فهـرست 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

٤- چگونگی بروز آتش سوزی ٤

٥- آمارهای جمع آوری شده در مورد شدت حوادث آتش سوزی در پست های فـشار قـوی فرانـسه EDF و ایرن و میزان خسارات ناشی از آن ٦

٦- پیش بینی های لازم از لحاظ جلوگیری و گسترش حریق ۱۰

۷- روش های معمل اطفـاء 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 سرجی (sergi) وتاریخچه 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

۱٤- میزان سرمایه گذاری که تاکنون در سطح شبکه برق کشور انجام شده ۲۱

۱٥- جمع بندی و نتیجه گیری ۲۳

۱٦- پیشنهـادات ۲٥

۱۷- مصوبه وزارت نیرو در مورد محافظت ترانسفورماتورها در مقـابل حریق ۲۷

بسمه تعالی

مقدمه :

نظربه اهمیت یافتن روز افزون مسئله حریق وروش مقابله با آن در پستهای فشار قوی وفوق توزیع وهمچنین از لحاظ انتخاب یک سیستم اطفاء حریق مناسب که هم دارای کارآئی دلخواه بوده ونیز 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 وسپس ضمن بررسی ، آمارهای جمع آوری شده در مورد میزان آتش سوزیهائی که در پست های فشار قوی بوقوع پیوست ، مسئله ضرورت سرمایه گذاری ومیزان 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 وحفاظت 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 کارآئی 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 اتمسر میباشد.

معمولاً در عملیات اطفاء حریق مسئله باد از لحاظ سرعت وجهت 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 میگیرد. 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 سرعتهائی تاثیر خاموش کنندگی اسپری آب کماکان رضایت بخش میباشد.

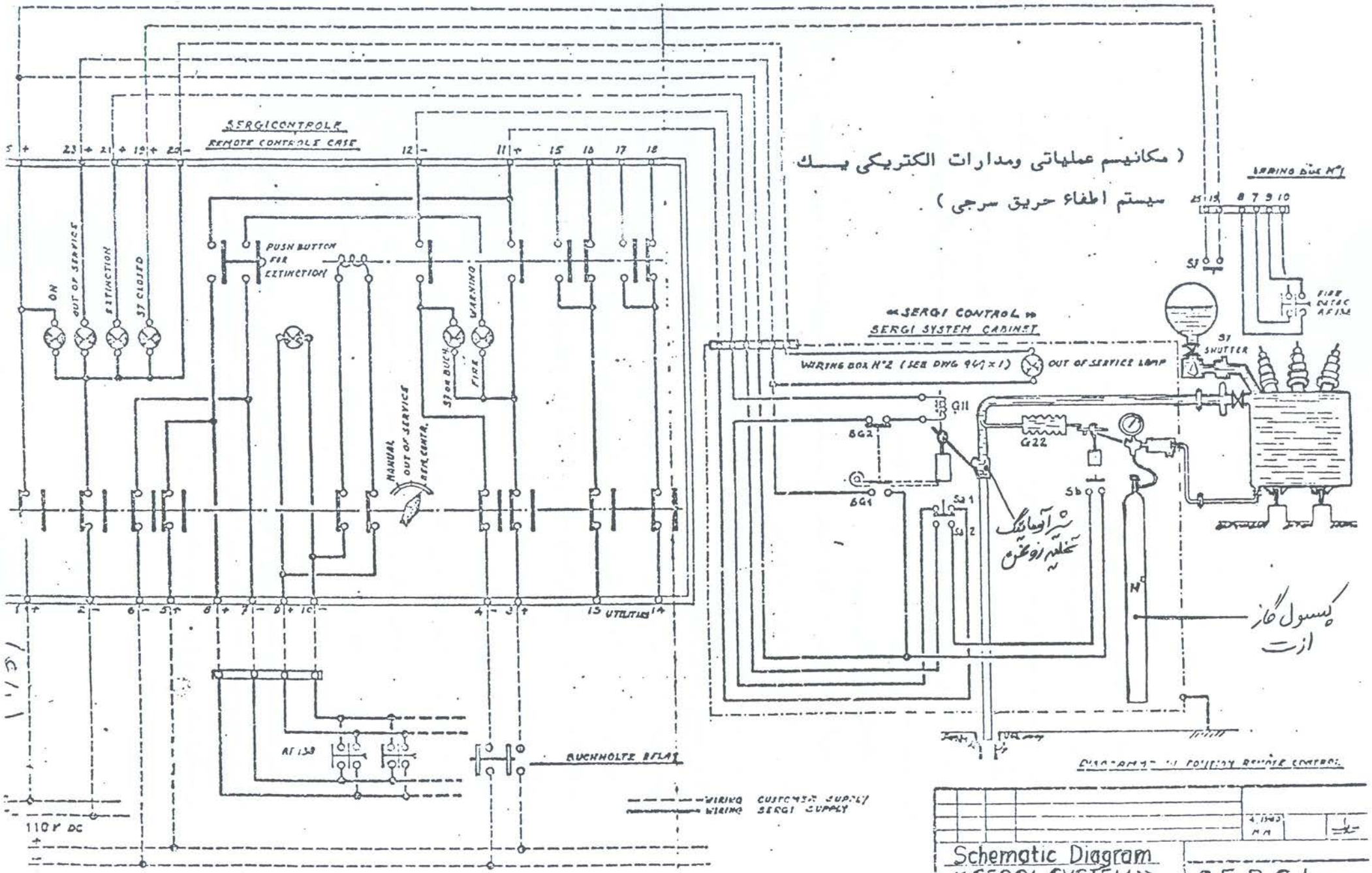
سیستم های اطفاء حریق گازی CO2:

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

- ۰/۵ الی ۳ کیلو گرم CO2 جهت هر متر مکعب حجم ترانسفورماتور مورد نظر
- زمان عملیات اطفاء حریق بین ۰/۵ 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


SERGICONTROLE
REMOTE CONTROLE CASE
PUSH BUTTON FOR EXTINCTION
ON
OUT OF SERVICE
EXTINCTION
ST CLOSED
STOP BUCH
FIRE
WARNING
MANUAL OUT OF SERVICE
BUCHHOLTZ RELAY
110 V DC
WIRING CUSTOMER SUPPLY
WIRING SERGI SUPPLY
« SERGI CONTROL »
SERGI SYSTEM CABINET
WIRING BOX N°2 (SEE DWG 941 x 1)
OUT OF SERVICE LAMP
WIRING BOX N°1
SHUTTER
G11
G22
SB1
SB
(مکانیسم عملیاتی ومدارات الکتریکی یک
سیستم اطفاء حریق سرجی)
شیر آویانگ
تخلیه زوعن
کپسول گاز
ازت
Schematic Diagram
« SERGI SYSTEM »
Transformer Fire
Extinguishing Plant
S.E.R.G.I FRANCE

به کمک آن خاموش نمود .البته در ادامه این گـزارش در بخـش مقایـسه سیـستم هـای مختلف و بررسی محاسن ومعایب 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 راجـع بـه چگـونگی پیـدایش و گسترش حریق بروی ترانسفورماتورها بپردازیم.

۴- چگونگی بروز آتش سوزی :

اصولاً جهت بروز هر گونه حریق نیاز به سه عنصر مهم میباشـد : ۱- هـوا ۲- مـاده 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 بـرد چـه بـا دراختیـار داشتن مقدار زیادی روغن بعنوان ماده سوختنی واحتمال رخ دادن اتصالات شدید داخلی دچار انفجار گشته که بمحض تماس با هوا دچار حریق میگردد. به همـین دلیـل محـور اصلی این گزارش را آتش سوزی ترانسفورماتورهای قدرت تشکیل میدهد. همانطور کـه متذکر گردید در مورد یک ترانسفورماتور ، اصلی ترین بخش مـواد سـوختنی را روغـن تشکیل میدهد از آنجا که ایـن مـاده در اثـر سـوختن درجـه حـرارت زیـادی حـدود ۸۰۰ الی ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد را ایجاد می نماید لذا مقابله با چنین آتـش سـوزی هـا بسیار دشوار بوده وخسارات مالی ناشـی از آن بـرروی تجهیـزات مجـاوْر وسـاختمانها سنگین میباشد . در برخی موارد شدت این آتش سوزیها به حدی است که حتـی دیـواره های بتونی مجاور محل حریق در اثر تابش گرمای ناشی از آن شدیداً آسـیب مـی بینـد بطوریکه نیاز به یک تعمیر اساسی پیدا میکند.

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

الف : مرحله نخست که مرحله شروع آتش سوزی میباشـد معمـولاً بـا انفجـار یکـی از بوشینگها بدلیل وقوع یک عیب حاد داخلی وافزایش ناگهانی فشار روغن آغاز میگردد.

ب : تا هنگامیکه این انفجار منجر به سر ریز روغن در حال اشتعال نگـردد میتـوان از آن بعنوان حالت ساده حریق نام برد .در این حالت میتوان با وسایل قابل حمل آتش نـشانی 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 ترانـسفورماتور بـه خارج سر ریز نماید این همان وضعیتی است که باعث بغرنج شدن بـیش از حـد مـسئله میگردد. در این شرایط روغن موجود در منبع انبساط شروع به سـرریز نمـودن از محـل بوشینگ 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 میگردند .روغن در حال اشتعال ابتدا در سطح درپوش منتشر وسپس از فراز آن برروی دیواره های عمودی تانـک وسطح رادیاتورها ریزش و رو به پائین جریان می یابد .روغن مشتعل در حـین عبـور از سطح رادیاتور ها باعث داغ نمـودن بیتـشرسطح آنهـا میگـردد. رادیاتورهـا نیـز بنوبـه خودگرمای دریافتی را با شتاب بیشتری بداخل منتقل مینمایند . در نتیجه انتقال این گرمـا به داخل تانک ، روغن دارای انبساط بیشتری شـده و باعـث سـریز بیـشتر آن از محـل بوشینگ آسیب دیده میگردد با تکرار این سیکل لحظه به لحظه به شدت حریـق افـزوده میشود بطوریکه تحت این شرایط میتوان از یک تحریک خـود بخـودی حریـق یـا فـرار حرارتی **(Heat run away)** نام برد.

د : مراحلی که تاکنون از آنها یاد شد ظرف مدت زمانی بین ٤ الـی ٥ دقیقـه بطـول مـی انجامد . به همین دلیل معمولاً هنگام وقوع چنین آتش سوزیهائی، پرسنل پست در انـدک زمانی مواجه با یک آتش سوزی بزرگ و درحال گسترش میگردنـد در چنـین شـرایطی مبارزه با حریق آنچنان مشکل خواهد شد که حتی با تجربه ترین افراد آموزش دیده نیـز بر خلاف تمایل قلبی واز خود گذشتگی های بسیار شان قادر به انجام هیچگونه اقـدامی نخواهند بود. لذا جهت پیشگیری از گسترش حریق برروی ترانسفورماتور ها ، لازم است در اولین لحظات شروع آن اقدام قاطع در راه خفه کردن آن بعمل آید چـه در غیـر ایـن صورت برای هر اقدامی دیر خواهد بود.

جهت نیل به چنین هدفی نیاز به یک پرسنل آموزش دیده ومجرب 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.

ه : 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 فلانژها ، 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 آکتیو پارت** را مورد حمله قرار میدهد .

و : در چنین شرایط پیشرفته ای از آتش سوزیها بایستی باحتمال 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 ترانسفورماتور ها میگردد.

ب : تصمیم گیری راجع به این مسئله که آیا اصولاً یک سیستم اطفاء حریق برای حفاظت ترانسفورماتور قدرت ضروری هست ویا خیر و اگر هست از چه قدرتی ببالا 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 برروی 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 سوزیهائی که از سال ۱۹٤٦ الی ۱۹۵۸ در پستهای انتقال برق آن کشور بوقوع پیوست چه از لحاظ پی آمدهای اقتصادی آن وچه از لحاظ ضرورت استفاده از سیستمهای اطفاء حریق مورد بررسی قرا رگرفت که ذیلاً بطور خلاصه بخشی از آن که در رابطه با موضوع این گزارش میباشد ارائه میگردد. درسال ۱۹۵۸ در پستهای انتقال برق فرانسه مجموعاً در حدود ۲۰۰ دستگاه ترانسفورماتور قدرت مورد بهره برداری قرار داشت که قدرت کل آنها معادل ۳۲۰۰ مگاولت آمپر بوده وارزشی معادل ۵۵ میلیارد فرانک فرانسه را شامل میگردید 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
۱٤۰۰ دستگاه ٦۳ کیلوولت	به قدرت مجموع 14000MVA

برمبنای تحقیقات بعمل آمده ظرف مدت ۱۲ سال مجموعاً تعداد ۲۵ مورد حادثه منجر به آتش سوزی بر روی ترانسفورماتور ها وجود داشته که برحسب 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 ۱٦ مورد آنها شدت آسیب دیدگی محدود میگردید به ازهم 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 میگردید 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 ۱۹٤٦ 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 وجمع آوری آمار حریق ترانسفورماتورهای قدرت نصب شده در پستهای انتقال ایران تا سال ۱۳٦۵ گردید که نتایج آن بشرح ذیل میباشد :

تعداد کل ترانسفورماتور های قدرت نصب شده شبکه حدود ۲۷٦ دستگاه وقدرت مجموع آنها ۲٤٤۵۰ مگاولت آمپر بوده است .

طبق تحقیقات بعمل آمده آمار حریق ترانسفورماتورهای قدرت موجود در شبکه کشور از سال ۱۳٤۸ تا۱۳٦۵ بشرح ذیل میباشد :

یکدستگاه ترانس **15MVA** در سال ۱۳۵۳ در پست قزوین

یکدستگاه ترانس **90MVA** در سال ۱۳۵٦ در پست قزوین

یکدستگاه ترانس **35MVA** در سال ۱۳۵۸ در پست شهید فیروزی

یکدستگاه ترانس **135MVA** در سال ۱۳٤۵ در پست ایرالکو

یکدستگاه ترانس **30MVA** در سال ۱۳٦۳ در پست سردرود

علت بروز حوادث فوق به ترتیب عبارت بودند از :

الف : در مورد ترانسفورماتور ۱۵ مگاولت آمپرپست 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 مگاولت 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 مگاولت 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 مگاولت آمپری پست ایرالکو نیز بر اثر روز عیب برروی تپ چنجر از ناحیه دایورتورسوئیچ مفنجرگردید . در اثر این انفجار ترانسفورماتور شدیداً آسیب دیده وبخشی از روغن آن به خارج سرازیر و شعله ورگردید. 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 CO_2 خاموش وخود ترانسفورماتور نیز با تعویض بوشینگ تعمیر ومجدداً در مدارقرارگرفت . همانطور که از آمار فوق مشهود میباشد تعداد کل ترانسفورماتورهائی که ظرف مدت ۱۷ سال یعنی از سال ۱۳۴۸ تا۱۳۶۵ در شبکه برق سراسری کشور دچار آتش سوزی جدی شده اند شامل دو دستگاه بوده اند.حال درصورتیک کل خسارت این دو مورد را بحساب حریق بگذاریم میزان خسارت وارده معادل۰/۲ در صد ارزش کل قدرت نصب

شده میباشد این میزان خسارت معادل همان عددی است که جهت سرمایه گـذاری در مـورد سیستم های اطفاء حریق بایستی بعنوان مبنا قرار گیرد و هر میزان سرمایه گـذاری کـه بـیش ازمقدار فوق باشد غیر اقتصادی خواهد بود.

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

طبق تحقیقات بعمل آمده و با توجه بـه تجـارب موجـود اقـدامات ذیـل از لحـاظ جلوگیری وگسترش حریق حائز اهمیت بسیار میباشند :

۱-۶- اقدامات طراحی وساخت

در هنگام عقد قرارداد بایستی توجه پیمانکاران وکارخانجات سـازنده را نـسبت بـه ساخت ترانسفورماتورها از لحاظ مسئله حریق جلب نمود. چه بسا در هنگام بروز حریق فـرم ساخت بعضی از قطعات میتواند باعث تشدید وخطرناک ترشدن 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 تقویـت تانک بکار میروند میتوانند درهنگام بروز حریق و سر ریز نمودن روغن در حال اشتعال ، انـرا در داخل خود جا داده وباعث تشدید هر چه بیشتر حریق گردند.

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

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

۲-٦- کلیه ترانسفورماتور ها بایستی بلااستثناء مجهز به یک نوع شیر یکطرفه در محل بین رله بوختهلس و تانک کنسرواتور باشند تا درهنگام بروز حریق مـانع از خـروج وجـاری شـدن روغن آن شده واز تشدید حریق جلوگیری گردد .

۳-۶- در هنگامی که چند دستگاه ترانسفورماتور در مجاورت یکدیگر نـصب شـده باشـند بایستی در فواصل بین آنها از دیواره های ضد حریق اسـتفاده گـردد. در برخـی از کـشورها

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

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

۶-۵- در صورتی که جهت مبارزه با حریق از سیستم های ثابت اطفاء حریق استفاده گردد بایستی طی بازرسی های دوره ای قابلیت و کارآئی آن مورد آزمایش قرا رگیرد 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 وساختمان 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 قرارداشته باشند.

۶-۷- 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 سوزیهائیکه 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 وچه از لحاظ ساختماتی وتعمیرات

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 وبیشتر از گازهای CO_2 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 بسیارمحدود 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 وروش 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 ین 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 درکاهش درجه حرارت محیط و فرونشاندن آتش از دست میدهد ولی بمرور با پیشرفت صنایع اطفاء حریق وانجام 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 مـواد نفتـی عملاً به اثبات رسید وتجارب رضایت بخشی از آن حاصل گردید بمرور استفاده از این روش در راه مبارزه با آتش سوزی ترانسفورماتورهای قدرت توسعه یافت .استفاده از روش اسـپری 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 واثر آن خنثی میگردد در حالیکه اسپری آب در هر حال تاثیر مطلوب خود را حفظ کـرده ودر عـین حـال بصورت حائلی مابین روغن در حال اشتعال و اکسیژن هوا قرار گرفته و باعث خفه شـدن آن میگردد.

۹- ساختمان کلی و نحوه عملکرد یک سیستم اطفاء حریق آبی : شکل پیوسـت نمـای ظـاهری 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 . برروی این لولـه ها نازلهائی در جهات مختلف نصب شده که آب را بصورت پـودر از خـود خـارج نمـوده بطوریکه مانند ابری ترانسفورماتور را در بر میگیرد . برروی تانک نیز یک سـری سنـسورهای دودی و یا حرارتی نصب شده که کار آنها کشف حریق از طریـق وجـود دود ویـا گرمـای شدید میباشد . با سیگنالی که توسط این سنسورها ارسال میگردد دو عمل انجام میگیرد یکـی 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 یـک تانـک آب که تا حدود ۱۰ اتمسفر تحت فشار قراردارد 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 فشاررا تامین نمود. نیاز الکتریکی این سیستم از طریق منبـع DC پست بعمل میآید .تهیه اسپری آب معمولاً بدو طریق انجام میگیرد یکی همانطور که قبلاً نیـز 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 وچاه وغیره .

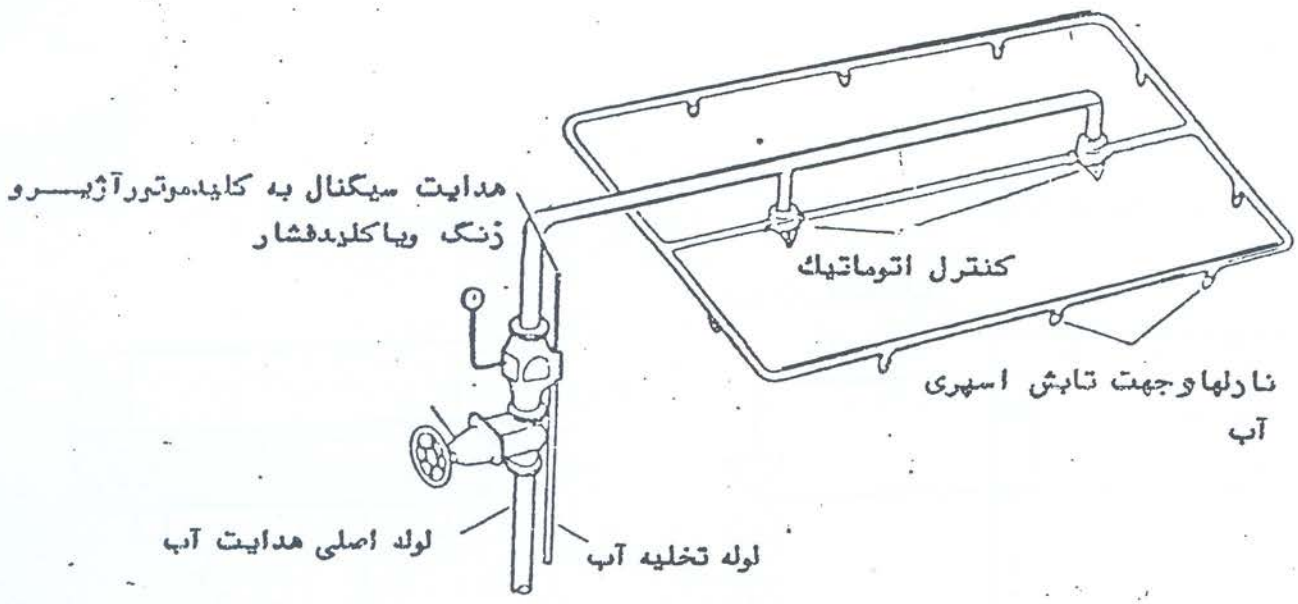
از مهمترین مسائلی که بایستی در رابطه با استفاده از سیستم آبی به آن توجه نمود یکی قابلیت هدایت الکتریکی آب بوده ودیگری رعایت فاصله الکتریکی لازم از تجهیزات حامل ولتاژ میباشد . از لحاظ نصب لوله و نازلها و رعایت فواصل لازم جهت پیشگیری از بروز جرقه (آرک) میتوان طبق استانداردهای متداول در این زمینه مانند 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.

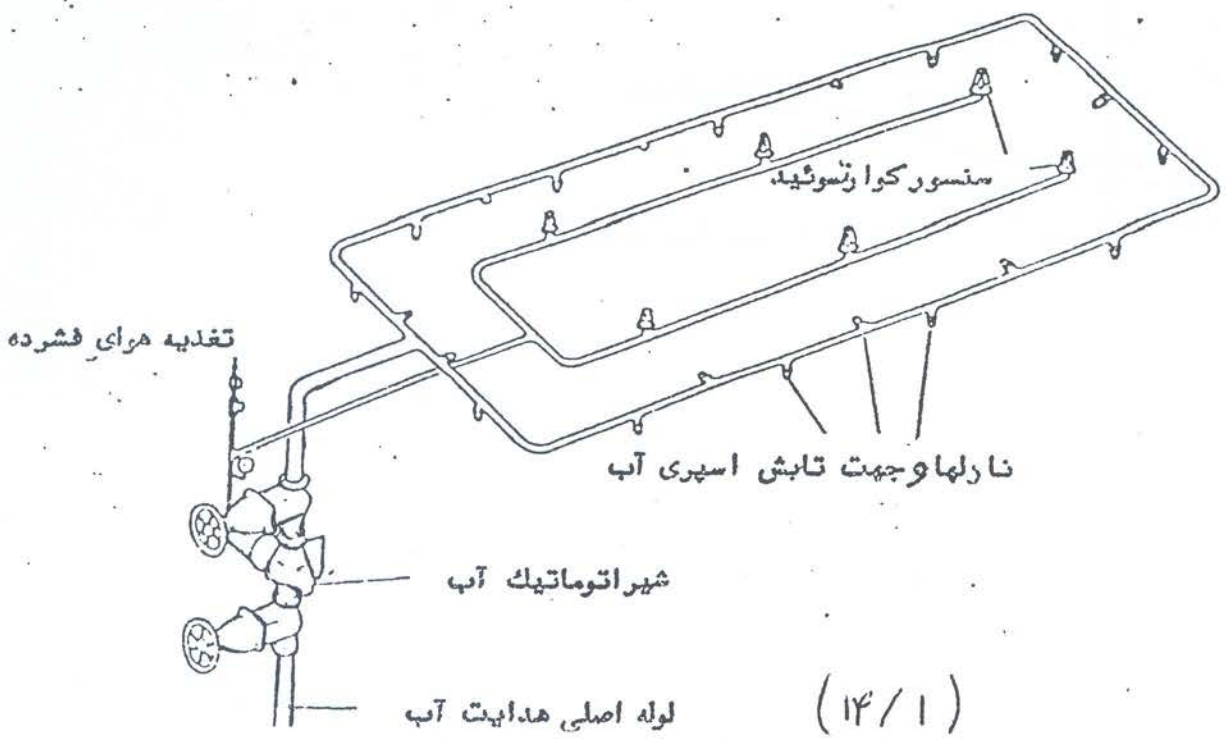
۱-۹- عوامل موثر در یک سیستم اطفاء حریق آبی :

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

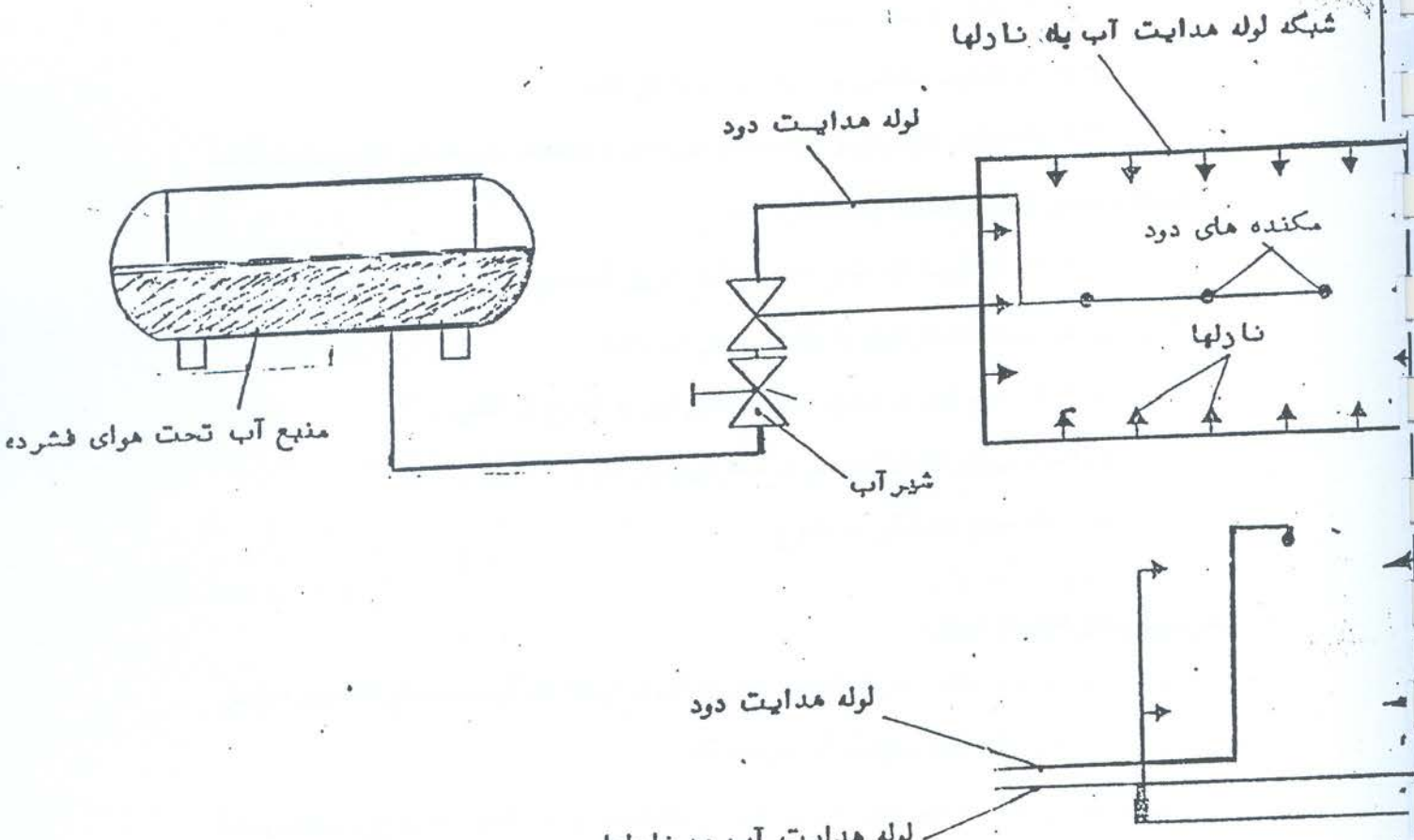
الف : عامل کاهش درجه حرارت روغن در حال اشتعال به زیر درجه حرارت احتراق : انجام این امر باین ترتیب میباشد که در اثر خروج ابر مانند آب از طریق نازلها و بعلت ابعاد بسیار کوچک ذرات آب بمحض تماس با بدنه ترانسفورماتور و روغن در حال اشتعال سریعاً گرمای زیادی را به خود جذب و تشکیل یک حالت امولسیون را می دهد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

" نمای ظاهری دونوع دیگر از سیستمهای اطفاء حریق آبی "





" ساختمان ظاهری یک سیستم اطفاء حریق آبی "



ب – عامل ممانعت از رسیدن اکسیژن هوا به روغن در حال اشتعـال :

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 خفـه می گردد .

سیستم های اطفاء حریق آبی می توانند بدو طریق عمل نمایند یکی بطریقه دسـتی و دیگـری بطریـق اتوماتیک . از امکانات دیگر این سیستم این نیز می باشد که جهـت چنـدین دسـتگاه ترانـسفورماتور میتوان از یک منبع آب و سیستم عملیاتی مشترک استفاده نمود .

۲–۹– 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 .

۱–۲–۹–مکانیسم ساده عملیاتی .

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

۳–۲–۹– امکان آزمایش و بازدیدهای دورهای و انجـام مانورهـای لازم بـدون آنکـه عملکرد عادی ترانسفورماتور به مخاطره افتد .

٤–۲–۹– از آنجـا که عامل اصلی اطفاء حریق آب می باشد ، لـذا تـامین آن در هـر مکان و در هر پست فشـار قوی به راحتی میسر می باشد .

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

٦–۲–۹– تولید اشتغـال بیشتر و گسترش بازار کار .

۷–۲–۹– عدم وابستگی به خارج .

۱۰– سایر سیستم های اطفـاء حریق :

از جمله سیستم های اطفاء حریق که می توان از آن در اینجا یاد کرد سیـستم اطفـاء حریـق سرجی می باشد که به نام کارخانه سازنده آن معروف گشته .

از آنجـا که این نوع سیستم اطفاء حریق به دلیل ناشناخته ای در کشور ما رواج زیـادی پیـدا 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 درحد 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 مـایع را بتـوان تـا زیـر درجـه حرارت احتراق کاهش داد . جهت رسیدن به این هدف می توان با وارد کردن هوا و یـا گـاز 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 وسطحی جابجا شده و به این ترتیب درجه حرارت سطح روغـن بـه 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 کـاهش شدت و مدت آتش سوزی گردید .

۲-۱۰- طرز کار سیستم اطفـاء حریق سرجی :

تاریخچه ای که شرح آن گذشت اساس کار سیستم اطفاء حریـق سـرجی را تـشکیل می دهد . سـاختمان ایـن سیـستم بـه طریقـی اسـت کـه درهنگـام بـروز فالـت در داخـل ترانسفورماتور، با دریافت دو سینگال شروع به فعالیت می نماید ، یکی سـیگنال تریـپ رلـه بوختهلس که در اثر جریان شدید روغن حاصل می گردد و دیگر سیگنالی است کـه توسـط سنسور حرارتی نصب شده بر روی درپوش تانک ارسال می گردد (که در حدود $120^{\circ}C$ 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 تخلیـه و بخـارج هدایت می نماید .

هدف سازنده این دستگاه از این عملیات مشابه شرکت موبیل عبارت است از یکی به گـردش در آوردن روغن و جابجا کردن آن تا بدینوسیله درجه حرارت روغن را به زیر درجه حرارت احتـراق کاهش دهد و دیگر اینکه با تخلیه روغن مانع از سر ریز نمودن روغن در حال اشتعال بـر روی بدنـه 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 کارآئی آن اظهار نظر نمود .

در بخش های بعدی این گزارش در مورد ارزیابی اقتصادی این سیستم در مقایـسه بـا آمـار آتش سوزی های شبکه انتقال بحث و بررسی بعمل خواهد آمد . ولی از نظر مقایسه با سیـستم هـای آبی نکته حائز اهمیت اینکه درصورت عملکرد کاذب نوع آبی بلافاصله پس از تریپ ترانـسفورماتور می توان وارد مدار نمود ولی در مورد سیستم سرجـی به دلیل تخلیه روغـن ایـن امـر امکـان پـذیر نمی باشد .

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

در پاسخ به این سوال از ٦٠ شرکت برق مختلف درکشورهای مختلف جهان تحقیق بـه عمـل آمد که نتایج آن به شرح ذیل می باشد (Cigre-23-01-1984)

الف -١٤شرکت در مورد کلیه ترانسفورماتورهای خود اعم از فضای بـاز و یـا سرپوشـیده از سیستم های اطفاء حریق استفاده نموده بودند . (ازنوع آبی ویا گازی)

ب-١٧شرکت فقط در مورد ترانسفورماتورهای ١٢٣ کیلوولت ، ١٧٠ کیلوولت و بیش از آن از تجهیزات اطفاء حریق استفاده نمودند. منجمله شـش شـرکت فقـط جهـت ترانـسفورماتورهای ٢٤٥ کیلوولت و ٤٢٠ کیلوولت به کار برده بودند .

ج-١٢شرکت جهت ترانسفورماتورهای ٢٤٥ کیلوولت به بـالااز سیـستم هـای اطفـاء حریـق استفاده نمودند شش تای آنها جهت ترانس های ٤٢٠ کیلوولت نیز به کار برده بودند .

د-١٧شرکت فقط ترانسفورماتورهای ٤٢٠ کیلوولت خود را مجهز بـه سیـستم اطفـاء حریـق نموده اند .

از جمله نتایج دیگریکه از تحقیقات فوق حاصل گردید عبارتند از :

١- صرفنظر از رده بندی ولتـاژ در تشخیص ضرورت یک سیستم اطفـاء حریق معمولاً در مـورد ترانسفورماتورهای بزرگتر کاربرد آن از لحاظ اقتصادی بیشتر مقرون به صرفه می باشد .

٢- 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 .

٣- در هنگامیکه از سیستم اطفـاء حریق آبی (اسپری آب) استفاده می گـردد ، در اغلـب مـوارد نازل 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 .

٤- معمولاً در سیستم های اطفاء حریق آبی مونتاژ شبکه لوله های آب جـدا از تانـک و بـر روی فونداسیون مربوط به خود صورت می گیرد .

٥- 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 اطفـاء حریق جهت ترانسفورماتورهای قدرت :

۱-۱۲- سیستم های متداول در کشورهای اروپائی :

طبق تحقیقات بعمل آمده و مـذاکراتی کـه بـا کارشناسـان و متخصـصین برخـی از کشورهای اروپائی بعمل آمد از متداولترین سیستم های اطفـاء حریق که امروزه در اغلب این کشورها مورد استفاده قرار می گیرد سیستم اطفـاء حریق آبی معروف به Water spray می باشـد : در مورد استفاده از سیستم اطفـاء 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 سـوخت قابـل توجیـه میباشد. ولی بکارگیری این سیستم بدلیل حساسیت بسیار زیاد شبکه تامین برق کشور و عواقب بـسیار وخیم ناشی از عملکرد کاذب آن ، تا حدود زیادی نگران کننده میباشد.

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

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

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

۱-۲-۱۲- وجود نشتی روغن در اغلب آنهایی که در حال حاضر در مدار می باشند.

۲-۲-۱۲- بعلت ساختمان خاص مکانیسم عملیاتی آن ، امکان آزمایـشات دوره ای از لحاظ اطمینان نسبت به عملکرد آنها در هنگام وقوع حریق میسر نمی باشد .

۳-۲-۱۲- در یک مورد به علت عدم آشـنایی اپراتـور و آزاد شـدن اشـتباهی اهـرم ورودگاز ازت ، روغن ترانسفورماتور بطور ناگهانی تخلیه گردید (ترانسفورماتور تک فـاز پـست ٤٠٠ کیلوولت تهرانپـارس) 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.

٤-٢-١٢- مشکل انجام تعمیرات به علت ریسک و خطر عملکرد بی موقع آن .

٥-٢-١٢- بیش از ٧٠درصد آنها به دلایل گوناگون یا نصب نشده اند ویا اینکه به دلیل اشکالات فنی از مدار خارج می باشند .

٦-٢-١٢- 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 .

٧-٢-١٢- 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.

٨-٢-١٢- در یک مورد پاره شدن غیرمترقبه واشر 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.

٣-١٢- باتوجه 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 .

- درصورت 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 درطول عمر طبیعی یک ترانسفورماتور.

- همانطور که در تاریخچه و بررسی اساس کار این سیستم اشاره شد، درصورت 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 ویا 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 میباشند ، 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 درنظر بگیریم به طوریکه سرمایه بکار برده شده آن را پس از ٤٠ سال مستهلک شده تلقی نمائیم ، لذا رقم ۰/۲ درصد خسارت جهت ۱۷ سال را می توان تبدیل به ۰/۵ درصد جهت ٤٠ 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 ٦٨٠ 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 آماری 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 سفارشاتی 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 . ٤/٥٦٠/٠٠٠ دلار

ب : مبلغی که می بایستی طبق آمار سرمایه گذاری می گردید . ٦٨٢/٠٠٠ دلار

با درنظر 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 ٦/٥ 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 ۱۰درصد را درنظر بگیریم در آن صورت با سود سالانه آن که به مبلغ ٤٥٠ هزار دلار می باشد می توانستیم سالانه یک دستگاه ترانسفورماتور ۸۰MVA خریداری نمائیم درحالی که طبق آمارهای ارائه شده ظرف مدت ۱۷ سال مجموعاً

دو دستگاه ترانسفورماتور به قدرت مجموع ۵۰MVA 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 ۱۹٤٦ تا ۱۹۵۸ با داشتن ۲۰۰۰ دستگاه ترانسفورماتور قدرت معادل ۰/۵ درصد و کشور ما از سال ۱۳٤۸ تا ۱۳٦۵ با وجود ۲۷٦ 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 ٦۰ درصد در اثر اختلالات داخلی آسیب خود را دیده است و حداکثر کوشش مانجات ٤۰ درصد بقیه و قابل تعمیر نمودن آن می باشد .

٤-۱۵- 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 .

٦-۱۵- سیستم اطفاء حریق انتخاب شده بایستی حتی الامکان ساده و از لحاظ فنی ، عملکرد و تعمیرات ملموس با فرهنگ جامعه باشد .

۱۵-۷- با وجودیکه میزان آتش سوزی ترانسفورماتورهای قدرت بسیار قلیل مـی باشـد ولـی 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 هـای حفـاظتی (بـالاخص 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.

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

۱۵-۹- 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 نـصب گـردد . انجما تمرینات دوره ای در این زمینه در بالا بردن سطح اطلاعات کارکنان پست جهـت جلـوگیری از اتلاف وقت بسیار موثر می باشد .

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

۱۵-۱۱- باتوجه به بررسی های انجام شده و مزایایی که قبلاً شرح داده شد ، مناسبترین سیستم اطفاء حریق جهت ترانسفورماتورهای قدرت شبکه ایران سیـستم اسـپری آبـی یـا Water Spray تشخیص داده می شود که سلسله مراتب استفاده از آن بایستی طبق بند ۵ انجام پذیرد . .

۱۵-۱۲- سیستم های اطفاء حریق سرجی فقط جهت پست های سرپوشیده و محل هـائی کـه 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 شـد ، ایـن سیـستم از لحـاظ مصلحت شبکه نامطمئن و غیراقتصادی می باشد .

۱۶- پیشنهـادات :

حال باتوجه به آنچه که گذشت بایستی دید که چه اقداماتی می توان در زمینه سامان دادن بـه 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- باتوجـه بـه تجـارب موجـود و کـاهش تـا حدصـفر حـوادث منتهـی بـه حریـق ترانسفورماتورها و ارتقـاء بسیار زیاد دقت و صحت عملکرد رله های حفـاظتی ترانـسفورماتورها در حال حاضر نیازی به هیچ یک از انواع بسته های اطفـاء 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 ٤۰۰ کیلوولت با اجرای مفاد بندهای ٤-۱۵ و ۷-۱۵ و نصب یک شیر اتوماتیک یک طرفه در محل بین رله بوختهلس و کنسرواتور نیازی به نصب سیستم اطفاء حریق نمی باشد .

۳-۱۶- از ادامه سفارش سیستم اطفاء حریق سرجی به همراه ترانسفورماتورهای قـدرت و یـا 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 اجرائی آن توسط شرکت توانیر و شرکت های برق منطقه ای قابل اجراء بوده و سـوم اینکـه میتوان از آنها جهت شستشوی ترانسفورماتورها و سایر تجهیزات پست نیـز استفاده نمود .

٤-۱۶- 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 ولتـاژ یک شیر یک طرفه اتوماتیک در مسیر ارتباط تانک اصلی به کنسرواتور پیش بینی نماینـد تـا در هنگـام بـروز حوادث به طور خودکار مانع از تخلیه روغن کنسرواتور از محل آسیب دیده گردند . چـه در تمـامی حوادث ، آتش سوزی ترانسفورماتورهای قدرت علت اصلی گـسترش حریـق جـاری شـدن روغـن کنسرواتور از محل آسیب دیده ترانسفورماتور می باشد . با احتمال قریب به یقـین درصـورت انجـام چنین اقدامی میزان آتش سوزی های ترانسفورماتورهای قدرت به حدی کـاهش خواهـد یافـت کـه می توان از تجهیزات اطفاء حریق بطور کلی صرفنظر نمود . (مراجعه شود به توسعه مرحله به مرحلـه حریق در بخش ٤ همین گزارش تحت عنوان چگونگی بروز آتش سوزی ، صفحـه ۳) .

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 ۱۳٦٦/۸/۳ 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 اطفائ 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