# تشخیص ونظارت ترکیبی ,تاریخی ,روش بهینه جهت تعیین وضعیت داخلی ترانسفورماتورتوزیع زمینی

علی فیاض
شرکت مهندسی مشاور نیما

حسن آبرورش
دانشگاه مازندران

جواد روحی
دانشگاه مازندران

واژه های کلیدی : تشخیص ونظارت ترکیبی تاریخی,میزان سلامت داخلی ترانس, قابلیت اطمینان

**چکیده:** ترانسفور ماتور های زمینی که عمدتا" در مراکزشهری و نقاط پر مصرف نصب می شوند از عناصر ارزشمند شبکه توزیع می باشند. درشرایط فعلی جهت شناخت وضعیت داخلی و نگهداری این ترانسفور ماتور هااز روشهای حدی مثل اندازه گیری استقامت الکتریک روغن ,میزان رطوبت روغن و.... استفاده می نمایند تا اگر چنانچه مقدار اندازه گیری شده از مینیمم یا ماکزیمم تعیین شده فاصله نامناسبی داشته باشد نسبت به اصلاح وضعیت روغن اقدام نمایند. این روشهاهرکدام مزایا و معایبی داشته و به تنهایی نمی توانند بسیاری از مسائل اساسی ترانسفور ماتور از جمله ضعف عایق کاغذی (عایق اصلی ترانسفور ماتور),میزان پیری,نوع تخلیه داخلی و....رانشان بدهند. در این مقاله با استفاده از نتایج تحقیقات پروژه (روشهای بهبود و کارآیی ترانسفور ماتور های توزیع زمینی مازندران و گلستان ) که درکمیته مرکزی تحقیقات منطقه مازندران به انجام رسید روشی نو تحت عنوان روش تشخیص و نظارت ترکیبی ,تاریخی ترانسفور ماتور جهت تعیین آزمایشهای مناسب وتحلیل کارای نتایج مربوطه برای ترانسفورماتورهای توزیع زمینی ارائه میشود که نقاط ضعف آزمایشهای حدی راپوشش داده وعلاوه برآن باروش تحلیلی مناسب وضعیت داخلی ترانسفور ماتور در حد قابل قبولی مشخص میگردد تا بتوان برنامه ریزی مناسب جهت رفع عیوب داخلی ترانسفور ماتور و افزایش عمر و کارآئی آن ارائه داد.

ضمنا" این روش روی ۱۵ نمونه ترانسفور ماتور توزیع زمینی استانهای مازندران و گلستان انجام گردیده که در این مقاله مطرح میشود.

مقدمه:

ترانسفور ماتورهای توزیع زمینی که معمولا" با قدرت های ۵۰۰ تا ۱۲۵۰ کیلو آمپر می باشند در مناطق حساس و پر مصرف شهری و صنعتی نصب میشوندو از طریق آنها حدود ۴۰٪ انرژی الکتریکی مصرف کننده های توزیع تامین میگردند. درشبکه توزیع استانهای مازندران وگلستان تعداد **1200** دستگاه ترانسفورماتورتوزیع زمینی نصب میباشندکه عمدتا" تغذیه مشترکین مراکزشهری شهرکهاوکارخانه های صنعتی را برعهده دارند[ ۱ ].

در شرایط فعلی جهت نظارت براین ترانسفور ماتورهاعمدتا" از روشهای اندازه گیری بار پیک سالانه ترانسفورماتور (تابستان وزمستان),اندازه گیری استقامت دی الکتریک روغن ترانس در پریودهای سالانه یا دوسالانه و درمورد بعضی از ترانسفور ماتورها روش اندازه گیری رطوبت روغن استفاده می شود.

با در نظر گرفتن نتایج این آزمایش هابهره بردارد صورت لزوم تصمیم به تعویض یا تصفیه روغن ترانسفورماتورمیگیرد تا گرد وغبار و رطوبت ترانسفور ماتور رادرحد مناسبی کاهش بدهد. البته در شرایط اضطراری مثل عملکرد دو فیوز کات اوت ترانس ,آزمایشهای مقاومت اهمی بین سیم پیچ وبدنه و سیم پیچ , سیم پیچ نیز انجام میگیردکه در صورت بیشتر بودن ارقام حاصل از مقدار تعیین شده نسبت به برقدارکردن ترانس اقدام میشود این روشهادید مناسب و دقیقی به بهره بردار جهت آگاهی او نسبت به میزان سلامت داخلی ترانسفور ماتور, نمی دهدو به همین دلیل بسیار مشاهده میشود که مدت کمی بعد از تصفیه روغن یک ترانسفورماتور یا آزمایشهای عایقی مربوطه,ترانسفورماتوردچارآسیب جدی شده واز شبکه خارج می گردد.در نتیجه بهره بردارنیاز به آن دارد که حد اقل در پریود های لازم با یک سیستم آزمایشی مناسب نسبت به وضعیت داخلی ترانسفور ماتور آگاهی نسبی داشته باشد تا بتواند در مورد بهره برداری از آن ( میزان بارگیری ,اصلاح در محل ویا تعمیرات پیش گیرانه )برنامه ریزی حساب شده ای راانجام بدهد.

## ۱- روشهای تشخیص ونظارت

درحال حاضر روشهای تشخیص و نظارت ترانسفورماتورهاکه در سطح جهانی مرسوم میباشندبه قرارزیر هستند[ ۲ ]

### ۱-۱ روشهای تشخیص و نظارت پریودیک(دوره ای)

که به روش غیر مستمر و غیر **On Line** معروف بوده و طبق یک تقویم برنامه ریزی شده و تعیین شده از قبل انجام می گردد . در این روش که هم برای ترانسهای قدرت وهم برای ترانسهای توزیع بکار میرود اختلاف معنی دار نتایج آزمایشها با مقادیر استاندارد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نسبت به اصلاح مشکل مربوطه اقدام می شود.

### ۱-۲ روشهای تشخیص و نظارت اضطراری

این روش هاداری تقویم برنامه ریزی شده ای نبوده و در شرایطی که حفاظتهای اصلی ترانسفورماتور عمل نمایند مطرح میشوند, روشهای مذکور هم برای ترانسهای قدرت و هم برای ترانسهای توزیع ( البته متناسب با ارزش ترانس) بکار می روند و با استفاده از آنهامیتوان بطور سریع مسایل اصلی فنی و الکتریک ترانس را مورد ارزیابی قراردادتا با جمع بندی لازم بتوان نسبت به برقدارنمودن یا عدم برقدار شدن آن تصمیم گیری نمود .

### ۱-۳ روشهای تشخیص ونظارت مستمریا **On Line**

این روشها در شرایط فعلی برای تشخیص و نظارت ترانسفور ماتورهای فشار قوی با قدرت بالا بکار می رودوبه دلیل هزینه بالا و عدم تناسب سیستم حفاظت و کنترل پستهای توزیع با آن , در این گونه پستها بکار نمی رود .

## ۲- انواع روشهای تشخیص و نظارت دوره ای ترانسفورماتورها

روشهای تشخیص و نظارت دوره ای ترانسفور ماتور ها بصورت کلی شامل ۸ روش زیر می باشند [ ۲ ]

**a** – اندازه گیری تخلیه جزئی درونی ترانسفور ماتور

**b** – آنالیز گازهای محلول در روغن

**c**- آنالیز گاز های غیر محلول در روغن

**d**- اندازه گیری درجه حرارت نقاط داغ

**e**- اندازه گیری جریان نشتی

**f**- اندازه گیری میزان رطوبت روغن

**g**- اندازه گیری عدد اسیدی روغن

**h**- اندازه گیری DPعایق کاغذی

هر یک از این روشها قابلیت خاص خود را داشته و در شرایط مربوطه کارآئی بیشتری دارند همچنین تک تک روشهانمی توانند به تنهائی وضعیت داخلی ترانسفور ماتور را در حد دقت بالائی نشان بدهند به عنوان مثال اگر هر یک از روشهای **g, f, b** و**h** را که بیشتر برای آزمایشهای ترانسفور ماتور در نظر گرفته میشوند مورد مطالعه قراربدهیم خواهیم دید که روش **b** قابلیت آن رادارد که نوع عیب جزئی و محل تقریبی آن رادر داخل ترانسفور ماتور مشخص نماید و از آنجائیکه از تمام ترانسفور ماتورهای توزیع میتوان نمونه روغن را برداشت نمود روش قابل توجهی برای ترانسهای توزیع به ویژه ترانسهای توزیع زمینی که از نوع اهمیت دارترآنهامی باشند محسوب می شود اما با کاربرد این روش نمی توان باقیمانده عمر ترانسفورماتورهائی که دچار عیوب داخلی نیستند را مشخص نمود. اصول کار این روش بر اساس جدول زیر که نشان دهنده نوع گاز تولیدی بر حسب نوع عیب حادث شده در داخل ترانسفور ماتور می باشد استواراست [ ۳ ]

| ردیف | مشخصات عیب | گاز تولیدی |
|---|---|---|
| ۱ | تخلیه جزئی | H2 |
| ۲ | فالت حرارتی در کمتر از 300c | C2H6 |
| ۳ | فالت حرارتی در درجه حرارت 300c تا 700c | C2H4 |
| ۴ | فالت حرارتی در درجه حرارت بالای 700c | C2H2وC2H4 |
| ۵ | تخلیه انرژی | H2 وC2H2 |

جدول شماره ۱ گازهای تولید شده در روغن و عوامل آنها

**f**- در این روش که اساس آن اندازه گیری رطوبت روغن در درجه حرات **70c** با مقیاس **ppm** و مقایسه آن با رقم **30ppm** (طبق استاندارد **IEC** )می باشد این قابلیت وجود داردکه میزان رطوبت کاغذ نیز با توجه به نمودارهای مربوطه حدس زده شده ونسبت به وضعیت فنی والکتریکی روغن وکاغذازنظر مجازبودن میزان رطوبت قضاوت نموداما از آنجائیکه درمورد تمام ترانسهای توزیع مسئله نفوذ رطوبت را نداریم و یااینکه روغن ترانس ممکن است رطوبت زدائی شده باشد نمی توانیم با این روش میزان سلامت ترانس و عمرباقیمانده ترانس را مشخص نمائیم.

**g**- دراین روش اگر درجه اسیدی روغن از **0.15mgkoh/g.o** بیشتر بدست آیدنشانه آن است که الیاف کاغذ چاق شده است واستقامت مکانیکی و الکتریکی آن کاهش یافته است .

در درجه اسیدی روغن از **0.4mgkoh/g.o** و بالاتر از آن کاغذ سوراخ شده و زمینه برای اتصالی حلقه و اتصالی فاز به بدنه فراهم می گردد.استفاده از این روش برای ترانسفور ماتورهای توزیع زمینی که اکثرا" دارای عمر متوسط و بالائی می باشندومعمولا" روغن آنهادر معرض تصفیه شیمیائی قرار نمیگیرد میتواند مفید واقع شود ولی درصورت بالانبودن درجه اسیدی روغن نمی توان نظریه ای در مورد سلامت ترانس ابراز نمود.

**h**- اندازه گیری DP عایق کاغذی

یکی از روشهای مهم که جهت تشخیص و نظارت وضعیت داخلی ترانسفورماتور چه در شرایط پیری زودرس وچه در شرایط پیری طبیعی آن میتواند مورد استفاده باشد روش اندازه گیری DP (درجه پلیمریزاسیون) کاغذ ترانسفورماتورمیباشد.

با این روش می توان میزان سلامت کاغذ ترانسفور ماتور که در حقیقت عایق اصلی ترانس است راتا حدودزیادی تشخیص دادو به ویژه معلوم نمود که پیری زودرس ترانسفورماتوردرچه حدی میباشد.اما با استفاده از این روش نمیتوان عیوب جزئی داخل ترانس و محل آنراتخمین زد[ ۴ ].

اساس این روش با توجه به نتایج آزمایش DP ترانس و مقایسه آن با جدول شماره ۲ می باشد.

| درجه پلیمریزاسیون Dp | 200 تا 250 | 290 تا 380 | 450 تا 500 | 520 تا 600 | 640 تا 700 | 800 وبیشتر |
|---|---|---|---|---|---|---|
| باقیمانده عمر (سال) | 1 تا 5 | 10 تا 15 | 20 تا 25 | 25 تا 30 | 30تا 35 | بیش از 35 |

جدول شماره ۲ باقیمانده عمر ترانسها بر حسب عدد DP

## ۳- روش پیشنهادی ترکیبی جهت تشخیص و نظارت ترانسفور ماتور

با توجه به مطالب بالا ملاحظه میشود که هر یک از روشهای چهارگانه ذکر شده روش کاملی نبوده ونمیتوانند تمام انتظارات مارا جهت ارزیابی وضعیت داخلی ترانسفور ماتور برآورده نمایند.این مسئله در مورد چهار روش a, c, d,وe نیز مطرح بوده با این فرق که محدوده نتایج تشخیص مربوط به آنهادر چهار روش قبلی مستتر می باشد ودر نتیجه می توان آنهارا در نظر نگرفت.

روش پیشنهادیمادر این مورد روش ترکیبی تشخیص ونظارت تاریخی برترانسفور ماتور می باشد ترکیبی از این نظرکه ترکیب چهار روش قبلی در مورد ترانسهای توزیع زمینی که ترانسهای با ارزش بالای شبکه توزیع می باشند و اکثر آنهادارای عمر متوسط و بالاهستند بکار برده شودتا مجموعه این چهارروش بتواند ضعفهای هر یک از روشهارا پوشش داده و روش نسبتا" کاملی را مطرح نماید. تاریخی از این نظرکه آزمایشهای مربوطه درچند دوره پی درپی مورد بررسی قرار گرفته تا صعودی یا نزولی بودن ویامعنی دارشدن نتایج آزمایشها را ملاک قضاوت قراربدهیم.

توضیح اینکه کم کردن فاصله بین دو آزمایش قبلی وبعدی را نتایج آزمایش قبلی مشخص می نماید تا در صورت لزوم بتوان وضعیت ترانس را زودتر مورد ارزیابی مناسبی قرارداد.

جدول شماره ۳ بیانگر آن می باشدکه روش ترکیبی انتخاب شده از بین ۸ روش مطرح جهت تشخیص ونظارت وضعیت داخلی ترانسفور ماتور می تواند در حد مناسبی عیوب داخلی ترانس رانشان بدهدتا بهره بردارتواند با استفاده ازآن میزان سلامت ترانس را تشخیص داده و نسبت به نحوه بهره برداری از آن برنامه ریزی نماید.

جدول شماره ۳ روشهای تشخیص و نظارت ترانسهای توزیع

## ۴-انتخاب روش تحلیل ترکیبی تاریخی نتایج آزمایشهای چهارگانه

برای تحلیل نتایج بدست آمده از آزمایشهای چهارگانه, روش انتخابی هماناروش تحلیلی ترکیبی , تاریخی نتایج آزمایشهای چهارگانه پیشنهادی و در نظر گرفتن سوابق بهره برداری می باشد, به این معنی که نتایج هر کدام از آزمایشها به نوبه خود تحلیل گردیده و جمع بندی این تحلیل هابه ویژه با توجه به روند تغییرات نتایج آزمایشها در مراحل مختلف و سوابق بهره برداری به عنوان تحلیل ترکیبی تاریخی انجام می گردد.

بطور خیلی خلاصه روش تحلیلی هر کدام از آزمایشهای چهارگانه چنین می باشد:

### ۴-۱ روش انتخابی تحلیل نتایج آزمایش گاز کروموتوگرافی روغن (GC)

بیش از ده روش تحلیل نتایج آزمایش اندازه گیری گازهای محلول در روغن یا گاز کروموتو گرافی (GC) مطرح شده است که در بین آنها دو روش تحلیلی به عناوین تحلیل نتایج اندازه گیری گازهای کلیدی و تحلیل نتایج مقادیرگازها به روش کد بندی انتخاب گردیدند[۳] درتحلیل نتایج اندازه گیری گازهای کلیدی ,جمع مقادیرگازهای سوختنی TCG (کربن , هیدروژن,متان,استیلن,اتیلن واتان) هچنین مقادیر CO وCO2 مورد توجه قرار می گیرندبطوریکه اگر TCG در حدppm ( 0-500 ) باشدوضعیت نرمال بوده و نشاندهنده شرایط اطمینان بخش بهره برداری است.

اگر TCG بین ppm(500-1000 )باشداین امر بیانگر وجود عیب به علت تجاوز از عمر نرمال می باشد و در صورتیکه TCG بیش ازppm 1000 باشد توجه دقیق به سلامت داخلی ترانس مورد نیاز است .

| عیب / روش تشخیص | تخلیه جزئی | زیادی رطوبت روغن | درجه اسیدیته روغن | اضافه دما | پیری زود رس |
|---|---|---|---|---|---|
| آنالیز گاز های محلول روغن | + | - | - | + | تا حدودی |
| اندازه گیری رطوبت روغن | - | + | - | - | تا حدودی |
| اندازه گیری اسیدیته روغن | - | - | + | - | تا حدودی |
| اندازه گیری مقدار Dp | - | - | - | - | + |
| روش ترکیبی | + | + | + | + | + |

اگر در آزمایشهای بعدی TCG ثابت بماند امکان ضعف عایق کاغذی وجود دارد و اگر مقدار آن زیاد شود ترانس در وضعیت خطر قرار می گیرد .

ضمنا" گازهای CO وCO2 به ترتیب با مقادیر بیش از 1000ppm و11000ppm بیانگر آسیب دیدگی کاغذ می باشد البته مقدار گاز CO در حد بالاتر از 500 ppm نشانه احتمال ضعف کاغذ به دلیل درجه حرارت زیاد آن خواهد بود.

- در تحلیل مقادیر گازهای محلول در روغن به روش کد بندی ابتدا مقادیر نسبتهای CH4/H2,C2H2/C2H4 C2H4/C2H6 را بدست آورده و مطابق جدول مربوطه کد مرتبط را معلوم مینماید(جدول پیوست )سپس با توجه به کد بدست آمده تحلیل مربوطه از همان جدول استخراج میشود.

### ۴-۲ روش تحلیل اندازه گیری رطوبت روغن:

همچنانکه در بند های قبلی مطرح شددرصورتیکه میزان رطوبت روغن کمتر از 30ppm در شرایط 70C

باشداین امر به معنـای مجـاز بـودن مقـداررطوبت در روغن و اگر بیشتر از آن باشد به معنای نامناسب بـودن مقدار رطوبـت در روغـن و بـه تبـع آن نفـوذ مقـدار نامناسب رطوبت در کاغذ می باشدزیاد بودن رطوبـت روغن و کاغذ باعث ضعف اسـتفامت الکتریکـی آنهـا میشود[ ۵ ]

### ۳- ۴ روش تحلیل اندازه گیری اسیدیته روغن

درصورتیکه عدداسـیدی کمتـراز**0.15mgKOH/g.o** باشد این امر نشاندهنده نرمال بـودن وضـعیت اسـیدی روغـن مـی باشـد واگـر عـدد اسـیدی مـا بـین **mgKOH/og (0.1-0.3)** قراربگیرد این امر بیـانگر وجود زمینه خطر برای کاغـذ عـایقی خواهـد بـود در صورتیکه عدد اسیدی از این حد بالاتر رود خطر از بین رفتن عایق کاغذی جدی می باشد[ ۶ ].

### ۴-۴ روش تحلیل نتایج آزمایش DP

با در نظر گرفتن نتایج آزمـایش **DP** کاغـذ تـرانس و مقایسه آن با ارقام جـدول شـماره ۲ میـزان باقیمانـده عمرترانسفورماتورتخمین زده میشود از آنجائیکـه عمـر مفید ترانسهای توزیع را می توان درحد **40** سال منظور نمود(تجربه عمر ترانسهای توزیع زمینی کشور که دچار حوادث جدی در مدت بهـره بـرداری نگردیـده انـد) مقایسه عمر باقیمانده مورد انتظار تـرانس( عمـر بهـره برداری ترانس- **40** )با باقیمانـده عمـر محاسـبه شـده ترانس می تواندراهکار مناسبی جهت تعیین میزان پیری زودرس ترانس باشد.

### ۴-۵ روش تحلیل ترکیبی تاریخی

با ترکیب نتایج تحلیلهای فوق و منظور داشـتن سـوابق بهره برداری ترانس ,تحلیلی به صورت مجموعه بدست می آیـد کـه بـا درنظـر گـرفتن آن وضـعیت داخلـی ترانسفورماتوربا دقت خیلی بیشتری نسبت به تحلیلهای تک ,تک آزمایشهای گفته شده,مشخص میشود.

در واقع با این روش تحلیل,از هنرتحلیل کردن (که بـه ویژه درارتباط با تحلیل آزمایش گاز کروموگرافی **GC** مطرح میشود) به سمت تحلیل کردن واقعـی وضـعیت داخلی ترانس حرکت می نمائیم, با انجام ایـن تحلیـل معلوم می شود که کدام یک از انواع بهره برداری زیـر می بایستی مورد توجه قراربگیرد [ ۳ ].

الف- بهره برداری پیشگویانه

ب- بهره برداری پیشگیرانه

پ- بهره برداری اصلاحی

- بهره برداری پیشگویانه در مورد واحدهای اضطراری که در نقاط مهم شبکه ودارای وظـایف قابـل توجـه و شرایط محیطی خاص باشند مطرح می گردد.

- بهره برداری پیشگیرانه ترانس: جمع برنامه های دوره ای و برنامه ریزی شده کنترل و حفاظـت تـرانس مـی باشد.

- بهـره بـرداری اصـلاحی در ارتبـاط بـا اصـلاح و بازسازی اجزا ئی از ترانس که پیری زودرس آنهامطرح شده واصلاح آنها موجـب افـزایش عمـر قابـل توجـه ترانس می گردد به کار می رود.

### ۵- کاربرد روش تحلیل ترکیبی وتاریخی روی ۱۵ دستگاه ترانس توزیع زمینـی اسـتانهای مازندران وگلستان

برای نشان دادن کارآئی روشهای پیشنهادی تشخیص و نظارت ترکیبی و تاریخی و تحلیل ترکیبی تاریخی روی ترانسهای توزیع ,۱۵ دستگاه ترانسفورماتور توزیع زمینی

استانهای مازندران وگلستان که از نـوع نـصب جدیـد نبوده اندو بطورنمونه ای انتخاب گردیدند.

- ابتدا آمار واطلاعات فنی, بهره برداری و سـوابق حوادث واتفاقات ایـن ترانـسها (درحـد مـدارک موجود ومذاکره با بهـره بـرداران قـدیمی) جمـع

آوری ودسته بندی شدند سپس آزمایشهای چهارگانه ذکرشده (رطوبت سنجی,اسیدیته,GC و DP )با استفاده از آزمایشگاههای نیروگاه نکا, شرکت تانش ومهندسین مشاوربهره برداری تهران روی آنها به انجام رسید که نتیجه آن طبق جدول شماره ۵ تنظیم ودسته بندی گردیدند.

با توجه به نتایج حاصله ازاین جدول ,انجام تحلیل ترکیبی وتاریخی را در دو مورد زیر مطرح می نمائیم

۵-۱ تحلیل وضعیت ترانسفور ماتورT1 (پست زمینی آکام شهر نور)

۵-۲ جمع بندی وضعیت ۱۵ ترانسفور ماتور

## ۵-۱ تحلیل وضعیت ترانسفور ماتور T1 (پست زمینی آکام شهر نور)

- تحلیل آزمایش GC

طبق ارقام حاصله از آزمایش داریم

**C2H2/C2H4=0.02**

**CH4/H2 = 0.00** کد مربوط مطابق جدول **0-1-2** =

**C2H4/C2H6 =75**

با در نظر گرفتن جدول شماره ۴ ملاحظه میشود که چنین کدی درآن موجود نیست , لذا طبق توضیح بند۳ جدول کد مشابه آن یعنی **0-1-2** را درنظر می گیریم از آنجا ملاحظه می شود که تحلیل مربوطه: نوع عیب تخلیه با انرژی کم با احتمال رطوبت زیاد درروغن,وجود حباب گازدرروغن,پیریروغن و....می باشد.

- تحلیل میزان اسیدیته روغن

عدد اسیدی روغن ترانس برابر **014mgKOH/g.0** می باشد که خیلی نزدیک به عدد **0.15mgKOH/g.0** (عددمجازدستورالعمل)بوده واز این نظر می بایستی تصفیه شیمیائی روغن در برنامه کاری بهره بردارقراربگیرد.

- تحلیل میزان رطوبت روغن

میزان رطوبت روغن این ترانس برابر **41.5ppm** بدست آمده که در مقایسه با رقم مجاز استاندارد**30ppm** بیشتر بوده وروغن می بایستی در اولین فرصت مورد تصفیه فیزیکی قراربگیرد.

- تحلیل آزمایش DP

طبق آزمایش مربوطه عدد**DP** کاغذ ی این ترانس برابر **697** بوده که در مقایسه با جدول باقیمانه عمر ترانسها (جدول شماره ۳ ) باقیمانده عمری حدود **30** سال را نشان میدهد یعنی عایق کاغذی ترانس مذکور از وضعیت خوبی برخوردار است.

در نتیجه تحلیل ترکیبی تاریخی ترانس **T1** (آکام شهرنور)به این شرح حاصل میشود.

این ترانسفورماتوردارای عمری حدود سی سال می باشد و سابقه حوادث مهمی رادر کارنامه خود ندارد( مذاکره با بهره برداران قدیمی امور نور) نتیجه آزمایش **GC** بیانگرتخلیه با انرژی کم در روغن می باشد که علت آنراآزمایشهای میزان رطوبت واسیدیته روغن تائید می نماید, نتیجه آزمایش **DP** نیز نشاندهنده سلامت نسبی عایق کاغذی می باشد.

در مجموع میتوان گفت که روغن ترانسفورماتور دراولین فرصت می بایستی مورد تصفیه فیزیکی و شیمیائیقرار بگیرد واز آنجائیکه عمر ترانسفورماتورزیادمی باشدپیشنهاد میشودآزمایشهای مربوطه در یک دوره شش ماهه تکرارشود تا مقایسه آن با آزمایشهای قبلی وضعیت داخلی ترانس را بیشتر مشخص نماید.

## ۵-۲ جمع بندی وضعیت ۱۵ ترانسفورماتور

- با توجه به اینکه آزمایشهای ذکر شده وتحلیلهای لازم در مورد تک تک ۱۵ دستگاه ترانسفورماتور نمونه ایانجام شده و شرح آن در این مقاله نمی گنجدخلاصه ای از نتایج حاصله مربوطه به جمع

ترانسهای مذکوردر اینجا مطرح میشود. در آزمایش GC شش دستگاه ترانس مشکوک به وجود ضعف عایق کاغذی می باشند وچهاردستگاه از ترانس دارای گرمای موضعی با درجه حرارت کمتر از150c می باشند.

- – در آزمایش اسیدیته روغن مقدار اسیدیته هر ۱۵ نمونه در حدفاصل mgKOH/g.o ( -0.1 0.15) قراردارد.
- درآزمایش رطوبت سنجی روغن میزان رطوبت ۱۱ دستگاه ترانس بیشتراز 30ppm می باشند.
- در آزمایش DP تعداد7 دستگاه ترانس دارای کسری باقیمانده عمر از 5 تا8 سال هستند.

با توجه به این موارد و انجام تحلیل ترکیبی تاریخی

ترانسفورماتورهای مذکور نتایج کلی زیر بدست آمد.

- تعداد چهار دستگاه از این ترانسفورماتورها نیاز به تعمیرات اساسی (اورهال) دارند.
- تعداد ۵ دستگاه از ۱۵دستگاه ترانسفورماتور نیاز به کمتر شدن فاصله دو آزمایش چهارگانه جهت نتیجه گیری نهائیودقت برای نحوه تعمیرات آنها دارند.
- تعداد۶ دستگاه ترانسفورماتوراز مجموعه فوق وضعیت مناسبی دارندو آزمایشهای مربوطه روی آنها طبق روال معمول انجام یابد.

## نتیجه گیری:

در این مقاله مشخص گردیده که جهت شناسائی وضعیت داخلی ترانسفور ماتورهای توزیع زمینی (به ویژه از نوع میانسال و قدیمی )از بین حدود ده آزمایش مطرح ,میتوان ترکیبی از چهار نوع از آنها را در نظر گرفت, بطوریکه ضعفها ی همدیگر را پوشش داده و مجموعا" نتیجه قابل قبولی را در مورد چگونگی وضعیت داخلی ترانسفور ماتور مطرح بنماید.این مجموعه آزمایشها که بصورت دوره ای انجام میشوندبنام تشخیص و نظارت ترکیبی تاریخی انجام می گردد.

در آخر. روش مذکور روی ۱۵ دستگاه ترانس توزیع زمینی شهر آمل پیاده گردیده و با شناسائی وضعیت داخلی آنها روشهای اصلاحی پیشنهاد شده است.

منابع:


۱- آمار دیسپاچینگ شرکت توزیع مازندران و گلستان ناشرشرکت توزیع مازندران و گلستان

۲- Life Extention Sessiom CIGRE 1990

۳- A Guid Ttransformer Maintenence Institue (TMI)

۴- کنفرانسهای دکتر پهلوانپور در برق مازندران در تاریخ ۷۸/۶/۷

۵- استاندارد IEC 296

۶-Network Design Electrcity Distribution E.LAKERVI

| ردیف | نام امور | نام پست | قدرت ترانس KVA | سال نصب | آزمایش DP کسری باقیمانده عمر | نتیجه آزمایش GC | اضافه اسیدیته mgKOH/g.o | اضافه رطوبت Ppm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | نور | آکام شهر ۱ شرقی | 400 | 1353 | 0 | تخلیه جزئی با انرژی کم | -0.01 | 6.5 |
| ۲ | نور | آکام شهر ۱ شرقی | 500 | 1364 | 5 | احتمال ضعف عایق کاغذی | -0.02 | 6.3 |
| ۳ | نور | آکام شهر ۲ غربی | 500 | 1364 | 5 | احتمال ضعف عایق کاغذی | -0.02 | 7.1 |
| ۴ | گنبد | دولتشاهی | 630 | 1360 | 0 | احتمال وجود نقطه داغ | -0.015 | -6.4 |
| ۵ | گنبد | خیام ۸ | 630 | 1368 | 8 | تخلیه جزئی با انرژی کم | 0 | -1.85 |
| ۶ | گنبد | آموزش پرورش | 800 | 1351 | 0 | تخلیه جزئی با انرژی کم | -0.01 | -6.6 |
| ۷ | گنبد | بیمارستان مطهری | 1000 | 1363 | 3 | احتمال وجود نقطه داغ | 0 | 0.75 |
| ۸ | آمل | اداره برق | 800 | 1360 | 5 | احتمال ضعف عایق کاغذی | -0.03 | 1.35 |
| ۹ | آمل | پاساژبزرگ | 800 | 1363 | 8 | تخلیه جزئی با انرژی کم | -0.015 | 2.84 |
| ۱۰ | آمل | بیمارستان ۱۷شهریور | 800 | 1970 | 5 | احتمال ضعف عایق کاغذی | -0.03 | 7.6 |
| ۱۱ | آمل | قادی محله | 500 | 1351 | 0 | احتمال وجود نقطه داغ | 0 | 8.5 |
| ۱۲ | قائمشهر | باقرزاده | 800 | 1364 | 0 | احتمال وجود نقطه داغ | 0 | -7.7 |
| ۱۳ | قائمشهر | پاساژهادی | 630 | 1355 | 0 | احتمال ضعف عایق کاغذی | -0.01 | -6.8 |
| ۱۴ | قائمشهر | دهقان | 400 | 1353 | 0 | احتمال ضعف عایق کاغذی | -0.02 | -4.83 |
| ۱۵ | قائمشهر | شالیکوبی رضائی | 630 | 1369 | 5 | تخلیه جزئی با انرژی کم | -0.01 | 2.1 |

جدول شماره ۵ نتیجه آزمایشهای چهارگانه ۱۵ ترانس توزیع زمینی نمونه ای