

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



PROPOSAL

پروپوزال

مركز آموزش
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



مركز آموزش
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

کارگاه آنلاین
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



ISI
Scopus

مركز آموزش
آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترکیه های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترکیه های جستجو

تخمین دمای آب خروجی مبدل حرارتی در سیستم خنک‌سازی آب واحدهای گازی نیروگاهی با استفاده از شبکه عصبی دینامیکی

کاظم پوربدخشان
موسسه آموزش عالی خراسان
مشهد مقدس، ایران
k_pour@yahoo.com

نصراله اعظم بالغی
شرکت مدیریت تولید نیروگاههای گازی خراسان
مشهد مقدس، ایران
baleghy@gmail.com

انجام شود. در محدوده وسیعی از کاربردها، شامل نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌ها، صنایع پتروشیمی، گرمایش، تهویه مطبوع، سیستم‌های تبرید و... مبدل‌های حرارتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. رادیاتور و سایل نقلیه نمونه ساده آن می‌باشد که وظیفه خنک‌سازی روغن موتور را برعهده دارد. در نیروگاه‌ها نیز به طور گسترده، مبدل‌های حرارتی جهت خنک‌سازی قسمت‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. مبدل‌های حرارتی از جنبه‌های مختلف بر اساس نوع و سطح تماس، جهت جریان سیال، مکانیزم انتقال حرارت و ساختمان مکانیکی قابل دسته‌بندی می‌باشند [۱].

با استفاده از مدل‌سازی می‌توان کارایی سیستم را مورد ارزیابی قرار داد. تعدادی از عوامل همچون رسوب در اجزای داخلی، تغییرات نقطه کار سیستم در طول زمان و... باعث کاهش کارایی سیستم می‌شود. به عنوان نمونه، افزایش مواد افزودنی به سیال خنک‌کننده و یا تغییر نسبت آن‌ها، باعث کاهش ظرفیت حرارتی در مبدل‌ها و در نتیجه کاهش کارایی آن‌ها می‌شود.

دو روش کلی برای بدست آوردن مدل برای یک سیستم وجود دارد [۲]:
مدل‌سازی با استفاده از قواعد ریاضی و شناسایی با استفاده از روش‌های پارامتری و غیرپارامتری.

مدل‌سازی ریاضی دارای پیچیدگی و دشواری زیادی است. این روش‌ها اگرچه کارآمد هستند، اما تعیین ضرایب مدل به صورت جبری کاری سخت و زمان‌بر می‌باشد. نداشتن اطلاعات جامع و کافی از مشخصات سیستم‌ها و همچنین تغییرات موجود در آن‌ها در اثر گذشت زمان و نامعنی‌های موجود، باعث می‌شود دقت این مدل‌ها در اثر گذشت زمان کاهش یابد و ضرایب

چکیده — مبدل‌های حرارتی یکی از اجزای اصلی در سیستم‌های سرمایش و گرمایش می‌باشند. انواع گوناگونی از این مبدل‌ها در صنایع نیروگاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند که وظیفه تمامی آن‌ها انتقال حرارت از یک سیال به سیال دیگر می‌باشد. در این مقاله به بررسی تخمین دما در یک مبدل حرارتی هوا-آب که در سیستم خنک‌سازی یک توربین گازی مورد استفاده قرار می‌گیرد، خواهیم پرداخت. با توجه به اینکه از نوع ساختمان و مواد تشکیل‌دهنده این نوع مبدل اطلاع کاملی در دست نیست، لذا با استفاده از روش‌های شناسایی سیستم و توسط عوامل تاثیرگذار دیگر در سیستم اقدام به تخمین دمای خروجی در این مبدل نموده‌ایم. مدلی از این سیستم با استفاده از ساختار غیرخطی NARX و تخمین تابع براساس شبکه عصبی مصنوعی ارائه خواهد شد. این نوع ساختار از نوع دینامیکی بوده و توسط آن می‌توان مدل را با دقت مناسبی تخمین زد.

واژه‌های کلیدی — مبدل‌حرارتی؛ تخمین دما؛ توربین‌گازی V94.2؛
شبکه عصبی مصنوعی NARX.

۱. مقدمه

مبدل‌های حرارتی تقریباً پرکاربرترین عضو در واحدهای صنعتی می‌باشند. این مبدل‌ها امکان انتقال انرژی گرمایی بین دو یا چند سیال در دماهای مختلف را فراهم می‌کنند. این عملیات می‌تواند بین مایع-مایع، گاز-گاز و یا گاز-مایع به منظور خنک‌کردن سیال گرم و یا گرم‌کردن آن

استفاده قرار می‌گیرد، خواهیم پرداخت. این نوع مبدل دارای چهار عدد فن دمنده^۵ بوده که سطح خارجی لوله‌ها در آن توسط پره‌هایی عرضی پوشیده شده‌است. این پره‌ها برای افزایش ضریب انتقال حرارت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ساختار مقاله بصورت زیر می‌باشد. ابتدا توصیفی از مبدل حرارتی و سیستم خنک‌سازی در نیروگاه گازی خواهیم داشت. در بخش سوم از مقاله مقدمه‌ای از شناسایی سیستم و مدل‌های موجود برای شناسایی، بصورت خلاصه ارائه شده‌است. در ادامه با ارائه ساختار غیرخطی NARX و استفاده از شبکه عصبی جهت تخمین تابع غیرخطی موجود، مدلی برای تخمین دمای آب خروجی از مبدل حرارتی بدست خواهیم آورد. این مدل مورد بررسی و اعتبارسنجی قرار خواهد گرفت. در پایان نیز نتیجه‌گیری را خواهیم داشت.

۲. توصیف سیستم

سیستم خنک‌سازی آب در واحدهای گازی V94.2 از نوع مدار بسته بوده و دارای دو قسمت کلی است. یک مجموعه شامل مبدل‌های حرارتی ژنراتور و سیستم روغن کاری در داخل ساختمان توربین بوده و مجموعه دوم شامل پمپ‌ها، مبدل حرارتی هوا - آب، مخزن ذخیره و فن‌ها در خارج ساختمان توربین و در فضای آزاد می‌باشد.

شکل ۱ نمایی از مبدل حرارتی هوا-آب موجود در سیستم خنک‌سازی را نشان می‌دهد. آب توسط دو عدد پمپ که یکی از آنها ذخیره می‌باشد، از خنک‌کن‌های هوای ژنراتور و روغن روانکاری گذشته و در نتیجه حرارت تولید شده توسط سیستم‌های فوق را جذب می‌کند. سپس به مجموعه مبدل‌های حرارتی هوا - آب وارد شده و در این مبدل‌ها گرمای ذخیره شده در آب به هوای محیط منتقل می‌گردد. افزایش دبی جریان عبوری از مبدل، ضریب انتقال حرارت جابجایی را افزایش داده و به دنبال آن، میزان انتقال حرارت نیز افزایش می‌یابد. دبی عبوری به مقاومت سیستم و مشخصات فن بستگی دارد. چهار عدد فن که یکی از آنها ذخیره می‌باشد، عمل خنک‌سازی مبدل‌های حرارتی هوا-آب را برعهده دارند. وظیفه فن، تامین میزان جریان هوای کافی در شرایطی است که میزان جریان طبیعی هوا کم است. جریان هوای اجباری ایجاد شده توسط فن موجب افزایش ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی روی پره‌ها می‌شود. فرمان ورود و خروج فن‌ها توسط ترانس‌میتور دمایی از نوع PT100 که در خروجی پمپ‌ها نصب شده است، صادر

مدل دچار تغییر گردد. لذا بایستی این مدل‌ها با توجه به تغییرات سیستم اصلاح شوند. هنگامی که اطلاعات جامع و کافی از سیستم در اختیار نیست، به‌طوری که نتوان با استفاده از قواعد ریاضی مدلی برای سیستم ارائه داد، از روش‌های پارامتری و غیرپارامتری برای شناسایی استفاده می‌شود. این روش‌ها به سیستم بصورت یک جعبه‌سیاه^۱ یا جعبه‌خاکستری^۲ که دارای تعدادی ورودی و خروجی است، نگاه می‌کنند.

در تعدادی از مقالات، به مدل‌سازی مبدل‌های حرارتی و سیستم‌های خنک‌سازی با استفاده از روش‌های ریاضی و معادلات حاکم بر سیستم پرداخته شده است. در [۳-۴] عملکرد برج‌های خنک‌کن مورد بررسی قرار گرفته و مدلی ریاضی برای آن ارائه شده است. در [۵] مدلی ریاضی برای مبدل‌های حرارتی پوسته و لوله ارائه شده‌است. کارهای دیگری نیز [۶-۷] در این زمینه انجام شده‌است، که هریک دارای پیچیدگی‌های خاص خود می‌باشند. اکثر روش‌های شبیه‌سازی مبدل‌های حرارتی بر روی تخمین نرخ انتقال حرارت که برای طراحی مورد استفاده قرار می‌گیرد، تمرکز دارند.

کاربرد شبکه‌های عصبی در زمینه شبیه‌سازی و کنترل روز به روز در حال گسترش می‌باشد. به دلیل اینکه شبکه عصبی نیاز به داشتن اطلاعاتی درباره سیستم یا فرآیند ندارد، این روش همانند روش‌های جعبه سیاه عمل می‌کند. توانایی تخمین پاسخ سیستم‌های فیزیکی که از معادلات پیچیده‌ای برخوردار می‌باشند، با استفاده از شبکه عصبی بسیار آسان شده‌است. از شبکه‌های عصبی برای مدل‌سازی رفتار مبدل‌های حرارتی در دو حالت استاتیکی و دینامیک استفاده شده‌است. در [۸-۱۱] رفتار استاتیکی این مبدل‌ها در کاربردهایی شامل سرمایش و تهویه مطبوع مورد بررسی قرار گرفته‌است. در [۱۲] رفتار یک مبدل حرارتی به صورت دینامیکی مورد ارزیابی قرار گرفته‌است. در [۱۳] نیز از شبکه عصبی دینامیکی برای بررسی عملکرد مبدل حرارتی در یک سیستم تهویه مطبوع استفاده شده‌است. همچنین از شبکه‌های عصبی در زمینه کنترل سیستم‌هایی که از مبدل حرارتی استفاده می‌کنند، کمک گرفته شده است. در [۱۲] کنترل دمای هوای خروجی با استفاده از تغییر سرعت جریان هوا توسط کنترل‌کننده‌ای که بر مبنای مدل داخلی^۳ و با استفاده از شبکه عصبی ارائه گردیده، انجام شده‌است.

در این مقاله به بررسی تخمین دما در یک مبدل حرارتی هوا-آب از نوع لوله‌ای پره‌دار^۴ که در سیستم خنک‌سازی آب یک توربین گازی مورد

¹ Black Box

² Grey Box

³ Internal model control (IMC)

⁴ Fin Tube

⁵ Forced Draft

۳. مقدمه‌ای از شناسایی سیستم

شناسایی سیستم بهترین راه برای استخراج مشخصه‌های یک سیستم از داده‌های اندازه‌گیری شده می‌باشد. شناسایی به فرآیند ساخت مدل برای سیستم‌های دینامیکی از روی مشاهدات و دانش قبلی اطلاق می‌شود [۱۵].

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، دو روش کلی برای بدست آوردن مدل سیستم وجود دارد:

- مدل‌سازی با استفاده از قواعد ریاضی.
- مدل‌سازی با بکارگیری روش‌های پارامتری و غیرپارامتری.

روش‌های غیرپارامتری، روش‌هایی هستند که در آنها پاسخ ضربه مستقیماً و بدون در نظر گرفتن یک مدل مشخص شده از قبل، بدست می‌آید. آنالیز حالت گذرا یکی از این روش‌ها بوده که براساس پاسخ سیستم به ورودی‌های ضربه یا پله می‌باشد. از آنالیز حالت گذرا نه برای تخمین دقیق سیستم، بلکه برای بدست آوردن تخمین‌هایی درباره تاخیر، بهره استاتیک و ثابت زمانی سیستم، استفاده می‌شود [۱۶]. از روش‌های دیگر غیرپارامتری می‌توان مدل‌سازی با استفاده از شبکه‌های عصبی یا فازی را نام برد که یک انتخاب عمومی در سال‌های اخیر می‌باشد. از روش‌های پارامتری نیز می‌توان روش ARX، فضای حالت و... را نام برد.

یکی از مهمترین بخش‌ها در مدل‌سازی یک سیستم دینامیکی، انتخاب ساختار مدل می‌باشد. تلاش‌های دیگر در مدل‌سازی، وابستگی زیادی به انتخاب مناسب در این مرحله دارند و نقص در این مرحله ممکن است با هر قدر هزینه، در مراحل دیگر جبران نشود. در مدل‌سازی باید به این نکته توجه داشت که مدل بدست آمده علاوه بر اینکه تا حد امکان دقیق باشد، بتواند بصورت قابل قبولی در طراحی کنترل‌کننده مورد استفاده قرار گیرد. لذا بسیاری از مدل‌های پیچیده، علیرغم دقت بالا در توصیف ویژگی‌های سیستم، بدلیل محدودیت‌های موجود نمی‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. مدل‌هایی که برای سیستم‌های دینامیکی وجود دارند، عموماً دارای دو ساختار کلی می‌باشند [۱۷]: ساختار پیش‌بینی‌کننده و ساختار شبیه‌سازی. در ساختار پیش‌بینی‌کننده، خروجی‌های آینده سیستم براساس ورودی و خروجی‌های گذشته سیستم تخمین زده می‌شوند. از مدل‌های موجود برای ساختار پیش‌بینی‌کننده در حالت خطی می‌توان AR^1 ، AR^2 و... و در

می‌گردد. در ورودی پمپ‌ها یک مخزن با هدف جبران‌سازی تغییرات حجم آب و حفظ یک فشار تقریباً ثابت نصب شده است [۱۴].

پارامترهای سیستم عبارتند از:

- فشار کاری 2.9 bar
- دمای نقطه کار سیستم 48 °c
- جریان سیال 410 m3/h
- سرعت سیال (آب) 2 m/s

ورودی‌هایی که برای مدل‌سازی مبدل حرارتی می‌توان در نظر گرفت، عبارتند از: دمای آب ورودی به مبدل، دمای هوای محیط، میزان جریان هوا بر روی مبدل و میزان جریان سیال که همان آب می‌باشد. با توجه به اینکه سیستم به صورت یک سیکل بسته عمل می‌کند، لذا میزان جریان سیال در داخل مبدل ثابت است. همچنین با توجه به اینکه تعداد فن‌ها در سیستم ثابت می‌باشد، در این بررسی میزان جریان هوایی که از طریق این فن‌ها اعمال می‌شود را ثابت در نظر گرفته‌ایم. لذا سیستم دارای دو ورودی و یک خروجی می‌باشد. ورودی اصلی سیستم، دمای آب ورودی به مبدل حرارتی و ورودی دوم، دمای هوای محیط در نظر گرفته شده است. دمای محیط به عنوان یک اغتشاش قابل اندازه‌گیری در سیستم می‌باشد. خروجی سیستم نیز دمای آب خروجی از مبدل حرارتی هوا-آب می‌باشد.



شکل ۱: نمایی از مبدل حرارتی هوا-آب.

¹ Autoregressive with exogenous input

² Autoregressive

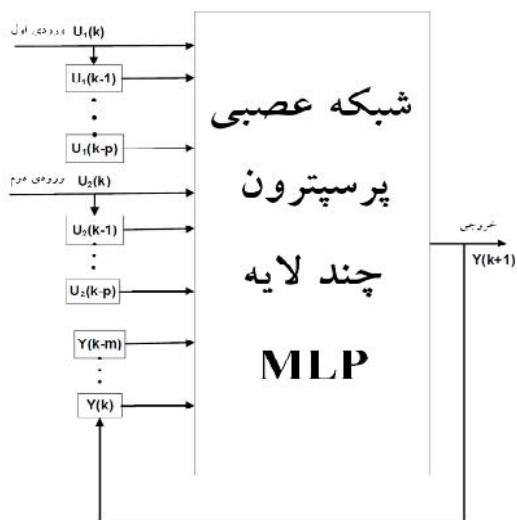
ساختار NARX نسبت به دیگر مدل‌های موجود، دارای دقت بیشتری در تخمین است. در سیستم‌هایی که نویز فرآیند وجود دارد، ساختار NARMAX^۵ نیز می‌تواند مفید واقع گردد [۲۰].

۴. شبکه عصبی مصنوعی NARX

ساختار مدل NARX، غیرخطی مدل ARX بوده که یکی از مدل‌های رایج در سری‌های زمانی می‌باشد. این ساختار کاربردهای زیادی دارد و می‌توان برای پیش‌بینی و فیلتر از آن استفاده نمود. اما مهمترین استفاده آن، توانایی مدل‌سازی سیستم‌های دینامیکی غیرخطی می‌باشد. تابع غیرخطی ۱ ارتباط ورودی و خروجی را در ساختار NARX نشان می‌دهد.

$$y(t) = f(y(t-1), y(t-2), \dots, y(t-n_y), \dots, u_1(t-1), u_1(t-2), \dots, u_1(t-n_{u_1}), \dots, u_2(t-1), u_2(t-2), \dots, u_2(t-n_{u_2})) \quad (1)$$

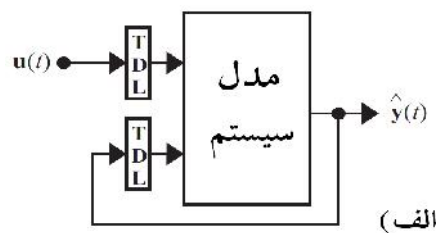
که در آن f یک تابع غیرخطی از ورودی و خروجی‌های سیستم بوده و خروجی از روی نمونه‌های قبلی آن و سیگنال ورودی ساخته می‌شود. $y(t)$ خروجی، $u_1(t)$ و $u_2(t)$ ورودی‌ها، n_y تعداد خروجی‌های ماقبل و n_u تعداد ورودی‌های ماقبل در سیستم مورد بحث می‌باشند. با استفاده از شبکه عصبی و روش‌های شناسایی، می‌توان تابع غیرخطی f را با دقت بالا بدست آورد. شکل ۳ نمایی از این نوع ساختار را با استفاده از یک شبکه عصبی نشان می‌دهد.



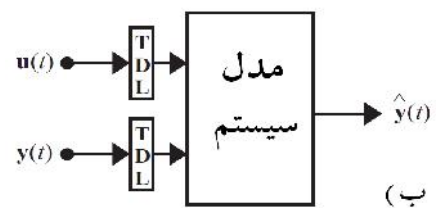
شکل ۳: ساختار غیرخطی NARX.

⁵ Nonlinear autoregressive moving average with exogenous input

حالت غیرخطی NARX^۱، NAR^۲ و... را نام برد. در ساختار شبیه‌سازی، خروجی‌های آینده سیستم تنها براساس ورودی‌های گذشته تعیین می‌شوند. مدل‌های BJ^۳ و OE^۴ نمونه‌هایی از این ساختار می‌باشند. در اکثر مراجع [۱۸-۱۹] ساختار تخمین یک گام به جلو به صورت مدل سری-موازی و ساختار شبیه‌سازی به صورت مدل موازی ارائه شده‌است. شکل ۲ تفاوت این دو ساختار را نشان می‌دهد. در این شکل سیگنال $u(t)$ ورودی سیستم و $y(t)$ خروجی آن می‌باشد. سیگنال $\hat{y}(t)$ تقریبی از خروجی واقعی سیستم می‌باشد که توسط مدل بدست آمده‌است. TDL یک بردار N بعدی مربوط به سیگنال در زمان حال و زمان‌های ماقبل آن می‌باشد.



(الف)



(ب)

شکل ۲: الف) ساختار موازی ب) ساختار سری-موازی.

در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی برای استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، در علم کنترل صورت گرفته‌است. از ویژگی‌های مهم شبکه عصبی مصنوعی می‌توان توانایی آنها در مدل‌سازی سیستم‌های غیرخطی، ساختار موازی، پیاده‌سازی آسان، توانایی یادگیری و تطبیق با رفتار یک سیستم واقعی را نام برد. شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌توانند هم با داده‌های بدست آمده از سیستم و هم هنگامی که به سیستم متصل می‌باشند، آموزش ببینند. همچنین به دلیل ساختار موازی‌شان به زمان کمتری برای پردازش نیاز دارند. شبکه‌های عصبی مصنوعی انعطاف‌پذیری بیشتری از لحاظ فیلترکردن ورودی‌های نویزی فراهم می‌آورد. همچنین دارای حساسیت کمتری نسبت به تغییر پارامترهای سیستم دارد. بررسی‌های انجام شده در زمینه تخمین و شناسایی سیستم‌های غیرخطی نشان می‌دهد که مدل‌سازی با استفاده از

¹ Nonlinear autoregressive with exogenous input

² Nonlinear autoregressive

³ Box-Jenkins

⁴ Output error

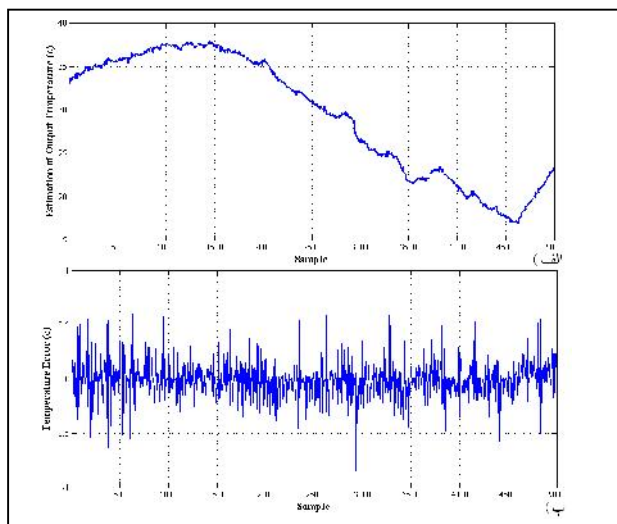
جهت آموزش شبکه عصبی تعداد ۸۰۰۰ داده به صورت هر ۱۵ ثانیه توسط DCS^2 نیروگاه نمونه‌برداری شده‌است. توسط این داده‌ها و با استفاده از جعبه ابزار شبکه‌عصبی در نرم‌افزار متلب، شبکه‌عصبی مورد آموزش قرار گرفته و تابع غیرخطی f تعیین شده‌است. شکل ۴ دمای بدست آمده پس از آموزش مدل و اختلاف بین این دما و دمای واقعی را نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود، خروجی مدل با دقت خوبی خروجی واقعی را دنبال می‌کند.

۴.۲. اعتبارسنجی مدل

در قسمت قبل با استفاده از یک دسته از داده‌ها اقدام به شناسایی و بدست آوردن مدل کردیم. جهت اعتبارسنجی مدل بدست آمده، در نوبت دیگر اقدام به جمع‌آوری داده از سیستم می‌نماییم. تعداد ۵۰۰۰ نمونه، متفاوت از نمونه‌های آموزش، جهت اعتبارسنجی مدل، مورد استفاده قرار گرفته است. شکل ۵ دمای بدست آمده از مدل و اختلاف بین این دما و دمای واقعی را نشان می‌دهد. مدل بدست آمده برای سیستم را می‌توان با استفاده از معیاری نظیر میانگین مربعات خطا، بصورت زیر سنجید.

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N [y(t) - \hat{y}(t)]^2 \quad (2)$$

که در آن $y(t)$ خروجی واقعی و $\hat{y}(t)$ خروجی تخمین می‌باشد. میانگین مربعات خطا برای خروجی واقعی و خروجی بدست آمده از اعتبارسنجی مدل مقدار 0.023 بدست آمده‌است.

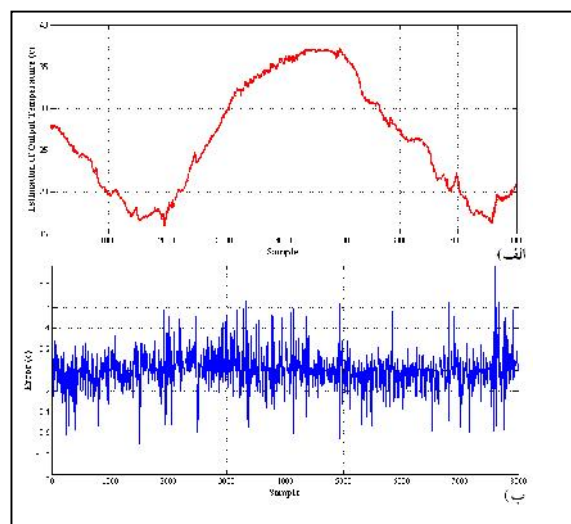


شکل ۵: الف) خروجی بدست آمده در اعتبارسنجی (ب) اختلاف دما.

اولین گام در مدل‌سازی، انتخاب تعداد ورودی و خروجی‌های ماقبل مورد استفاده در مدل، یعنی تعیین n_u و n_y می‌باشد. این کار معمولاً بصورت تجربی و با استفاده از آزمون و خطا انجام می‌گیرد. دومین موضوعی که بایستی تعیین شود، میزان نرون‌های موجود در لایه پنهان می‌باشد. بایستی توجه داشت که کم یا زیاد بودن نرون‌ها در لایه میانی باعث کاهش کارایی مدل می‌شود. پس از تعیین این مقادیر، با آموزش شبکه عصبی توسط دسته‌ای از داده‌ها، تابع غیرخطی f را بدست می‌آوریم. جهت بررسی صحت مدل بدست آمده، می‌توان توسط دسته دیگری از داده‌ها، مدل را مورد اعتبارسنجی قرار داد.

۴.۱. تعیین مدل

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، هدف تخمین دمای خروجی پمپ‌ها می‌باشد. جهت تخمین دما ابتدا یک ساختار غیرخطی با استفاده از شبکه NARX در نظر می‌گیریم. ورودی‌های شبکه عبارتند از: دمای آب ورودی به فن فن‌ها و دمای محیط. خروجی سیستم نیز دمای آب خروجی پمپ‌ها می‌باشد. در این مقاله از یک شبکه عصبی پرسپترون چندلایه^۱ برای تقریب تابع f استفاده شده‌است. این شبکه دارای یک لایه پنهان بوده و تعداد نرون‌های این لایه به صورت آزمایش و خطا ۱۵ نرون در نظر گرفته شده‌است. تعداد سیگنال ماقبل مورد استفاده در مدل برای داشتن بهترین تطبیق، برای ورودی‌ها ۴ و برای خروجی ۵ بصورت تجربی بدست آمده‌است. تابع محرک مربوط به نرون‌های لایه پنهان، تابع سیگموئید و تابع محرک لایه خروجی، خطی در نظر گرفته شده‌است.



شکل ۴: الف) خروجی بدست آمده پس از آموزش (ب) اختلاف دما.

² Distributed Control System

¹ Multilayer Perceptron (MLP)

۵. نتیجه‌گیری

سیستم خنک‌سازی آب در واحدهای گازی نقش مهمی در کارکرد بهینه و مناسب توربوکمپرسور و ژنراتور دارد. در این مقاله یکی از اجزای این سیستم خنک‌سازی یعنی مبدل حرارتی هوا-آب مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی NARX، دمای آب خروجی از پمپ‌ها تخمین زده شد. این ساختار از انواع شبکه‌های بازگشتی می‌باشد که از تعدادی لایه با اتصال فیدبک از خروجی تشکیل شده است. مقایسه بین داده‌های واقعی و شبیه‌سازی شده از سیستم نشان می‌دهد که خروجی بدست آمده از مدل، با دقت خوبی دمای آب خروجی از پمپ‌ها را دنبال می‌کند.

قدردانی

نویسندگان این مقاله از جناب مهندس مهدی صابریان از شرکت مدیریت تولید نیروگاه‌های گازی خراسان جهت ثبت داده‌ها و نمونه‌برداری از سیستم، کمال تشکر را دارند.

منابع

- [10] S. A. Mandavgane and S.L. Pandharipande, "Application of optimum ANN architecture for heat exchanger modeling," Indian journal of chemical technology, 2006.
- [11] C. K. Tan, et al. "Artificial neural network modelling of the thermal performance of a compact heat exchanger," Applied Thermal Engineering, 2009, pp. 3609-3617.
- [12] G. Diaz, M. Sen, K.T. Yang, R.L. McClain, "Dynamic Prediction and Control of Heat Exchangers Using Artificial Neural Networks," International Journal of Heat and Mass Transfer, 2001, pp. 1671-1679.
- [13] A. Kusiak and G. Xu, "Modeling and optimization of HVAC systems using a dynamic neural network," Energy, 2012, pp. 241-250.
- [] [مستندات فنی واحدهای گازی V94.2 نیروگاه سیکل ترکیبی شیروان.]
 [] م. کرای، شناسایی سیستم، انتشارات دانشگاه امیرکبیر، ۱۳۸۸.
 [] ع. عیسی پور، شناسایی سیستم، انتشارات شیوه، ۱۳۸۷.
- [17] A. Janczak, Identification of nonlinear systems using neural networks and polynomial models: a block-oriented approach, Vol. 310. Springer, 2004.
- [18] K.S. Narendra and K. Parthasarathy "Identification and control of dynamical systems using neural networks," IEEE Trans. Neural Networks, 1990, pp. 4-26.
- [19] O.Nelles, Nonlinear system identification From classical approaches to neural networks and fuzzy models, Springer, New York, Berlin, Heidelberg, 2001.
- [20] S. Chen, S.A. Billings and P.M. Grant, "Non-linear system identification using neural networks," International Journal of Control, 1990, pp. 1191-1214.
- [1] R.K. Shah, D.P. Sekulic, Fundamentals of Heat Exchanger Design, John Wiley and Sons, New Jersey, 2003.
- [2] L. Ljung, System identification: theory for the user, 2nd, Prentice-Hall, 1999.
- [3] G.F. Coitinovis, M.T. Ribeiro, J.L. Paiva, T.W. Song and J.M. Pinto, "Integrated analysis of cooling water systems: Modeling and experimental validation," Applied Thermal Engineering, 2009, pp. 3124-3131.
- [] ف. کاظمی، ب. رحیمی، ع. آهنگری و م. راد، "یک مدل بهبودیافته برای تحلیل عملکرد برج خنک کن بسته"، نشریه پژوهشی مهندسی مکانیک ایران، خرداد ۱۳۸۷، ص. ۸۸-۱۱۴.
- [] ن. ثیری و و. نصیرپور، "پیشبینی عملکرد حرارتی مبدل‌های پوسته و لوله با استفاده از مدل ترکیبی"، یازدهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران، تهران، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۵.
- [6] H. Wang, and S. Touber, "Distributed and non-steady-state modelling of an air cooler," International Journal of Refrigeration, 1991, pp. 98-111.
- [7] D.K. Yang, K.S. Lee, and S. Song, "Modeling for predicting frosting behavior of a fin-tube heat exchanger," International journal of heat and mass transfer, 2006, pp. 1472-1479.
- [8] G. Diaz, M. Sen, K.T. Yang, R.L. McClain, "Simulation of heat exchanger performance by artificial neural networks," Int. J. HVAC and R Res. 5, 1999, pp. 195-208
- [9] K.S. Yigit, and H.M. Ertunc, "Prediction of the air temperature and humidity at the outlet of a cooling coil using neural networks," International communications in heat and mass transfer, 2006, pp. 898-907.

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



PROPOSAL
پروپوزال

پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



ISI
Scopus



آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو