بسم الله الرحمن الرحیم

گزارش پروژه پایان نامه کارشناسی ارشد

موضوع:

تشخیص الگوهای تخلیه جزیی عایق های جامد و مایع با استفاده ازشبکه عصبی

استاتید راهنما:

جناب آقای دکتر یزدی زاده

جناب آقای دکتر مهدیانی

تهیه کننده :

محمد اسکویی

پاییز ۹۰

با تشکر وقدردانی از زحمات اساتید گرانقدر،

جناب آقای دکتر یزدی زاده

جناب آقای دکتر مهدیانی

که بدون راهنمایی ها و اشارت های ایشان انجام این مهم مقدور نبود.

فهرست مطالب

۱- مقدمه ۱۶

۱-۱- تشخیص الگوی تخلیه جزیی در تجهیزات فشار قوی ۱۹

۱-۱-۱- کابل فشارقوی ۱۹

۱-۱-۲- ترانسفورماتور و بوشینگ ۲۰

۱-۱-۳- ترانسفورماتورهای جریان خشک رزینی ۲۱

۱-۱-۴- پستهای عایق گازی سیستم بسته(GIS) ۲۲

۱-۲- تشخیص الگوی تخلیه جزیی در عایق هاي جامد و مایع ۲۲

۱-۲-۱- الگوی تخلیه جزیی عایق جامد ۲۳

۱-۲-۲- الگوی تخلیه جزیی عایق جامد و مایع به همراه نویز ۲۴

۱-۲-۳- ولتاژ شروع و خاموش شدن تخلیه جزئی ۲۵

۱-۳- خلاصه پایان نامه ۲۷

۲- فیزیك تخلیه جزیي ۳۰

۲-۱- انواع تخلیه جزیي ۳۲

۲-۱-۱- تخلیه جزیی خارجی ۳۲

۲-۱-۲- تخلیه‌های داخلی ۳۳

۲-۲- مدل سازی تخلیه جزیی در داخل حفره ۳٤

۲-۲-۱- مدار معادل تخلیه جزیی در حفره ۳۵

۲-۲-۲- مدل های ولتاژ شروع تخلیه جزیی در حفره ۳۶

۲-۳- مدل تصادفي تخلیه جزیی در حفره عایق ٤۰

۲-۴- وابستگی تخلیه جزیی حفره عایق به فرکانس ولتاژ اعمالی ٤۳

۲-۴-۱- تاخیر زمانی آماری و وابستگی فرکانسی ۴۳

۲-۴-۲- ثابت زمانی دی الکتریک (حفره و عایق) و وابستگی فرکانسی ۴۴

۲-۴-۳- اثر شکل و موقعیت حفره بر ولتاژ آغاز تخلیه جزئی ۴۵

۲-۵- نتیجه گیري ٤٦

۳- ساخت نمونه و انجام آزمون ٤۹

۳-۱- مقدمه ٤٩

۳-۲- عایق های الکتریکی ٤٩

۳-۳- بررسي فعاليت ساير محققين در ساخت نمونه آزمون ٥١

۳-۴- ساخت نمونه‌های عایق جامد ٥٤

۳-۴-۱- نمونه عایقی برای تخلیه جزیی سطحی ۵۴

۳-۴-۲- نمونه عایقی برای تخلیه داخلی ۵۷

۳-۵- محفظه آزمون ٦٢

۳-۶- آزمون تخلیه جزیی و تجهیزات آن ٦٣

۳-۶-۱- تخلیه جزیی کرونا ۶۴

۳-۶-۲- تخلیه جزیی سطحی ۶۶

۳-۶-۳- تخلیه جزیی داخلی ۶۸

۳-۶-۴- تخلیه جزیی عایق مایع، روغن ۸۰

۴- پردازش و استخراج ویژگي داده‌هاي خام تخليه جزيي ۸۳

۴-۱- مقدمه ۸۳

۴-۲- بررسي اجزا پايه (PCA) ۸٤

۴-۳- بررسي اجزا مستقل (ICA) ۹۰

۴-۴- روش تبديل موجك(WAVELET) ۹۳

۴-۵- بررسي تخليه جزئي توزيع شده در فاز ۹۸

۴-۶- استخراج ويژگي داده‌هاي خام از مقادير تخليه جزئي ۱۰۰

۴-۷-استخراج ويژگي از داده‌هاي خام به روش نرم سيگنال ۱۰۲

۴-۷- نتيجه‌گيري ۱۰۶

۵- تشخيص الگوی تخليه جزيي الكتريكی با شبكه عصبی ۱۰۹

۵-۱- مقدمه ۱۰۹

۵-۲- شبكه عصبی ۱۱۰

۵-۲-۱- شبكه عصبی چند لايه پيشرو ۱۱۰

۵-۲-۲- شبكه عصبی شعاعی RBF ۱۱۵

۵-۲-۳- *شبکه عصبی خود سامان ده SOM* *۱۱۸*
۵-۳- مقیاس‌بندی داده‌های ورودی و خروجی ۱۱۹
۵-۴- دادههای ورودی و خروجی حاصل از نتایج آزمون های عملی ۱۲۰
۵-۵- سناریو های تشخیص الگو ۱۲۱
۵-۶- پیاده سازی و تشخیص الگوی تخلیه جزیی به روشPRPD ۱۲۲
۵-۶-۱- شبکه عصبی پیشرو با الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا ۱۲۲
۵-۶-۲- بررسی توسط شبکه عصبی شعاعی ۱۲۹
۵-۶-۳- پیاده سازی با استفاده از ابزار nprtool ۱۳۰
۵-۶-۴- پیاده سازی توسط شبکه عصبی خود سامان‌ده ۱۳۴
۵-۷- پیاده سازي و تشخیص الگوی تخلیه جزیی به روشPDN ۱۳۶
۵-۷-۱- تشخیص الگوی تخلیه جزیی به روش پنجره فاز ۱۳۸
۵-۷-۲- تشخیص الگوی تخلیه جزیی به روش پریودیک ۱۴۳
۵-۸- بررسي نتايج ۱۴۷
۵-۸-۱- بررسی نتایج پیاده سازی توسط شبکه عصبی پیشرو ۱۴۸
۵-۸-۲- بررسی نتایج پیاده سازی توسط شبکه شعاعی ۱۴۹
۵-۸-۳- بررسی نتایج پیاده سازی توسط جعبه ابزار nprtool ۱۴۹

۶- نتيجه گيري ۱۵۳

۶-۱- بررسي نتايج شبكه عصبي پيشرو ۱۵۴
۶-۱-۱- بررسی سناریوی اول (حفره 1mm) ۱۵۴
۶-۱-۲- بررسی سناریوی دوم (حفره 1.5 mm) ۱۵۴
۶-۱-۳- بررسی سناریوی سوم (حفره 2mm) ۱۵۵
۶-۱-۴- بررسی سناریوی چهارم (حباب در روغن) ۱۵۵
۶-۲- بررسي نتايج شبكه عصبي شعاعي (RBF) ۱۵۶
۶-۳- بررسي نتايج حاصل از ابزار جداسازي الگو (NPR TOOL) ۱۵۷
۶-۴- كارهاي آتي ۱۵۸

فهرست اشکال

شکل ۲-۱- عیوب عایقی مختلف دریک کابل..... ۳۲

شکل ۲-۲- کانال ها یا مسیرهای تخلیه جزیی در عایق های گازی،جامد و مایع..... ۳۳

شکل ۲-۳- شکل های مختلف نقص عایقی..... ۳۳

شکل ۲-۴- مدل شماتیک حفره در داخل عایق جامد..... ۳۴

شکل ۲-۵- مدار معادل تخلیه جزئی در داخل حفره..... ۳۵

شکل ۲-۶- میدان الکتریکی در حفره، الف- عدم تخلیه جزیی، ب- وقوع تخلیه جزیی..... ۳۸

شکل ۲-۷- میدان الکتریکی عایق با وجود حفره..... ۴۰

شکل ۲-۸ - تعداد PD و مقدار بار در ولتاژ ۱۰ کیلو ولت در حفره ی استوانه ای به قطر ۱۰MM و ارتفاع ۱MM..... ۴۴

شکل ۲-۹- دو نوع حفره در داخل عایق جامد و میدان الکتریکی داخل آن..... ۴۵

شکل ۳-۱- دیاگرام دسته بندی انواع عایق ها..... ۵۰

شکل۳-۲- قالب ساخت نمونه تخلیه جزیی سطحی..... ۵۵

شکل ۳-۳- نمونه رزین ریخته گری شده..... ۵۵

شکل ۳-۴- نمونه عایق پلی اتیلن..... ۵۶

شکل ۳-۵- نقشه وابعاد نمونه تخلیه جزیی سطحی..... ۵۶

شکل ۳-۶ - نمونه تخلیه سطحی بین الکترودهای سوزن-صفحه..... ۵۶

شکل ۳-۷- حباب وارد شده در رزین پلی یورتان..... ۵۸

شکل ۳-۸- الکترودها درداخل رزین..... ۵۹

شکل ۳-۹- قالب های ریخته گری نمونه های رزینی..... ۵۹

شکل ۳-۱۰-دستگاه خلاء ساز..... ۶۰

شکل ۳-۱۱- نمونه های رزینی ساخته شده برای تخلیه جزیی داخلی ۶۱
شکل ۳-۱۲- نمونه با دو لایه پلکسی و یا پلی کربنات..... ۶۱
شکل ۳-۱۳- طرح محفظه آزمون ۶۲
شکل ۳-۱۴- محفظه آزمون ۶۳
شکل ۳-۱۵- تجهیزات آزمون تخلیه جزیی در آزمایشگاه فشار قوی ۶۳
شکل ۳-۱۶- مدار اندازه‌گیری تخلیه جزیی کرونا..... ۶۴
شکل ۳-۱۷ -سیگنال تخلیه جزیی کرونا..... ۶۴
شکل ۳-۱۸- مدار آزمون تخلیه سطحی ۶۶
شکل ۳-۱۹- نمونه سیگنال تخلیه جزیی سطحی در عایق رزینی ۶۶
شکل ۳-۲۰- سیستم اندازه گیری تخلیه جزیی داخلی..... ۶۸
شکل ۳-۲۱- نمونه رزینی تخلیه جزیی داخلی با یک حباب..... ۶۸
شکل۳-۲۲ -نمونه‌ای از سیگنال تخلیه جزیی داخلی ۶۹
شکل۳-۲۳ –پژوهشگران از چپ به راست، دکتر یزدی زاده، مهندس اسکویی ۶۹
شکل ۳-۲۴- توزیع میدان و پتانسیل الکتریکی در محفظه آزمون بدون وجود لایه روغن..... ۷۱
شکل ۳-۲۵ -توزیع میدان و پتانسیل الکتریکی در محفظه آزمون با وجود لایه روغن..... ۷۲
شکل ۳-۲۶- توزیع میدان الکتریکی در نمونه عایق پلکسی با وجود روغن..... ۷۳
شکل ۳-۲۷- توزیع میدان الکتریکی در نمونه عایق پلکسی بدون وجود روغن..... ۷۳
شکل ۳-۲۸- سیگنال تخلیه جزیی اندازه گیری شده برای حفره به قطر ۱ میلیمتر..... ۷۵
شکل ۳-۲۹- سیگنال تخلیه جزیی اندازه گیری شده برای حفره به قطر ۱/۵ میلی‌متر..... ۷۵
شکل ۳-۳۰-سیگنال تخلیه جزیی اندازه‌گیری شده برای حفره به قطر ۲ میلی‌متر ۷۶
شکل ۳-۳۱-حباب هوا در زیر الکترود فشارقوی..... ۸۰

شکل ۴-۱- روشهای استخراج ویژگی داده..... ۸۴
شکل ۴-۲-توزیع داده های اصلی در صفحه مختصات..... ۸۷
شکل ۴-۳-مرتب شدن داده ها حول بردار ویژه ۸۸
شکل ۴-۴- نقاط نگاشت شده ۹۰
شکل ۴-۵-زوج فیتلر جداسازی ۹۷
شکل ۴-۶-فرآیند جداسازی..... ۹۷
شکل ۴-۷- پارامترهای تخلیه جزیی در هر پنجره از فاز..... ۹۹
شکل ۵-۱-توابع فعال ساز : الف- LOG-SIGMOID، ب- TAN-SIGMOID پ- خطی..... ۱۱۲
شکل ۵-۲-ساختمان شبکه عصبی پیشرو..... ۱۱۳
شکل ۵-۳-ساختار شبکه عصبی شعاعی ۱۱۵
شکل ۵-۴-تقسیم بندی فضای داده توسط شبکه عصبی خود سامان ده..... ۱۱۹
شکل ۵-۵-ویژگی های ورودی شبکه عصبی و تعداد خروجی ها..... ۱۲۲
شکل ۵-۶-عملکرد شبکه برای سناریوی اول..... ۱۳۰
شکل ۵-۷-ماتریس انتخاب الگوهاتوسط ابزار NPR برای سناریوی ۱..... ۱۳۱
شکل ۵-۸- ماتریس انتخاب الگوهاتوسط ابزار NPR برای سناریوی ۲ ..... ۱۳۲
شکل ۵-۹-ماتریس انتخاب الگوهاتوسط ابزار NPR برای سناریوی ۳ ..... ۱۳۲
شکل ۵-۱۰-ماتریس انتخاب الگوهاتوسط ابزار NPR برای سناریوی ۴ ..... ۱۳۳
شکل ۵-۱۱-شبکه عصبی SOM تقسیم بندی داده ها، سناریوی اول ۱۳۴
شکل ۵-۱۲-شبکه عصبی SOM تقسیم بندی داده ها، سناریوی دوم ۱۳۵
شکل ۵-۱۳-شبکه عصبی SOM تقسیم بندی داده ها، سناریوی سوم..... ۱۳۵
شکل ۵-۱۴-مراحل پردازش در پنجره فاز به روش نرم سیگنال ۱۳۷

شکل ۵-۱۵-مراحل پردازش پریودیک به روش نرم سیگنال..... ۱۳۸

شکل ۵-۱۶- عملکرد شبکه عصبی شعاعی برای هر سه سناریوPDWN ۱۴۰

شکل ۵-۱۷-تفکیک کلاس های مختلف با جعبه ابزار NPR..... ۱۴۱

شکل ۵-۱۸-عملکرد شبکه عصبی شعاعی برای سه سناریو PDPN..... ۱۴۵

شکل ۵-۱۹- پیاده سازی با جعبه ابزارNPRTOOL برای هر سه سناریو ۱۴۶

شکل ۶-۱-مراحل کلی انجام کار..... ۱۵۳

فهرست جداول

جدول ۲-۱- تنش الکتریکی و PDIV برای انواع حفره با انواع موقعیتها در عایق XLPE ۴۶

جدول ۳-۱ -مشخصات الکتریکی و مکانیکی انواع رزین ۵۸

جدول ۳-۲- مقادیر اندازه‌گیری شده تخلیه جزیی برای کرونا ۶۵

جدول ۳-۳- مقادیر اندازه‌گیری شده تخلیه جزیی سطحی ۶۷

جدول۳-۴- مقادیر سیگنال تخلیه جزیی برای حفره به قطر ۱ میلیمتر ۷۷

جدول ۳-۵- مقادیر سیگنال تخلیه جزیی برای حفره به قطر ۱/۵ میلی‌متر ۷۸

جدول ۳-۶- مقادیر سیگنال تخلیه جزیی برای حفره به قطر ۲ میلی‌متر ۷۹

جدول ۵-۱- الگوریتم‌های مختلف یادگیری در نرم افزار MATLAB ۱۲۳

جدول ۵-۲- عملکرد شبکه عصبی پیشرو ۱۲۴

جدول ۵-۳- شبکه عصبی پیشرو با ترکیب LM-GDM-MSE ۱۲۵

جدول ۵-۴- ترکیب MSE-GDM ۱۲۵

جدول ۵-۵- ترکیب CGF، GDM و MSE ۱۲۶

جدول ۵-۶-ترکیب RP، GD ،MSE: ۱۲۶

جدول ۵-۷- عملکرد شبکه عصبی پیشرو با حفره ۱/۵ میلی‌متر ۱۲۷

جدول ۵-۸- بررسی شبکه عصبی پیشرو با حفره با قطر ۲MM ۱۲۸

جدول ۵-۹-بررسی شبکه عصبی پیشرو برای سناریوی۴ ..... ۱۲۸

جدول ۵-۱۰-نتایج شبکه عصبی شعاعی برای تمامی سناریوها ۱۲۹

جدول ۵-۱۱- صحت انتخاب کلاسهای تخلیه جزیی، سناریوهای ۱ الی ۴ ..... ۱۳۳

جدول ۵-۱۲- شبکه عصبی پیشرو برای سناریوی(PDWN)۱ ..... ۱۳۹

جدول ۵-۱۳- شبکه عصبی پیشرو برای سناریوی(PDWN)۲ ..... ۱۳۹

جدول ۵-۱۴- شبکه عصبی پیشرو برای سناریوی۳(PDWN)..... ۱۳۹
جدول ۵-۱۵- شبکه عصبی شعاعی برای سناریوی۱ (PDWN) ۱۴۰
جدول ۵-۱۶- شبکه عصبی شعاعی برای سناریوی۲ (PDWN) ۱۴۰
جدول ۵-۱۷- شبکه عصبی شعاعی برای سناریوی ۳(PDWN) ۱۴۰
جدول ۵-۱۸- نتایج حاصل از پیاده سازی با جعبه ابزار NPRTOOL برای سناریوی۱(PDWN)..... ۱۴۲
جدول ۵-۱۹- نتایج حاصل از پیاده سازی با جعبه ابزار NPRTOOL برای سناریوی۲(PDWN) ۱۴۲
جدول ۵-۲۰- نتایج حاصل از پیاده سازی با جعبه ابزار NPRTOOL برای سناریوی۳(PDWN)..... ۱۴۲
جدول ۵-۲۱- شبکه عصبی پیشرو برای سناریوی۱(PDPN)..... ۱۴۳
جدول ۵-۲۲- شبکه عصبی پیشرو برای سناریوی۲(PDPN) ۱۴۳
جدول ۵-۲۳- شبکه عصبی پیشرو برای سناریوی۳(PDPN) ۱۴۴
جدول ۵-۲۴- شبکه عصبی شعاعی برای سناریوی۱(PDPN)..... ۱۴۴
جدول ۵-۲۵- شبکه عصبی شعاعی برای سناریوی۲ (PDPN)..... ۱۴۴
جدول ۵-۲۶-شبکه عصبی شعاعی برای سناریوی ۳(PDPN)..... ۱۴۴
جدول ۵-۲۷- نتایج حاصل از پیاده سازی با جعبه ابزار NPRTOOL برای سناریوی۱(PDPN)..... ۱۴۶
جدول ۵-۲۸- نتایج حاصل از پیاده سازی با جعبه ابزار NPRTOOL برای سناریوی۲(PDPN) ۱۴۷
جدول ۵-۲۹- نتایج حاصل از پیاده سازی با جعبه ابزار NPRTOOL برای سناریوی۳(PDPN) ۱۴۷
جدول ۵-۳۰- مقایسه نتایج برای سه مدل پیاده سازی توسط شبکه عصبی پیشرو..... ۱۴۸
جدول ۵-۳۱- مقایسه نتایج پیاده سازی شبکه عصبی شعاعی برای سه نوع روش استخراج ویژگی ۱۴۹
جدول ۵-۳۲- مقایسه نتایج پیاده سازی با استفاده از جعبه ابزار NPRTOOL..... ۱۵۰
جدول ۶-۱-جمع بندی نتایج شبکه عصبی پیشرو برای سناریوهای مختلف..... ۱۵۵
جدول ۶-۲-مقایسه نتایج شبکه شعاعی برای چهار سناریو با روش‌های مختلف استخراج ویژگی..... ۱۵۶

جدول ۶-۳-جمع بندی نتایج شبکه عصبی ابزار NPR..... ۱۵۷

فصل اول: مقدمه

۱- مقدمه

طی سالیان گذشته توسعه شبکه‌های قدرت به سمت و سوی افزایش ولتاژ حرکت داشته است. یعنی ولتاژ عملکردی خطوط انتقال و پستها و تجهیزات مربوطه بیشتر شده و این به معنای نیاز به یک سیستم عایقی مطمئن و کارآمد می‌باشد، بنابراین آشکارسازی هر گونه زوال و تخریب عایقی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار خواهد بود.

از میان روش های اندازه‌گیری و تشخیص عیب عایقی تخلیه جزیی الکتریکی یک روش غیر مخرب به هنگام و مناسب می‌باشد. لذا فهم مناسب از پدیده تخلیه جزیی اساس روش تشخیص است.

تخلیه جزیی الکتریکی یک تخلیه الکتریکی موضعی و محلی است که اتصال عایق بین دو هادی را به صورت موضعی ایجاد می کند. تخلیه جزیی ممکن است در یک حفره عایقی یا سطح عایق و یا در اطراف یک لبه تیز که به ولتاژ بالا اتصال دارد عارض می شود. بدین معنا که اگر ولتاژ و تنش الکتریکی از تحمل میدانی (میدان الکتریکی) عایق بیشتر شود امکان بوجود آمدن تخلیه جزیی را فراهم می‌کند. هر تخلیه الکتریکی جزیی باعث عبور الکترون ها با انرژی بالا و یا یون های شتاب دار شده و در اثر مرور زمان تخریب ماده عایقی را به همراه دارد و در صورت ادامه این روند به تخریب کل ماده عایقی و تجهیز منجر خواهد شد.

هر نوع تخلیه جزیی دارای شکل و الگوی متفاوتی می‌باشد که می توان با تشخیص این الگوها به نوع تخلیه جزیی پی برد. این امر به ما کمک می کند از افزایش و انتشار عیب در وسایل جلوگیری به عمل آید.

از آنجا که تخلیه جزیی یکی از دلایل اصلی تخریب مواد عایقی محسوب می‌شود تا کنون مقالات و گزارش های زیادی در زمینه مکانیزم تخلیه جزیی روش های آشکارسازی، ارتباط بین تخلیه جزیی و زوال عایقی و محل یابی تخلیه جزیی نگارش شده است. بنابراین تخلیه جزیی به عنوان یکی از موضوعات مهم درجوامع علمی مطرح می باشد.

شبکه های عصبی از ساختار عصب و مغز انسان الگو گرفته اند و بر همین اساس توانایی انجام محاسبات گسترده و موازی را دارند. همانطور که مغز انسان با دریافت داده های محیطی عمل یادگیری و آموزش را انجام می دهد، شبکه عصبی مصنوعی نیز این قابلیت را دارد که با دریافت ورودی های مناسب آموزش دیده

و موضوع مورد نظر را فرا گیرد. ساختار نرون در شبکه عصبی مصنوعی همچون عصب مغز ساختاری غیر خطی دارد و همچنین ارتباط بین نرون ها به صورت گستره و فرا گیر است به طوری که یک نرون با تمامی نرون های بعدی خود(لایه بعدی) اتصال کامل دارد. این موضوع باعث می شود شبکه عصبی مصنوعی توانایی پردازش و محاسبات موازی را داشته باشد. به همین دلیل امکان انجام محاسبات و تقریب توابع عیر خطی و کلاسه بندی بین الگو های مختلف، توسط شبکه عصبی وجود دارد.

عموما شبکه عصبی از سه لایه ورودی، مخفی و خروجی تشکیل شده است. اگر این ساختاربا مغز انسان مقایسه شود لایه ورودی متناظر با ورودی های به مغز است مانند داده هایی که از طریق بینایی(چشم و سلسله اعصاب مربوطه) به مغز وارد می شوند. البته واضح است که مثلا تصویر یک گل در چشم به یک سری سیگنال الکتریکی تبدیل و پیش پردازش شده و سپس وارد مغز می گردد. متناظر این عمل نیز در شبکه عصبی نیز باید انجام شود یعنی داده ها قبل از وارد شدن به شبکه عصبی باید پیش پردازش گردند. درلایه مخفی شبیه مغز عملیات پردازشی، محاسباتی ویادگیری از طریق داده های ورودی به انجام رسیده و در خروجی شبکه عصبی نتایج حاصل شده در اختیار قرار می گیرد. به طور کلی یادگیری شبکه عصبی به دو صورت با ناظر و یا بدون ناظر انجام می شود. بر همین اساس می توان یک نوع از تقسیم بندی را برای شبکه عصبی تعریف نمود. به این معنا که بعضی از شبکه های عصبی برای یادگیری، مقدار خروجی به دست آمده را با مقدار یا یک شاخصه معین مقایسه می کنند(با ناظر) و از طرف دیگر بعضی از آنها ارتباط بین ورودی ها را بر اساس قانون یا قاعده ای خاص پیدا می کنند(بدون ناظر).

عناصر ارتباطی بین نرون ها در شبکه عصبی مصنوعی اتصالات وزن دار می باشند. این اتصالات در حین فرآیند یادگیری وزن دهی شده و با توجه به تفاوت بین مقدار مطلوب(یا هدف) و خروجی شبکه عصبی، یعنی خطا، وزن آنها بهینه می گردد. الگوریتم های محتلف یادگیری که مشهور ترین آن پس انتشار خطا است فرآیند یادگیری را مشخص و کنترل می کنند.

شبکه های عصبی مصنوعی کاربردهای زیادی در زمینه های مختلف دارند. به عنوان مثال در زمینه پردازش صوت، آنالیز رادار، پیش بینی بار در شبکه قدرت، پردازش آلارم، شناسایی الگو، تخمین تابع، تشخیص اثر انگشت و سایر موارد کاربرد فراوان داشته و یکی از خواص مهم شبکه عصبی تطبیق پذیری با توابع غیر خطی بوده که منجر به ایجاد محدوده وسیعی از کاربردها برای این الگوریتم گردیده است.

یکی از روش های تشخیص الگوی تخلیه جزیی، شبکه‌های عصبی می‌باشند. به این صورت که شبکه عصبی با یادگیری نگاشت بین ورودی و خروجی، ورودی های جدید را شناسایی کرده و با توجه به معیار یا قانون تعریف شده ورودی ها را دسته بندی می نماید.

در این پایان نامه هدف استفاده از شبکه های عصبی در تشخیص انواع الگوهای تخلیه جزیی که از طریق آزمون های آزمایشگاهی بر روی نمونه های مختلف عایق های جامد و مایع به دست آمده اند می باشد. به این معنا که با استفاده از قابلیت شبکه عصبی در تشخیص و تفکیک کلاس های مختلف ورودی ها و یا الگوهای مختلف اعمال شده به شبکه عصبی الگوهای مختلف تخلیه جزیی از یکدیگر تفکیک شوند.

راه های متفاوتی برای به دست آوردن الگوهای تخلیه جزیی وجود دارد. این الگو ها را می توان از طریق آزمون های آزمایشگاهی و یا میدانی به دست آورد. اگر آزمون ها میدانی باشند در این صورت معمولا آزمون بر روی وسیله یا تجهیز انجام می شود و نتایج اندازه گیری ها با اغتشاش همراه بوده و همچنین امکان وقوع چندین نوع تخلیه جزیی به طور همزمان وجود دارد. بنابراین سیگنال های اندازه گیری شده ترکیبی از چند منبع متفاوت و همراه با نویز خواهند بود.

در آزمون های آزمایشگاهی، آزمون ها تحت شرایط کنترل شده و بدون اغتشاش انجام می شود. به این معنا که نمونه های عایقی مورد نظر برای آزمون به صورت مصنوعی معیوب شده و تنها یک عیب خاص و معین در آنها ایجاد می گردد. بعد از آن اندازه گیری های تخلیه جزیی به صورت جداگانه بر روی آنها انجام می گردد. این امر باعث می شود پدیده وجود همزمان منابع تخلیه جزیی حذف شود و نتایج هر آزمون یا الگوی تخلیه جزیی به دست آمده فقط به آن نوع عیب خاص تعلق داشته باشد.

پس از به دست آمدن الگو های تخلیه جزیی با استفاده از انواع شبکه عصبی الگوهای تخلیه جزیی حاصل از اندازه گیری ها از یکدیگر تشخیص و تفکیک داده خواهد شد.

محققین زیادی در زمینه تفکیک الگو های تخلیه جزیی با شبکه عصبی فعالیت داشته اند به همین لحاظ در دهه‌های گذشته روش های متفاوتی برای اندازه گیری تخلیه جزیی از یک طرف و از سوی دیگر ساختارهای متفاوتی از شبکه‌های عصبی برای تشخیص الگوی تخلیه جزیی مانند شبکه عصبی چند لایه

پیشرو، شبکه عصبی خود سامان‌ده، شبکه عصبی شعاعی و شبکه عصبی ماژولار ارایه شده است. به طور کلی استفاده از شبکه عصبی برای تشخیص الگوی تخلیه جزیی در دو زمینه اصلی کاربرد داشته است:

الف- تجهیزات فشار قوی

ب- عایق های جامد، مایع و گاز

به منظور آشنایی بیشتر با این فعالیت ها در ادامه شرح مختصری از فعالیت‌های انجام شده، در هر دو زمینه ارایه می‌شود.

۱-۱-تشخیص الگوی تخلیه جزیی در تجهیزات فشار قوی

تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی توسط تجهیزات قدرت صورت می گیرد. این تجهیزات قدرت (فشارقوی) اعم از ژنراتور، ترانسفورماتورقدرت، کابل، بوشینگ، پست های گازیGIS، ترانسفورماتورهای خشک رزینی و...، تحت میدان های شدید الکتریکی واقع شده و شرایط ایجاد تخلیه جزیی در آنها فراهم می باشد. از این لحاظ بررسی های زیادی معطوف به تخلیه جزیی الکتریکی در این تجهیزات گردیده است که در ادامه به شرح مختصر آنها پرداخته می شود.

۱-۱-۱- کابل فشارقوی

در بررسی انجام شده، داده‌های مورد نظر از طریق آزمون های میدانی و آزمایشگاهی بر روی کابل XLPE[۱] به دست آمده است. پس از آن توزیع‌های بار در زاویه فاز بررسی گردیده (PRPD)[۲] و برای استخراج ویژگی و کاهش حجم داده‌ها از بررسی اجزا پایه (PCA)[۳] بهره گرفته شده است. خروجی حاصل از این قسمت به یک شبکه عصبی خود سامان‌ده اعمال شده و نتایج حاکی از بهتر شدن بررسی‌ها نسبت به پدیده تخلیه جزئی بوده است[۵].

بدین ترتیب با استفاده از روش بررسی اجزا پایه به پارامترهای آماری حاصل از توزیع‌های بار در زاویه فاز ویژگی داده‌های اصلی از میان کل اطلاعات حاصل از اندازه‌گیری بر روی کابل XLPE استخراج شده و

[۱] Cross Llinked Polyethylene

[۲] Phase Resolved Partial Discharge

[۳] Principal Component Analysis

همچنین بعد داده‌ها کاهش می‌یابد. استفاده از شبکه عصبی خود سامان ده و داده‌های پیش پردازش شده توسط بررسی اجزا پایه امکان بررسی روند تخلیه جزئی را فراهم کرده و مقایسه بررسی‌ها با نتایج حاصله حاکی از عملکرد مناسب روش پیشنهادی بوده است[۱۰].

۱-۱-۲- ترانسفورماتور و بوشینگ

برای بررسی تخلیه جزئی در ترانسفورماتورهای قدرت روغنی ابتدا داده‌های آزمایشگاهی از عیب‌هایی که به طور مصنوعی در ترانسفورماتور ایجاد شده‌اند به دست آمده‌اند. در واقع حباب هایی که در روغن و در بین لایه‌های کاغذ محبوس شده‌اند منشاء ایجاد تخلیه جزئی در این مقاله هستند. داده‌های حاصل آزمون آزمایشگاهی با نتایج حاصل ازعیوب ترانسفورماتورها مورد مقایسه قرار گرفته اند. همچنین داده‌های مربوط به ذرات هادی معلق در روغن نیز بررسی شده و نتایج به دست آمده از این بررسی ها نشانگر آن است که اگر بانک اطلاعاتی مناسبی در اختیار باشد می‌توان اینگونه خطاها را به درستی شناسایی کرد[۳].

از طرف دیگر آشکارسازی و تشخیص منابع چندتایی ایجاد تخلیه جزئی در تجهیزات فشار قوی همیشه مورد توجه قرار دارد. به منظور تشخیص منابع چندتایی ایجاد تخلیه جزئی در کاغذ آغشته به روغن از بررسی خوشه‌ای[۱] و منطق فازی بهره گرفته شده است. ایجاد انواع مختلف عیب در عایق کاغذ آغشته به روغن (که معمولاً در ترانسفورماتورهای قدرت و بوشینگ ها کاربرد دارند) شناسایی شده و نمونه‌های آزمایشگاهی هر یک از عیوب به تنهایی ساخته شده‌اند. پس از اندازه‌گیری تخلیه جزئی نمونه‌ها در آزمایشگاه عملیات استخراج ویژگی از طریق پارامترهای آماری صورت گرفته و سپس توسط شبکه عصبی تشخیص الگو انجام شده است[۹].

بوشینگ ها وسایلی هستند که ارتباط و اتصال هادی ولتاژ بالا به سیم‌پیچ درون ترانسفورماتور را برقرار می‌کنند. داده‌های ورودی مربوط به شبکه عصبی از روی ۲۵۶ بوشینگ که طی مدت ۲/۵ سال مورد آزمون قرار گرفته اند به دست آمده‌اند. این داده‌ها شامل ۱۴ پارامتر روغن بوشینگ بوده که به دو شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و شعاعی اعمال شده‌اند. نتایج حاصل از پیاده‌سازی شبکه عصبی نشانگر آن است که

[۱] -Cluster Analysis

شبکه عصبی شعاعی طی مدت کمتر نسبت به شبکه عصبی چند لایه عمل نموده لیکن دقت و قابلیت اطمینان آن کمتر از شبکه عصبی چند لایه می‌باشد[۲۸].

۱-۱-۳- ترانسفورماتورهای جریان خشک رزینی

ترانسفورماتورهای جریان خشک رزینی از جمله ابزارهای اندازه‌گیری هستند که تخلیه جزئی در آنها بسیار شایع است. در این مقالات، با استفاده از سنسور صوتی آشکارساز تخلیه جزئی سیگنال های تخلیه جزئی دریافت شده و توسط همین روش اندازه‌گیری تخلیه جزئی بر روی ترانسفورماتورهای از قبل معیوب شده، انجام شده است[۲] . سپس سیگنال های به دست آمده مورد پیش‌پردازش قرار گرفته و ویژگی آنها استخراج گردیده است. بعد با استفاده از شبکه عصبی چند لایه پیشرو، با الگوریتم پس انتشار خطا، مقدار خطای تشخیص با دقت ۹۲/۵ درصد حاصل گردیده است**[۱۳]**.

در دیدگاه دوم از شبکه عصبی گسترده[۱](ENN) برای تشخیص الگوی تخلیه جزئی در ترانسفورماتورهای جریان رزینی استفاده شده است[۲۱]. سپس با بهره‌گیری از سیستم مرسوم آشکارساز تخلیه جزئی، الگوی سه بعدی تخلیه جزئی در ترانسفورماتور جریان اندازه‌گیری شده و سپس سه پیش‌پردازش مختلف بر روی داده‌های خام انجام شده است. در اینجا از فاصله گسترده[۲](که یک الگوریتم خاص می باشد) به جای فاصله اقلیدسی در شبکه عصبی خود سامان ده استفاده شده است. این کار باعث می‌شود یادگیری شبکه عصبی با ناظر باشد و زمان آن نیز کوتاه‌تر و ساختاری ساده‌تر ایجاد شود.

در دیدگاه سوم به منظور آشکارسازی و جداسازی الگوی تخلیه جزئی در ترانسفورماتورهای جریان خشک رزینی ابتدا از طریق یک سیستم اندازه‌گیری الگوهای تخلیه جزئی اندازه‌گیری شده‌اند[۲۳]. سپس استخراج ویژگی لازم توسط اپراتورهای آماری انجام شده و در نهایت با شبکه عصبی خود سامان‌ده تفکیک الگوها میسر گردیده است. برای بررسی موثر بودن روش پیشنهادی از ۲۵۰ مجموعه الگوهای به دست آمده از آزمون آزمایشگاهی به عنوان داده‌های ورودی شبکه عصبی استفاده شده و ویژگی استخراج شده از طریق اپراتورهای آماری باعث کاهش ابعاد داده ورودی گردیده است **[۲۴]**.

---

[۱] -Extension Neural Network

[۲] -Extension Distance

۱-۱-۴- پستهای عایق گازی سیستم بسته(GIS)

پستهای عایق گازی سیستم بسته (GIS)[۱] از جمله سیستم هایی هستند که به علت محصور شدن تجهیزات فشار قوی در یک محفظه بسته فلزی و قرار گرفتن در فواصل فیزیکی نسبتا کوچک، شرایط مناسبی را برای ایجاد پدیده تخلیه جزئی فراهم می‌کنند[۲۲]. در این مقاله با استفاده از شبکه عصبی پیشرو و داده‌های اندازه‌گیری شده توسط یک سیستم خودکار آشکارسازی نوع عیب مشتمل بر یک عیب به تنهایی و چندین عیب با هم در این نوع از پست ها پیشنهاد گردیده است. روش کار بدین صورت می‌باشد که ابتدا داده‌های تخلیه جزئی از طریق آزمون بر روی سلول آزمون برای یک عیب و چندین عیب توام به دست آمده‌اند. سپس پیش پردازش داده‌ها به منظور استخراج ویژگی صورت گرفته که با انتخاب چهارده ویژگی به عنوان ورودی های شبکه عصبی و با بهره‌گیری از بانک داده الگوهای تخلیه جزئی عملیات تشخیص الگو انجام گردیده که در نهایت منجر به تصمیم‌گیری در خصوص نوع عیب شده است. در این مقاله نویسندگان از تعداد ورودی های زیادی نسبت به سایر بررسی های انجام شده، استفاده کرده‌اند. در نتیجه دقت بیشتری در تشخیص الگوهای عیوب مختلف به دست آمده است. آزمون ها نشان داده‌اند که افزایش تعداد ویژگی‌ها باعث افزایش دقت در تشخیص الگو می‌گردد. موارد یاد شده نمونه‌هایی از فعالیت های انجام شده در خصوص استفاده از شبکه عصبی در تشخیص الگوی تخلیه جزیی تجهیزات فشار قوی بوده است. از آنجا که محدوده و هدف کاردراین پایان نامه، عایق های جامد و مایع، می‌باشد، لذا به همین حد بسنده کرده و در ادامه به فعالیت هایی که در زمینه اصلی پایان نامه، یعنی کلاسه‌بندی تخلیه جزیی در عایق های جامد و مایع است، پرداخته می‌شود.

۱-۲- تشخیص الگوی تخلیه جزیی در عایق های جامد و مایع

به طور کلی عایق ها به سه دسته اصلی جامد، مایع و گاز تقسیم می شوند و چون به عنوان ساختار عایقی پایه در انواع وسایل بکار می روند از این لحاظ بررسی تخلیه جزیی و تشخیص الگو های آن از سوی محققین مورد توجه قرار گرفته است. این بررسی ها در خصوص عایق های جامد و مایع به طور خلاصه شامل موارد زیر میباشد.

[۱] Gas Insulated Switchgear