین وجود این شاخص همیشه به آسانی استفاده نمی شود و فقط بر احساس افراد تاکید دارد. بنابراین این شاخص تطابق عالی با معیارهایی مانند عملکرد کنترل و مصرف انرژی ندارد. به این دلیل است که شاخص عملکرد انرژی ساختمان EPI[٤] نیز محاسبه خواهد شد[٦]. متاسفانه این شاخص فقط می تواند مصرف انرژی را بیان کند بدون آنکه تشریحی ارائه شود. این شاخص رابط مولفه های متفاوت مصرف انرژی است و نشان می دهد که انرژی در ساختمان‌ها چگونه مصرف می‌شود. در نتیجه ارائه رویکردهای موثر و جدید به کنترل و پارامترهایی که به سختی کنترل می‌شوند و همچنین کاهش مصرف انرژی یک نوع اجبار است.

طرح‌های کنترل استاندارد مانند روشن/خاموش و PID[٥] در مهندسی ساختمان کاربرد زیادی دارند[۷]. به عنوان مثال کنترل کننده های روشن/خاموش برای تنظیم دمای داخلی استفاده می شوند ولی در این حالت مصرف انرژی به علت نوسانات زیاد و اختلال نقطه تنظیم بسیار زیاد است. این نوع طرح های کنترل در بعضی کاربردها و محیط ها به خوبی عمل نمی کنند (مانند محیط های دارای اختلال) و بطور کل کنترل بهینه را عملی نمی سازند. کنترل‌کننده‌های PID از نوع فیدبک هستند و پارامترهای ثابت دارند و هیچ نوع معلومات مستقیم از فرآیندهای فوق ارائه نمی‌کنند. آنها هنگام استفاده عملکرد کنترلی ضعیفی را برای فرآیندهایی که تاخیر زمانی زیاد دارند ارائه می‌کنند. این فرآیندها شامل نویز و یا وجود ویژگی غیر خطی است[۸] .عملکرد سیستم کنترل با توجه به کنترل کننده های چندگانه PID بهتر خواهد شد[۹]. همچنین می توان از ترکیب کنترل‌کننده‌های پس خور و پیش خور استفاده کرد [۱۰] . در حالت دوم معلومات در مورد سیستم مورد نظر می تواند

[۳] Predicted Percent of Dissatisfied
[٤] Energy Performance Indicator
[٥] proportional–integral–derivative controller

ورودی رو به جلو داشته باشد و با خروجی PID ترکیب شده و عملکرد کلی سیستم را بهتر سازد. رویکرد معتبر دیگر آن است که به جای طرح کنترل استاندارد فوق الذکر از طرح های پیشرفته و یا ابزار هوشمند مصنوعی استفاده شود[۱۱]. از این نظر کنترل کننده بهینه[۱۲] ، پیش بینی کننده[۱۳]. و وفقی [۱٤]. برای تضمین راحتی گرمایی و محدود کردن نوسان نقاط تنظیم استفاده خواهند شد. اینها تنها روش برای ذخیره انرژی است.چون این کنترل کننده ها از نوع مدل محوری هستند باید مصالح ساختمانی مورد استفاده مدل سازی شوند و ساختار آن و شرایط محیطی آن نیز مدل سازی گردند. در نتیجه طرح های کنترلی یافت شده همیشه بر نوع خاص ساختمانها تاکید دارند[۱۵]. برای کنترل پارامترهای اثر گذار در ساختمان از هوش مصنوعی استفاده می شود. از این نظر کنترل کننده وفقی فازی کاربرد موفقی در سیستم‌های گرمایشی دارد[۱٦] .و هدف آن افزایش راندمان انرژی و راحتی گرمایی ، راحتی بصری [۱۷] و تهویه طبیعی [۱۸] است. این یکی از جالب ترین روش های رشد عملکرد انرژی ساختمان ها است[۱۹] . به همین ترتیب شبکه های عصبی مصنوعی و سیستم های عصبی– فازی [۲۰] . به عنوان ابزار کنترل برای پیش بینی چندین پارامتر محیطی استفاده می شوند مانند: دمای داخلی ، رطوبت نسبی و نور[۲۱] . ازآنها برای مدل سازی رفتار ساکنان ساختمان در رابطه با استفاده انرژی به کار گرفته خواهند شد[۲۲].

این پایان نامه به توسعه کنترل کننده دمای داخلی پرداخته و مدیریت منابع انرژی در ساختمان ها را عملی می سازد. هدف اصلی در استراتژی مورد توصیه شامل بهینه سازی عملکرد انرژی و تضمین راحتی گرمایی است برخلاف آنچه که در ادبیات تحقیقی پیرامون ساختمان هایی که منابع انرژی قابل تجدید و فسیلی دارند دیده می‌شود. چون کنترل کننده های PID در مهندسی ساختمان استفاده می شوند طرح کنترل مورد توصیه براساس کنترل کننده PID تولید می شود. بنابراین اجرای این طرح عملی خواهد شد حتی اگر سیستم کنترل برمبنای این کنترل کننده در حال استفاده باشد و روش هایی برای رشد عملکرد ارائه شده است. با هدف توجه به معلومات کارشناسانه پیرامون ویژگی های فوق و استفاده از استراتژی مورد توصیه برای ساختمان هایی که انرژی چندگانه دارند یک کنترل کننده فازی PID هیبریدی به صورت ترکیب دو ساختار کنترل براساس کنترل کننده فازی و PID توصیه شده است. این دو ساختار عبارتند از ساختار موازی و نظارت فازی کنترل کننده PID [۱۱]. یک

ماکت ساختمانی نیز تولید و مدل سازی شد و برای آزمایش شبیه سازی کنترل کننده مورد نظر استفاده شده است. ابزار این ماکت نیز تهیه شده است. ابزار وفقی شامل استفاده از سنسورهای دمای بالا و دو مقاومت که به عنوان منبع حرارتی عمل می کنند می باشد. چون PMV و EPI گاهی به سختی کنترل می شوند و تنها اطلاعات نسبی را ارائه می نمایند معیار های توصیف روش استفاده از انرژی و کنترل بلادرنگ آن با هدف ارزیابی مدیریت انرژی و عملکرد طرح کنترل هیبرید تعریف شده اند. در این پایان‌نامه بیشتر اثر این معیار ها و مصرف انرژی ،انرژی فازی سازی ، ورودی کنترل کننده فازی و پارامتر های خروجی و طراحی قوانین مورد تاکید بوده اند.

۱-۳ بیان مسئله

سیستم مدیریت هوشمند ساختمان[۶] ، به مجموعه سخت افزارها و نرم افزارهائی اطلاق میشود که به منظور مانیتورینگ وکنترل یکپارچه قسمتهای مهم و حیاتی درساختمان نصب میشوند. یک ساختمان هوشمند بنا بر تعریف انستیتوی ساختمان‌های هوشمند بنایی است که با استفاده بهینه از چند عنصر پایه شامل سازه، سیستم، خدمات و مدیریت و روابط بین آن‌ها محیطی مناسب و دارای صرفه اقتصادی ایجاد می‌کند[۲۳]. وظیفه این مجموعه، پایش مداوم بخش های مختلف ساختمان و اعمال فرامین به آنها به نحویست که عملکرد اجزاء مختلف ساختمان متعادل با یکدیگر و در شرایط بهینه و با هدف کاهش مصارف ناخواسته و تخصیص منابع انرژی فقط به فضاهای در حین بهره برداری باشد. سیستم مدیریت هوشمند ساختمان با بکارگیری از آخرین تکنولوژی ها در صدد آن است که شرایطی ایده آل ، همراه با مصرف بهینه انرژی در ساختمان ها پدید آورد. این سیستم ها ضمن کنترل بخشهای مختلف ساختمان و ایجاد شرایط محیطی مناسب با ارائه سرویس های همزمان ، سبب بهینه سازی مصرف انرژی ، سطح کارایی و بهره وری سیستم ها و امکانات موجود در ساختمان می شود. مدیریت منابع انرژی در ساختمان به توسعه و اجرای طرح های کنترلی موثر و کارا وابسته است. سیستم های کنترل انرژی باعث کاهش مصرف انرژی ، راحتی استفاده و.... می شوند. هرچه قدر که سیستم از ساختار قویتری برخوردار باشد ، طبیعتا قدرت مانور بیشتری خواهد

[۶] Building Management System

داشت . پس می توان گفت ساختاری را نیاز داریم که قابلیت انعطاف زیادی داشته باشد تا بتواند طیف وسیعی را پوشش دهد بدون اینکه از جهت پیچیدگی سیستم و یا هزینه تجهیزات آن مشکل ساز گردد. در طی سالهای متوالی ساختارهای مختلفی ارائه شدند و هر کدام مزایایی را در برداشتند .ساختاری که ما در اینجا می خواهیم توضیح دهیم یک ساختار باز برای مدیریت و کنترل هوشمند ساختمان است . این ساختار در سیستم های اتوماسیون ساختمان یکی از جدیدترین دیدگاههایی است که با توجه به نسل جدید سیستم های کنترل و میکرو پردازشگرها و همینطور پیشرفت چشمگیر مباحث فناوری اطلاعات مطرح شده است. کنترل کننده‌ها اجزائی از سیستم هستند که اطلاعات دریافتی از حسگرها را دریافت و بر اساس نرم افزار درونی خود و یا نرم افزار شبکه پردازش و بر حسب نیاز فرامینی را به عملگرها ارسال میکنند. تنظیم دمای داخلی و همچنین مدیریت منابع انرژی در ساختمان نیازمند طراحی و پیاده سازی طرح های کنترلی کارامد و سازگار می باشد.طرح های کنترلی استاندارد مانند روشن/خاموش و PID و یا مدل های پیشرفته مانند مدل کنترل پیشبینانه (MPC[۷]) می باشند. رویکرد دیگر ابزارهای هوش مصنوعی می باشد.در این معنا، منطق فازی کنترل دما و مدیریت منابع انرژی را با استفاده از انعطاف پذیری ارائه شده توسط استدلال زبانی انجام میدهد. با استفاده از این نوع روش هم استفاده خاص از یک ساختمان و هم ویژگی های یک استراتژی مدیریت انرژی ارائه شده به راحتی می تواند هنگام تنظیم یا طراحی یک طرح کنترلی بدون نیاز به فرایند مدل کنترل در نظر گرفته شود.طرح کنترل پیشنهادی بر اساس یک کنترل کننده PID با ناظر فازی ساخته شده است.کنترل کننده PID که به طور معمول در مهندسی ساختمان استفاده می شود اجازه پیاده سازی و اجرای این طرح را حتی اگر یک سیستم کنترلی دیگر بر اساس چنین کنترل کننده ای در همان زمان در حال استفاده باشد، می دهد.بنابراین طرح ترکیبی فازی-PID برای مدیریت منابع انرژی و کنترل دما در ساختمان پیشنهاد می شود که ترکیبی از دو ساختار کنترلی معمولی بر پایه کنترل کننده های فازی و PID می باشد که به آن ساختار موازی می گویند.این ساختار موازی (که با توجه به حالت دینامیکی فرایند در نظر گرفته شده، یا کنترل کننده فازی یا PID را انتخاب می کند) نظارت فازی بر روی یک کنترل کننده PID را انجام میدهد.این

[۷] Model Predictive Control

ساختار که ترکیبی از کنترل کننده PID با مجموعه ای از قوانین فازی و مکانیسم استدلال فازی می باشد به منظور خطی سازی PID به کار می رود[۲٤].

۱-۴ ضرورت انجام تحقیق

مصرف روز افزون انرژی، پایان پذیر بودن منابع آن و اثرات نا مطلوب و بعضاً جبران ناپذیر مصرف بی رویه انرژی بر محیط زیست از یک سو و افزایش قیمت آن در سال های اخیر ازسوی دیگر، باعث گردیده است تا متولیان امر و مصرف کنندگان انرژی به دنبال راه هایی برای صرفه جویی و استفاده صحیح از انرژی باشند. از کاربردهای پیشرفت تکنولوژی و فناوری های نوین در حوزه ساختمان، می توان به هوشمندسازی و مدیریت مصرف انرژی در ساختمان اشاره نمود. استفاده از این فناوری علاوه بر کاهش مصرف انرژی، سبب ایجاد شرایط مناسب و ایده آل و افزایش آسایش ساکنین ساختمان نیز می گردد[۲۵].

با توجه به هزینه های بالای تولید و توزیع انرژی و محدود بودن منابع انرژی موجود در جهان سیستم های بهینه سازی مصرف انرژی بسیار مورد توجه قرار گرفته اند. با توجه به اینکه درصد بالایی از انرژی مصرفی جهت ایجاد روشنایی و تنظیم و تهویه هوای ساختمانهای مورد استفاده انسان می باشد و توجه به این نکته که انسان امروزی ۹۰٪ از عمر خود را در ساختمانها می گذراند و به همین دلیل شرایط محیطی درون ساختمان تاثیر مستقیم بر سلامت جامعه دارد در چند سال گذشته سیستم های مدیریت منابع انرژی مورد توجه فراوان قرار گرفته اند سیستمهای کنترل روند روبه رشدی را دنبال می کنند . این توسعه در جهت کاهش هزینه های سخت افزاری ، تعمیرات و نگهداری ، نیروی انسانی و بطور کلی کاهش انرژی از یکسو و از سوی دیگر افزایش بهره وری ، قابلیت اطمینان سیستم ، انعطاف پذیری سیستم کنترل و تشخیص و پیش بینی اشکالات ، حرکتی رو به جلو دارد . در زمانهای گذشته جهت این منظور از کنترل کننده های PID استفاده می شد ولی با توجه به پیشرفت های علم کنترل و نقاط ضعف کنترل کننده PID مانند مقاوم نبودن در مقابل تغییرات پارامترهای حلقه کنترلی و یا عدم توانایی کنترل سیستم های غیرخطی جهت کنترل فرایندهای مدیریت منابع انرژی از کنترل کننده های متنوعی استفاده می شود. از طرفی با در نظر

گرفتن این نکته که کنترل کننده های PID دارای دقت کافی، سرعت پاسخ دهی مناسب و هزینه های اجرائی پایین می باشند و در جهان عمومیت یافته اند در این تحقیق تلاش می شود تا با استفاده از ناظر فازی[۸] قابلیت ها و کارکردهای کنترل کننده PID تقویت شده و مقاومت آن در مقابل تغییرات پارامترهای حلقه کنترلی بالا رفته و توانایی کنترل سیستم های غیرخطی موجود را نیز پیدا کند. زمانی که کنترل فازی موجب ناپایداری می شود کنترل نظارتی وارد عمل می شود[۲۶].

۱-۵ اهداف پژوهش

هدف از این تحقیق کنترل کردن دما، رطوبت مورد نیاز ساختمان با کمترین انرژی ممکن با استفاده از کنترل کننده PID و تقویت کنترل کننده با روش ناظر فازی و مقاوم سازی سیستم کنترلی با استفاده از Fuzzy-PID خود تنظیم در مقابل تغییرات پارامترهای سیستم موجود و افزایش قابلیت کنترل کننده جهت کنترل سیستم های غیرخطی می باشد.

۱-۶ سوالات یا فرضیه های تحقیق

در این تحقیق دو سوال اساسی مطرح شده است. اولین سوال اینکه آیا کنترل کننده های ترکیبی Fuzzy-PID می توانند در شرایط مختلف محیطی دارای نتایج بهینه باشد؟ عمل کنترل زمانیکه خروجی قابل اندازه گیری باشد بدون دانستن مدل فرآیند قابل انجام است . ایده ای که این مسئله به دست می دهد استفاده از سیگنال خطا (اختلاف ورودی مرجع و خروجی) برای بدست گرفتن کنترل کننده فازی است تا عمل کنترلی جدیدی را در هر لحظه انجام دهیم. این عملیات کنترل بایستی قادر به تغییر دادن خروجی سیستم باشد که در نهایت منجر به کاهش سیگنال خطا شوند تا عمل ردیابی با موفقیت انجام شود. در این پایان‌نامه نوع دیگری از کنترل کننده های فازی را تحت عنوان PID های فازی مطالعه خواهیم کرد. و دومین سوال اینکه آیا افزودن یک بخش نظارتی به مدل ترکیبی Fuzzy-PID می تواند نتایج را بهبود بخشد؟ پس از بررسی سوال اول یک بخش

[۸] Fuzzy Supervision

نظارتی به سیستم افزوده می‌شود و نتایج حاصل از اعمال این بخش روی خروجی مشاهده و بررسی می‌شود. و با نتایج کنترل کننده fuzzy-PID مقایسه می‌شود. انتظار می‌رود که که افزودن بخش نظارتی منجر به بهبود نتایج شود.