

## فهرست مطالب :

موضوع	صفحه
۱- مقدمه و فلسفه استفاده از تجهیزات اطفاء حریق .....	۱
۲- چگونگی انتخاب پک سیستم خاص اطفاء حریق .....	۱
۳- سیستم های اطفاء حریق .....	۲
۴- چگونگی بروز آتش سوزی .....	۴
۵- آمارهای جمع آوری شده در مورد شدت حوادث آتش سوزی در پست های فشار قوی فرانسه EDF و ایرن و میزان خسارات ناشی از آن .....	۶
۶- پیش بینی های لازم از لحاظ جلوگیری و گسترش حریق .....	۱۰
۷- روش های معمل اطفاء حریق .....	۱۱
۸- تاریخچه استفاده از سیستم های اطفاء حریق آبی .....	۱۲
۹- ساختمان کلی و نحوه عملکرد یک سیستم اطفاء حریق آبی .....	۱۳
۱۰- سایر سیستم های اطفاء حریق جهت از قبیل سرچی (sergi) و تاریخچه آن .....	۱۵
۱۱- چه موقع یک سیستم اطفاء حریق جهت حفاظت ترانسفورماتورهای قدرت ضروری می باشد .	۱۸
۱۲- سیستم های متداول اطفاء حریق جهت ترانسفورماتورهای قدرت در ایران و سایر کشورها .....	۱۹
۱۳- بررسی مسائل اقتصادی سیستم های اطفاء حریق .....	۲۱
۱۴- میزان سرمایه گذاری که تاکنون در سطح شبکه برق کشور انجام شده .....	۲۱
۱۵- جمع بندی و نتیجه گیری .....	۲۳
۱۶- پیشنهادات .....	۲۵
۱۷- مصوبه وزارت نیرو در مورد محافظت ترانسفورماتورها در مقابل حریق .....	۲۷

## بسمه تعالی

مقدمه :

نظربه اهمیت یافتن روز افزون مسئله حریق و روش مقابله با آن در پستهای فشار قوی و فوق توزیع و همچنین از لحاظ انتخاب یک سیستم اطفاء حریق مناسب که هم دارای کارائی دلخواه بوده و نیز از لحاظ سرمایه گذاری مقرون بصرفه باشد، اقدام به تهیه این گزارش گردید در این گزارش سعی گردیده ابتدا روشهای گوناگونی که امروزه در کشورهای مختلف متداول میباشد بطور مختصر ارائه و سپس ضمن بررسی ، آمارهای جمع آوری شده در مورد میزان آتش سوزیهای که در پست های فشار قوی بوقوع پیوست ، مسئله ضرورت سرمایه گذاری و میزان قابل قبول آنرا مورد بررسی قرار دهد .

گزارش :

### ۱- فلسفه استفاده از تجهیزات اطفاء حریق :

اصولاً منظور از نصب یک سیستم اطفاء حریق را میتوان جهت نیل به اهداف ذیل خلاصه نمود :

الف : به حداقل رساندن لطمات جانی و حفاظت محیط

ب : محدود کردن اثر ناشی از آتش سوزی

ج : جلوگیری از گسترش دامنه حریق و سرایت آن به سایر تجهیزات

د : به حداقل رساندن خسارت مالی حاصله

ه : قابل تعمیر نمودن ترانسفورماتور آسیب دیده

### ۲- چگونگی انتخاب یک سیستم خاص اطفاء حریق :

در انتخاب یک سیستم اطفاء حریق بایستی موارد ذیل را مد نظر قرارداد :

الف : ضرورت بکار گیری

ب : توجه به احتمال خفیف بروز آتش سوزی در پستهای فشار قوی و فوق توزیع

ج : هزینه سیستم اطفاء حریق

د : قابلیت اطمینان و کارائی مطلوب سیستم اطفاء حریق با توجه به سوابق عملکرد آن

فشار آب مصرفی اعم از اینکه توسط پمپ آب تامین شود و یا توسط آب تحت فشار، بطور معمول بمیزات ۷ الی ۱۰ اتمسفر میباشد.

معمولاً در عملیات اطفاء حریق مسئله باد از لحاظ سرعت و جهت آن از اهمیت ویژه ای برخوردار میباشد ولی با این وجود در مورد تاسیسات فضای باز طراحی نازلها بدون توجه به حداکثر سرعت باد انجام میگردد. اما بطور تجربی میزان سرعت باد توسط برخی از مصرف کنندگان سیستمهای اطفاء حریق آبی بین ۷ الی ۳۶ متر در ثانیه مشخص گردیده بطوریکه در چنین سرعتهایی تاثیر خاموش کنندگی اسپری آب کماکان رضایت بخش میباشد.

**سیستم های اطفاء حریق گازی CO2:**

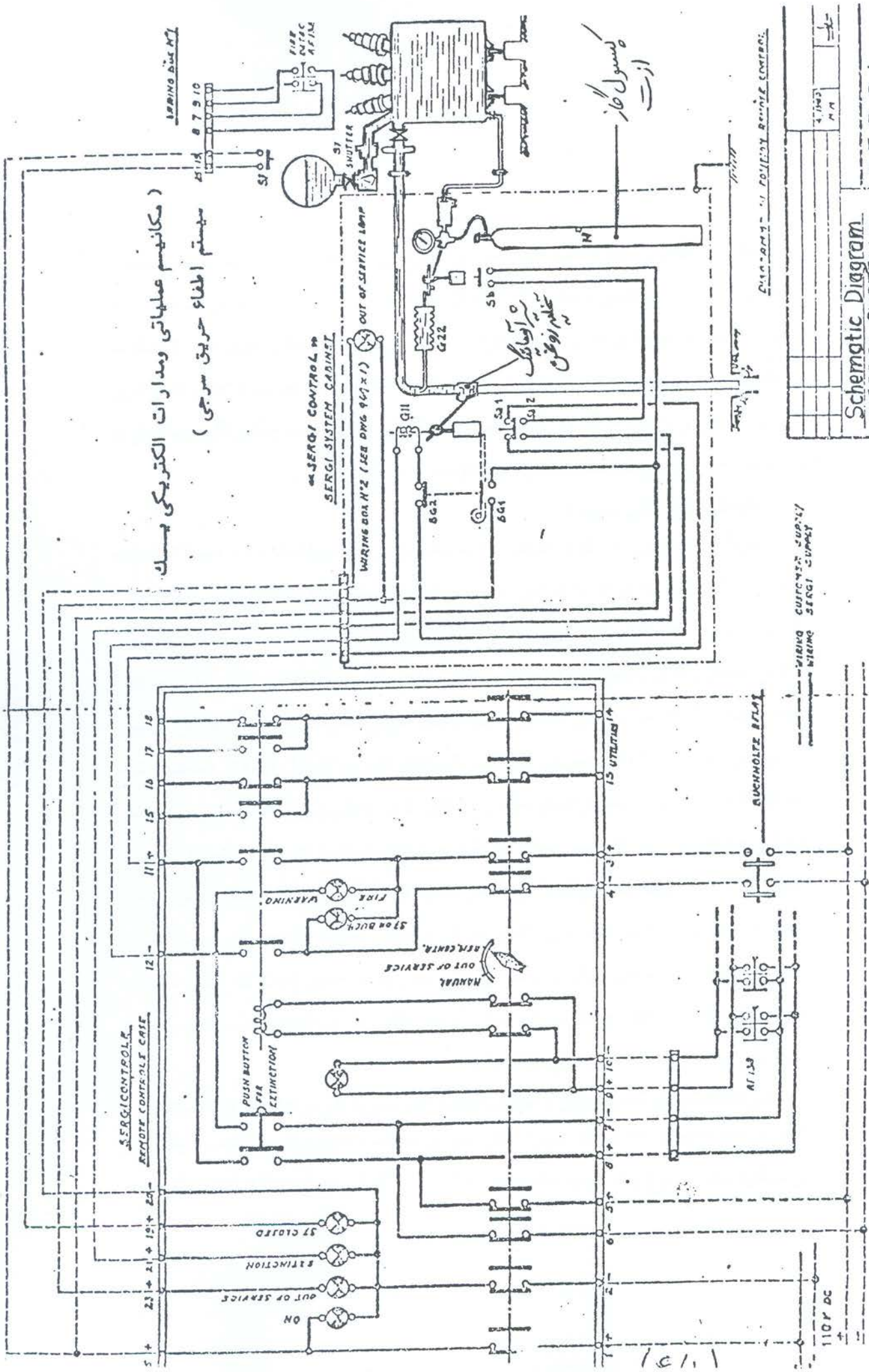
در مورد سیستم های اطفاء حریق گازی CO2 که بیشتر جهت پستهای سربسته استفاده میگردد پیش بینی های ذیل بایستی انجام گیرد:

- ۵/۰ الی ۳ کیلو گرم CO2 جهت هر متر مکعب حجم ترانسفورماتور مورد نظر
- زمان عملیات اطفاء حریق بین ۵/۰ الی ۳ دقیقه
- فشار گاز در هنگام شروع عملیات بمیزان ۵۰ الی ۶۰ اتمسفر

#### **سایر سیستمهای اطفاء حریق:**

از دیگر سیستمهای اطفاء حریق که میتوان در این جا از آن بعنوان مثال نام بردو بخصوص در کشور ما رایج گشته یک نوع سیستم خاص مبارزه باحریق میباشد که تحت عنوان سیستم سرجی مصطلح میباشد طرز کار این سیستم براین اصل مبتنی میباشد که در هنگام بروز حریق با وارد نمودن گاز ازت از قسمت تحتانی ترانسفورماتور باعث غلیان و جابجائی روغن سرد قسمت پائین ترانسفورماتور با روغن داغ قسمت فوقانی آن گشته که در نتیجه از رسیدن درجه حرارت لایه فوقانی روغن به درجه حرارت احتراق ممانعت بعمل می آورد توضیح اینکه سیستم مذکور بر خلاف دو سیستم قبلی قادر به اطفاء حریق نبوده و قادر است از توسعه آن جلوگیری بعمل آورد. در صورتی که قبل از عملکرد این سیستم، حریق بوقوع پیوسته باشد این سیستم قادر به اطفاء آن بخش از روغن که شعله ورگردیده نبوده. ودر چنین حالتی احتیاج به یک سیستم کمکی میباشد که بتوان آتش را





( مکانیسم عملیاتی و مدارات الکتریکی بسک سیستم اطفاء حریق سرجی )

کسول فاز  
از

سراجواینگ  
سکیم اوقتی

DIS-2047-21 POLYCY REINITE CONTROL

4.100	MM	سکیم
-------	----	------

Schematic Diagram  
 «SERGI SYSTEM»  
 Transformer Fire  
 Extinguishing Plant

S.E.R.G.I. 72-101  
 TEL.: 653 310 F  
 N° 949-X

WARNING SUPPLY  
 SERGI SUPPLY

110V DC

1011

به کمک آن خاموش نمود. البته در ادامه این گزارش در بخش مقایسه سیستم های مختلف و بررسی محاسن و معایب هر یک از آنها مجدداً سیستم اطفاء حریق سرجی مورد تجزیه و تحلیل دقیقتری قرار خواهد گرفت. حال با توجه به مطالب فوق قبل از آنکه به پردازیم به بررسی آمار آتش سوزی ترانسفورماتور های موجود در پست های فشار قوی چه در داخل و یا خارج کشور لازم است شمه ای نیز راجع به چگونگی پیدایش و گسترش حریق بروی ترانسفورماتورها پردازیم.

#### ۴- چگونگی بروز آتش سوزی :

اصولاً جهت بروز هر گونه حریق نیاز به سه عنصر مهم میباشد : ۱- هوا ۲- ماده سوختنی ۳- آتش. با توجه به عوامل فوق میتوان از ترانسفورماتورهای قدرت بعنوان یکی از مستعدترین تجهیزات جهت بروز آتش سوزی در هر پست نام برد چه با در اختیار داشتن مقدار زیادی روغن بعنوان ماده سوختنی و احتمال رخ دادن اتصالات شدید داخلی دچار انفجار گشته که بمحض تماس با هوا دچار حریق میگردد. به همین دلیل محور اصلی این گزارش را آتش سوزی ترانسفورماتورهای قدرت تشکیل میدهد. همانطور که متذکر گردید در مورد یک ترانسفورماتور، اصلی ترین بخش مواد سوختنی را روغن تشکیل میدهد از آنجا که این ماده در اثر سوختن درجه حرارت زیادی حدود ۸۰۰ الی ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد را ایجاد می نماید لذا مقابله با چنین آتش سوزی ها بسیار دشوار بوده و خسارات مالی ناشی از آن بر روی تجهیزات مجاور و ساختمانها سنگین میباشد. در برخی موارد شدت این آتش سوزیها به حدی است که حتی دیواره های بتونی مجاور محل حریق در اثر تابش گرمای ناشی از آن شدیداً آسیب می بیند بطوریکه نیاز به یک تعمیر اساسی پیدا میکند.

طبق تحقیقات بعمل آمده پیدایش و گسترش اینگونه آتش سوزیها طی مراحل ذیل انجام میگردد:

الف: مرحله نخست که مرحله شروع آتش سوزی میباشد معمولاً با انفجار یکی از بوشینگها بدلیل وقوع یک عیب حاد داخلی و افزایش ناگهانی فشار روغن آغاز میگردد.



ب: تا هنگامیکه این انفجار منجر به سر ریز روغن در حال اشتعال نگردد میتوان از آن بعنوان حالت ساده حریق نام برد. در این حالت میتوان با وسایل قابل حمل آتش نشانی براحتی و بطور موثر با آن مبارزه و آنرا اطفاء نمود که در اغلب موارد چنین میباشد.

ج: در صورتی که در نتیجه این انفجار، روغن مشتعل شده از داخل ترانسفورماتور به خارج سر ریز نماید این همان وضعیتی است که باعث بغرنج شدن بیش از حد مسئله میگردد. در این شرایط روغن موجود در منبع انبساط شروع به سرریز نمودن از محل پوشینگ منفجر شده مینماید. این روغن در حین خروج به محض تماس با قطعاتی که در اثر قوس الکتریکی دارای درجه حرارت زیادی گشته اند مشتعل میگرددند. روغن در حال اشتعال ابتدا در سطح درپوش منتشر و سپس از فراز آن بر روی دیواره های عمودی تانک و سطح رادیاتورها ریزش و رو به پائین جریان می یابد. روغن مشتعل در حین عبور از سطح رادیاتورها باعث داغ نمودن بیشتر سطح آنها میگردد. رادیاتورها نیز بنوبه خود گرمای دریافتی را با شتاب بیشتری بداخل منتقل مینمایند. در نتیجه انتقال این گرما به داخل تانک، روغن دارای انبساط بیشتری شده و باعث سرریز بیشتر آن از محل پوشینگ آسیب دیده میگردد با تکرار این سیکل لحظه به لحظه به شدت حریق افزوده میشود بطوریکه تحت این شرایط میتوان از یک تحریک خود بخودی حریق یا فرار حرارتی (Heat run away) نام برد.

د: مراحلی که تاکنون از آنها یاد شد ظرف مدت زمانی بین ۴ الی ۵ دقیقه بطول می انجامد. به همین دلیل معمولاً هنگام وقوع چنین آتش سوزیهائی، پرسنل پست در اندک زمانی مواجه با یک آتش سوزی بزرگ و در حال گسترش میگرددند در چنین شرایطی مبارزه با حریق آنچنان مشکل خواهد شد که حتی با تجربه ترین افراد آموزش دیده نیز بر خلاف تمایل قلبی واز خود گذشتگی های بسیار شان قادر به انجام هیچگونه اقدامی نخواهند بود. لذا جهت پیشگیری از گسترش حریق بر روی ترانسفورماتورها، لازم است در اولین لحظات شروع آن اقدام قاطع در راه خفه کردن آن بعمل آید چه در غیر این صورت برای هر اقدامی دیر خواهد بود.

جهت نیل به چنین هدفی نیاز به یک پرسنل آموزش دیده و مجرب میباشد که در عین حفظ خونسردی خود، قادر باشند با بکارگیری تجهیزات کار آمد حریق را در اولین مراحل آن مهار و نسبت به اطفاء سریع آن اقدام نمایند چه در غیر این صورت ترانسفورماتور بطور جدی در خطر نابودی کامل قرار خواهد گرفت.

۵: پس از گذشت حدود ۱۰ الی ۳۰ دقیقه از شروع حادثه و سپری شدن مراحل فوق، موقعیت حریق وارد مرحله ای جدید میگردد در این مرحله واشر زیر فلائرها، در پوش و سایر تجهیزات فوقانی ترانسفورماتور مورد حمله آتش واقع گردیده بطوریکه باعث از دست دادن آب بندی آنها میگردد از طرفی در اثر گرمای بسیار شدید ناشی از حریق برخی از قسمتهای فلزی نیز تغییر فرم داده که در نتیجه بروز این دو وضعیت روغن داغ شروع به فوران از محلهای مختلف مینماید که در اثر آن از یک طرف باعث تغذیه هر چه بیشتر حریق گشته و از طرف دیگر بعلت خالی شدن تانک شعله های آتش بداخل آن نفوذ کرده و بخش آکتیوپارت را مورد حمله قرار میدهد.

۶: در چنین شرایط پیشرفته ای از آتش سوزیها بایستی بااحتمال زیاد ترانسفورماتور را از دست رفته دانست بطوریکه حتی نزدیک شدن به آن نیز دیگر میسر نخواهد بود. در این وضعیت پرسنل پست و آتش نشانی بایستی به فکر نجات تجهیزات مجاور باشند.

۵- آمارهای جمع آوری شده در مورد شدت حوادث آتش سوزیها در پستهای فشار قوی:

هدف از ارائه آمار در این بخش به چند دلیل عمده ذیل میباشد:

الف: آشنائی با میزان پیش آمدهائی که بطور نسبی منجر به بروز حریق برروی ترانسفورماتورها میگردد.

ب: تصمیم گیری راجع به این مسئله که آیا اصولاً یک سیستم اطفاء حریق برای حفاظت ترانسفورماتور قدرت ضروری هست و یا خیر و اگر هست از چه قدرتی بیالا مقرون بصرفه میباشد.

ج: نهایتاً تعیین میزان سرمایه گذاری لازم در رابطه با نصب یک نوع خاص سیستم اطفاء حریق در پستهای فشار قوی، بررسی سوابق حوادثی که با عملکرد بموقع سیستم



مذکور (چه در داخل و یا خارج از کشور) از وقوع حریق بر روی ترانسفورماتور ها پیشگیری بعمل آورده است .

۱-۵- در سال ۱۹۵۹ توسط سازمان انتقال برق فرانسه (EDF) آماری منتشر گردید که در طی آن تعداد آتش سوزیهای که از سال ۱۹۴۶ الی ۱۹۵۸ در پستهای انتقال برق آن کشور بوقوع پیوست چه از لحاظ پی آمدهای اقتصادی آن وجه از لحاظ ضرورت استفاده از سیستمهای اطفاء حریق مورد بررسی قرار گرفت که ذیلاً بطور خلاصه بخشی از آن که در رابطه با موضوع این گزارش میباشد ارائه میگردد. در سال ۱۹۵۸ در پستهای انتقال برق فرانسه مجموعاً در حدود ۲۰۰ دستگاه ترانسفورماتور قدرت مورد بهره برداری قرار داشت که قدرت کل آنها معادل ۳۲۰۰ مگاوات آمپر بوده و ارزشی معادل ۵۵ میلیارد فرانک فرانسه را شامل میگردد که تقسیم بندی آنها به قرار ذیل بوده است .

۳ دستگاه ۳۸۰ کیلوولت	به قدرت مجموع 1000MVA
۱۰۰ دستگاه ۲۲۵	به قدرت مجموع 7000 MVA
۲۰۰ دستگاه ۱۵۰ کیلوولت	به قدرت مجموع 7000 MVA
۳۰۰ دستگاه ۹۹ کیلوولت	به قدرت مجموع 3000 MVA
۱۴۰۰ دستگاه ۶۳ کیلوولت	به قدرت مجموع 14000MVA

بر مبنای تحقیقات بعمل آمده ظرف مدت ۱۲ سال مجموعاً تعداد ۲۵ مورد حادثه منجر به آتش سوزی بر روی ترانسفورماتور ها وجود داشته که بر حسب شدت آسیب دیدگی دارای تقسیم بندی ذیل میباشند :

- شش مورد از این آتش سوزی ها تقریباً منجر به از بین رفتن کامل ترانسفورماتور گردید.
- در ۱۶ مورد آنها شدت آسیب دیدگی محدود میگردد به از هم پاشیدگی یک یا دو مقره و در سه مورد بدون خسارت چشم گیری آتش سوزی پایان یافت . میزان کل خسارت وارده رقمی معادل ۲۵۰ میلیون فرانک فرانسه میگردد که در مقایسه با ارزش کل ترانسفورماتورهای موجود در شبکه رقمی کمتر از ۰/۵ درصد را تشکیل میداد.



آمار فوق نشان می‌دهند نه تنها تعداد آتش سوزی ترانسفورماتورها بسیار قلیل می‌باشند، بلکه عواقب و خسارت مالی ناشی از آن نیز نسبتاً ناچیز خواهد بود. در ادامه آماری که فوقاً شرح آن گذشت چند جمع بندی نیز بعمل آمده که به قرار ذیل می‌باشد.

**الف:** حداکثر حجم سرمایه گذاری لازم در زمینه سیستم های اطفاء حریق نبایستی بیش از ۰/۵ درصد ارزش کل ترانسفورماتورهای مورد نظر باشد.

**ب:** در پیشرفتی که امروزه در ساخت رله های حفاظتی از لحاظ کاهش زمان عملکرد، حساسیت و قابلیت اطمینان آنها بوجود آمده در مقایسه با سالهای ۱۹۴۶ تا ۱۹۵۸، خطر بروز حریق ناشی از وقوع اتصال کوتاه های داخلی ترانسفورماتور را چندین برابر کاهش داده است.

**۲۰-۵-** در مقایسه با آمار فوق اقدام به بررسی و جمع آوری آمار حریق ترانسفورماتورهای قدرت نصب شده در پستهای انتقال ایران تا سال ۱۳۶۵ گردید که نتایج آن بشرح ذیل می‌باشد:

تعداد کل ترانسفورماتور های قدرت نصب شده شبکه حدود ۲۷۶ دستگاه و قدرت مجموع آنها ۲۴۴۵۰ مگاوات آمپر بوده است.

طبق تحقیقات بعمل آمده آمار حریق ترانسفورماتورهای قدرت موجود در شبکه کشور از سال ۱۳۴۸ تا ۱۳۶۵ بشرح ذیل می‌باشد:

یکدستگاه ترانس 15MVA در سال ۱۳۵۳ در پست قزوین

یکدستگاه ترانس 90MVA در سال ۱۳۵۶ در پست قزوین

یکدستگاه ترانس 35MVA در سال ۱۳۵۸ در پست شهید فیروزی

یکدستگاه ترانس 135MVA در سال ۱۳۴۵ در پست ایرالکو

یکدستگاه ترانس 30MVA در سال ۱۳۶۳ در پست سردرود

علت بروز حوادث فوق به ترتیب عبارت بودند از:

**الف:** در مورد ترانسفورماتور ۱۵ مگاوات آمپر پست قزوین حادثه با ایجاد اتصالی در پست ۲۰ کیلوولت و قطع جریان DC شروع گردید که این اتصالی بعلت تداوم وعدم عملکرد

رله های حفاظتی باعث انفجار و آتش سوزی آن گردید در این مورد میزان آسیب دیدگی ترانسفورماتور صد در صد بوده است.

ب: در مورد ترانسفورماتور ۹۰ مگاوات آمپری پست قزوین که در اثر ایجاد اشکال در محفظه دایورتور سوئیچ منفجر گردید، ترانسفورماتور بطور جدی آسیب دیده و به میزان ۵ تن روغن آن بخارج سرازیر گردید که با اقدام بموقع و هدایت جریان روغن به خارج از محوطه پست، از آتش سوزی ممانعت بعمل آمد ولی استعداد آن بشدت موجود بود.

ج: در مورد ترانسفورماتور ۳۵ مگاوات آمپری پست شهید فیروزی نیز بعلت اتصال زمین پایدار خط امیر کبیر و عدم عملکرد رله های حفاظتی دچار حادثه و منفجر گردید. در مورد علت دیگر بروز این حادثه نیز گفته میشود عامل حادثه رفتن گربه روی قسمت ۱۱/۵ کیلوولت و پایداری فالت بوده است. در اثر این انفجار روغن مشتعل گردید ولی وجود دیواره های حفاظتی مانع از گسترش آن گشته و آتش به کمک آتش نشانی مرکز خاموش گردید.

د: ترانسفورماتور ۱۲۵ مگاوات آمپری پست ایرالکو نیز بر اثر روز عیب بر روی تپ چنجر از ناحیه دایورتور سوئیچ منفجر گردید. در اثر این انفجار ترانسفورماتور شدیداً آسیب دیده وبخشی از روغن آن به خارج سرازیر و شعله ور گردید. ولی از آنجا که میزان آتش سوزی بسیار ناچیز بود کارکنان پست توانستند با کپسولهای آتش نشانی آنرا خاموش کنند در این حادثه خود ترانسفورماتور دچار حریق نشد.

ه: در مورد ترانس راه انداز کمپانساتور پست سردرود که احتمالاً بعلت ارتعاش ناشی از بمباران از ناحیه بوشینگ آسیب دیده بود یک آتش سوزی جزئی بوجود آمد که توسط کپسول گاز CO2 خاموش و خود ترانسفورماتور نیز با تعویض بوشینگ تعمیر ومجدداً در مدارقرار گرفت. همانطور که از آمار فوق مشهود میباشد تعداد کل ترانسفورماتورهای که ظرف مدت ۱۷ سال یعنی از سال ۱۳۴۸ تا ۱۳۶۵ در شبکه برق سراسری کشور دچار آتش سوزی جدی شده اند شامل دو دستگاه بوده اند. حال در صورتیکه کل خسارت این دو مورد را بحساب حریق بگذاریم میزان خسارت وارده معادل ۰/۲ در صد ارزش کل قدرت نصب



شده می باشد این میزان خسارت معادل همان عددی است که جهت سرمایه گذاری در مورد سیستم های اطفاء حریق بایستی بعنوان مبنا قرار گیرد و هر میزان سرمایه گذاری که بیش از مقدار فوق باشد غیر اقتصادی خواهد بود.

#### ۶- پیش بینی های لازم از لحاظ جلوگیری و گسترش حریق :

طبق تحقیقات بعمل آمده و با توجه به تجارب موجود اقدامات ذیل از لحاظ جلوگیری و گسترش حریق حائز اهمیت بسیار میباشند :

#### ۱-۶- اقدامات طراحی و ساخت

در هنگام عقد قرارداد بایستی توجه پیمانکاران و کارخانجات سازنده را نسبت به ساخت ترانسفورماتورها از لحاظ مسئله حریق جلب نمود. چه بسا در هنگام بروز حریق فرم ساخت بعضی از قطعات میتواند باعث تشدید و خطرناک تر شدن آتش سوزی گردد. لذا موارد ذیل بایستی از لحاظ طراحی مورد توجه قرار گیرد:

**الف:** قطعاتی که بطور افقی تانک ترانسفورماتور را احاطه می نمایند و معمولاً جهت تقویت تانک بکار میروند میتوانند در هنگام بروز حریق و سر ریز نمودن روغن در حال اشتعال ، انرا در داخل خود جا داده و باعث تشدید هر چه بیشتر حریق گردند.

**ب:** سطوح خارجی پنکه خود میتواند در افزایش سطح حریق نقش مهمی را ایفا نمایند.

**ج:** فرم خاص پوشینگهای جانبی روی ترانسفورماتور در هنگام بروز اختلال، بر روی آنها باعث فوران غیر قابل کنترل روغن در حال اشتعال گشته بطوریکه تحت چنین شرایطی مبارزه با حریق عملاً غیر ممکن خواهد گردید.

۲-۶- کلیه ترانسفورماتورها بایستی بلااستثناء مجهز به یک نوع شیر یکطرفه در محل بین رله بوختلس و تانک کنسرواتور باشند تا در هنگام بروز حریق مانع از خروج و جاری شدن روغن آن شده واز تشدید حریق جلوگیری گردد .

۳-۶- در هنگامی که چند دستگاه ترانسفورماتور در مجاورت یکدیگر نصب شده باشند بایستی در فواصل بین آنها از دیواره های ضد حریق استفاده گردد. در برخی از کشورها



جهت حفاظت ترانسفورماتور ها از چهار دیوار استفاده میگردد . ارتفاع این دیوار ها بایستی حداقل بلندتر ازتانک ترانسفورماتور باشد.

۴-۶- در زیر هر یک از ترانسفورماتور ها بایستی حوضچه هائی تعبیه گردد که قادر باشند روغن های سرریز نموده را در داخل خود جمع آوری و از طریق کانالهائی به خارج هدایت نمایند در این مورد لازم است حجم حوضچه حداقل معادل ۱۱۰ درصد حجم کل روغن ترانسفورماتور مربوطه پیش بینی گردد.

۵-۶- در صورتی که جهت مبارزه با حریق از سیستم های ثابت اطفاء حریق استفاده گردد بایستی طی بازرسی های دوره ای قابلیت و کارائی آن مورد آزمایش قرار گیرد بطوریکه بتوان نسبت به عملکرد بموقع آن در هنگام بروز حریق اطمینان حاصل نمود.

۶-۶- در صورتی که از سیستم های اطفاء حریق ثابت آبی استفاده میگردد این سیستم ها بایستی حتی الامکان دارای مکانیسم و ساختمان ساده باشند بطوریکه بتوان بجای مخازن بزرگ آب از مخازن فولادی آب به حجم تقریبی ۵ تا ۱۰ متر مکعب استفاده شد و بطور دائم در ارتباط با کپسولهای هوای فشرده قرار داشته باشند.

۷-۶- رله های حفاظتی ترانسفورماتورها بخصوص رله های دیفرانسیل بایستی بطور دوره ای وبا برنامه زمان بندی منظم مورد بازرسی و آزمایش قرار گیرند تا نسبت به سلامت و صحت عملکرد آنها اطمینان حاصل گردد ( در اینجا لازم به ذکر است در ۹۰ درصد آتش سوزیهاییکه که در شبکه برق کشور بوقوع پیوسته نقص عملکرد رله های حفاظتی عامل تداوم فالت ودر نتیجه بروز حادثه بوده است).

#### ۷- روشهای معمول اطفاء حریق :

قبل از پرداختن به روشهای معمول در این زمینه ابتدا بایستی دید که یک سیستم اطفاء حریق باید دارای چه وظایفی باشد.

**مهمترین وظائف یک سیستم اطفاء حریق عبارتند از :**

**الف :** قطع سریع رابطه اکسیژن هوا با مواد سوختنی

ب: پائین آوردن سریع درجه احتراق ماده سوختنی و سرد کردن حوزه آتش سوزی  
ج: دارا بودن مکانیسم عملیاتی ساده چه از لحاظ انجام مانورهای لازم و چه از لحاظ  
ساختماتی و تعمیرات

حال با توجه به خصیصه های فوق می پردازیم به روشهای معمول سیستم های اطفاء  
حریق مخصوص ترانسفورماتورها البته همانطور که قبلاً بطور مختصر متذکر گردید سیستم  
های اطفاء حریق را میتوان بر حسب مورد استفاده آنها کلاً به دو دسته تقسیم نمود:

**الف: سیستم های اطفاء حریق مخصوص فضای بسته:** این نوع از سیستم های اطفاء حریق  
مخصوص پستهای سربسته بوده و بیشتر از گازهای CO<sub>2</sub> و یا هالوژنه در آن استفاده میگردد  
که قبلاً بطور مختصر در مورد آنها صحبت شد ولی از آنجا که میزان این قبیل پستها در ایران  
بسیار محدود میباشد لذا ما در اینجا به بحث زیادی در مورد آنها انجام نمیدهیم.

**ب: سیستم های اطفاء حریق مخصوص فضاهای باز:** متداولترین این قبیل سیستم های اطفاء حریق  
سیستم آبی یا اسپری آب میباشد که در اغلب کشورهای اروپائی معمول میباشد.  
از لحاظ کاربرد این سیستمها در حال حاضر بخصوص در مورد ترانسفورماتور های  
نیروگاه ها کاربرد بسیار موثر دارد.

حال با توجه به اهمیت این قبیل سیستم های اطفاء حریق می پردازیم به تشریح  
ساختمان کلی و روش عملکرد آن.

#### ۸- تاریخچه:

تا ۵۰ سال پیش تصور میگردید جهت مبارزه با آتش سوزی های ناشی از مواد نفتی  
استفاده از آب غیر ممکن میباشد و دلیل این موضوع نیز با این ترتیب بیان میگردید که آب  
بعلت داشتن وزن مخصوص بالاتر در هنگام مبارزه با حریق در زیر روغن در حال اشتعال  
قرار گرفته و تاثیر خود را در کاهش درجه حرارت محیط و فرونشاندن آتش از دست میدهد  
ولی بمرور با پیشرفت صنایع اطفاء حریق و انجام آزمایشات گوناگون روش استفاده از آب  
بحالت اسپری در بسیاری از کارخانجات روغن سازی معمول گردید.



پس از آنکه مرغوبیت استفاده از اسپری آب در مبارزه با آتش سوزیهای مواد نفتی عملاً به اثبات رسید و تجارب رضایت بخشی از آن حاصل گردید بمرور استفاده از این روش در راه مبارزه با آتش سوزی ترانسفورماتورهای قدرت توسعه یافت. استفاده از روش اسپری آب در مقایسه با سایر روشها مانند استفاده از گاز و یا پودرهای اطفاء حریق دارای امتیازاتی میباشد منجمله گازها و پودرهای اطفاء حریق در هنگام وزش باد پراکنده شده و اثر آن خنثی میگردد در حالیکه اسپری آب در هر حال تاثیر مطلوب خود را حفظ کرده و در عین حال بصورت حائلی مابین روغن در حال اشتعال و اکسیژن هوا قرار گرفته و باعث خفه شدن آن میگردد.

**۹- ساختمان کلی و نحوه عملکرد یک سیستم اطفاء حریق آبی:** شکل پیوست نمای ظاهری و سیستم عملکرد یک نوع سیستم اطفاء حریق آبی را نشان میدهد این سیستم تشکیل شده از دو یا سه ردیف لوله موازی هم که دور تا دور تانک را احاطه نموده است. بر روی این لوله ها نازلهایی در جهات مختلف نصب شده که آب را بصورت پودر از خود خارج نموده بطوریکه مانند ابری ترانسفورماتور را در بر میگیرد. بر روی تانک نیز یک سری سنسورهای دودی و یا حرارتی نصب شده که کار آنها کشف حریق از طریق وجود دود و یا گرمای شدید میباشد. با سیگنالی که توسط این سنسورها ارسال میگردد دو عمل انجام میگردد یکی بکار افتادن سیستم مکانیکی اطفاء و دیگری بصدا در آوردن آژیر اعلام حریق جهت کارکنان پست.

سیستم مکانیکی اطفاء حریق معمولاً تشکیل شده از یک شیر اتوماتیک و یک تانک آب که تا حدود ۱۰ اتمسفر تحت فشار قرار دارد تامین این فشار میتواند از طریق یک کسپول هوای فشرده و یک شیر فشار شکن انجام گیرد و در عین حال در اغلب پستها میتوان از طریق کمپرسورهای موجود این فشار را تامین نمود. نیاز الکتریکی این سیستم از طریق منبع DC پست بعمل میآید. تهیه اسپری آب معمولاً بدو طریق انجام میگردد یکی همانطور که قبلاً نیز اشاره شد از طریق منبع آب ثابت تحت هوای فشرده و هدایت و خروج آب از طریق نازلهای



مخصوص و دیگر از طریق استفاده از پمپهای آب فشار قوی و بکار گیری منابع مختلف آب از قبیل آب لوله کشی شهری ، چشمه و چاه و غیره .

از مهمترین مسائلی که بایستی در رابطه با استفاده از سیستم آبی به آن توجه نمود یکی قابلیت هدایت الکتریکی آب بوده و دیگری رعایت فاصله الکتریکی لازم از تجهیزات حامل ولتاژ میباشد . از لحاظ نصب لوله و نازلها و رعایت فواصل لازم جهت پیشگیری از بروز جرقه ( آرک ) میتوان طبق استانداردهای متداول در این زمینه مانند VDE عمل نمود بطوریکه با رعایت این نکات میتوان از این سیستم حتی جهت شستشوی ترانسفورماتور استفاده نمود بدون اینکه نیاز به بی برق کردن آن باشد.

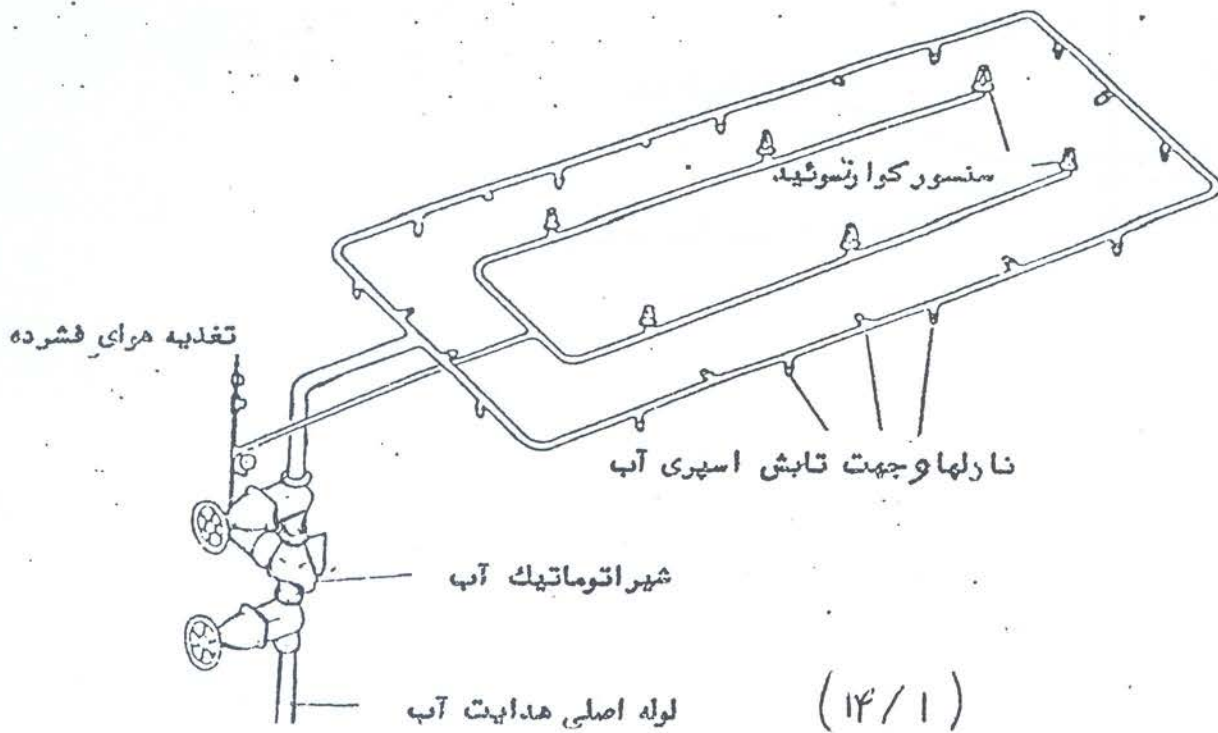
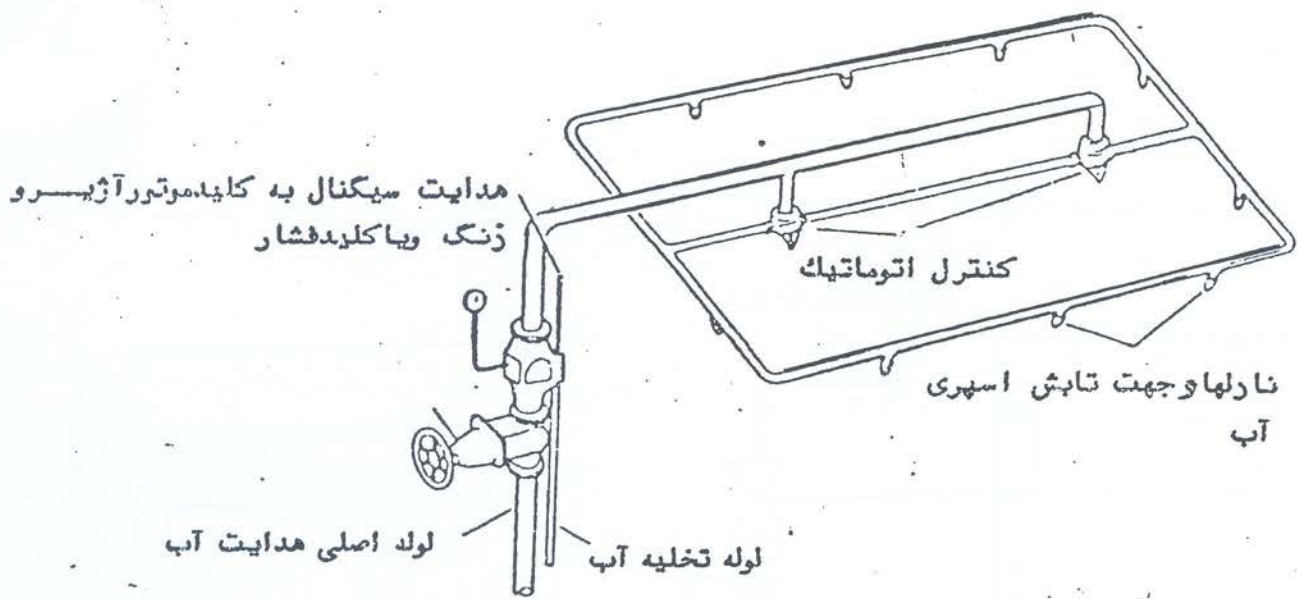
#### ۱-۹- عوامل موثر در یک سیستم اطفاء حریق آبی :

یک سیستم اطفاء حریق آبی مبتنی بر دو عامل مهم از لحاظ خاموش نمودن آتش

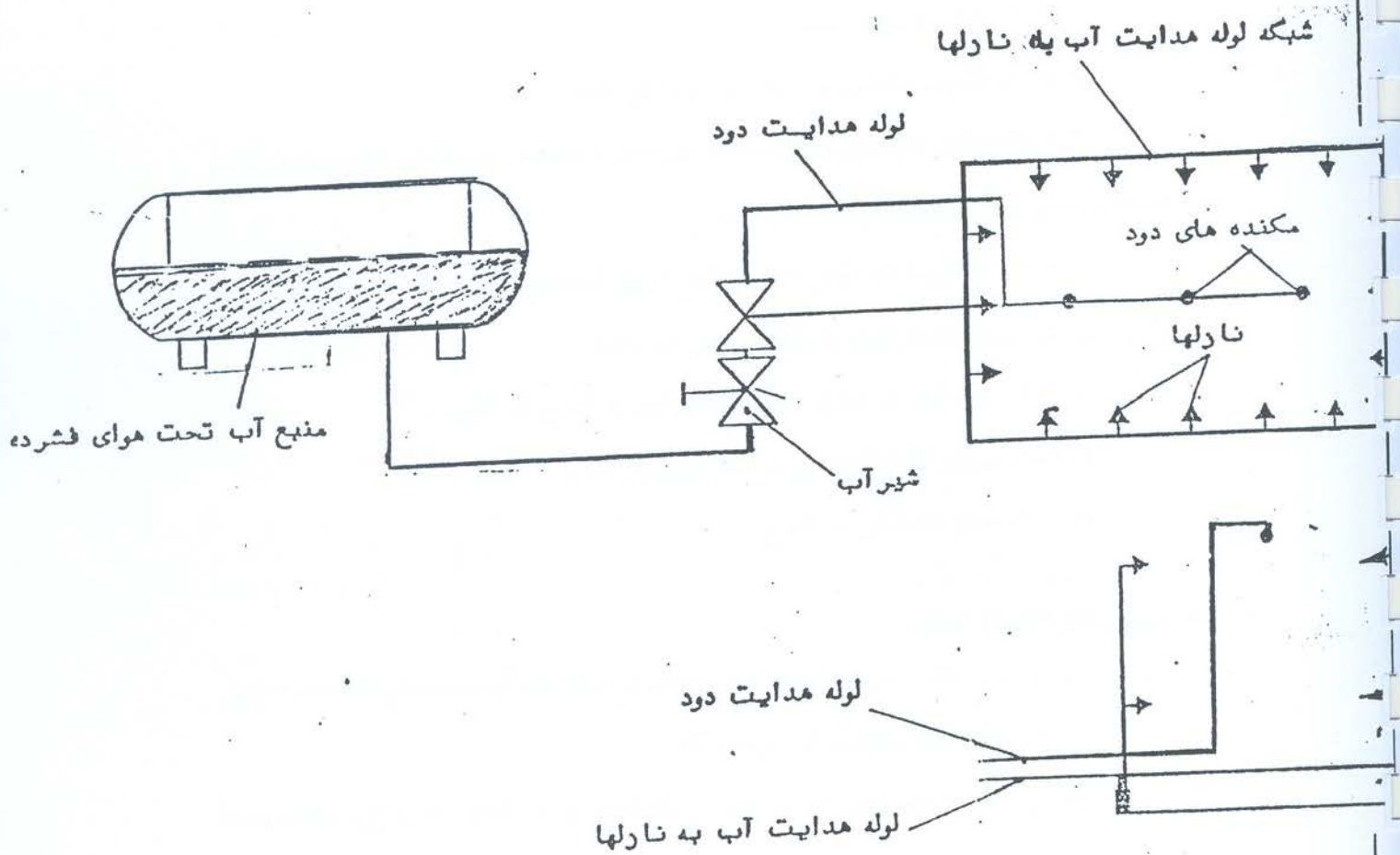
میباشد:

**الف :** عامل کاهش درجه حرارت روغن در حال اشتعال به زیر درجه حرارت احتراق : انجام این امر باین ترتیب میباشد که در اثر خروج ابر مانند آب از طریق نازلها و بعلت ابعاد بسیار کوچک ذرات آب بمحض تماس با بدنه ترانسفورماتور و روغن در حال اشتعال سریعاً گرمای زیادی را به خود جذب و تشکیل یک حالت امولسیون را می دهد . امولسیون تشکیل شده باعث کاهش درجه حرارت روغن به زیر درجه حرارت احتراق گشته و مانع از ادامه تبخیر روغن می گردد .

"نمای ظاهری دو نوع دیگر از سیستمهای اطفاء حریق آبسی" \*



" ساختمان ظاهری يك سیستم اطفاء حریق آبی "





## ب - عامل ممانعت از رسیدن اکسیژن هوا به روغن در حال اشتعال :

با تشکیل ابری از اسپری آب و در برگرفتن کامل ترانسفورماتور در حال حریق رابطه اکسیژن هوا با روغن مشتعل قطع و آتش به طور ضربتی در محل خود خفه می گردد .

سیستم های اطفاء حریق آبی می توانند بدو طریق عمل نمایند یکی بطریقه دستی و دیگری بطریق اتوماتیک . از امکانات دیگر این سیستم این نیز می باشد که جهت چندین دستگاه ترانسفورماتور میتوان از یک منبع آب و سیستم عملیاتی مشترک استفاده نمود .

۹-۲- باتوجه به توضیحات فوق ، می توان مزایای یک سیستم اطفاء حریق آبی را بخصوص با درنظر گرفتن شرایط خاص کشورمان در موارد ذیل خلاصه نمود .

۹-۲-۱- مکانیسم ساده عملیاتی .

۹-۲-۲- قابلیت ساختن و تولید آن در داخل کشور .

۹-۲-۳- امکان آزمایش و بازدیدهای دوره‌ای و انجام مانورهای لازم بدون آنکه عملکرد عادی ترانسفورماتور به مخاطره افتد .

۹-۲-۴- از آنجا که عامل اصلی اطفاء حریق آب می باشد ، لذا تامین آن در هر

مکان و در هر پست فشار قوی به راحتی میسر می باشد .

۹-۲-۵- عدم نیاز به صدور مبلغ هنگفتی ارز به خارج از کشور .

۹-۲-۶- تولید اشتغال بیشتر و گسترش بازار کار .

۹-۲-۷- عدم وابستگی به خارج .

## ۱۰- سایر سیستم های اطفاء حریق :

از جمله سیستم های اطفاء حریق که می توان از آن در اینجا یاد کرد سیستم اطفاء حریق سرجی می باشد که به نام کارخانه سازنده آن معروف گشته . از آنجا که این نوع سیستم اطفاء حریق به دلیل ناشناخته ای در کشور ما رواج زیادی پیدا نموده ابتدا می پردازیم به بیان تاریخچه آن .

### ۱-۱۰- اصول کار سیستم اطفاء حریق سرجی :

مبتنی بر حادثه ای است که در سال ۱۹۵۰ در کشور آمریکا اتفاق افتاد .

در حدود سال ۱۹۵۰ یکی از مخازن بزرگ نفت خام شرکت روغن موبیل در آمریکا در اثر صاعقه دچار حریق می گردد. پرسنل کارخانه جهت نجات بخش عظیمی از نفت خام موجود در تانک اقدام به تخلیه آن به داخل تانک دیگری نمودند. عمل تخلیه توسط لوله ای انجام می گرفت که به پائین ترین نقطه تانک در حال حریق وصل بود. ولی به علت وجود رسوبات و لجن موجود در کف تانک لوله ارتباطی مسدود گردید. درحالیکه لحظه به لحظه بر شدت حریق افزوده می گردید، جهت باز کردن لوله ارتباطی اقدام به استفاده از هوای فشرده گردید. ولی هنگامیکه در اثر ورود هوای فشرده گیر لوله از بین رفت به طور غیرمترقبه کارشناسان و متخصصین حاضر در محل متوجه شدند لحظه به لحظه از شدت آتش سوزی کاسته می گردد.

این پدیده باعث شگفتی بسیاری گردید، به طوریکه گروهی از پژوهشگران اقدام به تحقیق و بررسی در مورد علت این واقعه بر آمدند.

نتایج حاصل از تحقیقات بعمل آمده در مورد این پدیده را می توان به طور خلاصه بصورت

ذیل بیان نمود:

الف: در هنگام آتش سوزی مایعات نفتی فقط آن قسمت از مایع که به صورت بخار در آمده

دچار حریق می گردد ولی نه خود مایع.

ب: برای آنکه مایع سوختنی به حد کافی تبخیر گردد، لازم است درجه حرارت آن به بالای

درجه حرارت احتراق رسیده باشد.

ج: در صورتیکه مایع سوختنی از نوع نفت خام تصفیه نشده باشد، امواج حرارتی ناشی از

سوختن بخار سطحی به آهستگی و با سرعت ۱۰ الی ۵۰ سانتیمتر در ساعت به داخل مایع نفوذ

می نماید.

د: ولی در صورتیکه مایع سوختنی از فرآورده های تصفیه شده نفتی باشد در این حالت بدون

رابطه با مدت آتش سوزی به هیچ عنوان امواج حرارتی به داخل مایع نفوذ نکرده، بلکه سطح بسیار

نازکی از آن مشتعل می گردد، در حالیکه درجه حرارت مایع اصلی در حد قبل از آتش سوزی باقی

می ماند.

باتوجه به سه اصل فوق، می توان چنین نتیجه گیری نمود جهت مبارزه با آتش سوزی مایعات

سوختنی در صورتیکه به طریقی از تبخیر سطحی آن ممانعت بعمل آید آتش فروکش خواهد کرد.



این امر هنگامی امکانپذیر خواهد بود که درجه حرارت سطح مایع را بتوان تا زیر درجه حرارت احتراق کاهش داد. جهت رسیدن به این هدف می توان با وارد کردن هوا و یا گاز ازت از پائین ترین بخش تانک به داخل، روغن را به غلیان آورده تا به این ترتیب روغن سرد قسمت تحتانی تانک با روغن داغ بخش فوقانی و سطحی جابجا شده و به این ترتیب درجه حرارت سطح روغن به زیر درجه حرارت احتراق کاهش یابد و این همان پدیده ای بود که بطور اتفاقی در هنگام وارد کردن هوای فشرده به داخل تانک ذخیره نفت خام شرکت موبیل در آمریکا به وقوع پیوست و باعث کاهش شدت و مدت آتش سوزی گردید.

## ۲-۱۰- طرز کار سیستم اطفاء حریق سرجی:

تاریخچه ای که شرح آن گذشت اساس کار سیستم اطفاء حریق سرجی را تشکیل می دهد. ساختمان این سیستم به طریقی است که در هنگام بروز فالت در داخل ترانسفورماتور، با دریافت دو سیگنال شروع به فعالیت می نماید، یکی سیگنال تریپ رله بوختلس که در اثر جریان شدید روغن حاصل می گردد و دیگر سیگنالی است که توسط سنسور حرارتی نصب شده بر روی درپوش تانک ارسال می گردد (که در حدود  $120^{\circ}\text{C}$  عمل می نماید) با دریافت این دو سیگنال به طور اتوماتیک یک مکانیسم خاص الکتریکی مکانیکی به کار افتاده به طوری که از یک طرف گازازت را از قسمت تحتانی تانک به داخل وارد نموده و از طرف دیگر روغن ترانسفورماتور را تا حدود ۱۰۰ میلیمتر زیر درپوش تخلیه و بخارج هدایت می نماید.

هدف سازنده این دستگاه از این عملیات مشابه شرکت موبیل عبارت است از یکی به گردش در آوردن روغن و جابجا کردن آن تا بدینوسیله درجه حرارت روغن را به زیر درجه حرارت احتراق کاهش دهد و دیگر اینکه با تخلیه روغن مانع از سر ریز نمودن روغن در حال اشتعال بر روی بدنه خارجی تانک گردد. ولی از آنجا که براساس تحقیقات بعمل آمده تاکنون هیچگونه سابقه ای در مورد کیفیت عملکرد این سیستم بدست نیامده است، نمی توان راجع به مزایا و محاسن و قابلیت کارائی آن اظهار نظر نمود.

در بخش های بعدی این گزارش در مورد ارزیابی اقتصادی این سیستم در مقایسه با آمار آتش سوزی های شبکه انتقال بحث و بررسی بعمل خواهد آمد. ولی از نظر مقایسه با سیستم های آبی نکته حائز اهمیت اینکه در صورت عملکرد کاذب نوع آبی بلافاصله پس از تریپ ترانسفورماتور می توان وارد مدار نمود ولی در مورد سیستم سرجی به دلیل تخلیه روغن این امر امکان پذیر نمی باشد.



۱۱- چه موقع یک سیستم اطفاء حریق جهت حفاظت ترانسفورماتورهای قدرت ضروری می باشد :

در پاسخ به این سوال از ۶۰ شرکت برق مختلف در کشورهای مختلف جهان تحقیق به عمل آمد که نتایج آن به شرح ذیل می باشد ( Cigre-23-01-1984 )

الف- ۱۴ شرکت در مورد کلیه ترانسفورماتورهای خود اعم از فضای باز و یا سرپوشیده از سیستم های اطفاء حریق استفاده نموده بودند . ( از نوع آبی و یا گازی )

ب- ۱۷ شرکت فقط در مورد ترانسفورماتورهای ۱۲۳ کیلوولت ، ۱۷۰ کیلوولت و بیش از آن از تجهیزات اطفاء حریق استفاده نمودند. منجمله شش شرکت فقط جهت ترانسفورماتورهای ۲۴۵ کیلوولت و ۴۲۰ کیلوولت به کار برده بودند .

ج- ۱۲ شرکت جهت ترانسفورماتورهای ۲۴۵ کیلوولت به بالا از سیستم های اطفاء حریق استفاده نمودند شش تای آنها جهت ترانس های ۴۲۰ کیلوولت نیز به کار برده بودند .

د- ۱۷ شرکت فقط ترانسفورماتورهای ۴۲۰ کیلوولت خود را مجهز به سیستم اطفاء حریق نموده اند .

#### از جمله نتایج دیگری که از تحقیقات فوق حاصل گردید عبارتند از :

- ۱- صرفنظر از رده بندی ولتاژ در تشخیص ضرورت یک سیستم اطفاء حریق معمولاً در مورد ترانسفورماتورهای بزرگتر کاربرد آن از لحاظ اقتصادی بیشتر مقرون به صرفه می باشد .
- ۲- در اغلب قریب به اتفاق موارد نه تنها تانک ترانسفورماتور بلکه سیستم خنک کننده آن از قبیل رادیاتورها و پنکه تحت پوشش حفاظت حریق قرار می گیرند .
- ۳- در هنگامیکه از سیستم اطفاء حریق آبی (اسپری آب) استفاده می گردد ، در اغلب موارد نارل ها بر روی دو سری لوله های موازی هم و در دو جهت مختلف (رو به پائین و در جهت تانک) نصب می گردند و در برخی موارد از سه ردیف لوله موازی هم نیز استفاده می گردد .
- ۴- معمولاً در سیستم های اطفاء حریق آبی مونتاژ شبکه لوله های آب جدا از تانک و بر روی فونداسیون مربوط به خود صورت می گیرد .
- ۵- معمولاً در هنگام استفاده از یک سیستم اطفاء حریق آبی در یک پست فشار قوی میتوان یک یا چند ترانسفورماتور را در هنگام حریق از یک تانک آب مشترک تغذیه نمود .

## ۱۲- سیستم های متداول اطفاء حریق جهت ترانسفورماتورهای قدرت :

### ۱۲-۱- سیستم های متداول در کشورهای اروپائی :

طبق تحقیقات بعمل آمده و مذاکراتی که با کارشناسان و متخصصین برخی از کشورهای اروپائی بعمل آمد از متداولترین سیستم های اطفاء حریق که امروزه در اغلب این کشورها مورد استفاده قرار می گیرد سیستم اطفاء حریق آبی معروف به **Water spray** می باشد : در مورد استفاده از سیستم اطفاء حریق سرجی که ساخت کشور فرانسه می باشد ، کمتر در کشورهای اروپائی رایج بوده و آن هم به میزان بسیار محدود معمول می باشد . توضیح اینکه سرمایه گذاری و استفاده از سیستم اطفاء سرجی بیشتر برای پالایشگاهها، صنایع پتروشیمی و منابع ذخیره سوخت قابل توجیه میباشد. ولی بکارگیری این سیستم بدلیل حساسیت بسیار زیاد شبکه تامین برق کشور و عواقب بسیار وخیم ناشی از عملکرد کاذب آن ، تا حدود زیادی نگران کننده میباشد.

طبق آماري که توسط کارخانه سرجی منتشر گردیده بیشترین فروش این کارخانه در درجه اول به کشور ایران و در درجه دوم و سوم به سایر کشورهای جهان سوم اختصاص داشته است .

### ۱۲-۲- سیستم اطفاء حریق متداول در پست های انتقال شبکه ایران :

همانطور که قبلاً متذکر گردید از متداول ترین سیستم های اطفاء حریق که جهت حفاظت ترانسفورماتورهای قدرت در پست های انتقال شبکه به کار رفته سیستم اطفاء حریق سرجی می باشد . طبق نظرخواهی که از مسئولین پست ها و مناطق بعمل آمد نسبت به این نوع سیستم اطفاء حریق به دلایل گوناگون ابراز نارضایتی گردیده . مهم ترین دلایل این نارضایتی ها و نظرات ابراز شده عبارتند از :

۱-۲-۲-۱- وجود نشتی روغن در اغلب آنهایی که در حال حاضر در مدار می باشند.

۲-۲-۲-۲- بعلت ساختمان خاص مکانیسم عملیاتی آن ، امکان آزمایشات دوره ای از

لحاظ اطمینان نسبت به عملکرد آنها در هنگام وقوع حریق میسر نمی باشد .

۳-۲-۲-۳- در یک مورد به علت عدم آشنایی اپراتور و آزاد شدن اشتباهی اهرم

ورودگاز ازت ، روغن ترانسفورماتور بطور ناگهانی تخلیه گردید (ترانسفورماتور تک فاز پست ۴۰۰ کیلوولت تهرانپارس) بروز چنین اشتباهی می توانست خود باعث انهدام ترانسفورماتور در حال بهره برداری گردد . ضمن آنکه در مدار قراردادن مجدد ترانسفورماتور بلافاصله میسر نبوده و حداقل بمدت یک هفته وقت نیاز میباشد.



- ۴-۲-۱۲- مشکل انجام تعمیرات به علت ریسک و خطر عملکرد بی موقع آن .
- ۵-۲-۱۲- بیش از ۷۰ درصد آنها به دلایل گوناگون یا نصب نشده اند و یا اینکه به دلیل اشکالات فنی از مدار خارج می باشند .
- ۶-۲-۱۲- وجود نشتی گاز کپسول ازت به مرور زمان باعث کاهش فشار آن گردیده ، به طوریکه در مواقع حساس می تواند قابلیت مانور آن را ضعیف و یا کلاً از بین برد .
- ۷-۲-۱۲- در برخی موارد با نشت گاز ازت به داخل ترانسفورماتور باعث عملکرد بی موقع آلارم رله بوختهلس گردید ، به طوریکه تا مدت ها مسئولین پست را نسبت به علت اصلی اشکال گمراه نمود (بعنوان مثال ترانسفورماتور پست سرچشمه) و باعث می گردد تا پیدا شدن اشکال اصلی ، ترانسفورماتور از مدار خارج بماند .
- ۸-۲-۱۲- در یک مورد پاره شدن غیرمترقبه و اشر سربی مسیر گاز ازت ، باعث ورود بسیار زیاد گاز به داخل تانک و عملکرد تریپ رله بوختهلس گردید (ترانسفورماتور جدید پست گرگان) بنحوی که با وجود احتیاج مبرم منطقه ، ترانسفورماتور مربوطه مدت ها از مدار خارج ماند تا علت اصلی اشکال مشخص گردید .
- ۳-۱۲- با توجه به تجارب و مطالعات انجام شده می توان مزایا و معایب سیستم سرجی را به ترتیب ذیل خلاصه نمود :
- الف : مزایای سیستم اطفاء حریق سرجی .
- کمپاکت بودن کل سیستم .
  - سرعت عملکرد آن (که این فقط از لحاظ تئوری بوده ولی عملاً سوابقی در دست نیست).
- ب : معایب سیستم اطفاء حریق سرجی .
- در صورت عملکرد کاذب موضوع تنها به تریپ ترانسفورماتور ختم نشده و به دلیل تخلیه روغن برای مدت ها ترانسفورماتور غیرقابل بهره برداری می گردد .
  - عدم امکان آزمایشات دوره ای و عملی در طول عمر طبیعی یک ترانسفورماتور .
  - همانطور که در تاریخچه و بررسی اساس کار این سیستم اشاره شد، در صورت وقوع حریق بر روی ترانسفورماتور ، قادر به اطفاء آن نبوده و فقط روغن باقیمانده در تانک را جابجا تا از ادامه حریق ممانعت بعمل آورد ، لذا در کنار هر سیستم اطفاء حریق سرجی نیاز به تجهیزات قابل حمل اطفاء حریق گازی و یا پودری نیز می باشد که در صورت وجود شعله بتوان آن را خاموش نمود .



- این سیستم اطفاء حریق به علت ارتباط مستقیم آن با ترانسفورماتور خود می تواند موجودیت ترانسفورماتور را به دلیل نقص فنی آن و یا اشتباه اپراتور به خطر بیاندازد .

- وجود اشکالات دائمی متعدد از قبیل : نشت گاز به داخل ترانسفورماتور و یا نشت روغن و سوختن لامپ و زنگ زدگی کنتاکت ها و غیره بهره برداری مطمئن از ترانسفورماتور را میتواند مخدوش نماید.

### ۱۳- بررسی مسائل اقتصادی سیستم های اطفاء حریق :

همانطور که طی دو نمونه آمار در ابتدای گزارش به آن اشاره شده ، تعداد حوادثی که منجر به آتش سوزی ترانسفورماتورهای قدرت می گردند نه تنها بسیار قلیل میباشد ، بلکه خسارات مالی ناشی از آن نیز در مقایسه با ارزش کل ترانسفورماتورهای موجود در شبکه ناچیز می باشد .

طبق نتایج به دست آمده از آمار خسارت مالی ناشی از آتش سوزی های ترانسفورماتورهای قدرت در شبکه برق ایران میزان خسارت وارده ظرف مدت ۱۷ سال معادل ۰/۲ درصد ارزش کل ترانسفورماتورهای موجود در شبکه برآورد گردید .

در صورتی که عمر طبیعی یک سیستم اطفاء حریق را معادل عمر طبیعی یک ترانسفورماتور در نظر بگیریم به طوریکه سرمایه بکار برده شده آن را پس از ۴۰ سال مستهلک شده تلقی نمائیم ، لذا رقم ۰/۲ درصد خسارت جهت ۱۷ سال را می توان تبدیل به ۰/۵ درصد جهت ۴۰ سال عمر طبیعی آن نمود بنابراین حداکثر سرمایه ای را که به همین نسبت می توان صرف هزینه تهیه و نصب و بهره برداری سیستم های اطفاء حریق نمود براساس قیمت امروزی ترانسفورماتورهای نصب شده در بخش انتقال رقمی معادل ۶۸۰ هزار دلار را شامل می گردد .

### ۱۴- میزان سرمایه گذاری که تاکنون در سطح شبکه برق کشور انجام شده :

قبل از بررسی این مسئله ، لازم است مختصری در مورد سیستم اطفاء حریق متداول در شبکه برق کشور صحبت شود .

همانطور که قبلاً اشاره شده اغلب قریب به اتفاق سیستم های اطفاء حریق مصرفی کشور را سیستم اطفاء حریق سرجی تشکیل می دهد . طبق آماري که توسط کارخانه سرجی در سال ۱۹۸۳

منتشر گردید شرکت توانیر ایران تا آن تاریخ به تعداد ۷۰ دستگاه از این سیستم های اطفاء حریق خریداری نموده بود که بیشترین تعداد را در سطح منطقه تشکیل میداد.

طبق اطلاعات به دست آمده تا اوائل سال ۱۹۸۷ جمع کل سیستم های اطفاء حریق سرجی که توسط شرکت توانیر خریداری شده به ۱۲۰ دستگاه بالغ می گردد. لازم به ذکر است سفارش این سرجی ها نه به طور مستقیم بلکه به همراه خرید ترانسفورماتورها ظاهراً انجام گرفته. قیمت یک دستگاه سرجی طبق آخرین سفارشات که انجام گرفته (جهت ترانسفورماتور میتسوئی اراک) میزان ارزی آن مبلغی معادل ۳۸۰۰۰ دلار می باشد.

همانطور که روال ما در انجام محاسبات می باشد جهت بررسی سرمایه گذاری انجام شده در این زمینه مبنای ما قیمت روز این دستگاه ها می باشد.

باتوجه به اطلاعات مذکور می توان حجم سرمایه ای که تا این تاریخ صرف خرید سیستم های اطفاء حریق سرجی در ایران گردیده را در مقایسه با میزانی که طبق آمار، ضروری تشخیص داده شده است را محاسبه نمود:

الف: جمع مبلغ سرمایه مصرف شده به صورت ارزی . ۴/۵۶۰/۰۰۰ دلار  
ب: مبلغی که می بایستی طبق آمار سرمایه گذاری می گردید . ۶۸۲/۰۰۰ دلار

با در نظر گرفتن ارقام فوق و مقایسه آنها با آنچه که طبق آمار ضروری تشخیص داده شد به راحتی می توان تشخیص داد که سرمایه به کار برده شده بیش از ۶/۵ برابر میزان مورد نیاز آن می باشد. یعنی مبلغی حدود ۳/۹ میلیون دلار در این زمینه بیش از سرمایه مورد لزوم مصرف و به صورت ارز از کشور خارج گردید. این در حالی است که هنوز به هزینه ریالی آن توجه ننموده ایم.

جهت تعمق بیشتر و روشن تر شدن زبان مالی ناشی از این سرمایه گذاری مسئله را از دیدگاه دیگری مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهیم.

در صورتیکه طبق محاسبات بانکی جهت سرمایه به کار برده شده فوق به صورت سپرده دراز مدت یک بازدهی سالانه معادل ۱۰ درصد را در نظر بگیریم در آن صورت با سود سالانه آن که به مبلغ ۴۵۰ هزار دلار می باشد می توانستیم سالانه یک دستگاه ترانسفورماتور ۸۰ MVA خریداری نمائیم درحالی که طبق آمارهای ارائه شده ظرف مدت ۱۷ سال مجموعاً



دو دستگاه ترانسفورماتور به قدرت مجموع ۵۰ MVA در سطح شبکه در اثر حریق منهدم گردیده .

### ۱۵- جمع‌بندی و نتیجه گیری:

باتوجه به مطالبی که شرح داده شد ، می توان در مورد مسئله سیستم های اطفاء حریق به طور خلاصه جمع بندی ذیل را بعمل آورد :

۱-۱۵- میزان آتش سوزی ترانسفورماتورهای قدرت بسیار قلیل بوده و خسارت ناشی از آن نیز به همان نسبت ناچیز می باشد . طبق آمار میزان خسارت ناشی از حریق در کشور فرانسه از سال ۱۹۴۶ تا ۱۹۵۸ با داشتن ۲۰۰۰ دستگاه ترانسفورماتور قدرت معادل ۰/۵ درصد و کشور ما از سال ۱۳۴۸ تا ۱۳۶۵ با وجود ۲۷۶ دستگاه ترانسفورماتور قدرت معادل ۰/۲ درصد ارزش کل ترانسفورماتورهای موجود در شبکه بوده است .

۲-۱۵- لذا باتوجه به بند فوق از لحاظ میزان سرمایه گذاری لازم در زمینه سیستم های اطفاء حریق بایستی بسیار با احتیاط اقدام گردد .

۳-۱۵- فلسفه اصلی استفاده از یک سیستم اطفاء حریق در درجه اول جهت جلوگیری از گسترش و سرایت حریق به سایر تجهیزات و ترانسفورماتورهای مجاور بوده و در درجه دوم نجات ترانسفورماتور آسیب دیده می باشد و این موضوع به این دلیل می باشد که ترانسفورماتور آسیب دیده تا رسیدن به مرحله حریق حداقل به میزان ۶۰ درصد در اثر اختلالات داخلی آسیب خود را دیده است و حداکثر کوشش مانجات ۴۰ درصد بقیه و قابل تعمیر نمودن آن می باشد .

۴-۱۵- وجود حوضچه در زیر ترانسفورماتورها و دیواره های جانبی می تواند نقش حیاتی در جلوگیری از گسترش حریق ایفا نماید .

۵-۱۵- باتوجه به آمارهای موجود سرمایه گذاری لازم در مورد سیستم های اطفاء حریق جهت حفاظت ترانسفورماتورهای قدرت بایستی با برنامه ریزی قبلی و متناسب با قدرت و سطح ولتاژ آنها انجام پذیرفته و طی دستورالعملی به طور مبسوط در سطح شبکه پیاده گردد .

۶-۱۵- سیستم اطفاء حریق انتخاب شده بایستی حتی الامکان ساده و از لحاظ فنی ، عملکرد و تعمیرات ملموس با فرهنگ جامعه باشد .



۷-۱۵- با وجودیکه میزان آتش سوزی ترانسفورماتورهای قدرت بسیار قلیل می باشد ولی اغلب آنها نیز به علت نقص عملکرد رله حفاظتی و تداوم فالت به وقوع پیوسته است . لذا در صورت رعایت و اجرای دقیق برنامه زمانبندی شده بازدید و آزمایش دوره ای رله های حفاظتی (بالاخص رله های دیفرانسیل) می توان میزان وقوع آتش سوزی ها بحدی کاهش داد که اصولاً مشابه بسیاری از کشورهای جهان نیازی به استفاده از هر گونه سیستم اطفاء حریق موجود نباشد.

۸-۱۵- طبق آمارهای موجود و تحقیقات بعمل آمده ۷۰ درصد حوادث منجر به آتش سوزی قابل مهار توسط کپسول های ساده آتش نشانی و سایر تجهیزات قابل حمل اطفاء حریق می باشند .

۹-۱۵- از آنجا که پس از بروز آتش سوزی مسئله زمان بسیار تعیین کننده می باشد ، لذا لازم است پرسنل پست ها دارای آمادگی کافی بوده و بلا استثناء دوره آموزشی مورد نیاز را گذرانده باشند و دستورالعمل مبارزه با حریق بایستی به صورت تابلوئی تهیه و در محل های مناسب نصب گردد . انجما تمرینات دوره ای در این زمینه در بالا بردن سطح اطلاعات کارکنان پست جهت جلوگیری از اتلاف وقت بسیار موثر می باشد .

۱۰-۱۵- استفاده از سیستم های اطفاء حریق در اغلب کشورهای اروپائی تابع قدرت و سطح ولتاژ ترانسفورماتورهای قدرت بوده و نوع آن در اکثر این کشورها بخصوص در نیروگاه ها از نوع آبی می باشد .

۱۱-۱۵- باتوجه به بررسی های انجام شده و مزایایی که قبلاً شرح داده شد ، مناسبترین سیستم

اطفاء حریق جهت ترانسفورماتورهای قدرت شبکه ایران سیستم اسپری آبی یا **Water Spray** تشخیص داده می شود که سلسله مراتب استفاده از آن بایستی طبق بند ۵ انجام پذیرد .

۱۲-۱۵- سیستم های اطفاء حریق سرجی فقط جهت پست های سرپوشیده و محل هائی که

محدودیت مکانی وجود داشته باشد مناسب می باشد . با تجاربی که در ایران از این نوع سیستم اطفاء حریق وجود دارد و به دلایل نقاط ضعف عدیده آن که قبلاً شرح داده شد ، این سیستم از لحاظ مصلحت شبکه نامطمئن و غیراقتصادی می باشد .

## ۱۶- پیشنهادات :

حال باتوجه به آنچه که گذشت بایستی دید که چه اقداماتی می توان در زمینه سامان دادن به سیستم های اطفاء حریق ترانسفورماتورهای قدرت پست های انتقال شبکه کشور انجام داد . لذا باتوجه

به مطالعات انجام شده پیشنهادات ذیل ارائه می گردد :

۱-۱۶- باتوجه به تجارب موجود و کاهش تا حدصفر حوادث منتهی به حریق ترانسفورماتورها و ارتقاء بسیار زیاد دقت و صحت عملکرد رله های حفاظتی ترانسفورماتورها در حال حاضر نیازی به هیچ یک از انواع بسته های اطفاء حریق نمی باشد و در صورت اثبات ضرورت و الزام امنیت شبکه فقط سیستم اطفاء حریق آبی توصیه می گردد .

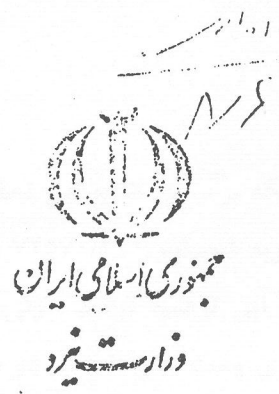
۲-۱۶- در مورد ترانسفورماتورهای قدرت در حال بهره برداری با ولتاژ ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت با اجرای مفاد بندهای ۴-۱۵ و ۷-۱۵ و نصب یک شیر اتوماتیک یک طرفه در محل بین رله بوختلس و کنسرواتور نیازی به نصب سیستم اطفاء حریق نمی باشد .

۳-۱۶- از ادامه سفارش سیستم اطفاء حریق سرجی به همراه ترانسفورماتورهای قدرت و یا جداگانه بایستی خودداری شده و در صورت نیاز مبرم تمام نیرو صرف تدارک سیستم های آبی ساخت داخل گردد . بزرگترین امتیازات این امر یکی جلوگیری از خروج ارز از کشور بوده و دوم اینکه کلیه عملیات اجرایی آن توسط شرکت توانیر و شرکت های برق منطقه ای قابل اجراء بوده و سوم اینکه میتوان از آنها جهت شستشوی ترانسفورماتورها و سایر تجهیزات پست نیز استفاده نمود .

۴-۱۶- در مورد کلیه قراردادها و سفارشات در دست اقدام و آتی بایستی به سازندگان اعلام گردد که جهت ساخت ترانسفورماتورهای قدرت و راکتورها با هر قدرت و از هر رده ولتاژ یک شیر یک طرفه اتوماتیک در مسیر ارتباط تانک اصلی به کنسرواتور پیش بینی نمایند تا در هنگام بروز حوادث به طور خودکار مانع از تخلیه روغن کنسرواتور از محل آسیب دیده گردند . چه در تمامی حوادث ، آتش سوزی ترانسفورماتورهای قدرت علت اصلی گسترش حریق جاری شدن روغن کنسرواتور از محل آسیب دیده ترانسفورماتور می باشد . با احتمال قریب به یقین درصورت انجام چنین اقدامی میزان آتش سوزی های ترانسفورماتورهای قدرت به حدی کاهش خواهد یافت که می توان از تجهیزات اطفاء حریق بطور کلی صرفنظر نمود . (مراجعه شود به توسعه مرحله به مرحله حریق در بخش ۴ همین گزارش تحت عنوان چگونگی بروز آتش سوزی ، صفحه ۳) .



تاریخ ۳ / ۱۸ / ۶۶  
شماره ۲۳۵۷ / ۳۷  
پیوست



بسمه تعالی  
۲۴

اطلاعیه

موضوع: حفاظت ترا نسفورما تورها و تجهیزات پست

بمنظور حفاظت ترا نسفورما تورپیستهای فشارقوی دربرابر آتش سوزی، بررسی همه جانبه ای توسط کارشناسان واحداثی واجرائی بعمل آمده شامل موارد زیر است:

- ۱- از سیستم های حفاظت *Sergi* که در حال حاضر در پیستهای ترا نسفورما تور وجود دارند، میتوان نند در صورت رضایت از آن، کماکان استفاده نمایدولی بدلیل پارهای از مشکلات که تا کنون روی داده است، از پیش بینی و تهیه این سیستم در آینده خودداری گردد.
- ۲- احداث دیوارهای ضد آتش، پیش بینی شیریکتر فیه بین مخزن نینسآط روغن و مخزن اصلی ترا نسفورما تور، حوضچه زیر ترا نسفورما تور روشن ریزی در داخل حوضچه ضروریست.  
برای هدایت و جمع آوری روغن خارج شده از ترا نسفورما تور، پیش بینی یک حوضچه اصلی لازم است تا از آلودگی محیط زیست جلوگیری شود (مخزن فلزی و قابل دسترس).  
ضمناً "موصل و حریم مناسب ایمنی بین ترا نسفورما تورها وسایرتجهیزات را با بدرعایت نمود.
- ۳- سیستم های آبی حفاظت دربرابر آتش سوزی، بعنوان مناسبترین سیستم تشخیص داده شد، معذالک نیاز به بررسی اقتصادی دارد.

تت بردارید  
تت  
برای  
۴  
موقع  
۲۴

ایرلز علی کلاهدوز اصفهانی  
قائم مقام وزارت نیرو



رونوشت به:

- کلیه شرکت های برق منطقه ای و سازمان آب و برق خوزستان
- شرکت توانیر
- شرکت قدس نیرو
- شرکت مشا نیرو
- دفتر مهندسی و نظارت برق
- دفتر فنی برق

شماره ۲۳۵۷  
۶۶-۱-۴  
وزارت نیرو



لازم به ذکر است با وجودیکه براساس نتایج این تحقیقات و جلساتی که با حضور مسئولین وزارت نیرو برگزار گردید طی مصوبه شماره ۷۲۵۷۰/۳۷۰ مورخ ۱۳۶۶/۸/۳ نصب سرجی بر روی ترانسفورماتورها ممنوع اعلام و نوع آبی توصیه گردید ، ولی باتوجه نتایج عملکرد سیستم های آبی که بر روی تعدادی از ترانسفورماتورهای پست های انتقال در شرکت برق منطقه ای خراسان نصب گردیده بودند ، به دلیل عملکردهای کاذب و عملیات سرویس و نگهداری دوره ای مشکلات عدیده ای را نیز ایجاد نموده بودند . در حالیکه ظرف مدت ۱۵ سال هیچگونه حادثه حریق در پست های مذکور به وقوع نپیوست . لذا ادامه بهره برداری از سیستم های اطفائی حریق آبی نیز غیر مفید تشخیص داده شد و کلاً از مدار خارج گردیدند . ولی سایر تمهیدات توصیه شده در مصوبه فوق (پیوست) همچنان به قوت خود باقی است.

درخاتمه ضمن آرزوی اینکه این گزارش بتواند در حفظ سرمایه ملی و جلوگیری از اتلاف سرمایه ارزی کشور خدمت کوچکی نماید برای همه همکاران آرزوی موفقیت دارم .

  
خوشرو

**لیست منابع مورد استفاده**

**1- Power transformer fire protection**

**By : Donald R.werley P. E**

**For presentation to WATTEC 80 energy conference  
At Knoxville , Tennessee February 20 . 1980**

**2- Special hazard fire protection**

**Automatic sprinkler, corporation of america**

**3- Power transformer fire protection**

**4- fire protection handbook**

**Mather+platt**

**5- S E R GI fire protection**

**6-Cigre 23-01-1984**

**Fire protection systems and measures in substation**

**7- Walther – spruhflutanlagen**

**Fur transformer und kabelkanale**

**Walther and cie aktiengesellschaft koIn – Dellbrucke**

**8- Energie – Erzeugung und – Vertilung**

**Die seiten des VSE uber EDF**

**Van j.Baclet – paris**

آمار های جمع آوری شده راجع به آتش سوزی ترانسفورماتورهای قدرت از سال

۱۳۴۸- تاکنون