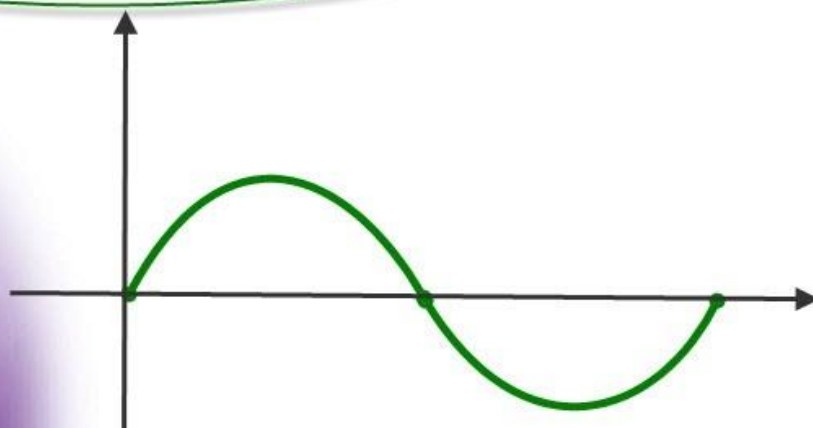


برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه:

# آثار پیری و فرسودگی اجزای شبکه ی توزیع و فوق توزیع



برای خرید فایل word این پروژه [اینجا کلیک کنید](#).

( شماره پروژه = ۲۹۷ )

پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## فهرست مطالب

پیش گفتار ۹

## فصل اول

مقدمه ۳۳

1- عوامل موثر در کاهش عمر مفید خطوط انتقال نیرو..... ۳۶

1-1: اثر آلودگی محیط بر روی سیم های اصلی ..... ۳۷

۲-۱: اثرات آلودگی محیط بر روی سیم گارد ..... ۳۸

۳-۱: اثر کهنگی و سالخوردگی و پدیده های فیزیکی بر روی سیم اصلی و سیم گارد ..... ۳۹

2- کاهش قابلیت اطمینان یراق آلات (فیتینگ ها و هاردورها)..... ۴۰

3- کاهش قابلیت اطمینان پایه های فلزی و بتنی و چوبی ..... ۴۰

4- سایر پدیده های موثر در فرسودگی زودرس اجزاء خطوط..... ۴۵

5- کاهش قابلیت اطمینان ایزولاتورها و اثر آن بر روی پایداری خط ..... ۴۶

نتیجه گیری و پیشنهادات : ..... ۴۷

## فصل دوم

بررسی رفتار خوردگی هادی ها و یراق آلات

مقدمه ۵۲

روش تحقیق ۵۲

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

نتایج و بحث ۵۴

نتیجه گیری ۶۲

فصل سوم

تاثیر آلودگی و رطوبت بر کارائی مفره ها در شبکه های توزیع

چکیده : ۶۵

مقدمه ۶۶

شرح: ۶۶

۶۷ ..... بررسی شرایط محیطی :

۶۷ ..... آب و هوا :

۶۷ ..... سرعت باد :

بارندگی : ۶۸

۶۸ ..... رطوبت نسبی :

۷۰ ..... بررسی خطوط توزیع :

نتیجه : ۷۶

فصل چهارم

شناسائی روند پیری عایق ماشینهای الکتریکی بر اساس اندازه گیری تخلیه الکتریکی جزئی

چکیده : ۷۸

مقدمه : ۷۹

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۷۹ ..... ساختار شینه های مورد آزمایش

۸۰ ..... ماشین پیرسازی شین

۸۱ ..... نتایج آزمایشات

نتیجه گیری ۸۵

فصل پنجم

بررسی عوامل مؤثر در فرسودگی روغن ترانسفورماتورها

مقدمه : ۸۸

شرح : ۸۸

۹۶ ..... طبقه بندی روغنها :

نتیجه گیری : ۱۰۴

فصل ششم

بررسی فنی بازیافت روغن و افزایش عمر ترانسفورماتورهای توزیع

چکیده : ۱۰۷

۱۰۷ ..... مقدمه :

۱۰۸ ..... تعریف بازیافت :

۱۰۹ ..... بازیافت فیزیکی :

۱۰۹ ..... بازیافت شیمیایی :

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## بازیافت سولز

۱۰۹

تجهیزات کارگاه و الگوریتم عملیات بازیافت (مبتنی بر تجربه موجود در شرکت توزیع نیروی

برق شمالغرب تهران): ..... ۱۱۱

بررسی موارد نمونه : ..... ۱۱۲

تحلیل آزمایش و نتایج بدست آمده : ..... ۱۱۴

ترانسفورماتور ۱ : ..... ۱۱۴

ترانسفورماتور ۲ : ..... ۱۱۴

نتیجه گیری : ۱۱۴

فصل هفتم

ارزیابی عمر عایقی و مقدار پیری ترانسفورماتورهای قدرت و توزیع در شرایط اضافه بار و تحت

## تنشهای حرارتی و الکتریکی

چکیده ۱۱۷

مقدمه ۱۱۷

مدل عمر براساس تنشهای حرارتی – الکتریکی ..... ۱۱۸

مدل عمر عایقی بر مبنای تنش حرارتی ..... ۱۱۸

مدل ترکیبی عمر شامل تنشهای حرارتی و الکتریکی ..... ۱۱۹

پیری عایقی و استفاده از ضریب پیری در تعیین کاهش طول عمر ..... ۱۲۰

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱۲۱ ..... تعیین دمای نقطه داغی ( $\theta_{h=}$ )

۱۲۲ ..... معادلات پیری عایقی و ضریب نرخ پیری

۱۲۳ ..... یک مثال عملی تعیین پیری عایقی ترانسفورماتور

نتیجه گیری ۱۲۵

۱۲۶ ..... جدول و شکلها

۱۲۶ ..... عمر عایقی آزمایشگاهی (h)

۱۲۶ ..... عمر عایقی تخمینی (h)

۱۲۶ ..... دمای آزمایش

ولتاژ اعمالی ۱۲۶

۱۲۶ ..... شماره آزمایش

WikiPower.ir

فصل هشتم

اثر تصفیه روغن بر روند تشخیص عیب در حال تکوین در ترانسفورماتورهای قدرت

مقدمه ۱۳۰

۱۳۱ ..... تشخیص عیوب در حال تکوین در ترانس

۱۳۳ ..... تشخیص عیب با روش نمودار مثلث

۱۳۴ ..... تشخیص عیب با روش نمودار گازی (PATTREN METHOD)

۱۳۶ ..... تشخیص عیب با استفاده از رله بوخهلتس

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تشخیص عیب با روش آنالیز گازهای محلول در روغن ترانس (DISSOLVED GAS

۱۳۷ ..... ANALYSIS)

۱۳۹ ..... بررسی وضعیت ترانسفورماتور 520 مگا ولت آمپری نمونه

۱۴۰ ..... NORMAL AGEING

تحلیل نتایج ۱۴۴

۱۴۶ ..... نتیجه گیری و پیشنهادات





برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## پیش گفتار

یکی از مسائل عمده در رابطه با بهره برداری از تاسیسات مسئله عمر تجهیزات و کاهش تدریجی قابلیت اطمینان اجزاء آن بععل تاثیر عوامل درونی سیستم و عوامل بیرونی میباشد. تاثیرات این عوامل بصورت افت مشخصات مکانیکی، الکتریکی و ایجاد تغییرات تدریجی در ساختار مواد و سست نمودن پیوندها و غیره بروز می نمایند، یکی از بارزترین این تاثیرات پدیده، فساد تدریجی یا خوردگی (Corosion) در اثر عوامل جوی میباشد که مهمترین شکل این نوع تاثیرات پدیده زنگ زدگی و پوسیدگی تدریجی اجزاء و قطعات چدنی و فولادی می باشد. می دانیم که در رابطه با میل ترکیبی آن با اکسیژن اکسید آهن تشکیل شده که بصورت لایه های متخلخل بتدریج پیشروی کرده و نهایتا باعث خوردگی کامل میگردد، سرعت این پدیده در مانهای دارای رطوبت بالا و در خاک بمراتب بیشتر میباشد، نوع دیگر این عوامل تاثیر آلودگی های موجود در مناطق شهری و صنعتی می باشد که این آلودگی ها میتواند در شرایط عادی روی قسمتهای مختلف تجهیزات رسوب نموده و موجب ایجاد تغییرات و یا ترکیباتی گردد که نهایتا منجر به کاهش کیفی مشخصات فنی شده و یا در شرایط بارش باران در آب باران محلول شده و بصورت بارانهای اسیدی و غیره باعث خوردگی در تجهیزات گردد.

عوامل درونی سیستم عبارتند از تغییرات ناگهانی و شوکهای وارده مداوم میباشند که باعث ایجاد تغییرات سریع در تنش های الکتریکی و مکانیکی و غیره شده و میتوانند موجبات کاهش عمر و بعبارت دیگر کاهش قابلیت اطمینان تجهیزات نسبت به طول عمر مفید در نظر گرفته شده را بوجود آورند.

تغییرات ناگهانی درجه حرارت، فشار سرعت، افزایش جریان الکتریکی در اثر اتصال کوتاههای شدید و یا زمان اعمال بالاتر از حد مجاز، اضافه بارهای الکتریکی ناگهانی و بصورت موقتی و مکرر، اعمال بارهای مکانیکی بیشتر از حد مجاز، اعمال ارتعاشات دینامیکی مداوم و یا ارتعاشات شدید کوتاه مدت، انبساط و انقباض های ناگهانی و شدید و غیره از جمله این عوامل می باشند.

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

این عوامل و عوامل دیگر مانند کاربرد نادرست و نامناسب تجهیزات و یا اشتباهات در طراحی مجموعاً عواملی میباشند که باعث کاهش عمر مفید تاسیسات می گردد و یا بعبارت دیگر باعث فرسودگی زودرس آنها شده و مثلاً سیستمی که بایستی عمر مفید ۳۰ سال را داشته باشد ممکن است در اثر تاثیر عوامل یاد شده عمر متوسط اجزاء آن به نصف کاهش یافته و در این شرایط برای ادامه استفاده از این سیستم به مدت بیشتر از ۱۵ سال با کاهش قابلیت اطمینان آن مواجه شده و مشکلات اساسی در بهره برداری از آن را بدنبال خواهد داشت .

از طرف دیگر بررسی عمر قسمتهای مختلف یک سیستم و ایجاد هماهنگی نسبی در عمر اجزاء متشکله هر قسمت یکی از جنبه های اساسی در طراحی ، ساخت و بهره برداری سیستم ها می باشد . به قسمتی که طبق محاسبات کامپیوتری و با توجه به کلیه عوامل موجود در ماهیت اجزاء، و تاثیرات عوامل خارجی نهایتاً میزان عمر مفید متوسط (Lifetime) هر یک از اجزاء محاسبه و ملاک عمل قرار می گیرد .

در رابطه با سیستم های قدرت که متشکل از قسمتهای مختلف شامل انواع نیروگاهها (آبی ، گازی ، بخاری ، سیکل ترکیبی ، دیزلی و ...) ، ایستگاههای تبدیل کاهنده و افزایشنده و ایستگاههای سوئیچینگ و خطوط انتقال انرژی در رنجهای مختلف ولتاژی و در کاربردهای انتقال فوق توزیع و توزیع نیرو می باشند محاسبات عمر متوسط مفید اجزاء مختلف هر قسمت و ایجاد هماهنگی در طراحی و ساخت تجهیزات هر قسمت از یک طرف و کیفیت بهره برداری و انجام سرویسها و تعمیرات دروه ای ضروری در جهت دست یابی به عمر مفید تجهیزات مورد نظر اهمیت اساسی دارد . در بین قسمتهای مختلف سیستم های قدرت خطوط انتقال و توزیع انرژی در شرایط مناسب طراحی و ساخت و بهره برداری دارای عمر متوسط مفید بالاتری می باشند .

موضوع فصل حاضر بررسی عوامل مؤثر در کاهش عمر مفید خطوط انتقال و توزیع انرژی هوایی و عملکردهای هر یک از اجزاء آن در مواجهه با عواملی است که باعث کاهش قابلیت اطمینان آنها میگردد. و سپس با توجه به تجربیات حاصله از فرسودگی اجزاء آن در مواجهه با عواملی است که باعث کاهش قابلیت اطمینان آنها می گردد . سپس با توجه به تجربیات حاصله از فرسودگی اجزاء شبکه های توزیع و

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فوق توزیع نیروی شرکت برق منطقه ای اصفهان و تجربیات کشورهای پیشرفته صنعتی که با توجه به سوابق طولانی تر کاربرد سیستمهای قدرت از مدتها پیش با مشکلات کهنگی و فرسودگی اجزاء سیستم های قدرت مواجه بوده اند راه حل های مناسب ارائه می گردد .

معرفی یراق آلات شبکه های توزیع و موارد مربوط به آن در شهر ابهر  
آمار احداث خطوط هوایی و زمین ابهر (مرداد ۸۸)

برکناری	اصلاح	تأسیسات احداثی	قرار داد توانی	نیروورسانی	توسعه احداث	مقطع	
۶۰					شرکت پیمانکار	۳۵	خطوط
						۳۶	هوایی
						۴۲	فشار
	۶۱۵	۶۳۸۴	۲۲	۴۱۳۴		۶۴	متوسط
۶۰			۵۰			۷۱	تک مدار
						۱۰۵	
						۱۱۸	
						۱۲۰	
			۲۲			۱۱۸	خطوط
			۵			۱۲۰	هوایی
						۱۵۰	فشار
							متوسط
							دو مداره

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

						۱۲+۳۵ ۳×۰ ۷۰+۳۵ ۳× سایر مقاطع کابل خود نگهدار فشار متوسط هوایی	کابل خود نگهدار فشار متوسط هوایی
						۵۰+۳۵ ۲×۴× ۵۰+۲۵ ۲×۴× ۵۰+۱۶ ۲×۴×	خ طوط هوایی فشار ضعیف دو مداره
۱۰۵۰ ۲۱۵۰	۲۴۷۵ ۱۵۰۰				۴۷۰ ۳۷۶۰	۵×۱۵ ۵×۲۵ ۵۰+۳۵ ۴× ۵۰+۲۵ ۴× ۵۰+۱۶ ۴× ۳۰+۲۵ ۴×	خ هوایی فشار ضعیف ۵ سیمه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

						۳۵+۲۶ ۴× ۲۵+۱۶ ۴× +۲×۳۵ ۳×۵۰ +۲×۲۵ ۳×۳۵ +۲×۱۶ ۳×۲۵ +۲×۳۵ ۳×۱۶ ۲۵+۳۵ ۱۶+۲× ۲+	
						۳×۲۵ ۳×۱۶ ۲۵+۱۶ ۲×	خ هوایی فشار ضعیف ۳ سیمه
						۲×۲۵ ۲×۱۶	خ هوایی فشار ضعیف ۲ سیمه
	۳۵۵				۵۵۵	-۱۶ ۵۰+۱۶ ۳×۷۰+	کابل خودنگ هدار فشار

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

						۱۶-	ضعیف
						۳۵+۱۶	هوایی
						۳×۵۰+	
						۱۶+۱۶	
						۳+۲۵+	
						۳×۵	
						-۲	
						۷۰+۲۵	
						۳×۹۵+	
						سایر	
						مقاطع	
						۳×۱۸۵	کابل
						۳×۹۵	کشی
						۱×۱۸۵	فشار
						۱×۹۵	متوسط
						۱×۷۰	زمینی
						۱×۵۰	
						۱×۱۸۵	
						۱×۹۵	
						۱×۷۰	
			۳۶	۱۴۴	۳۶	۱×۵۰	کابل
						۱×۹۵	کشی
						۱×۵۰	فشار
						۱×۹۵	ضعیف
						۲+۱۲۰	زمینی
						۳×۴۰	
						۱۸+۹۵	
						۳×۵	

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

			۱۸۶			۱۴		۱۴۳	۱۵+۷۰	
						۳			۳×۰	
									۱۲+۷۰	
									۳×۰	
									۹۵+۵۰	
									۳×	
									۷۰+۳۵	
									۳×	
	برکناری	اصلاح بهینه سازی				تیرسانی		توسعه احداث		
	اخت صاص ی	عمو می	اختص اصی	عمو می		اخت صاص ی	عمو می	اخت صاص ی	عمو می	
									۲۵	
									۵۰	
									۱۰۰	پست
									۱۲۵	20KV
									۱۶۰	هوایی
		۱					۲		۲۰۰	
									۲۵۰	
				۱					۳۱۵	
									۴۰۰	
									۵۰۰	
									۶۳۰	
									۵۰۰	پست
									۶۳۰	20KV
									۸۰۰	زمینی
									۱۰۰۰	

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه

										۱۶۰۰	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--

۵۲	فقره	انور خطوط ۲۰ کیلوولت
۴	فقره	اصلاح سیم پارگی فشار متوسط
۱۴	مورد	باز و بستن ارتباط (جمپر) در مواقع ضروری
۲۸	مورد	بی برق شبکه و یا پستهای ۲۰ کیلوولت بنا به درخواست و صدور اجازه کار
۲۵	مورد	قطع و وصل سکسیونر جهت انجام کارهای تعمیراتی وغیره
۶	مورد	رفع خاموشی مشترکین در اثر قطع دیژنکتور و فیوز
۱۰۱	مورد	تعویض المان
۸	مورد	تعویض شمع فیوز کات اوت
۲	مورد	رفع اتصالی شبکه
۲۱	مورد	قطع و وصل فیوز کات اوت
۲۵	مورد	اصلاح و تعمیرات ارتباط شبکه
۱۴	مورد	مراجعه به محل بدون انجام کار
۵	مورد	گزارشات
۲	مورد	قطع و وصل به درخواست مشترک
۳	مورد	برق دار نمودن ترانس
۰	مورد	قطع و وصل مشترکین سنگین به علت بدهی
۴	مورد	تعویض کات اوت های سوخته و معیوب
	مورد	تعویض برقگیرهای سوخته و معیوب
	اصله	تعویض تیرهای شکسته متوسط ۱۲/۸۰۰
	اصله	تعویض تیرهای شکسته فشار متوسط ۱۲/۶۰۰
	اصله	تعویض تیرهای شکسته فشار متوسط ۱۲/۴۰۰
	اصله	تعویض تیرهای شکسته فشار متوسط ۱۲/۲۰۰
	اصله	تعویض تیرهای شکسته فشار متوسط چوب ۱۲ متری
۵	فقره	تعمیر جزئی ترانس فورماتور (مقره، واشر، آچار کشی و تأمین کسری روغن)
۱	مورد	تأمین کسری روغن سرکابل داخلی و هوایی



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه

	مورد	بستن سر کابل هوایی بیست کیلوولت به لحاظ تعمیرات انجام شده
		بستن سر کابل داخلی بیست کیلوولت
		بستن مفصل بیست کیلوولت
	مورد	بستن سر کابل پروتولین
۵	مورد	آزمایش و بازدید ترانس فورماتور
	مورد	سرویس دیژنکتور و تعویض روغن
	مورد	تعویض یا جابجایی سکسیونر
	مورد	سرویس و تعمیر سکسیونر داخلی و هوایی
	مورد	جابجایی سر کابل فشار قوی بیست کیلوولت داخلی و هوایی
	مورد	تعویض تابلوی فشار قوی در پستهای رو زمینی
	مورد	آزمایش کلید روغنی و خشک
	مورد	بیرون آوردن تیرهای فشار قوی ۱۲/۱۲، ۶۰۰/۸۰۰، ۱۲/۱۲، ۲۰۰/۴۰۰
	مورد	عیب یابی کابل
	مورد	تنظیم و تعمیر رله ها
۱	مورد	جابجایی جزئی تیر
۲	مورد	اصلاح کجی تیر
۶۵	مورد	تهیه صورت وضعیت در قالب قراردادهای پنجگانه
۹۵	مورد	تهیه دستور کارهای مختلف
۳	مورد	بازدید محل و تهیه کروکر برای متقاضیان مصارف سنگین
۳۲	فقره	اصلاح و تعمیرات خطوط فشار متوسط (تعویض مقره)
۳۲	فقره	اصلاح و تعمیرات خطوط فشار متوسط (کنسول)
۴	فقره	اصلاح و تعمیرات خطوط فشار متوسط (پیچ و مهره)
۱۸	فقره	اصلاح و تعمیرات خطوط فشار متوسط (تسمه)
۳۲	مورد	سرویس پستهای روزمینی
۶	اصله	سرویس پستهای هوایی (اختصاصی و عمومی)
۰	مورد	تعمیرات جزئی ساختمان پستهای زمینی
۱۱	مورد	هرس درختان زیر شبکه ۲۰ کیلوولت

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه

۳۰۲	عدد	اصلی کردن خطوط ۲۰ کیلوولت
۱۹	فقره	چرخ اندازی خطوط ۲۰ کیلوولت
۹	فقره	آچارکشی تأسیسات پستهای هوایی
۴	اصله	آچارکشی تأسیسات پستهای زمینی
۹	مورد	گرفتن شلی شبکه ۲۰ کیلوولت
	مورد	تجهیز و احداث شبکه چاه ارت
	مورد	جمع آوری شبکه
۹	مورد	تعویض میله مقره
۱	مورد	تعویض رأس تیری
۱	مورد	تعویض قفل آویز
	مورد	بازدید و گزارش انواع اشکالات خطوط، ترانسفورماتور، سرکابل و غیره
۲۷۱	مورد	تعویض فیوزهای فشار ضعیف پستهای هوایی و زمینی
	مورد	رفع خاموشی مشترکین فشار ضعیف
۱۵	مورد	قطع و وصل کلید اصلی
۱۲	مورد	قطع و وصل فیدر
۱۶	مورد	رفع اتصالی از شبکه
۱۲	مورد	باز و بست ارتباط
۱۱	مورد	باز و بست ارتباط سرکابل هوایی و زمینی
۱۹	مورد	اصلی کردن فقره
۱۵	مورد	اصلاح ارتباط سوخته
۱	مورد	جابجایی و تغییر فاز مشترکین
۲	مورد	مانور شبکه فشار ضعیف
۱۱	مورد	قطع و وصل دستی روشنایی
۵۶	مورد	اتصال داخلی مشترکین
۹	مورد	گزارشات
۵	مورد	قطع و وصل به درخواست مشترک
۲۸	مورد	بی برق نمودن شبکه و صدور اجازه کار

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱۱	مورد	قطع و وصل برقه های غیرمجاز
۲۵	مورد	مراجعه به محل بدون انجام کار
۱	مورد	جمع آوری شبکه
۱۱	مورد	اصلاح سیم پارگی

برکناری	اصلاح و بهینه سازی	تیرسانی	توسعه و احداث		
				اصله	نصب تیر سیمانی ۸۰۰/۹
	۱	۴	۴	اصله	نصب تیر سیمانی ۶۰۰/۹
			۵۵	اصله	نصب تیر سیمانی ۴۰۰/۹
			۲۸	اصله	نصب تیر سیمانی ۲۰۰/۹
				اصله	نصب تیر چوبی فشار ضعیف
				اصله	نصب تیر سیمانی ۱۲۰۰/۱۲
				اصله	نصب تیر سیمانی ۱۰۰۰/۱۲
	۱	۲	۱	اصله	نصب تیر سیمانی ۸۰۰/۱۲
	۱	۱۰		اصله	نصب تیر سیمانی ۶۰۰/۱۲
	۱	۷	۹	اصله	نصب تیر سیمانی ۴۰۰/۱۲
				اصله	نصب تیر سیمانی ۲۰۰/۱۲
				اصله	نصب تیر چوبی فشار متوسطه
				اصله	نصب تیر سیمانی ۱۴
				اصله	نصب تیر سیمانی ۱۵
				اصله	نصب پایه فلزی پرتیک
				اصله	نصب پایه فلزی یک طرفه روشنایی
				اصله	نصب پایه فلزی دو طرفه روشنایی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

						اصله	نصب پایه فلزی ۱۴,۱۳۱۲,۱۱,۱۰ متری
						دستگاه	نصب چراغ مثلثی
						دستگاه	نصب بازوی چراغ خیابانی
						دستگاه	نصب چراغ خیابانی ۴۰۰ وات
					۱۶	دستگاه	نصب چراغ خیابانی ۲۵۰ وات سدیم
						دستگاه	نصب چراغ خیابانی ۲۵۰ وات جیوه
						دستگاه	نصب چراغ خیابانی ۲۱۰ وات
						دستگاه	نصب چراغ خیابانی ۱۶۰ وات
						دستگاه	نصب چراغ خیابانی ۱۲۵ وات
					۱۲۸۵	دستگاه	نصب چراغ خیابانی ۷۰ وات (کم مصرف)
					۱۷۹	دستگاه	نصب چراغ خیابانی ۵۰ وات (کم مصرف)
						دستگاه	نصب چراغ خیابانی ۳۵ وات (کم مصرف)
						عدد	نصب لامپ رشته ای ۱۰۰ وات
						عدد	نصب لامپ جیوه ای ۴۰۰ وات
						عدد	نصب لامپ جیوه ای ۳۵۰ وات
						عدد	نصب لامپ جیوه ای ۲۵۰ وات
						عدد	نصب لامپ جیوه ای ۱۶۰ وات
						عدد	نصب لامپ جیوه ای ۱۲۵ وات
						عدد	نصب لامپ سدیمی ۴۰۰ وات
						عدد	نصب لامپ سدیمی ۳۵۰ وات
						عدد	نصب لامپ سدیمی ۲۵۰ وات
					۱	عدد	نصب لامپ سدیمی ۲۱۰ وات

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

								عدد	نصب لامپ سدیمی ۷۰ وات
						۱۷۶		عدد	نصب لامپ سدیمی ۵۰ وات



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

قیمت	تجهیزات
۶۵۰,۰۰۰	برقگیر ۲۴ کیلو ولت ۵ کیلو آمپر چینی
۶۵۰,۰۰۰	برقگیر ۲۴ کیلو ولت ۵ کیلو آمپر سیلیکونی
۶۵۰,۰۰۰	برقگیر ۲۴ کیلو ولت ۱۰ کیلو آمپر پلیمری
۶۵۰,۰۰۰	برقگیر ۲۴ کیلو ولت ۱۰ کیلو آمپر چینی
۶۵۰,۰۰۰	برقگیر ۲۴ کیلو ولت ۱۰ کیلو آمپر سیلیکونی
۶۷,۴۰۰	پایه فیوز بکسی ۶۳ آمپر
۶,۷,۴۰۰	پایه فیوز بکسی ۱۰۰ آمپر
۶,۷,۴۰۰	پایه فیوز چاقویی ۲۵۰ آمپر
۶۷,۴۰۰	پایه فیوز چاقویی ۱۰۰ آمپر بلند
۶۷,۴۰۰	پایه فیوز چاقویی ۱۰۰ آمپر کوتاه
۶۷,۴۰۰	پایه فیوز چاقویی ۱۶۰ آمپر کوتاه
۶۷,۴۰۰	پایه فیوز چاقویی ۲۰۰ آمپر
۶۷,۴۰۰	پایه فیوز چاقویی ۴۰۰ آمپر
۶۷,۴۰۰	پایه فیوز چاقویی ۵۰۰ آمپر
۶۷,۴۰۰	پایه فیوز چاقویی ۶۳۰ آمپر
۶۷,۴۰۰	پایه فیوز شکسته
۶۷,۴۰۰	پایه فیوز کتابی ۲۵ آمپر
۵۶۳,۵۵۷,۵۰۱	پست کمپکت ثابت ۶۳۰ کاوا
۴۲۱,۷۰۰,۰۰۰	پست کمپکت ثابت ۸۰۰ کاوا
۶۵۶,۰۶۰,۰۰۰	پست کمپکت شامل: تابلوی ۲۰ کیلوولت و فشار ضعیف کمپکت با ترانسفورماتور ۱۰۰۰ کاوا
۵۴,۹۶۸,۲۰۴	تابلو فشار ضعیف ۲ سلولی با ۸ فیدر خروجی با کلید اصلی ۲۰۰۰ آمپر ق
۱۲۸,۴۵۰,۰۰۰	تابلو ۲۰ کیلوولت ۴ سلولی شامل ۲ سلول سکسیونر قابل قطع زیر بار و سلول اندازه گیری و سلول دژنکتور با سکسیونر و ر-ث
۱۴,۶۹۱,۰۰۰	ترانسفورماتور ۱۵ کاوا
۲۰,۳۶۳,۰۰۰	ترانسفورماتور ۲۵ کاوا

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲۴,۵۶۰,۰۰۰	ترانسفورماتور ۵۰ کاوا
۲۸,۷۲۷,۰۰۰	ترانسفورماتور ۶۳ کاوا
۴۳,۴۹۹,۰۰۰	ترانسفورماتور ۱۲۵ کاوا
۳۳,۶۷۲,۰۰۰	ترانسفورماتور ۱۰۰ کاوا
<b>قیمت</b>	<b>تجهيزات</b>
۴۸,۰۱۷,۰۰۰	ترانسفورماتور ۱۶۰ کاوا
۵۱,۶۴۱,۰۰۰	ترانسفورماتور ۲۰۰ کاوا
۵۳,۱۰۲,۰۰۰	ترانسفورماتور ۲۵۰ کاوا
۶۳,۵۶۲,۰۰۰	ترانسفورماتور ۳۱۵ کاوا
۸۰,۱۳۸,۰۰۰	ترانسفورماتور ۴۰۰ کاوا
۱۱۰,۲۰۱,۰۰۰	ترانسفورماتور ۶۳۰ کاوا
۱۲۶,۹۲۷,۰۰۰	ترانسفورماتور ۸۰۰ کاوا
۹۴,۹۴۳,۰۰۰	ترانسفورماتور ۵۰۰ کاوا
۱۶۵,۰۹۱,۰۰۰	ترانسفورماتور ۱۰۰۰ کاوا
۱۸۱,۸۶۶,۰۰۰	ترانسفورماتور ۱۲۵۰ کاوا
۵۵,۰۸۲,۰۰۰	ترانسفورماتور خشک ۱۶۰ کاوا
۵۹,۳۳۵,۰۰۰	ترانسفورماتور خشک ۲۰۰ کاوا
۶۶,۲۳۹,۰۰۰	ترانسفورماتور خشک ۲۵۰ کاوا
۶۹,۵۹۴,۰۰۰	ترانسفورماتور خشک ۳۱۵ کاوا
۹۰,۰۵۰,۰۰۰	ترانسفورماتور خشک ۴۰۰ کاوا
۹۵,۲۹۸,۰۰۰	ترانسفورماتور خشک ۵۰۰ کاوا
۱۱۰,۲۴۴,۰۰۰	ترانسفورماتور خشک ۶۳۰ کاوا
۱۲۶,۴۵۲,۰۰۰	ترانسفورماتور خشک ۸۰۰ کاوا
۱۷۴,۹۱۴,۰۰۰	ترانسفورماتور خشک ۱۰۰۰ کاوا
۱۹۶,۶۲۸,۰۰۰	ترانسفورماتور خشک ۱۲۵۰ کاوا
۲۲۹,۶۹۹,۰۰۰	ترانسفورماتور خشک ۱۶۰۰ کاوا
۲۵۰,۰۰۰	ترانسفورمر جریان فشار ضعیف ۵ / ۵

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲۲۵،۰۰۰	ترانسفورمر جریان فشار ضعیف ۷۵ / ۵
۲۰۲،۵۰۰	ترانسفورمر جریان فشار ضعیف ۱۰۰ / ۵
۲۰۲،۵۰۰	ترانسفورمر جریان فشار ضعیف ۱۵۰ / ۵
۲۰۲،۵۰۰	ترانسفورمر جریان فشار ضعیف ۲۰۰ / ۵
۱۸۸،۴۰۰	ترانسفورمر جریان فشار ضعیف ۲۵۰ / ۵
۱۷۱،۸۰۰	ترانسفورمر جریان فشار ضعیف ۳۰۰ / ۵
۹۷،۱۰۰	ترانسفورمر جریان فشار ضعیف ۴۰۰ / ۵
<b>قیمت</b>	<b>تجهیزات</b>
۱۰۲،۰۰۰	ترانسفورمر جریان فشار ضعیف ۵۰۰ / ۵
۱۰۴،۸۰۰،۰	ترانسفورمر جریان فشار ضعیف ۶۰۰ / ۵
۱۲۶،۲۰۰	ترانسفورمر جریان فشار ضعیف ۱۰۰۰ / ۵
۱۶۱،۱۰۰	ترانسفورمر جریان فشار ضعیف ۱۵۰۰ / ۵
۲۲۵،۲۰۰	ترانسفورمر جریان فشار ضعیف ۲۰۰۰ / ۵
۱،۰۰	تیر چوبی شکسته
۲،۹۰۰،۰۰۰	تیر چوبی ۹ متری
۳،۳۰۰،۰۰۰	تیر چوبی ۱۰ متری
۳،۸۵۰،۰۰۰	تیر چوبی ۱۲ متری
۱۲،۷۶۵،۰۰۰	تیر چوبی ۱۵ متری
۲،۷۷۲،۹۱۵	تیر سیمانی ۱۴ خم
۲،۶۱۸،۹۶۲	تیر سیمانی ۵/۱۳ خم
۳،۰۴۸،۹۶۸	تیر سیمانی ۵/۱۵ خم
۱،۰۰	تیر سیمانی شکسته
۳،۱۸۳،۰۰۰	تیر سیمانی ۱۴ / ۴۰۰
۳،۹۷۶،۰۰۰	تیر سیمانی ۱۴ / ۶۰۰
۴،۸۶۲،۰۰۰	تیر سیمانی ۱۴ / ۸۰۰
۵،۷۹۵،۰۰۰	تیر سیمانی ۱۵ / ۸۰۰
۵،۸۶۸،۰۰۰	تیر سیمانی ۱۴ / ۱۲۰۰



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۶,۴۴۹,۰۰۰	تیر سیمانی ۱۵ / ۱۲۰۰
۱,۳۰۰,۰۰۰	تیر سیمانی ۱۰ / ۲۰۰
۱,۰۰	تیر سیمانی ۱۱ / ۲۰۰
۱,۴۰۰,۰۰۰	تیر سیمانی ۱۲ / ۲۰۰
۹۰۰,۰۰۰	تیر سیمانی ۷ / ۲۰۰
۱,۲۲۵,۷۰۰	تیر سیمانی ۹ / ۲۰۰
۱,۱۵۰,۰۰۰	تیر سیمانی ۹ / ۲۰۰ گرد
۱,۳۰۰,۰۰۰	تیر سیمانی ۱۰ / ۴۰۰
۱,۴۰۰,۰۰۰	تیر سیمانی ۱۱ / ۴۰۰
۲,۳۵۰,۰۰۰	تیر سیمانی ۱۲ / ۴۰۰
قیمت	تجهیزات
۱,۶۵۶,۰۰۰	تیر سیمانی ۹ / ۴۰۰
۲,۷۵۰,۰۰۰	تیر سیمانی ۱۲ / ۶۰۰
۱,۹۰۰,۰۰۰	تیر سیمانی ۹ / ۶۰۰
۳,۲۵۰,۰۰۰	تیر سیمانی ۱۲ / ۸۰۰
۲,۳۰۰,۰۰۰	تیر سیمانی ۹ / ۸۰۰
۳,۵۰۰,۰۰۰	تیر سیمانی ۱۲ / ۱۰۰۰
۴,۴۲۰,۰۰۰	تیر سیمانی ۱۲ / ۱۲۰۰
۴,۰۰۰,۰۰۰	تیر سیمانی ۱۵ / ۴۰۰
۴,۳۰۰,۰۰۰	تیر سیمانی ۱۵ / ۶۰۰
۲۴۹,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت داخلی خشک ۵۰ - ۲۵ * ۱
۳۲۱,۳۳۴,۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت داخلی خشک ۱۸۵ - ۷۰ * ۱
۳۲۱,۳۳۴	سرکابل ۲۰ کیلو ولت داخلی خشک ۹۵ * ۱
۳۲۱,۳۳۴	سرکابل ۲۰ کیلو ولت داخلی خشک ۱۲۰ * ۱
۳۲۱,۳۳۴	سرکابل ۲۰ کیلو ولت داخلی خشک ۱۵۰ * ۱
۴۱۲,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت داخلی خشک ۳۰۰ * ۱ پرتولین
۱,۷۵۹,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت داخلی خشک ۱۸۵ - ۹۵ * ۳

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۲,۰۹۰,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت داخلی خشک ۲۴۰ - ۱۵۰ * ۳
۲,۳۰۰,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت داخلی روغنی ۱۸۵ - ۹۵ * ۳ تک غلاف سربی مسی
۲,۳۰۰,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت داخلی روغنی ۵۰ * ۳ تک غلاف سربی مسی
۲,۳۰۰,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت داخلی روغنی ۹۵ * ۳ سه غلاف سربی مسی
۲,۳۰۰,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت داخلی روغنی ۱۸۵ - ۵۰ * ۳ تک غلاف سربی
۲,۳۰۰,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت داخلی روغنی ۲۴۰ - ۱۸۵ * ۳ سه غلاف سربی
۱۵۰,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت هوایی برای کابل خود نگهدار
۴۰۵,۶۶۷	سرکابل ۲۰ کیلو ولت هوایی خشک ۵۰ * ۱ پرتولین
۴۶۹,۶۶۷	سرکابل ۲۰ کیلو ولت هوایی خشک ۹۵ * ۱
۴۶۹,۶۶۷	سرکابل ۲۰ کیلو ولت هوایی خشک ۱۵۰ * ۱
۵۷۳,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت هوایی خشک ۳۰۰ * ۱
۵۷۳,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت هوایی خشک ۳۰۰ * ۱ پرتولین
۴۲۰,۰۰۰,۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت هوایی خشک ۵۰ - ۲۵ * ۱
قیمت	تجهیزات
۵۶۵,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت هوایی خشک ۱۸۵ - ۷۰ * ۱
۱۵۰,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت هوایی خشک ۳۰۰ - ۲۴۰ * ۱
۹۰۰,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت هوایی خشک ۱۸۵ - ۷۰ * ۳
۴۶۹,۶۶۷	سرکابل ۲۰ کیلو ولت هوایی روغنی ۱۲۰ * ۱ تک غلاف سربی
۴۶۹,۶۶۷	سرکابل ۲۰ کیلو ولت هوایی روغنی ۱۸۵ * ۳ تک غلاف سربی
۵۷۳,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت هوایی روغنی ۱۸۵-۹۵*۳ تک غلاف سربی-مسی
۵۷۳,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت هوایی روغنی ۲۴۰ - ۱۸۵ * ۳ تک غلاف سربی
۴۲۰,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت هوایی روغنی ۱۸۵ - ۹۵ * ۳ سه غلاف سربی آلومینیمی
۲,۳۰۰,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلو ولت هوایی روغنی ۱۸۵ - ۹۵ * ۳ سه غلاف سربی مسی
۷,۵۰۰,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلوولت چپقی حرارتی ۱۸۵*۱ داخلی
۷,۲۰۰,۰۰۰	سرکابل ۲۰ کیلوولت چپقی حرارتی ۵۰*۱ داخلی
۱,۰۰	سرکابل اسقاط
۱,۰۰	سرنیزه ورقی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱,۰۰	سکسیونر اسقاط
۳۱,۹۳۰,۰۰۰	سکسیونر فشار متوسط هوایی گازی ۶۳۰ آمپر قابل قطع زیر بار SF۶
۳۳,۰۰۰,۰۰۰	سکسیونر فشار متوسط سه پل خشک ۶۳۰ آمپر قابل قطع زیر بار
۲۶,۴۰۰,۰۰۰	سکسیونر فشار متوسط سه پل زمینی خشک
۲۶,۴۰۰,۰۰۰	سکسیونر فشار متوسط سه پل هوایی خشک ۴۰۰ آمپر قابل قطع زیر بار
۲۶,۴۰۰,۰۰۰	سکسیونر فشار متوسط سه پل هوایی روغنی ۴۰۰ آمپر قابل قطع زیر بار
۲۶,۴۰۰,۰۰۰	سکسیونر فشار متوسط سه پل هوایی روغنی ۶۰۰ آمپر قابل قطع زیر بار
۱,۰۰	سکسیونر کار کرده هوایی
۴۵,۰۰۰,۰۰۰	سکشنالایزر
۲۳۰,۵۰۰	سکوی ترانسفورماتور ۱۰۰ - ۲۵ کاوا - یک عدد ناودانی نمره ۸ بطول ۲ متر
۰,۰۰	سکوی ترانسفورماتور ۱۰۰-۲۵ کاوا - یک عدد ناودانی نمره ۸ بطول ۲ متر
۳۵۱,۲۵۰	سکوی ترانسفورماتور ۱۶۰-۲۵۰ کاوا - یک عدد ناودانی نمره ۱۰ بطول ۵/۲ متر
	<b>تجهیزات</b>
۱,۰۰	سکوی ترانسفورماتور ۱۶۰-۲۵۰ کاوا - یک عدد ناودانی نمره ۱۰ بطول ۵/۲ متر بدون گالوانیزه
۱,۰۰	سکوی ترانسفورماتور ۲۵۰-۲۵ کاوا - یک عدد ناودانی نمره ۸ بطول ۲ متر بدون گالوانیزه
۰,۰۰	سکوی ترانسفورماتور ۲۵۰-۱۶۰ کاوا - یک عدد ناودانی نمره ۸ بطول ۵/۲ متر
۴۲۱,۵۰۰	سکوی ترانسفورماتور ۳۱۵ کاوا - یک عدد ناودانی نمره ۱۰ بطول ۳ متر
۱,۰۰	سکوی ترانسفورماتور ۳۱۵ کاوا - یک عدد ناودانی نمره ۱۰ بطول ۳ متر بدون گالوانیزه
۴۲۴,۱۲۵	سکوی ترانسفورماتور ۳۱۵ کاوا - یک عدد ناودانی نمره ۱۲ بطول ۳ متر
۱,۰۰	سکوی ترانسفورماتور ۳۱۵ کاوا - یک عدد ناودانی نمره ۱۲ بطول ۳ متر بدون گالوانیزه
۴۲۴,۱۲۵	سکوی ترانسفورماتور ۴۰۰ کاوا - یک عدد ناودانی نمره ۱۲ بطول ۳ متر
۹,۳۷۱	فیوز المان ۳ آمپر

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱۰،۱۴۳	فیوز المان ۶ آمپر
۱۰،۱۴۳	فیوز المان ۸ آمپر
۱۰،۱۴۳	فیوز المان ۱۰ آمپر
۱۲،۶۷۸	فیوز المان ۱۵ آمپر
۱۵،۲۱۴	فیوز المان ۲۰ آمپر
۱۵،۲۱۴	فیوز المان ۲۵ آمپر
۱۷،۷۵۰	فیوز المان ۳۰ آمپر
۱۹،۰۱۸	فیوز المان ۴۰ آمپر
۳۰،۴۲۹	فیوز المان ۶۵ آمپر
۱،۰۰	فیوز المان اسقاط
۱،۰۰	فیوز چاقویی اسقاط
۰،۰۰	فیوز چاقویی ۱۰۰ آمپر ۰Nt
۰،۰۰	فیوز چاقویی ۱۶۰ آمپر ۲Nt
۰،۰۰	فیوز چاقویی ۲۰۰ آمپر ۲Nt
۰،۰۰	فیوز چاقویی ۲۵۰ آمپر ۱Nt
۲۴،۲۵۵	فیوز چاقویی ۳۶ آمپر پایه کوتاه
۳۶،۳۸۲	فیوز چاقویی ۵۰ آمپر پایه بلند
۲۴،۲۵۵	فیوز چاقویی ۵۰ آمپر پایه کوتاه
۰،۰۰	فیوز چاقویی ۶۳ آمپر ۰Nt
	<b>تجهیزات</b>
	<b>قیمت</b>
۲۴،۲۵۵	فیوز چاقویی ۶۳ آمپر ۰۰Nt
۲۵،۰۲۶	فیوز چاقویی ۶۳ آمپر ۱Nt
۲۵،۰۲۶	فیوز چاقویی ۸۰ آمپر پایه بلند
۱۵،۴۳۵	فیوز چاقویی ۸۰ آمپر پایه کوتاه
۳۶،۳۸۲	فیوز چاقویی ۱۰۰ آمپر ۰۰Nt
۲۵،۰۲۶	فیوز چاقویی ۱۰۰ آمپر ۱Nt
۲۵،۰۲۶	فیوز چاقویی ۱۲۵ آمپر پایه بلند

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱۵،۴۳۵	فیوز چاقویی ۱۲۵ آمپر پایه کوتاه
۰،۰۰	فیوز چاقویی ۱۲۵ آمپر خود کار
۱۵،۴۳۵	فیوز چاقویی ۱۶۰ آمپر ۰۰Nt
۲۵،۰۲۶	فیوز چاقویی ۱۶۰ آمپر ۱Nt
۴۸،۵۱۰	فیوز چاقویی ۲۰۰ آمپر ۱Nt
۴۸،۵۱۰	فیوز چاقویی ۲۵۰ آمپر ۲Nt
۰،۰۰	فیوز چاقویی ۳۰۰ آمپر
۵۵،۱۲۵	فیوز چاقویی ۳۱۵ آمپر
۰،۰۰	فیوز چاقویی ۳۲ آمپر پایه کوتاه
۵۵،۱۲۵	فیوز چاقویی ۳۵۵ آمپر
۵۵،۱۲۵	فیوز چاقویی ۴۰۰ آمپر ۲Nt
۱۳۲،۳۰۰	فیوز چاقویی ۵۰۰ آمپر
۱۳۲،۳۰۰	فیوز چاقویی ۶۳۰ آمپر
۲،۴۲۵	فیوز فشنگی ۶ آمپر
۱،۰۰	فیوز فشنگی ۱۰ آمپر
۲،۷۵۶	فیوز فشنگی ۱۶ آمپر
۲،۷۵۶	فیوز فشنگی ۲۵ آمپر
۲،۷۵۶	فیوز فشنگی ۳۵ آمپر
۳،۸۵۸	فیوز فشنگی ۵۰ آمپر
۳،۴۱۷	فیوز فشنگی ۶۳ آمپر
۱،۰۰	فیوز فشنگی ۸۰ آمپر
۴،۱۸۹	فیوز فشنگی ۱۰۰ آمپر
	<b>تجهیزات</b>
۴،۴۱۰	فیوز فشنگی ۲۰۰ آمپر
۱،۰۰	فیوز فشنگی اسقاط
۴۹۶،۱۲۵	فیوز کات اوت
۱،۰۰	فیوز کات اوت اسقاط

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۸۱,۴۴۱	کابل ۲۰ کیلو ولت خشک پرتولین ۲۵ * ۱ مسی
۱۰۳,۱۵۹	کابل ۲۰ کیلو ولت خشک پرتولین ۲۵ * ۱ مسی زره دار
۱۰۴,۹۶۸	کابل ۲۰ کیلو ولت خشک پرتولین ۵۰ * ۱ مسی
۱۲۶,۶۸۶	کابل ۲۰ کیلو ولت خشک پرتولین ۵۰ * ۱ مسی زره دار
۲۹۳,۱۶۸	کابل ۲۰ کیلو ولت خشک پرتولین ۵۰ * ۳ مسی
۳۸۰,۰۵۸	کابل ۲۰ کیلو ولت خشک پرتولین ۵۰ * ۳ مسی زره دار
۱۴۰,۸۰۰	کابل ۲۰ کیلو ولت خشک پرتولین ۷۰ * ۱ مسی
۷۶,۴۷۵	کابل ۲۰ کیلو ولت خشک پرتولین ۹۵ * ۱ آلومینیمی زره دار
۱۳۸,۶۳۸	کابل ۲۰ کیلو ولت خشک پرتولین ۹۵ * ۱ مسی
۱۴۹,۶۲۵	کابل ۲۰ کیلو ولت خشک پرتولین ۹۵ * ۱ مسی زره دار
۵۸۰,۰۸۸	کابل ۲۰ کیلو ولت خشک پرتولین ۹۵ * ۳ آلومینیمی زره دار
۴۸۸,۷۷۵	کابل ۲۰ کیلو ولت خشک پرتولین ۹۵ * ۳ مسی
۵۲۸,۶۷۵	کابل ۲۰ کیلو ولت خشک پرتولین ۹۵ * ۳ مسی زره دار
۱۶۹,۳۴۲	کابل ۲۰ کیلو ولت خشک پرتولین ۱۲۰ * ۱ مسی
۲۴۰,۳۹۴	کابل ۲۰ کیلو ولت خشک پرتولین ۱۲۰ * ۱ مسی زره دار
۳۰۰,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف پی وی سی رزینی ۱۶ * ۴ سه راهی
۶۵۰,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف پی وی سی رزینی ۲۵+۵۰ * ۳ سه راهی
۷۵۰,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف پی وی سی رزینی ۵۰+۹۵ * ۳ سه راهی
۱,۰۰۰,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف پی وی سی رزینی ۷۰+۱۵۰ * ۳ سه راهی
۰,۰۰	مفصل فشار ضعیف پی وی سی رزینی ۱۶+۲۵ * ۳ سه راهی
۰,۰۰	مفصل فشار ضعیف پی وی سی رزینی ۳۵+۷۰ * ۳ سه راهی
۱۴۰,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف چدنی روغنی ۳۵ * ۳
۱۸۰,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف چدنی روغنی ۱۶+۳۵ * ۳ سه راهی
۱۴۰,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف چدنی روغنی ۲۵ * ۳
۱۵۰,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف چدنی روغنی ۵۰ * ۳
قیمت	تجهیزات
۳,۰۰۰,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف چدنی روغنی ۵۰ * ۳ سه راهی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴۰۰,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف چدنی روغنی ۷۰ * ۳
۵۵۰,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف چدنی روغنی ۹۵ * ۳
۵۵۰,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف چدنی روغنی ۱۲۰ * ۳
۱۸۰,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف چدنی روغنی ۱۶+۳۵*۳ سه راهی
۴۰۰,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف چدنی روغنی ۳۵+۷۰*۳ سه راهی
۵۵۰,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف چدنی روغنی ۵۰+۹۵*۳ سه راهی
۷۵۰,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف خشک ۹۵ * ۳ سه راهی
۲۴۸,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف خشک ۱۶+۲۵ * ۳
۲۵۳,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف خشک ۱۶+۳۵ * ۳
۳۲۲,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف خشک ۲۵+۵۰ * ۳
۳۳۰,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف خشک ۳۵+۷۰ * ۳
۴۹۰,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف خشک ۵۰+۹۵ * ۳
۵۰۴,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف خشک ۷۰+۱۲۰ * ۳
۵۱۶,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف خشک ۹۵+۱۵۰ * ۳
۱۳۵,۰۰۰	مفصل فشار ضعیف خشک حرارتی ۱۶ - ۱۰ * ۴
۱,۰۶۷,۳۴۴	مفصل فشار ضعیف خشک حرارتی ۱۶ - ۱۰ * ۴ سه راهی
۱,۰۶۷,۳۴۴	مفصل فشار ضعیف خشک حرارتی ۷۰+۹۵ * ۳ سه راهی
۰,۰۰	مفصل فشار ضعیف کابل خود نگه دار بمقطع ۶تا ۷۵
۲,۲۰۰,۰۰۰	مفصل فشار متوسط آلومینیومی روغنی ۹۵ * ۳
۳,۳۸۷,۱۵۹	مفصل فشار متوسط پی وی سی
۲,۲۰۰,۰۰۰	مفصل فشار متوسط چدنی ۱۲۰ - ۹۵ * ۳
۱,۷۱۹,۰۰۰	مفصل فشار متوسط حرارتی ۱۸۵ * ۱ آلومینیومی زره دار
۱,۱۳۷,۰۰۰	مفصل فشار متوسط خشک ۵۰ * ۱
۱,۱۳۷,۰۰۰	مفصل فشار متوسط خشک ۷۰ * ۱
۱,۱۳۷,۰۰۰	مفصل فشار متوسط خشک ۹۵ * ۱
۳,۲۵۸,۰۰۰	مفصل فشار متوسط خشک ۹۵ * ۳
۱,۴۰۲,۰۰۰	مفصل فشار متوسط خشک ۱۲۰ * ۱

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱,۴۰۲,۰۰۰	مفصل فشار متوسط خشک ۱۸۵ * ۱
قیمت	تجهیزات
۴,۱۶۲,۰۰۰	مفصل فشار متوسط خشک ۱۸۵ * ۳
۴,۱۶۲,۰۰۰	مفصل فشار متوسط خشک ۱۸۵ * ۳
۱,۴۰۲,۰۰۰	مفصل فشار متوسط خشک ۲۴۰ * ۱
۵,۴۰۰,۰۰۰	مفصل فشار متوسط خشک روغنی ۹۵*۳-۹۵*۳ مبدل
۱,۰۰۰,۰۰۰	مفصل فشار متوسط خشک کابل خودنگهدار ۳۵ * ۳
۶۹,۸۶۳	مقره ۱۱ کیلو ولت بشقابی
۸۲,۴۰۰	مقره ۲۴ کیلو ولت بشقابی
۱۲۵,۰۰۰	مقره ۲۴ کیلو ولت بشقابی ( سیلیکونی )
۵۴,۵۹۰	مقره ۲۴ کیلو ولت ثابت
۱۴۵,۰۰۰	مقره ۲۴ کیلو ولت ثابت ( سیلیکونی )
۲۰,۰۰۰	مقره ۳۳ کیلو ولت ثابت
۱۰,۰۰۰	مقره ۳۳ کیلوولت ثابت (لانگراد)
۱,۰۰	مقره اتکائی کارکرده
۷,۵۰۰	مقره اتکائی نول
۱۱۰,۰۰۰	مقره اتکایی سکسیونر
۱,۰۰	مقره اسقاط
۱,۰۰	مقره برقگیر کارکرده
۱,۰۰	مقره ثابت مستعمل
۱,۰۰	مقره چرخی اسقاط
۱۴۰,۰۰۰	مقره سیلیکونی رابر
۲۰,۰۰۰	مقره فشار ضعیف ترانسفورماتور
۳,۵۰۰	مقره فشار ضعیف چرخی تک شیاره
۴,۰۰۰	مقره فشار ضعیف چرخی دو شیاره
۱۰۰,۰۰۰	مقره فشار متوسط اتکایی تابلو
۱۵۰,۰۰۰	مقره فشار متوسط ترانسفورماتور



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۱۵۰،۰۰۰	مقره فشار متوسط سرکابل بدون لوازم
۱،۰۰	مقره کششی مستعمل
۲۵،۰۰۰	مقره مهار فشار ضعیف
۴۵،۰۰۰	مقره مهار فشار متوسط

#### مقدمه

خطوط انتقال و توزیع انرژی که یکی از مهمترین قسمتهای سیستمهای قدرت می باشد بطور عمده وظیفه انتقال و توزیع انرژی در پهنه های وسیع مناطق مصرف و ارتباط بین قسمتهای مختلف سیستم را عهده دار می باشد، مسیرهای خطوط شرایط گوناگونی از نظر عوارض و عوامل طبیعی و مصنوعی مانند عبور از دشت، تپه و کوهستان و با شرایط اقلیمی متنوع و عبور از مناطق صنعتی، مسکونی کشاورزی و غیره را دارا می باشد، بنابراین بررسی تاثیرات عوامل خارجی در عمر متوسط هر یک از اجزاء آن و تامین شرایط مناسب در طراحی و ساخت و بهره برداری از اهمیت بسزائی برخوردار میباشد.

در بین اجزاء متشکله خطوط انتقال و توزیع انرژی هادیها به علت ماهیت ساختاری خاص آنها و آسیب پذیری بیشتر در مقابل عوامل خارجی دارای عمر متوسط کمتری می باشند البته خوشبختانه با توجه به امکان تعویض هادیها در صورتی که اجزاء دیگر خط حداقل نصف عمر مفید خود را دارا باشند از نظر اقتصادی تعویض هادیها به صرفه می باشد خصوصا اینکه با پیشرفت تکنولوژی ساخت هادیهای که دارای مشخصات مکانیکی مشابه باشند ولی از نظر ظرفیت انتقال بیشتر از ظرفیت انتقالی قبلی خط را بدون هیچگونه تغییری در کلینس ها و غیره دارا باشند امکان پذیر گشته و یا با تعویض ایزولاسیون و هادیها می توان خط را در ولتاژ بالاتری و با ظرفیت های بزرگتری مورد استفاده قرار داد.

عدم تامین مشخصات فنی لازم در طراحی و ساخت و نصب و عدم بهره برداری صحیح از خطوط انتقال و توزیع انرژی موجب کاهش شدید عمر مفید آن می گردد، بطوری که ادامه بهره برداری باعث شدید قابلیت اطمینان اجزاء مختلف خطوط می گردد که این عوامل به غیر از خسارات سنگین در سرمایه گذاری ها و

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

کاهش ظرفیت های نامی ممکن است باعث صرف هزینه های هنگفت برای بازسازی یا جایگزینی خطوط جدید به جای خطوط قدیمی گردد.

به علاوه کاهش قابلیت اطمینان اجزاء مختلف خطوط در اثر عوامل مختلف دارند، از یک طرف و ایجاد مخاطرات جانی برای ساکنین مناطق اطراف این خطوط خواهد شد. که عوارض ناشی از آن به هیچوجه قابل جبران نمی باشد. (پوسیدگی سیستم ارتینگ و پوسیدگی ایزولاتورها و غیره از جمله این موارد میباشد).

متأسفانه بسیاری از خطوط توزیع فشار متوسط (۲۰ کیلوولت) و فشار ضعیف و تعدادی از خطوط ۶۳ کیلوولت موجود تحت پوشش شرکت به علت عوامل فوق الذکر و یا به علت گذشت زمان طولانی از زمان بهره برداری آن از حداقل قابلیت اطمینان لازم برخوردار نبوده و ادامه بهره برداری از آنها با شرایط فعلی می تواند مشکلات جدی را به همراه داشته باشد که لازم است در این موارد اقدامات و اصلاحات لازم معمول گردد.

در رابطه با خطوط توزیع موارد متعدد فرسودگی شامل پوسیدگی هادیها و پوسیدگی آرماتورهای تیرهای بتنی، تاثیر املاح خورنده سولفات محلول در خاک روی بتن، پوسیدگی تیرهای چوبی در زمین که در حوالی سطح زمین حداکثر میزان خود را دارا می باشد، فرسودگی یراق آلات فلزی که دارای پوشش های گالوانیزه مناسب نبوده و یا بتدریج پوشش خود را از دست داده اند، کاهش استقامت مکانیکی و الکتریکی ایزولاتور و غیره می باشند.

در رابطه با خطوط ۶۳ کیلوولت قدیمی اصفهان شامل خطوط سادلمی (خطوط غرب، جنوب، نجف آباد، سدزاینده رود، زرین شهر و انشعابات پست های داخل شهر) و با طول عمر حدود ۲۳ سال و خطوط ۶۳ کیلوولت پروژه MQ3/12 (خطوط کاشان ۱ و ۲، میمه، داران، شهر کرد، سیمان سپاهان، پلی اکریل، جاده نائین، فرودگاه جدید کاوه، دولت آباد، ابزاران، شاهین شهر و انشعاب متعدد آن) با طول عمر حدود ۱۵ سال که از قدیمی ترین خطوط منطقه تحت پوشش مدیریت شرکت میباشد مسائل و مشکلاتی

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

که در رابطه با هادیهای این خطوط خصوصا خطوط سادلمی طی چند سال اخیر داشته ایم مبین کاهش شدید قابلیت اطمینان خطوط مذکور میباشد .

کاهش شدیدی کلیرنس بین هادیهای خط ۶۳ کیلوولت و شبکه فشار ضعیف در خط نجف آباد در خرداد ماه ۶۸ که منجر به آتش سوزی در یک کارخانه گردید وقوع اتصال کوتاه بین هادیهای ۶۳ کیلوولت و سیم گارد خط ۲۰ کیلوولت در خط غرب در تیر ماه سال ۶۸ ، کاهش شدید کلیرنس هادیها نسبت به زمین در شرایط قطع یک مدار و عبود کل بار از مدار دیگر در خط جنوب وجود پارگی های متعدد رشته های آلومینیمی در خط سدزاینده رود و غیره عوامل هشدار دهنده ای می باشند که موید فرسوده شدن شدید هادیهای این خطوط می باشد . طبق تحقیقات و آزمایشاتی که از طرف کارشناسان گروه ۲۲ سیگره (CIGRE) بر روی خطوط قدیمی و کهنه که در مناطق صنعتی و آلوده قرار دارند به عمل آمده ، حاکی از آن است که هوای آلوده بر روی تجهیزات چنین خطوطی مثل سیم های اصلی ، کارد ، ایزولاتورها و یراق آلات و حتی پایه های گائوانیزه فولادی و بتنی تاثیر مخرب و سریعی دارد . چنین تجهیزاتی در صورتیکه بیش از ۱۰ تا ۱۵ سال در محیط های آلوده قرار داشته باشند بر حسب میزان آلودگی محیط و میزان تاثیر پدیده های فیزیکی ناشی از عوامل موجود جوی در منطقه مثل پدیده آئولین (که باعث خستگی و فرسودگی سیم های اصلی و شکننده شدن آنها بخصوص در محل اتصالات سیم به یراق آلات ، و همچنین بریدن پیچ و مهره های پایه ها و شکستن نبشی بر اثر ارتعاشات متوالی و پی در پی در محل اتصالات می کردند ) با کاهش قابل ملاحظه مشخصات مکانیکی ، الکتریکی و حرارتی مواجه خواهند گردید ، شدیدترین حالت آن تاثیرات پدیده های شیمیائی بر اثر آلودگی محیط بر روی سیمهای اصلی ، گاردوایزولاتورها و سایر تجهیزات است که به علت خوردگی اسیدی سبب پیدایش حفره ها و سوراخهایی در سطح لایه خارجی سیم های گارد و اصلی همچنین موجب زنگ زدگی ، پوسیدگی ، رشته های آلومینیمی و حتی مغز فولاد سیم های اصلی و گارد می کردند و آنها را از نظر بهره برداری در آستانه خطر قرار می دهد همچنین تاثیر هوای آلوده بر روی ایزولاتورها باعث کاهش شدید مشخصات الکتریکی و مکانیکی و حرارتی مفره ها گردیده و آنها را

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

به علت ضعیف شدن خاصیت عایقی در آستانه سوراخ شدن قرار می دهد (Puncturing) و نهایتاً خاصیت عایقی مجموعه ایزولاتورها کاهش یافته که منجر به کاهش قابل ملاحظه، قابلیت اطمینان چنین خطوط خواهد گردید.

لذا ضروری است در رابطه با این خطوط بررسی ها و آزمایشات لازم طبق استانداردهای بین المللی انجام گشته و با توجه به نتایج اقدامات لازم در زمینه ترمیم و با تعویض اجزاء آنها بعمل آید.

### ۱- عوامل موثر در کاهش عمر مفید خطوط انتقال نیرو

با یک بررسی دقیق و اجمال نظریه تعدادی از خطوط انتقال نیرو، فوق توزیع و توزیع که طی سالیان دراز و متمادی در حال بهره برداری هستند مشاهده می شود که قابلیت اطمینان آنها به علت کهنگی، پوسیدگی و زوال تدریجی تجهیزات مصرف شده در آنها بطور قابل ملاحظه ای کاهش یافته است.

توجه به تجدید حیات دوباره این خطوط اضطراری و لازم الاجراء میباشد زیرا بسیاری از این خطوط عمر مفید خود را به پایان رسانیده و یا به پایان آن نزدیک می شوند.

با فرض اینکه عمر مفید پایه های گالوانیزه فولادی حدود ۷۰ سال تقریباً دو برابر عمر مفید سایر تجهیزات دیگر خطوط باشد. باید روش فوق العاده دقیقی را پیدا کرد که بتوان با در نظر گرفتن و توجه به همه، عوامل موثر در بروز فساد، عمر مفید سایر تجهیزات را به منظور تصمیم نهائی در مورد اصلاح یا تعویض آنها تعیین نمود. تست سیم های اصلی از نظر کاهش مقاومت مکانیکی، پوسیدگی و هدایت الکتریکی و پیدایش فساد تدریجی در آنها بررسی ایزولاتورها از نظر پیدایش زوال و کاهش مقاومت مکانیکی از روش هائی است که در صورت رضایت بخش بودن یا نبودن نتایج آزمایشات، در هر حال کمک موثر و مفیدی می تواند در مورد اخذ تصمیم و یافتن راه چاره ای در مورد اینگونه خطوط بنماید.

به توجه به اینکه عمر مفید اینگونه تجهیزات در حدود سی یا چهل سال پیش حدود ۴۰ سال در نظر گرفته شده است و با توجه با این نکته که طراحی و تست های مورد نیاز اینگونه تجهیزات که در آن زمان (سی یا چهل سال پیش) انجام گرفته. به لحاظ محدودیت ها و نارسائی که در مورد پیشرفت علم و تکنیک در

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

آن زمان وجود داشته الزاما از سطح بسیار بالائی برخوردار نبوده است و بهمین علت کیفیت و نحوه ، ساخت اینگونه تجهیزات مطلوب و مورد اطمینان نبوده بخصوص اینکه تجهیزات مصرفی در یک خط ممکن است در کشورهای مختلف ساخته شده و دارای کیفیت های متفاوت باشند . از طرفی چون اینگونه خطوط از مناطقی با شرایط مختلف جوی و دارای میزان آلودگیهای متفاوت عبور میکنند پدیده های مختلفی مثل پدیده های فیزیکی (پدیده اتولین و غیره) باعث خستگی و فرسودگی کامل تجهیزات می گردد و پدیده های شیمیائی باعث بروز پیدایش فساد تدریجی مثل خوردگی اسیدی زنگ زدگی و پوسیدگی در سیم های اصلی ، سیم گالوانیزه فولادی و تجهیزات مصرفی می شود . خصوصا اینکه کاهش شدید قابلیت توانائی عایقی و مکانیکی ایزولاتورها و به همراه خواهد داشت .

به طور کلی قابلیت اطمینان و ضریب توانائی و پایداری خطوط از نظر الکتریکی و مکانیکی بر اثر عبور از اینگونه مناطق کاهش یافته و نهایتا ضرورت بررسی مسئله تجدید حیاط خطوط قدیمی و کهنه با در نظر گرفتن عوامل مؤثر در بروز و پیدایش فساد و اثرات آن در نوع تجهیزات ذیلا مشخص می گردد .

### ۱-۱ : اثر آلودگی محیط بر روی سیم های اصلی

در بررسی های به عمل آمده توسط کارشناسان در کشور یوگسلاوی بر روی بعضی از خطوطی که از مجاورت شهرهای بزرگ و مناطق صنعتی که میزان آلودگی آنها زیاد است عبور می کند ، انجام گرفته . حفره ها یا سوراخهائی بر اثر خوردگی اسیدی بر روی رشته سیمهای آلومینیم خصوصا لایه خارجی مشاهده گردیده است که این مسئله باعث شکستگی رشته های آلومینیم و نهایتا منجر به کاهش مشخصات الکتریکی و مکانیکی سیم های مذکور می گردد. این پدیده در مغز فولاد سیم های اصلی نیز تاثیر گذاشته و باعث زنگ زدگی و پوسیدگی آنها شده و کاهش شدید مقاومت مکانیکی آنها را به همراه خواهد داشت . قدرت پارگی سیم های آلومینیومی در ابتدای نصب و بهره برداری مقدار ناچیزی حدود ۰.۵٪ طبق استاندارد کاهش می یابد ولی در طول بهره برداری پس از گذشت ۱۰ سال و بیشتر به علت آلودگی محیط و بروز

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فساد تدریجی در لایه های خارجی و داخلی و حتی مغز فولاد قابلیت اطمینان این خطوط بطور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد .

از بین ۷۰۲ نمونه سیمهای آلومینیمی که بر روی آنها آزمایش انجام گرفته حدود ۸۷ عدد از آنها یعنی حدود ۱۲/۴٪ از نتایج آزمایشات رضایت بخش نبوده است . (قدرت پارگی و تحمل قدرت کشش بطور قابل ملاحظه ای کاهش پیدا نموده است . ) ، بطور کلی در طول بهره برداری های طولانی بیش از ۱۰ سال نیروی پارگی سیم ها بطور قابل ملاحظه ای در حدود ۳٪ تا ۲۲٪ متناسب با منطقه ای که خط انتقال از آن عبور می کند (بر حسب میزان آلودگی ) کاهش می یابد . در مورد مغز فولاد سیمهای آلومینیوم فولاد ، آزمایشاتی که برای آنها انجام گرفته ملاحظه گردیده که از بین ۷۶ مورد آزمایش انجام گرفته ، ۴۷ مورد یعنی حدود ۶۲٪ از نتایج آزمایشات رضایت بخش نبوده است که این موضوع بیشتر در خطوطی به چشم می خورد که بیش از ۱۰ سال از عمر بهره برداری آنها گذشته است ، زیرا حفره ها و سوراخهایی بر روی پوشش سطح سیم های فولادی مشاهده گردیده که نهایتا منجر به زنگ زدگی و پوسیدگی سیم های مذکور می گردد.

### ۱-۲ : اثرات آلودگی محیط بر روی سیم گارد

آزمایشاتی که بر روی سیم های گالوانیزه فولاد دارای ۷، ۱۲ و ۱۹ رشته که بین ۱۵ تا ۳۰ سال در حال بهره برداری بوده اند انجام شده مشاهده گردیده که از بین ۱۰۵ نمونه آزمایش انجام شده لایه خارجی ۳۲٪ از سیم های گالوانیزه فولادی تست شده بطور قابل ملاحظه ای بر اثر آلودگی محیط دچار زنگ زدگی و پوسیدگی گردیده است .

بهر حال از نتایج آزمایشات انجام شده بر روی سیمهای اصلی و گالوانیزه فولادی چنین نتیجه گیری می شود که هر چه قطر سیم ها بیشتر و در نتیجه تعداد لایه ها بیشتر باشد از نظر مصون ماندن از آسیب دیدگی بهتر است زیرا لایه های خارجی به منزله پوشش حفاظتی برای لایه های داخلی در مقابل اثر آلودگی محیط هستند .

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

از این رو سیم گارد فولادی تا سطح مقطع ۵۰ میلیمتر مربع با ۷ رشته در مقابل پوسیدگی و خوردگی اسیدی کاملاً حساس هستند و لازم است که پس از طی ۲۵ سال از عمر بهره برداری آنها با سیم های فولادی دارای همان سطح مقطع منتها با تعداد رشته های بیشتر ۱۲ یا ۱۹ رشته تعویض و جایگزین گردند ، (چون تعداد لایه ها بیشتر می شود) بطور کلی سیم های اصلی و گارد با قطر خارجی بیشتر حدود ۳۰٪ دیرتر در معرض خوردگی اسیدی زنگ زدگی ، پوسیدگی و فساد تدریجی قرار می گیرند .

### ۳-۱: اثر کهنگی و سالخوردگی و پدیده های فیزیکی بر روی سیم اصلی و سیم گارد

یکی دیگر از عوامل موثر در کاهش نیروی پارگی و کاهش قدرت تحمل کشش در سیم های اصلی و گارد و پائین آمدن قابلیت اطمینان آنها مسئله فرسودگی و خستگی سیم ها بعلمت مورد استفاده قرار گرفتن طی سالیان متمادی است که به علت کهنگی و همچنین اثرات پدیده آئولین بر روی سیم ارتعاشات حاصله باعث خستگی سیم ها و نهایتاً شستگی سیم در محل اتصالات با یراق آلات (سیم گیرها) می شود ، در این رابطه طبق تحقیقات بعمل آمده ارتعاشات عرضی ناشی از وزش بادهای موسمی روی هادیهای خطوط در سرعتهای باد ۵/۵ — ۵ متر بر ثانیه حداکثر می باشد و فرکانس ارتعاشات با توجه به سرعت باد و مشخصات مکانیکی خط از ۴ تا ۴۵ HZ می باشد عمر هادی در رابطه با پدیده آئولین با توجه به زمان تداوم وزش بادهای موسمی ، نوع منطقه عبور خط ، E.D.S ، اسپان معادل طراحی و غیره محاسبه شده و روش حفاظتی مناسب (استفاده از دمپر و غیره ) عمر هادی را افزایش میدهد در رابطه با ارتعاشات گالوپینگ و Subspan در خطوط باندل هم بررسی های لازم و روش حفاظتی مناسب (استفاده از دمپرو اسپیسردمپر) مورد بررسی قرار خواهد گرفت . در این مورد آزمایشهایی که انجام می گیرد ، آزمایش پیچش و خمش بر روی مغز فولاد سیم های اصلی آلومینیم فولاد و سیم گالوانیزه فولادی می باشد .

الف : آزمایش خمش

در رابطه با آزمایش خمش که بر روی مغز فولاد سیم های آلومینیوم و در نمونه های مختلف انجام گرفته ملاحظه شده که بعضی از سیم های مغز فولادی پس از گذشت ۱۰ سال از عمر بهره برداری خود حتی

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

قادر نیستند که تحمل کمترین مقدار خمش را هم بنمایند چنانچه بعضی از آنها فقط سه مرتبه خمش را تحمل کرده اند در صورتی که طبق استاندارد (JVS.N.CI.701) کمترین مقدار خمش برای مغز فولاد سیم های آلومینیومی حدود ۱۶ مرتبه می باشد ، از طرفی نتایج بعضی از آزمایشات نشان داده که تعدادی از مغز فولاد سیم های اصلی قادرند حتی تا ۲۹ مرتبه خمش را تحمل نمایند ، بهر حال حقیقت این است که پس از گذشت ۱۵ سال از عمر بهره برداری خطوط ، مغز فولاد سیم های آلومینیومی قادر نیستند که حتی مینیمم مقدار خمش را هم تحمل نمایند .

این اختلاف نتایج نشان می دهد که ضعف سیم بر اثر سالخوردگی ، پوسیدگی و قرار گرفتن در مناطق آلوده است که این ضعف ممکن است در طول سیم مشاهده نشود ولی بصورت نقطه ای یا مقطعی در بعضی از نقاط (نه در طول سیم) وجود دارد .

ب : آزمایش پیچش (تابیدن)

در این آزمایش که بر روی سیم های آلومینیوم فولاد خطوط موجود انجام گرفته نتایج آزمایشات کاملا متفاوت بوده و نماینگر این است که اثرات جوی منطقه و آلودگی های محیط ، در مواردی نتایج قابل قبول داشته و در مواردی که آلودگی های صنعتی شدید بوده و یا مسیر خط از دشت های با پوشش گیاهی کم عبور نموده (که در این شرایط تاثیر پدیده آئولین حداکثر می باشد) نتایج رضایتبخش نبوده است .

### ۲- کاهش قابلیت اطمینان یراق آلات (فیتینگ ها و هاردورها)

از نتایج آزمایشاتی که در کشور یوگسلاوی بر روی تجهیزات (یراق آلات) خطوطی که بین ۱۰ تا ۳۰ سال از عمر خود را در حال بهره برداری بوده اند بر می آید مشخص شده که مشخصات الکتریکی و مکانیکی اینگونه تجهیزات بعلت فرسودگی و خستگی و کار متمادی طی سالیان طولانی در محیط های آلوده بطور قابل ملاحظه ای رو به ضعف نهاده و منجر به کاهش قابلیت اطمینان آنها گردیده است .

### ۳- کاهش قابلیت اطمینان پایه های فلزی و بتنی و چوبی

الف : پایه های فلزی



## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

یکی دیگر از مشکلات خطوط انتقال نیرو کاهش قابلیت اطمینان پایه های فلزی بر اثر بروز فساد تدریجی مثل زنگ زدگی ، پوسیدگی ، خوردگی اسیدی و فاسد شدن گالوانیزه Zn نبشی ها و غیره و بخصوص شکستن و بریدن پیچ و مهره ها در محل اتصالات می باشد که مورد اخیر در نتیجه تاثیر پدیده ائولین بر روی قطعات فلزی (نبشی ها و ستونها) می باشد که موجب شکستگی آنان نیز می شود ، بنابراین بازرسی مرتب و منظم برج ها و تعویض تدریجی قطعات معیوب و پیچ و مهره های بریده شده ضروری است ، از طرف دیگر رنگ نمودن نبشی هائی که دچار زنگ زدگی گردیده را نیز باید مورد توجه قرار داد ، در صورتیکه مسئله حفاظت و نگهداری پایه های فلزی بطور صحیح و مرتب انجام گیرد عمر مفید این نوع پایه ها برای مدت ۷۰ سال پیش بینی و طراحی گردیده است .

در رابطه با فونداسیون تیپ گریلاژ پایه های فلزی که قطعات فلزی گالوانیزه استب با پوشش مناسب مستقیماً با خاک تماس دارد تاثیر املاح خورنده خاک که موجب از بین رفتن تدریجی پوشش حفاظتی قطعات و خوردگی پوشش Zn می گردد بایستی مورد توجه قرار گیرد .

ب : پایه های بتنی

پایه های بتنی که از بتن و شبکه آرماتور فولادی تشکیل شده است ، بعلا بر روز ترکهائی موئین و یا بریدگی بتن و ترک در شرایط نامناسب حمل و نقل با نصب و یا در شرایط بهره برداری ، رطوبت و آلودگی بداخل تیر نفوذ نموده و باعث زنگ زدگی و پوسیدگی آرماتورها گردیده و نهایتاً کاهش شدید مقاومت پایه بتنی را بهمراه خواهد داشت . تیرهای بتنی در مناسب ترین شرایط ساخت ، حمل ، نصب و بهره برداری دارای عمر مفید بالائی می باشند ولی تاثیرات هر گونه نقاط ضعف در هر یک از موارد و پروسسهای ساخت ، حمل ، نصب و نگهداری می تواند باعث کاهش شدید عمر مفید پایه گردد.

یکی از مشکلات تیرهای بتنی امکان ایجاد ترکهای موئی و یا بدترین حالت ایجاد شکافهای طولی و مورب در هر یک از شرایط مذکور میباشد نفوذ رطوبت و آلودگی بداخل ترکها و تاثیر اکسیژن موجود در هوا روی آرماتورها باعث زنگ خوردگی و پوسیدگی آرماتورها می گردد شدت این پدیده در حوالی یقه تیرکه در

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

آنجا بعلت ماکزیمم ممان خمشی بیشترین و بازترین ترکهای موئی را دارا می باشد و ازطرف دیگر تاثیر املاح خورنده خاک بعلت مجاورت با هوا حداکثر میباشد بیشترین مقدار خود را دارا می باشد . بعلاوه ترکهای موئی در نواحی سرد سیر در زمستان بعلت نفوذ آب و یخ زدن باعث فرسایش سطحی بتن (ریزش بتن) و پوسیدگی شدید آرماتورها می گردد (کاهش شدید عمر) . در رابطه با مشکلات ناشی از ترکهای موئی در تیرهای بتنی معمولی کاربرد تیرهای بتنی پیش تبیده (Prestressed) بعلت احتمال بروز بمراتب کمتر ترکهایی موئی ارجح میباشد و دارای عمر مفید بیشتری میباشد (در پیش تنیدگی کامل همچگونه ترکی وجود نخواهد داشت) . وجود املاح خورنده SO3 (املاح سولفات) محلول در خاک باعث خوردندگی در بتن و آرماتورهای بتنی شده و نهایتا موجب خوابیدن تیر در شرایط وزش باد اعمال کشش و غیره می گردد ، یا در حالت عادی بر اثر شدت پوسیدگی تیر می شکند .

بعنوان مثال بالا بودن درصد املاح سولفات موجود در خاک در مسیر کوهپایه بین پروفیل سپاهان و سگری باعث خوردندگی شدید تیرهای بتنی خط ۲۰ کیلوولت در قسمتهای داخل خاک شده است که پایداری مکانیکی این خط را در معرض خطر جدی قرار داده است (در اسلایدها مشخص است) در حالی که فونداسیون بتنی دکلهای ۶۳ کیلوولت خط کوهپایه بعلت استفاده از سیمان ضد سولفات قوی (تیپ ۵) در تمهیدات دیگر (ایزولاسیون و تعویض خاک چاله) هیچگونه آسیبی ندیده است .

در جدول زیر براساس درجه بندی میزان درصد سولفات محلول در خاک که با آزمایش شیمیائی بدست می آید طبق استاندارد چهار کلاس مشخص شده که در هر مورد میزان درصد سولفات در خاک و در آب زیر سطحی مشخص و براساس آن روش مقابله با این املاح خورنده مشخص شده است .

استاندارد ASTM (فصل سوم)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

عیار سیمان kg	روش مناسب	نسبت وزنی آب به سیمان	S03 محلول در آب زیر سطحی	S03 محلول در خاک	کلاس
۳۰۰ تا ۴۰۰	سیمان معمولی (پرتلند)	۰/۵	$S' < ۰/۰۳\%$	$S < ۰/۲\%$	S.1 خیلی کم
۲۳۰ تا ۴۳۰	سیمان تیپ ۲ (ضد سولفات معمولی)	۰/۵	$۰/۲۵\% < S' < ۰/۰۳\%$	$۰/۲\% < S < ۱\%$	S.2 کم
۳۷۰ تا ۴۵۰	سیمان تیپ ۵ (ضد سولفات قوی)	۰/۴۵	$۲۵\% < S' < ۰/۵\%$ ۰/۱	$۱\% < S < ۲\%$	S.3 متوسط
۴۰۰ تا ۴۷۰	سیمان آلومینای بالا و یا تیپ ۵ با ایزولاسیون پایه و تعویض خاک اطراف پایه	۰/۴	$S' > ۰/۵\%$	$S > ۲\%$	S.4 زیاد

"برای فونداسیون و برای تیرهای بتنی مقادیر بالاتر عیار بکار می رود"

نتایج آزمایش شیمیائی روی یازده نمونه اخذ شده در این مسیر درصد S03 محلول در خاک را بین ۰/۵ درصد تا ۲ و در مواردی بیشتر مشخص نموده و به این ترتیب استفاده از سیمانهای تیپ ۲ و یا ۵ بر حسب مورد در فونداسیونهای بتنی و در ساخت تیرهای بتنی ضروری است ، البته چون ضد سولفات حدود ۵

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

درصد تا ۸ درصد مقاومت بتن را کم میکند ضمناً دیر گیر می شود لازم است با افزایش عیار سیمان و نسبت آب به سیمان مورد لزوم مقاومت را بالا برد .

ج : تیرهای چوبی :

در رابطه با تیرهای چوبی اشباع شده یا غیر اشباع (که دارای عمر به مراتب کمتری میباشد) وجود ترک ، شکاف گرد گسیختگی مقطع تیر (ترک عمقی) شکست عرضی و مورب (جدا شدن الیاف چوب) و پوسیدگیهای ناشی از اثر قارچهای چوبخوار، حشرات چوبخوار و غیره تبخیر و کاهش غلظت ماده اشباع (روغن کرئوزوت) و غیره عواملی هستند که تاثیر عوامل جوی و املاح خوردنده محلول در خاک را در پوسیدگی تیر تسریع مینمایند .

تیرهای چوبی بکار رفته در مناطقی از کاتان که درصد سولفات محلول بالا است در قسمت داخل زمین به شدت خوردگی پیدا نموده و نمونه های زیادی از خوردگی و پوسیدگی تیرهای چوبی بععل مختلف فوق الذکر وجود داشته است که لازم است تمهیدات لازم برای هر مورد جهت افزایش عمر تیرها بعمل آید .

ایزولاسیون (قیرو گونی نمودن) قسمت داخل زمین تیر و تعویض خاک ، بتن ریزی با سیمان تیپ و ۵ و روشهای دیگر برای کاربرد تیرهای چوبی و مناطق با زمینهای سولفاته الزامی است .

یکی از مشکلات دیگر تیرهای چوبی که باعث کاهش عمر مفید تیر بین  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{3}{4}$  می گردد کاهش شدید غلظت ماده اشباع در حوالی یقه تیر می باشد (بعلت همان خمشی ماکزیمم در این قسمت ) و چون در این قسمت ترکیب عوامل جوی و خاک بیشترین حالت پوسیدگی را بوجود می آورد تیر در این قسمت سرعت پوسیدگی بیشتری را داشته و از بین می رود .

در کشور فنلاند که بعلت دارا بودن منابع جنگلی وسیع با درختان مناسب برای ساخت تیرهای چوبی بخش اعظم خطوط توزیع ، فوق توزیع و انتقال نیروی آن با استفاده از پایه های چوبی در طرحهای یک تیره ، چند تیره و طرحهای اسکلتی مهار دار و یا بدون مهار و شبه خر پا می باشد برای افزایش عمر مفید تر در این رابطه از روشی بنام روش کبری (تزریق ماده اشباع در حوالی یقه تیر) استفاده مینمایند به این ترتیب

**برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.** فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

که هر چند سال یک بار (متناسب با منطقه) در ۵۰ سانتیمتری بالا و پائین یقه تیر را با وسیله ای تزریقی که ماده اشباع گرم را با فشار زیاد توسط سوزن انژکتور به داخل تیر و در نقاط نزدیک بهم تزریق میکند عملی میسازند، انجام این کار هر چند سال یک بار عمر تیر را ۱/۵ تا ۲ افزایش می دهد.

در کشور انگلستان نیز از روش قیر اندود نمودن حدود ۶۰ سانتیمتر طول تیر در حوالی یقه و سپس نصب ورق آلومینیم با میخ روی آن و قیر اندود نمودن ورق جهت جلوگیری از پوسیدگی یقه نیز استفاده می نمایند (روش بانداژ با ورق آلومینیم قیراندود).

#### ۴- سایر پدیده های موثر در فرسودگی زودرس اجزاء خطوط

الف: پدیده گالوپینگ

در مناطق برفگیر در زمستان بعضا قشر یخ سنگین روی هادیها تشکیل می شود که همگام تخلیه بار یخ هادیها باعث ارتعاشات حاصله معمولا بخش اعظم یخ موجود روی یک هادی در طول اسپان تخلیه شده و این تخلیه ناگهانی باعث پرتاب شدید هادی در هوا می گردد که در آرایش فازهای عمودی و یا ترکیبی و در صورت کم بودن فاصله افقی فازها بالا و پائین باعث نزدیک شدن و برخورد فازها و وقوع اتصال کوتاه دو فاز و بعضا سه فاز و در مواردی موجب برخورد با سیم گارد و اتصال فاز - زمین میگردد که وقوع این اتصالیها باعث برقراری قوس شدید و آسیب شدید هادیها خواهد شد، بارزترین نمونه این پدیده در خط ۶۲ کیلوولت دو مداره فرا دنبه آلونی بود که با وجود گذشت شش سال از بهره برداری خط به لحاظ تقریبا مساوی بودن طول کراس آرمهای دکتهای آونگان به کرات با این پدیده در مناطق مرتفع مواجه شده و بخش اعظم سیم دچار آسیبهای جدی شده است.

در این شرایط استفاده از برجهای دارای اختلاف کافی طول کراس آرمها در آرایش فازهای عمودی و استفاده از زنجیره های کالوپینگ در اسپان های بلند ضروری میباشد.

ب: پدیده کالوانیک کروژن Galvanic Crossion

**برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.** فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

بعلت وجود کوپل ترموالکتریک بین پوشش Zn مغز فولاد و رشته های آلومینیمی هادیهای ACSR در مناطق آلوده و مرطوب پدیده فساد تدریجی الکترولیتی موسوم به گالوانیک کروژن موجب خوردگی رشته های فولادی می گردد ، که در این رابطه استفاده از هادیهای ACSR(AW) (مغز فولاد از نوع آلموولد) الزامی است .

این پدیده در رابطه با مقره های بشقابی باعث خوردگی پین مقره می گردد که در این رابطه استفاده از رینگ Zn اطراف قسمت داخلی پین به منظور افزایش سطح عبور جریان (کاهش چگالی جریان موثر می باشد) .

#### ۵- کاهش قابلیت اطمینان ایزولاتورها و اثر آن بر روی پایداری خط

خطوط انتقالی که از مناطق با آلودگی زیاد عبور می کند بعلت تاثیر هوای آلوده بر روی مقره ها باعث کاهش خاصیت عایقی آنان ، تضعیف پوشش گالوانیزه Zn قطعات فلزی ، و تضعیف مشخصات الکتریکی و مکانیکی و سایر مشخصه های آنان می گردد ، در این صورت بر اثر وضعی که در آنان بوجود آمده پدیده های Flashover در هوای مهی و بارانی و Back Flashover در شرایط (اصابت مستقیم صاعقه بر روی خطوط) چنین مقره هائی را دچار سوراخ شدگی و ایجاد ترک و خرد شدن سپر عایق نموده و مشکلات کاهش استقامت عایقی آنان را بهمراه خواهد داشت .

در آزمایشات متعددی که بر روی مجموعه ایزولاتورها انجام گرفته ملاحظه شده که تعدادی از واحدهای مقره در یک مجموعه قبلا سوراخ شده و بهمین علت توانائی عایقی مجموعه شدیداً کاهش پیدا نموده است .

و یا در آزمایش ولتاژ جرعه مرطوب با فرکانس 50HZ مشاهده گردیده که تحمل پایداری بیشتر مقره ها در مقابل چنین آزمایشی حدود ۲۰٪ کاهش پیدا کرده است .

در آزمایش الکترو مکانیکی انجام گرفته بر روی ۲۶۷ نمونه مقره بشقابی ملاحظه شده که ۴۴ مورد یعنی حدود ۱۶/۵٪ نتایج آزمایشات رضایت بخش نبوده .

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در آزمایش پوشش گالوانیزه بر روی قسمتهای فلزی ۳۷ نمونه مقره بشقابی نتایج حاکم از آن است که ۲۲ مورد یعنی حدود ۵۹/۵٪ از آنها دارای کیفیت قابل قبولی نبوده است.

همه عوامل فوق بیانگر این حقیقت است که تسریع در امر کاهش قابلیت اطمینان ایزولاتورها بستگی به میزان آلودگی محیط ، و طول مدت بهره برداری دارد و نهایتا بهره برداری از چنین خطوط با مقره های معیوب خالی از خطر نیست و ممکن است منجر به حوادث غیر قابل پیش بینی گردد ، لذا ضروری است که با یک برنامه ریزی قبلی مقره های مخصوص ضد آلودگی با ویژگیهای بخصوص استفاده گردد .

### نتیجه گیری و پیشنهادات :

در رابطه با مسائل سالخوردهگی تجهیزات خطوط بایستی برنامه ریزی برای تجدید حیات این خطوط با توجه به پارامترهای زیر معمول گردد .

الف : نقش خطوط در سیستمهای قدرت

ب : هزینه تعمیرات و نگهداری

ج : هزینه های اتفاقی بر اثر حوادث در خطوط در حال بهره برداری

د : مقایسه هزینه های تعمیرات متوالی با هزینه های تجدید حیات خطوط

برای این منظور کلیه تجهیزات خطوط مانند هادیها ، مقره ها و یراق آلات بطور جداگانه بررسی و مورد آزمایشات لازم قرار گرفته و از نظر کارائی و توانائی مورد ارزشیابی قرار می گیرند .  
در این رابطه موارد زیر قابل توجه میباشد .

- با توجه به هزینه ۳۵ تا ۴۰ در صد سیم ، تعویض آن با دقت و ملاحظات فنی اقتصادی معمول گردد.

- در موارد آسیبهای موضعی سیمها می توان از روش تومیمی با استفاده از repair sleeve و اسپلاس کشوئی استفاده کرد .

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم

- با توجه به عمر دو برابر پایه های فلزی تعویض سیم در شرایطی که قدرت انتقالی بیشتری مورد نیاز باشد با توجه به تکنولوژی ساخت هادیهای با مشخصات مکانیکی مشابه و هدایت الکتریکی بیشتر کاملاً عملی است .
- مقره های بیش از ۲۵ سال با تائید آزمایشگاه مورد استفاده قرار گیرند .
- استفاده از مقره های ضد آلودگی معمولی و Sphiral ، Open profile ، برای مناطق دارای آلودگیهای صحرائی ، صنعتی و ساحلی متوسط و سنگین و مقره های ضد مه برای مناطق مرتفع و پر باران .
- ضمناً استفاده از مقره های جدید Composite نیز برای خطوط E.H.V در این شرایط مناسب میباشد .
- کنترل اجزاء سیستم ارتینگ پایه ها و تعویض و ترمیم اجزاء خورده شده .
- تعویض یراق آلات پوسیده .
- کاربرد لوازم مناسب براساس شرایط و مشخصات مورد لزوم طرحها جهت تامین حداکثر هماهنگی در عصر مفید تجهیزات .
- افزایش عمر مفید تیرهای چوبی با اجرای روش تزریق ماده اشباع در حوالی یقه تیر (روش کبری) و یا روش بانداژ ورق آلومینیم قیر اندود .
- افزایش عمر مفید تیرهای بتنی با استفاده از مصالح مناسب و روشهای صحیح ساخت ، حمل و نقل ، نصب و بهره برداری اصولی .
- انجام آزمایشات شیمیائی خاک برای مشخص نمودن نوع و میزان املاح خورنده خاک و کاربرد روشهای مناسب حفاظت پایه های فلزی ، بتنی و چوبی در مقابل آنها .
- بازدیدهای دوره ای ف سرویسهای منظم و تعمیرات اساسی با توجه به برنامه های تعمیراتی و بهره برداری اصولی خطوط.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- در نظر گرفتن ملاحظات ایمنی و حفاظتی و ضریب اطمینان متناسب در طراحی خطوط انتقال نیرو در رابطه با افت تدریجی مشخصات فنی تجهیزات خطوط در اثر کهنگی و فرسودگی و تاثیرات عوامل بیرونی .
- انجام آزمایشات لازم روی نمونه های تجهیزات فرسوده و مشخص نمودن درجه فرسودگی و دارا بودن حداقل قابلیت اطمینان مورد لزوم .
- مطالعه و تحقیق و انجام آزمایشات لازم در رابطه با تاثیرات کلیه عواملی که موجب پیری زودرس تجهیزات خطوط در مناطق دارای شرایط خاص شده و اعمال روشهای طراحی صحیح و انتخاب تجهیزات مناسب برای این مناطق .



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## فصل دوم

بررسی رفتار خوردگی هادی ها و یراق آلات



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## بررسی رفتار خوردگی هادی ها و یراق آلات

### چکیده

تجهیزات شبکه توزیع مناطق نفت خیز گچساران در جنوب ایران در معرض خوردگی ناشی از ترکیبات گوگرددار موجود در محیط می باشند. در این فصل ابتدا با انجام آزمایشهای مختلف شامل آنالیز آلاینده های هوای و بررسی های ریزساختاری ، مکانیزمهای خوردگی هادیها و یراق آلات شناسایی گردیدند . سپس با بکار گیری روشهای مختلف جلوگیری از خوردگی و انجام آزمایشهای مختلف رفتار خوردگی نمونه ها در شرایط شبیه سازی شده مورد مطالعه قرار گرفتند . سرانجام روشهای مناسب پیشگیری از خوردگی تعیین گردیدند . بررسیها نشان داد حضور  $SO_x$  موجب خوردگی می شود و اعمال پوشش قلع بطریقه آبکاری و غوطه وری گرم ، استفاده از روکش XLPE و جایگزینی هادیهای آلومینیومی به جای هادیهای مسی روشهای بهینه برا کاهش خوردگی هادیهای مسی ، اعمال پوشش قلع بطریقه آبکاری یراق آلات مسی مناسب ترین روش بهینه برای کاهش خوردگی این تجهیزات و در نهایت اعمال پوشش گالوانیزه گرم مناسبترین گزینه جهت کاهش خوردگی یراق آلات پایه آهنی می باشد .

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

### مقدمه

در منطقه نفتخیز گچساران ، چاههای نفت و گازهایی که در حین استخراج نفت متصاعد می گردند و یا سوزانده می شوند ، موجب آلوده نمودن اتمسفر منطقه می گردند چرا که این گازها حاوی آلاینده هایی چون سولفید هیدروژن ، دی اکسید گوگرد و سایر گازهای خورند و فرسودگی شدید تجهیزات شبکه توزیع گردیده است و این معضل در هادیهای مسی توزیع برق بمراتب ملموس تر و شدیدتر است بطوریکه در اکثر مناطق ، هادیهای برق در اثر خوردگی پاره شده و باعث قطعی برق گردیده است . شدت آثار خوردگی به حدی است که طبق گزارش کارشناسان ناحیه ، طول عمر آنها بسیار محدود و حدود دو تا سه سال می باشد و همین مسئله باعث صرف خسارات مالی زیادی به شبکه توزیع برق شده است .

### روش تحقیق

در این فصل ابتدا رفتار خوردگی هادیها و یراق آلات شبکه توزیع برق مناطق نفتخیز گچساران با انجام آزمایشهای مختلف ریزساختاری ، آنالیز شیمیایی ، آنالیز هوا از نقطه نظر نوع آلودگی ها و عوامل خورنده موجود در هوا ، گرد و غبار معلق در هوا و ... مورد بررسی قرار گرفته است . جهت تعیین مکانیزمهای غالب خوردگی نمونه هایی از تجهیزات تهیه گردید . پس از شستشوی آنها با آب مقطر ، برش خورده و به ابعاد کوچکتر بریده شدند . پس از مانت کردن نمونه ها سطح مقطع آنها با کاغذ سمبادهای SiC از شماره ۲۰۰ تا ۴۰۰۰ سمباده زده شده و سپس با استفاده از خمیر آلومینای  $6\mu m$  پولیش شده و اچ گردیدند . قطعات مانت شده تحت بررسی ریزساختاری و بررسی بوسیله میکروسکوپ نوری و الکترونی قرار گرفتند . محصولات خوردگی تشکیل شده بر روی سطح نمونه ها به کمک روش XRD آنالیز گردیدند تا ترکیبات موجود در آنها شناسایی شود . محصولات تشکیل شده بر روی سطح نمونه ها و همچنین خود نمونه به کمک دستگاه EDAX نصب شده بر روی میکروسکوپ الکترونی آنالیز گردیدند . پس از بررسی رفتار خوردگی و تعیین مکانیزم خوردگی ، پوششهای مناسب جهت جلوگیری از خوردگی این تجهیزات ، انتخاب و بر روی نمونه ها اعمال گردیدند . همچنین نمونه هایی از هادیهای آلومینیومی

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جهت بررسی رفتار خوردگی آن و مقایسه با هادیهای مسی تهیه گردید. در ادامه با انجام آزمایشهای شتاب یافته و شبیه سازی شده در آزمایشگاه، روشهای مناسب جهت جلوگیری از خوردگی این تجهیزات تعیین گردید. از آنجائیکه گاز دی اکسید گوگرد ناشی از استخراج چاه های نفت و سوزاندن آن موجب خوردگی تجهیزات شده بود لذا از آزمون دی اکسید گوگرد در اتمسفر اشباع از رطوبت طبق ASTM G 87 استفاده گردید. از جمله تجهیزات مورد نیاز برای این آزمون عبارتند از اتاقک آزمون با ظرفیت داخلی ۳۰۰ لیتر، مخزن دی اکسید گوگرد با ابزار اندازه گیری، تجهیزات حرارت دادن و ابزار مناسب کنترل. برای انجام آزمایش در ابتدا  $2 \pm 0.2L$  آب مقطر به محفظه وارد شد. بعد از قرار دادن نمونه ها و بستن در محفظه دی اکسید گوگرد به میزان 0.2L به درون آن تزریق گردید. آزمون در دمای  $40 \pm 3^{\circ}C$  و فشار یک اتمسفر و به صورت ۶ چرخه ۲۴ ساعته پیوسته انجام گرفت. در این آزمایش نمونه در محفظه قرار گرفتند. از هر کدام از این نمونه ها هیجده نمونه تهیه شد که در پایان هر چرخه سه عدد از آنها مورد بررسی قرار گرفتند. شکل ۱ تصویر محفظه آزمایش را نشان می دهد. نمونه ها پس از خروج از محفظه ابتدا در اتمسفر محیط خشک شدند و سطح نمونه ها به وسیله میکروسکوپ نوری و الکترونی مورد بررسی قرار گرفت و به کمک روش EDX محصولات خوردگی تشکیل شده بر روی سطح نمونه ها آنالیز شدند و در نهایت روشهای بهینه کاهش خوردگی هادیهای مسی تعیین گردیدند.



شکل ۱- محفظه آزمون خوردگی دی اکسید گوگرد در اتمسفر مرطوب اشباع مطابق استاندارد ASTM

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

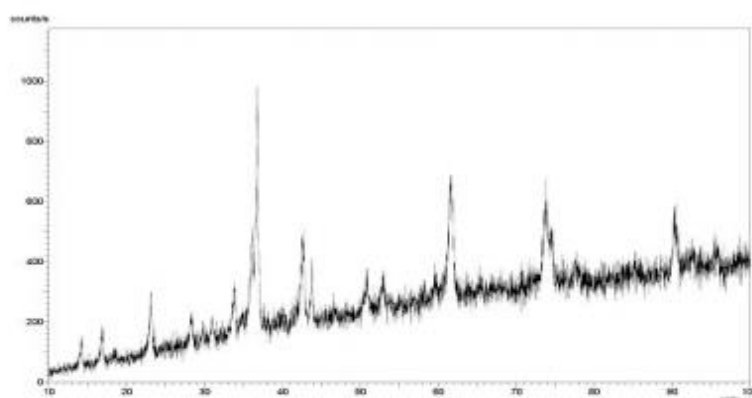
## نتایج و بحث

گازها در حین استخراج حاوی آلاینده هایی چون سولفید هیدروژن می باشند و در اثر سوزاندن به SOX تبدیل می گردند. در اثر رطوبت و بارندگی در منطقه فیلم آبی بر روی سطوح فلزات تشکیل می گردد و این فیلم می تواند سبب خوردگی آنها شود. حضور گازهای آلاینده مانند  $H_2S$  و  $SO_2$  سبب کاهش pH فیلم رطوبت تشکیل شده بر روی سطح می شود. در این حالت خوردگی اتمسفر بر روی سطح فلزات تشدید می گردد. براساس نمونه برداری انجام گرفته از اتمسفر منطقه، هوای منطقه آلوده بوده و دارای ترکیباتی حاوی سدیم، پتاسیم، کلسیم و گوگرد می باشد. بطوریکه در یکی از آنالیزها میزان  $0.65 \mu g/m^3$  سدیم،  $0.21 \mu g/m^3$  پتاسیم،  $29.52 \mu g/m^3$  کلسیم و  $0.4 \mu g/m^3$  گوگرد گزارش گردیده است. ترکیب گاز گوگرد دار فقط  $SO_2$  در اتمسفر منطقه آنالیز گردید و میزان این ترکیب در اتمسفر منطقه از ۴ تا ۳۰ ppm متغیر بود. میانگین دمای هوای شهرستان گچساران در یک دوره ۱۲ ساله بر طبق داده های هواشناسی ۲۲ درجه سانتی گراد می باشد متوسط رطوبت هوا در شهرستان گچساران در دوره ۱۲ ساله، ۴۲/۱۳ درصد گزارش گردیده است.



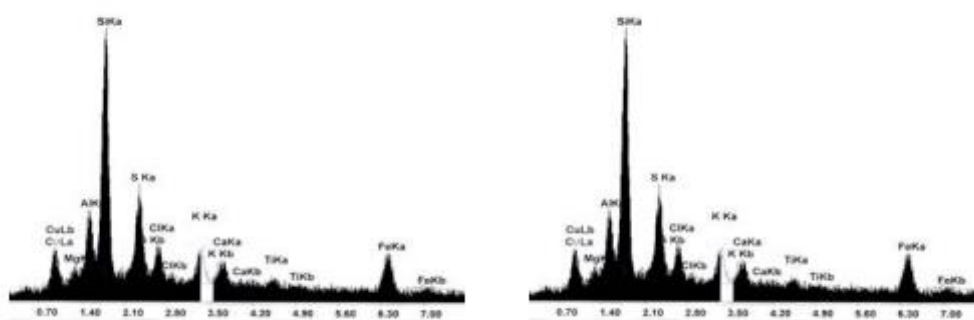
شکل ۲- نمای ظاهری هادی مسی استفاده شده در مناطق نفتخیز گچساران

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



$CuO$	Tenorite	اکسید مس I
$Cu_2O$	Cuprite	اکسید مس II
$CuSO_4 \cdot 3Cu(OH)_2$	Brochantite	بروکانتایت

شکل ۳- طیف XRD محصولات خوردگی تشکیل شده بر روی سطح سیم های مسی منطقه گچساران



ب) منطقه سیاه رنگ

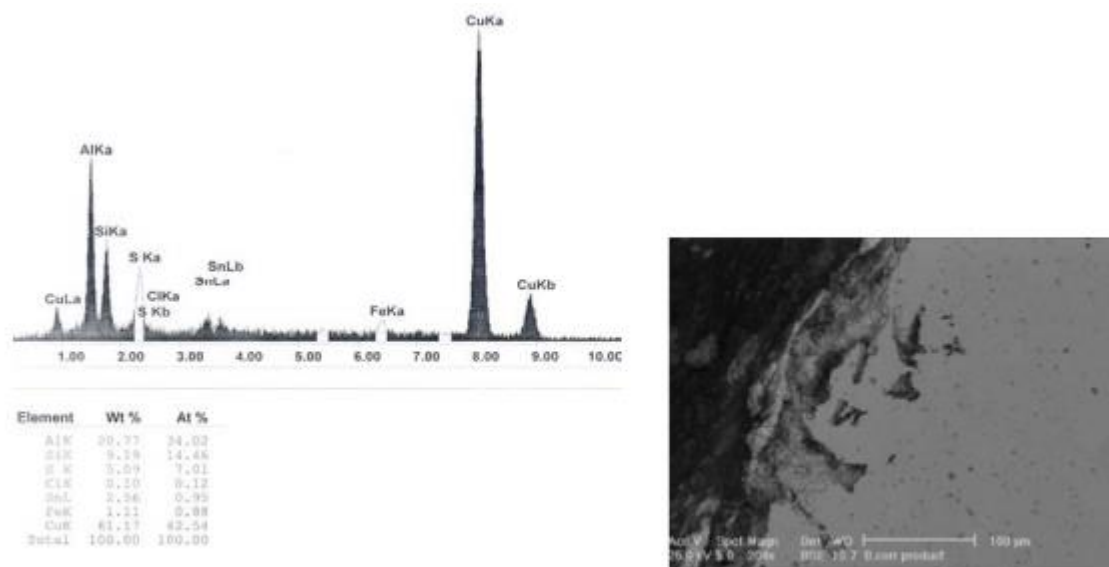
الف) منطقه سبز رنگ

شکل ۴- آنالیز EDS از مناطق سبز رنگ و سیاه رنگ محصولات خوردگی تشکیل شده روی سطح سیم های مسی منطقه گچساران

زنگار تشکیل شده بر روی نمونه هادی مسی تهیه شده از منطقه گچساران در شکل ۲ قابل مشاهده هستند . شکل ۳ آنالیز XRD انجام شده بر روی محصولات خوردگی روی سطح هادی و طیف XRD به دست آمده از این آنالیزها را نشان می دهد . شکل ۴ آنالیز EDS نواحی لایه سبز رنگ و سیاه رنگ بر روی سطح هادی مسی را نشان می دهند . گوگرد در محصولات خوردگی قابل مشاهده است . لایه اول زنگاری که بر روی مس تشکیل می شود اساسا از اکسیدهای مس و غالبا از کوپرایت تشکیل می شود. ضخامت این لایه معمولا بین ۵ تا ۱۵ میکرون تغییر می کند . لایه دوم به وجود آمده ، متخلخل است و از نمک های بازی مس

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

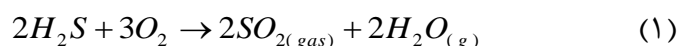
مانند بروکانتایت (سولفات بازی مس) تشکیل می شود ، ضخامت این لایه غالباً در محدوده ۵ تا ۴۰ میکرون قرار دارد .



شکل ۵- تصویر محصولات خوردگی تشکیل شده بر روی نمونه ای از یراق پایه مسی منطقه گچساران و آنالیز EDS این محصولات

شکل ۵-الف تصاویر محصولات خوردگی تشکیل شده بر روی سطح یراق پایه مسی را نشان می دهد . آنالیز محصولات خوردگی تشکیل شده بر روی سطح این نمونه در شکل ۵- ب آورده شده است . این آنالیز حضور مس ، آلومینیوم و گوگرد را نشان می دهد . در محصولات خوردگی تشکیل شده بر روی سطح مس ، وجود گوگرد در آنالیز EDS و حضور بروکانتایت در آنالیز XRD مشخص گردید . لایه سبز رنگ از بروکانتایت تشکیل شده است که بر اثر واکنشهای بعدی اکسید مس (کوپرایت ) با آلاینده های محیطی از جمله ترکیبات گوگرد مانند SO<sub>2</sub> یونهای کلر و ... تشکیل می شود . ترکیب این لایه سبز رنگ می تواند با تغییر نوع اتمسفر محیط ، تغییر کند .

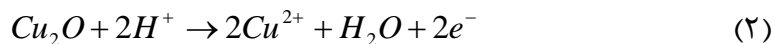
گاز SO<sub>2</sub> موجود در اتمسفر مناطق آلوده ، با اکسیژن اتمسفر واکنش می دهد و پس از تبدیل به SO<sub>3</sub> در آب باران یا لایه های آب جذب شده بر روی سطح به H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> تبدیل می شود . از سوی دیگر سوختن H<sub>2</sub>S حاصل از چاه های گاز منطقه گچساران می تواند سبب تشکیل SO<sub>2</sub> از طریق رابطه زیر شود:



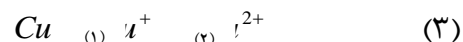


## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

پس از تشکیل لایه کوپرایت (اکسید مس II) بر روی سطح، لایه آب با سطح کوپرایت در تماس خواهد بود. واکنشهای بعدی از طریق رابطه (۲) اتفاق می افتد:



مکانیزم سینتیک خوردگی مس در دو مرحله پیش می رود:



واکنش بین  $Cu^+$  و  $Cu^{2+}$  کنترل کننده سرعت است و  $Cu^+$  در تعادل برگشت پذیر بر روی سطح وجود خواهد داشت. اکسیداسیون کوپرایت در شرایط اتمسفری آهسته تر از مس است، زیرا در غیر این صورت لایه میانی کوپرایت بر روی سطح دیده نمی شد.

بر روی هادیهای که دچار شکست شده اند، حفراتی دیده شدند که عرض دهان آنها بیشتر از عمق آنها بود. خطرناک ترین آسیب خوردگی، خوردگی موضعی و حفره دار شدن می باشد، زیرا حفره به وجود آمده ظرفیت تحمل بار را کاهش داده و سبب بالا رفتن تمرکز تنش می شود. به دلیل فاکتورهای متالورژیکی و محیطی که کاملا شناخته شده نیستند، سطح های خورده شده تمایلی برای غیر یکنواختی نشان می دهند. حفره دار شدن به دلیل ناهمگنی در فلز یا محیط می تواند رخ دهد. از سوی دیگر وجود ذرات خاک یا آلودگی های دیگر جذب فیلم آب بر روی سطح را تسهیل می کنند و میزان آب جذب شده در این نواحی بیشتر خواهد بود.

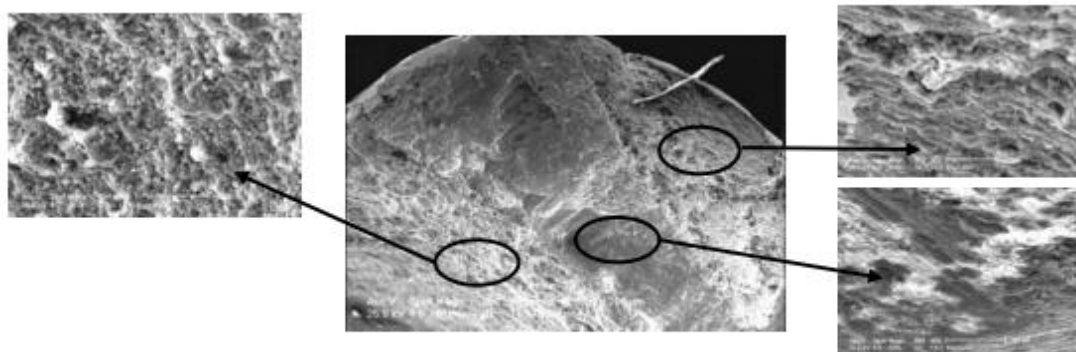
این گونه آلودگی ها می توانند آب را در خود نگه دارند. ممکن است بتوان فرض کرد که حفرات در نواحی ایجاد شده اند که به دلیل تجمع ذرات خاک و گرد و غبار و دیگر آلودگی ها میزان رطوبت بیشتری بر روی سطح وجود داشته است و واکنش های خوردگی در آن مناطق سریع تر پیشرفت کرده اند. سطح این حفرات نیز مانند بقیه قسمت های سطح با لایه سیاه رنگ اکسید مس و بعضا لایه سبز رنگ بروکانتایت پوشیده شده است. سطح مقطع یکی از هادیهای مسی خطوط توزیع برق منطقه گچساران که دچار شکست شده است. در شکل ۶ نشان داده شده است. شکست این سیم در ناحیه حفره دار شده اتفاق افتاده است

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

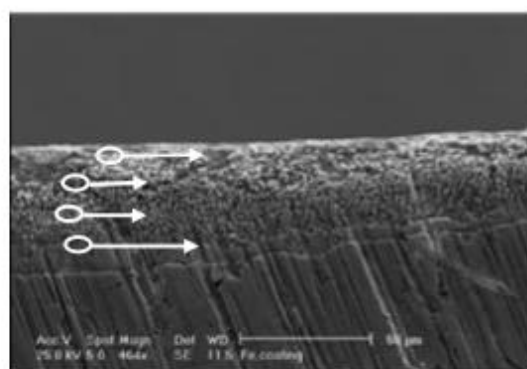
. هر چند که به نظر می رسد که سطح مقطع به دلیل در معرض اتمسفر قرار داشتن اکسید شده است . با این وجود در این شکل دو ناحیه قابل تشخیص هستند ، یکی ناحیه ای که بر روی آن خطوطی موازی دیده می شوند و در وسط و لبه سیم قرار گرفته است و دیگری نواحی که به اصطلاح دارای پستی و بلندی می باشند و از محصولات خوردگی پوشیده اند .

اکسید شدن سطح مقطع شکست ، تعیین نوع شکست را مشکل کرده است ، اما با این وجود می توان احتمال داد که عامل اصلی شکست کاهش سطح مقطع سیم ناشی از به وجود آمدن حفره بر روی سطح آن باشد . در این حالت با کم شدن از وزن سیم و همچنین نیروهای ناشی از وزش باد به شدت کاهش می یابد و در نهایت سیم دچار شکست می شود . به وجود آمدن حفره بر روی سطح سیم و کاهش سطح مقطع آن باعث می شود تا تمرکز تنش در آن ناحیه از سیم بالا رفته و به شکل موضعی تنش ناشی از نیروی وزن سیم ها از تنش تسلیم ماده بیشتر خواهد شد . همچنین وجود حفره تمایل به شکست ترد را به دلیل به وجود آمدن حالت سه محوری تنش کششی تسهیل می کند . تنش واقعی که در نواحی بدون حفره سیم به وجود می آید ، بسیار کمتر از تنشی است که در ناحیه حفره دار شده وجود دارد . بنابراین در حالی که قسمت حفره دار شده به دلیل تنشی بالاتر از تنش تسلیم تمایل به تغییر شکل مومسان دارد ، سایر نواحی سیم در منطقه تغییر شکل کشسان قرار داشته و تغییر شکل مومسان ناحیه و حفره دار شده را محدود می کنند . در مقایسه با قسمت های بدون حفره سیم ، نواحی حفره دار شده برای شکست به نیروی کمتری احتیاج دارند ، به این ترتیب شکست پیش بینی نشده به دلیل وجود حفره در این مناطق اتفاق می افتد . به طور کلی یراق آلات پایه مسی در محیط اتمسفری با آهننگی مشابه هادی مسی خورده می شوند . بر روی سطح این آلیاژها در ابتدا لایه ای قهوه ای رنگ از اکسید مس تشکیل می گردد که با گذشت زمان تیره تر شده و در نهایت به رنگ سیاه در می آید . زنگار به وجود آمده بر روی سطح یراق آلات پایه مسی شامل اکسیدهای مس و نمک های بازی سولفات مس خواهد بود . مهمترین اثر خوردگی اتمسفری در منطقه گچساران بر روی یراق آلات مسی خوردگی عمومی و تشکیل زنگار بر روی سطح آنهاست .

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۶- تصاویر میکروسکوپ الکترونی از سطح مقطع یکی از سیم های مسی خطوط توزیع برق منطقه گچساران که دچار شکست شده است



شکل ۷- پوشش گالوانیزه بر روی یراق فولادی منطقه گچساران

جدول ۱- آنالیز EDS ناحیه های مشخص شده بر روی پوشش گالوانیزه در شکل ۷

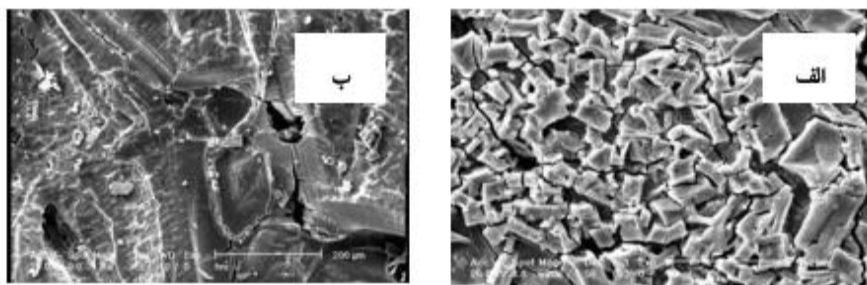
Zn(Wt%)	Fe (Wt%)	ناحیه مشخص شده در شکل ۷
89.77	10.23	۱
90.74	9.26	۲
92.95	7.05	۳
93.39	6.61	۴

شکل ۷ تصاویر ریز ساختار یراق فولادی را که به کمک میکروسکوپ SEM تهیه شده است ، پوشش روی در شکل ۷ مشخص است . جدول ۱ آنالیز EDS ناحیه های مشخص شده در شکل ۷ (از شماره ۱ تا ۴) را نشان می دهد . میانگین ضخامت لایه روی گالوانیزه شده برای ۱۰ بار اندازه گیری در قسمتهای مختلف نمونه ۳۸ میکرون است . این تصویر نشان می دهد که پوشش گالوانیزه مقاومت خوبی در برابر خوردگی در مدت بهره برداری یراق داشته است . خوردگی اتمسفری روی نیز مانند فلزات دیگر در اولین مرحله منجر

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

به تشکیل اکسید و سپس هیدروکسید روی می شود. پس از آن هیدروکسید روی در تعادل با دی اکسید کربن که همیشه در اتمسفر موجود است، به کربنات بازی روی تبدیل می گردد. فیلم کربنات روی به وجود آمده در محیط آبی نامحلول است و تا حدی سبب حفاظت از خوردگی می گردد در منطقه گچساران حضور ترکیبات گوگردی در اتمسفر و انحلال آنها در آب باران یا فیلم های نازک آبی که بر روی سطوح فولاد گالوانیزه تشکیل می شوند، سبب کاهش pH آب می شود. در این حالت کربنات بازی نامحلول به سولفات محلول روی تبدیل می شود و از روی سطح شسته می شود اثر حفاظت کنندگی کاهش خواهد داشت.

بهترین روش برای جلوگیری از خوردگی هادیهای مسی اعمال پوشش مناسب بر روی آنها و یا جایگزینی آن با هادیهای آلومینیومی می باشد. روشهای انتخاب شده بر روی هادیهای مسی، اعمال پوششهای قلع بطریقه آبکاری و غوطه وری گرم، پوشش نیکل بطریقه آبکاری و استفاده از روکشهای XLPE بوده است. این روشها در دنیا در نقاط صنعتی بر روی هادیهای مسی مورد استفاده قرار گرفته است. ضخامت پوشش نیکل حدود  $18\mu\text{m}$  و پوشش قلع آبکاری حدود  $20\mu\text{m}$  و پوشش قلع غوطه وری گرم  $50 - 75\mu\text{m}$  بوده است. یکی دیگر از روشهای جلوگیری از خوردگی نیز استفاده از هادیهای آلومینیومی به جای هادیهای مسی بود. شکل ۸ - الف تصویر SEM سطح نمونه پوشش دار با نیکل را در پایان سیکل ششم به همراه محصولات خوردگی نشان می دهد.

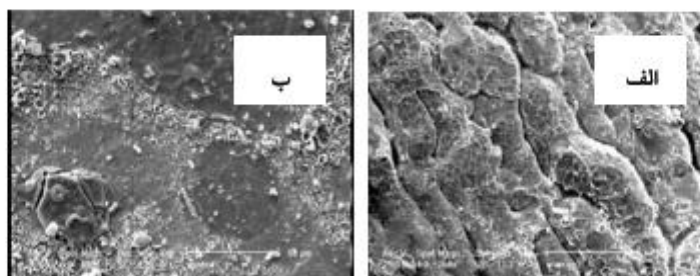


شکل ۸- تصویر میکروسکوپ الکترونی از سطح الف) سیم مسی و ب) پراق مسی با پوشش نیکل در پایان چرخه ششم آزمایش

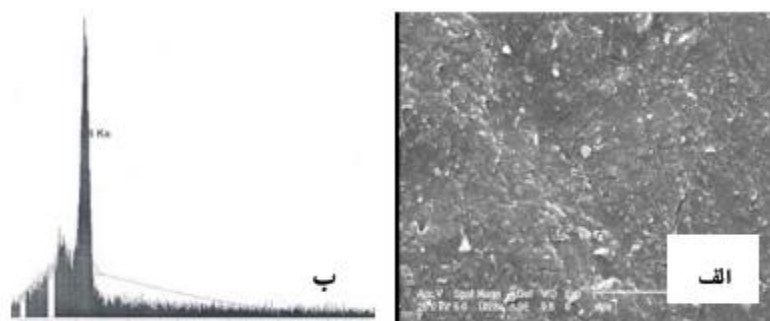
شکل ۸- ب تصویر میکروسکوپی از سطح پراق مسی با پوشش آبکاری نیکل را در پایان چرخه ششم آزمایش نشان می دهد. بررسیها نشان داد که خوردگی نیکل مشخصا به صورت حفره دار شدن است. بعد

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرمان سایت و به همراه فونت های لازم

از پاک کردن محصولات خوردگی مشخص شد ، که پوشش نیکل از چرخه سوم برای سیم به طور کامل از بین رفته است . شکل ۹ تصویر SEM از سطح هادی مسی با پوشش قلع به طریقه آبکاری و غوطه وری گرم را در پایان چرخه ششم آزمایش نشان می دهند . در این شکل بر روی سیم مسی با وجود پودری شدن پوشش آسیب خوردگی مشخص دیده نمی شود . در پایان چرخه مختلف آزمایش ، رنگ پوشش های قلع چه پوشش غوطه وری گرم قلع بر روی سیم های مسی در بعضی از قسمتها از سیکل دوم به بعد از بین رفته بود . تصاویر میکروسکوپی مورفولوژی محصولات خوردگی بر روی هر دو نوع پوشش آبکاری و غوطه وری گرم را مشابه نشان داده اند . اما بر روی پوشش آبکاری قلع بر روی سیم مسی با وجود پودری شدن پوشش آسیب خوردگی مشخص دیده نمی شود . شرایط خوردگی پوششهای اعمال شده برای یراق آلات مسی کاملا مشابه با هادیهای مسی بود . بطوریکه پوشش قلع بطریقه غوطه وری گرم در طولانی مدت از بین رفته و یراق در معرض محیط خورنده قرار می گیرد .

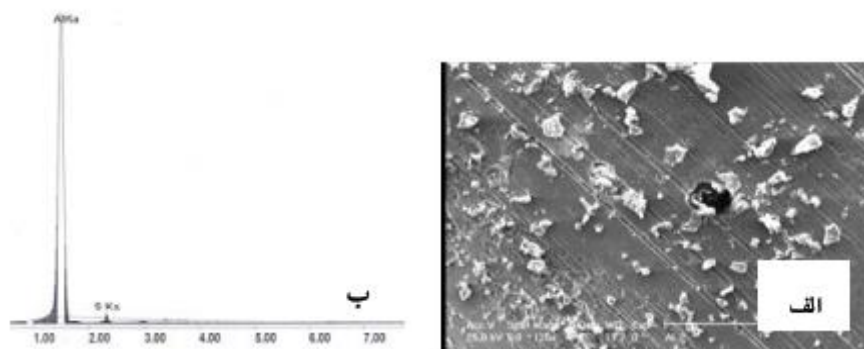


شکل ۹- تصویر میکروسکوپ الکترونی از سطح سیم مسی و یراق مسی با پوشش قلع (الف) آبکاری (ب) غوطه وری در پایان چرخه ششم آزمایش



شکل ۱۰- سطح سیم مسی با روکش XLPE در پایان چرخه ششم آزمایش (الف) تصویر میکروسکوپ (ب) آنالیز EDX

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۱۱) - سطح سیم آلومینیوم در پایان چرخه ششم آزمایش الف) تصویر میکروسکوپ ب) آنالیز EDX

تصویر SEM سطح هادی روکش دار با XLPE در شکل ۱۰ نشان داده شده است. اثری از تخریب روکش XLPE دیده نمی شود. این نتایج نشان می دهند که روکش XLPE اجازه نفوذ رطوبت و گازهای آلاینده را به سطح سیم ها نداده است. به عبارت دیگر این روکش از نفوذناپذیری مناسبی برخوردار است و با جدا کردن سیم های مسی از محیط خورنده سبب جلوگیری از تخریب آنها می شود. شکل ۱۱ تصویر SEM از سطح سیم آلومینیومی را در پایان چرخه های مختلف آزمایش بر روی سطح این نمونه محصولات خوردگی مشاهده نشده است. اثر خوردگی تنها به صورت کمی کدر شدن سطح مشخص است. در بررسی چشمی سطح نمونه ها، اثری از خوردگی موضعی و حفره ای مشاهده نشده است. فیلم اکسیدی به سرعت بر روی سطح آلومینیوم تشکیل و از خوردگی محافظ کرده و سبب می شود که نرخ خوردگی اتمسفری آن ناچیز باشد.

### نتیجه گیری

- خوردگی هادیها و یراق آلات مسی در اثر حضور ترکیبات گوگرد دار در اتمسفر منطقه گچساران اتفاق افتاده است.
- آثار خوردگی در هادیهای مسی بمراتب بیشتر از یراق آلات می باشد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- خوردگی در یراق آلات پایه آهنی به لحاظ وجود پوششهای گالوانیزه گرم بر روی آنها کمتر اتفاق افتاده است .
- پوشش نیکل حفاظت زیادی در برابر اتمسفر خورنده ایجاد نمی نماید .
- پوشش قلع بطریقه غوطه وری گرم در طولانی مدت از بین رفته و هادی و یراق در معرض محیط خورنده قرار می گیرد و
- اعمال پوشش قلع بطریقه آبکاری ، استفاده از روکش XLPE و جایگزینی هادیهای آلومینیومی به جای هادیهای مسی بهترین گزینه و روش بسیار مناسب برای کاهش خوردگی هادیهای مسی می باشند .
- اعمال پوشش قلع بطریقه آبکاری بهترین گزینه برای یراق آلات پایه مسی و اعمال پوشش گالوانیزه گرم مناسبترین روش جهت کاهش خوردگی یراق آلات پایه آهنی می باشد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فصل سوم

تاثیر آلودگی و رطوبت بر کارائی مقره ها در شبکه های توزیع





برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

چکیده :

آلودگی و رطوبت از عواملی است که بر روی کلیه تجهیزات شبکه بخصوص مقره ها اثرات نامطلوب داشته و باعث میگردد که شبکه نتواند وظیفه خود را به خوبی انجام دهد. این مسئله در مناطق ساحلی و بیابانهای لم یزرع و شوره زارها و نیز مناطق صنعتی اثرات خود را بیشتر نمایان می سازد.

آلودگی و کثیفی مقره توأم با رطوبت موجب هادی شدن مقره و برقراری قوس الکتریکی می گردد. آلودگی مقره بستگی به محل نصب آن دارد. طبیعت آلودگی در مناطق مختلف با هم متفاوت است. لذا شناخت محیط آلوده و نوع آلودگی و تعیین مشخصه های ویژه جهت عایقی تجهیزات و طراحی مناسب شبکه از اهمیت زیادی برخوردار است.

در این فصل ضمن بررسی آلودگی در منطقه خوزستان، اثرات آلودگی بر روی کارایی مقره های موجود در شبکه های ۱۱، ۲۰ و ۳۳ کیلوولت ایران مورد بررسی قرار گرفته و الگوی طراحی و مقره مناسب جهت رفع مشکلات موجود ارائه می گردد.



## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

### مقدمه

نظر باینکه بخش وسیعی از کشور ما در حاشیه خلیج فارس ، دریای عمان و دریای خزر قرار گرفته و با توجه به رشد صنعت و وجود کارخانجات سیمان و ذوب فلزات و صنایع ، مسئله آلودگی از پارامترهای مهم طراحی شبکه های برق محسوب می گردد.

این مسئله در مناطق ساحلی بدلیل وجود نمک فراوان و رطوبت و شرحی از اهمیت بیشتری برخوردار است بنابراین لازم است انواع آلودگی و اثرات آن بر کارایی تجهیزات شبکه مورد بررسی قرار گیرد .

### شرح:

براساس استاندارد IEC-71-2 مناطق آلوده به چهار قسمت مطابق جدول (۱) تقسیم می گردد :

مناطق آلوده	– mm/kv فاصله خزشی ویژه
خیلی کم	۱۱/۵-۱۴/۴۵
کم	۱۷/۳-۲۰/۲
زیاد	۲۳/۱-۲۹
خیلی زیاد	۳۴/۷

جدول (۱)

بطور کلی دو نوع آلودگی وجود دارد . آلودگی صنعتی و آلودگی نمک . آلودگی ناشی از نمک دو نوع قوس را سبب می گردد یکی مستقیم بوسیله نمکهای کلر و سدیم حمل شده از آب دریا توسط بادهای قوی ، دیگر با ته نشین شدن نمک روی سطح مقره و جذب تدریجی رطوبت در شرایط هوای مرطوب ، قوس ناشی از آلودگی صنعتی مشابه با نوع دوم قوس آلودگی نمک بوده با این تفاوت که طبیعت اجسام هدایت کننده روی سطح مقره مختلف می باشد .

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

دو عامل در برقراری قوس الکتریکی و فروپاشی سطحی مؤثر می باشد. یکی درجه آلودگی و دیگری میزان رطوبت موجود در روی سطح مقره از آنجائیکه تغییرات درجه حرارت در بیابانها زیاد و بالاترین درصد رطوبت در ساعات اولیه صبحگاهی است نمک توأم با گرد و خاک و مه روی عایق جمع شده، رطوبت آن تبخیر و یک لایه نازک آلودگی در روی سطح مقره باقی می گذارد. در نتیجه زمینه آسیب و زیان مهیا می گردد.

بطور کلی سه عامل شرایط تشکیل قوس را فراهم می سازد. گرد و غبار و جرم - نمک - رطوبت، جرم و گرد و غبار اغلب برای نمکها محسوب میشود اما گاهی نیز بعنوان یک عامل فعال هدایت مراحل الکترولیت و سرانجام شکست الکتریکی ایزولاتور عمل می نماید.

### بررسی شرایط محیطی:

گرچه تاکنون مطالعات همه جانبه ای بر روی نوع و میزان آلودگی در نقاط مختلف کشور صورت نگرفته است. بررسی های انجام شده بر روی شرایط محیطی و آلودگی در خوزستان نشان می دهد که نزدیکی به سواحل خلیج فارس و وجود شوره زارهای وسیع توأم با رطوبت و شرجی و درجه حرارت بالای محیط و نیز وجود حوزه های نفتی فعال اغلب آلودگی سنگینی را ایجاد می نماید. شرایط محیطی اندازه گیری شده در این استان بشرح زیر می باشد.

### آب و هوا:

حداکثر درجه حرارت در سال بین ۴۶ تا ۵۰ درجه سانتی گراد در سایه و در آفتاب تا ۸۶ درجه سانتی گراد نیز می رسد. حداکثر درجه حرارت در ماههای تیر و مرداد میباشد. فصل گرما بین ۶ تا ۸ ماه بوده تغییرات روزانه درجه حرارت ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتیگراد می باشد.

### سرعت باد:

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

حد متوسط سرعت باد بین ۰/۹ تا ۱۷/۱ کیلومتر در ساعت و حداکثر ۹۰ کیلومتر در ساعت می باشد . گرد و غبار همراه با شن و ماسه و مقدار قابل ملاحظه ای رطوبت می باشد . تعداد روزهایی در سال که شدت گرد و غبار بحدی بوده که قدرت دید از یک کیلومتر یا کمتر تجاوز نمی کرده به این شرح است :

در فول – اندیمشک ۱۴ روز

اهواز ۶ روز

آبادان و خرمشهر ۳۴ روز

### بارندگی :

کل بارندگی سالیانه بین ۳۰ تا ۳۰۰ میلیمتر که اکثرا بشکل باران نم نم بدون اثر شستشو دهنده بوده و بیشتر بارندگی در اردیبهشت ماه می باشد .

بارندگی بین ۶۰ تا ۲۰۰ روز در سال ، مدت زمان بارندگی کوتاه بوده و از مهر تا اردیبهشت باران می بارد .

### رطوبت نسبی :

حد متوسط رطوبت روزانه بین ۲۱٪ تا ۶۷٪ و در ماههای آذر و دی به ۹۸٪ و گاهی تا ۱۰۰٪ نیز میرسد . خوزستان منطقه ای جلگه ای بوده که حدود ۳۰۰ کیلومتر طول ساحلی داشته در برخی از نقاط این جلگه گنبد های نمکی وجود دارد که در شور کردن اراضی و آبها تأثیر عمده دارند .

طی اعصار گذشته و قرون متمادی رسوبات ناشی از آبهای جاری به مرور از اراضی پست جنوبی و دهانه خلیج فارس انباشته شده و به مرور وسعت اراضی خشک جلگه ای خوزستان افزایش یافته و همچنین فرسایش طبیعی و تخریب مکانیکی موجب شده که تپه های شنی کم و بیش گسترده ای ایجاد شود . شن و ماسه با دانه های مختلف گرد و خاک و پراکندگی جامد یا مایع در یک گاز ، اغلب آلودگی و ناپاکی فعالی را بوجود می آورد . ضمنا باران شستشو دهنده وجود نداشته و سالهای وفور باران نادر است . اما رطوبت هوا مانند سایر مناطق ساحلی بسیار زیاد می باشد . میانگین نمکها (NaCl) بمقدار زیاد (۱۰ تا ۲۰ درصد)

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

و سولفات کلسیم (CaSO<sub>4</sub>) بمقدار کم بصورت پودر درون مرزی و بعضی اوقات تا صدها کیلومتر و حتی برون مرزی حمل می شود. بعبارت دیگر می تواند تحت تأثیر آلودگی ناشی از صحراهای عربستان قرار گیرد. عوامل فوق باعث گردیده که اغلب مناطق این استان، بخصوص مناطق ساحلی جزو مناطق با آلودگی زیاد و خیلی زیاد محسوب گردد. این آلودگی ها بیش از همه بر روی مقره ها اثر می گذارند و لازم است اثرات آنها مورد بررسی قرار گیرد.

مقره باید در شرایط غیر طبیعی آلودگی، شبنم، مه و باران و اضافه ولتاژها دارای استحکام الکتریکی و مکانیکی ویژه باشد تا بتواند نیروهای مکانیکی و الکترو دینامیکی را تحمل نماید. استقامت الکتریکی مقره به جنس و طول آن و استقامت مکانیکی به جنس و ضخامت آن بستگی دارد. لعاب روی سطح مقره که خواص صیقلی دارد از نیروی چسبندگی دود، ذرات و گرد و خاک میکاهد. رنگ لعاب عموماً قهوه ای انتخاب می شود تا از تشکیل شبنم جلوگیری نماید. سطح مقره باید صاف و صیقلی باشد قطر و برآمدگی سطح مقره بمنظور جلوگیری از فروپاشی طراحی می گردد. با این وجود آلودگی و رطوبت باعث پایین آمدن استقامت الکتریکی جنبی مقره بمیزان قابل ملاحظه ای میگردد. بطوریکه مقاومت مقره در آلودگی و رطوبت ممکن است به حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد حالت خشک برسد.

نتایج آزمایشات انجام شده بر روی مقره ۳۳ کیلوولت در آزمایشگاه فشار قوی سازمان آب و برق خوزستان بر روی مقره میخی ۳۳ کیلوولت که با توجه به استاندارد مربوطه صورت گرفته بشرح زیر میباشد:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ولتاژ شکست جنبی ایزولاتور KV	ولتاژ شروع عبور جریان KV	نوع آزمایش
۱۰۰	۶۰	حالت خشک بدون آلودگی
۸۰	۶۰	حالت خیس بدون آلودگی
۳۰	۲۵	حالت خیس با آلودگی کم
۱۰	۵	حالت خیس با آلودگی زیاد

جدول (۲)

### بررسی خطوط توزیع :

از آنجائیکه انتخاب نامناسب تجهیزات در تداوم سرویس شبکه های برق نقش اساسی دارند و مقرر بعنوان یکی از مهمترین تجهیزات مورد استفاده در شبکه نقشی حیاتی در پایداری خط دارد ، مقرر های مورد استفاده در خطوط فشار متوسط شبکه های توزیع نیرو را مورد بررسی قرار می دهیم .  
در شبکه های توزیع سه نوع ولتاژ ۱۱ و ۲۰ و ۳۳ کیلوولت در سراسر کشور وجود دارد مشخصات مقرر های مورد استفاده در خطوط توزیع با توجه به نوع خط مطابق جدول (۳) می باشد .

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

نوع خط	نوع مقره	Leakage distance mm	Low frequency Dry flash over KV	Low frequency wet flash over KV
۱۱ KV با مقره ثابت	میخی	۳۳۰	۹۵	۶۰
۱۱ KV با دو مقره بشقابی	بشقابی	۲*۲۹۲	۱۴۰	۷۵
۲۰ KV با مقره ثابت	میخی	۴۳۱/۸	۱۱۰	۷۰
۲۰ KV با دو مقره بشقابی	بشقابی	۲*۲۹۲	۱۴۰	۷۵
۲۰ KV با سه مقره بشقابی	بشقابی	۳*۲۹۲	۱۹۵	۱۱۵
۳۳ KV با مقره ثابت	میخی	۶۸۶	۱۴۰	۹۵
۳۳ KV به سه مقره بشقابی	بشقابی	۳*۲۹۲	۱۹۵	۱۱۵
۳۳ KV با چهار مقره بشقابی	بشقابی	۴*۲۹۲	۲۴۵	۱۵۵

جدول (۳)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

برای اینکه ببینیم شبکه های توزیع با مقره های موجود تا چه حد کارائی دارند ، با استفاده از فرمولهای زیر محاسبه لازم را انجام می دهیم :

$$\text{فاصله خزشی ویژه} = \frac{N \times (\text{Leakage distance})}{U \times 1.1}$$

N = تعداد مقره مورد استفاده

U = ولتاژ نامی ماکزیمم

۱,۱ = ضریب اطمینان

$$\text{ولتاژ سرویس} = \frac{E - 11}{U} * 2$$

E = ولتاژ جرقة تر

$$\text{نسبت ولتاژ سرویس به ولتاژ نامی} = \frac{US}{S}$$

پس از انجام محاسبات نتایج بدست آمده را می توان در جدول (۴) خلاصه نمود .

WikiPower.ir



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نسبت ولتاژ سرویس به ولتاژ نامی خط	ولتاژ سرویس KV	فاصله خزشی ویژه mm/KV	نوع خط
۱/۹	۲۲	۲۵/۹۷	۱۱ KV با مقره ثابت
۲/۶۴	۲۹/۰۹	۴۵/۹۶	۱۱ KV با مقره بشقابی
۱/۳	۲۶/۸	۱۸/۷	۲۰ KV با مقره ثابت
۱/۴۵	۲۹/۰۹	۲۵/۲۸	۲۰ KV با مقره بشقابی
۲/۳۶	۴۷/۲۷	۳۷/۹۲	۲۰ KV با سه مقره بشقابی
۱/۱	۳۸	۱۸/۰۷	۳۳ KV با مقره ثابت
۱/۳۶	۴۷	۲۳/۰۸	۳۳ KV با سه مقره بشقابی
۱/۹	۶۵/۵	۳۰/۷۷	۳۳ KV با چهار مقره بشقابی

جدول (۴)

با مقایسه جدول (۱) و (۴) نتایج زیر بدست می آید :

- ۱- فاصله خزشی ویژه و ولتاژ سرویس بدست آمده در شبکه ۱۱ کیلوولت با مقره ثابت برای مناطق با آلودگی نوع زیاد و مرطوب مناسب می باشد .
- ۲- شبکه ۱۱ کیلوولت با دو مقره بشقابی برای مناطق با آلودگی و رطوبت خیلی زیاد مناسب می باشد .

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳- شبکه های ۲۰ کیلوولت طراحی شده با مقره ثابت ، برای مناطق با آلودگی کم و در صد رطوبت پایین مناسب است و برای مناطق با آلودگی زیاد و درصد رطوبت بالا مناسب نمی باشد .

۴- شبکه های ۲۰ کیلوولت طراحی شده با دو مقره بشقابی برای مناطق با آلودگی زیاد و رطوبت کم مناسب می باشد و برای مناطق دارای آلودگی یا رطوبت خیلی زیاد مناسب نمی باشد .

۵- شبکه های ۲۰ کیلوولت طراحی شده با مقره بشقابی برای مناطق با آلودگی و رطوبت زیاد مناسب می باشد.

۶- شبکه های ۳۳ کیلوولت طراحی شده با مقره ثابت برای مناطق با آلودگی کم و درصد رطوبت پایین مناسب می باشد و برای مناطق با آلودگی زیاد و درصد رطوبت بالا مناسب نیست .

۷- شبکه های ۳۳ کیلوولت طراحی شده با ۳ مقره بشقابی برای مناطق با آلودگی زیاد و درصد رطوبت بالا مناسب نیست ، اما برای مناطق با آلودگی کم و نیمه مرطوب مناسب است .

۸- شبکه ۳۳ کیلوولت طراحی شده با ۴ مقره بشقابی برای مناطق با آلودگی زیاد و درصد رطوبت بالا مناسب می باشد .

در عمل نیز شبکه های ۱۱ کیلوولت موجود از پایداری نسبتا خوبی برخوردار هستند ، اما بهره برداری از شبکه های ۲۰ و ۳۳ کیلوولت در مناطق ساحلی و مناطقی که دارای آلودگی و رطوبت بالا هستند و نیز در نواحی صنعتی با مشکلاتی همراه می باشد و در اولین بارندگی های سال و هنگام بالا بودن میزان رطوبت و شرجی خاموشیهای وسیعی را به شبکه تحمیل می نمایند .

از آنجائیکه شبکه های توزیع عموماً با استفاده از مقره های میخی ساخته شده اند و امکان تغییر آنها وجود ندارد و احداث خطوط با مقره بشقابی در مناطق شهری با محدودیت هایی همراه می باشد ، استفاده از مقره بشقابی به خطوط خارج از شهر و خاص و نیز برای طرحهای کششی محدود می گردد. بنابراین لازم است با توجه به میزان و نوع آلودگی هر منطقه ، مقره میخی مناسب با آن منطقه طراحی و مورد استفاده قرار گیرد . تاکنون هیچگونه مطالعه علمی بر روی میزان و نوع آلودگی مناطق مختلف ایران و از جمله

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مناطق ساحلی صورت نگرفته است. (اخیرا مطالعاتی در خوزستان در حال انجام است که هنوز به نتیجه نهائی نرسیده است). اما با توجه به اعداد تجربی موجود، آلودگی مناطق ساحلی خوزستان از نوع زیاد می باشد که براساس آن میزان فاصله خزشی ویژه مورد نیاز برای طراحی مقره از جدول شماره (۱) استخراج و Leakage distance مقره برابر ۳۴/۵ اینچ محاسبه گردیده است. مشخصات مقره محاسبه شده مطابق با استاندارد ASA CLASS 56-5 می باشد و پارامترهای مهم آن عبارتند از:

Leakage distance 867mm

Low frequency Dry Flash over 175kv

Low frequency wet flash over 125kv

این نوع مقره با همکاری مقره سازی مانه برای اولین بار در ایران ساخته شده و کلیه مراحل تست و آزمایشات مربوطه را مطابق با استاندارد IEC و تستهای آلودگی را با موفقیت پشت سر گذاشته و تعدادی از آن نیز در خطوط توزیع خوزستان مورد استفاده قرار گرفته که دارای کارایی مناسب و بالایی بوده است

در مورد خطوط ۲۰ کیلوولت نیز استفاده از مقره های ۳۳ کیلوولت قدیمی، برای مناطق ساحلی دارای آلودگی زیاد، و استفاده از مقره های جدید طراحی شده، برای مناطق دارای آلودگی خیلی زیاد، مناسب می باشد. ضمناً استفاده از مقره های کمپوزیت در مناطق آلوده نیز در دست بررسی می باشد که در صورت ساخت و آزمایش مقره های میخی کمپوزیت و مناسب بودن آنها، لازم است مورد توجه قرار گیرد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نتیجه :

آلودگی و رطوبت بر کلیه تجهیزات شبکه بخصوص مقره ها اثرات سوء داشته و مانع از کارکرد طبیعی آنها می گردد . این اثرات در مناطق ساحلی بدلیل وجود نمک و رطوبت بسیار شدید بوده و باعث ایجاد قوس الکتریکی و بروز اختلال در شبکه های برق می گردند .

بررسی های انجام شده بر روی شبکه های توزیع نیرو نشان می دهد که مقره های مورد استفاده در شبکه های ۲۰ و ۳۳ کیلوولت برای مناطق دارای آلودگی سنگین و مناطق ساحلی مناسب نبوده و انتخاب مقره و طراحی شبکه بصورت اصولی انجام نشده است و لازم است بمنظور تداوم سرویس مشترکین ، شبکه ها با در نظر گرفتن پارامتر آلودگی طراحی شده و انتخاب مقره بصورت صحیح انجام گیرد.

در این خصوص نیاز به طراحی و استفاده از مقره های میخی متناسب با نوع آلودگی می باشد و لازم است استفاده از مقره های کمپوزیت نیز مورد توجه و بررسی قرار می گیرد .



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## فصل چهارم

شناسائی روند پیری عایق ماشینهای الکتریکی بر اساس اندازه گیری تخلیه الکتریکی

جزئی



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

چکیده :

در این فصل نتایج آزمایشاتی آمده است که چگونگی آسیب دیدن عایق ماشینهای الکتریکی فشار قوی را تحت تاثیر نیروهای الکتریکی ، حرارتی و مکانیکی نشان میدهد . روند تخریب عایق در مدت پیری توسط اندازه گیری تخلیه الکتریکی جزئی ( on line ) مورد بررسی و دقت قرار مورد بررسی و دقت قرار گرفته است . نتایج انجام این آزمایشات در درجه حرارت محیط و ۹۰ درجه سانتیگراد در [1] آمده است ، و این فصل نتیجه ادامه این آزمایشات را که در ۱۳۰ درجه سانتیگراد صورت گرفته نیز میپوشاند .



## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

### مقدمه :

سیستم عایقی ماشینهای الکتریکی که بسته به نوع کاربرد و شرایط کار ماشین از ساختار و ترکیبات مختلفی تشکیل میشود در حین بهره برداری تحت تاثیر نیروهای متفاوت و متناوبی قرار میگیرد که در مقایسه با سایر تجهیزات فشار قوی از نسبت شدید تری برخوردار میباشند. اهم این نیروها عبارتند از تنشهای الکتریکی، مکانیکی، حرارتی، و ترمومکانیکی. نیروهای الکترو مکانیکی نه تنها موجب تنشهای مکانیکی متناوب در عایق (ارتعاش) میباشند. بلکه ایجاد نیروهای خمشی در انتهای شینها (در محل خروج از شیار ماشین) مینمایند و در این میان درجه حرارت ماشین نقش مهمی در چگونگی اثر این نیروها بر سیستم عایقی دارد. فشار الکتریکی نیز موجب ایجاد تخلیه الکتریکی جزئی در عایق و نقاط آسیب دیده آن میشود. که در انتها به تخریب سیستم عایقی می انجامد (۲) این تخلیه ها علاوه بر اثرات مخرب خود وسیله ای جهت شناسائی وضعیت عایقی بوده و یک پارامتر مهم اندازه گیری محسوب میشوند. جهت بررسی پیری و نحوه رشد عیوب در سیستم عایقی ماشین لزوم جمع آوری اطلاعات پیرامون رفتار عایق تحت تاثیر منفرد یا جمعی این نیروها و روند رشد تخلیه الکتریکی جزئی در طی مدت پیری ضروری بنظر میرسد. با توجه به کاربرد کامپیوتر در اندازه گیری تخلیه الکتریکی جزئی و کاربرد سیستمهای هوشمند در این زمینه و همچنین با داشتن الگوهای خاص عیب شناسی میتوان چگونگی آغاز تخریب نوع و محل آن و چگونگی رشد آن را شناخت و از نتایج آن در طراحی و بهره برداری استفاده نمود.

### ساختار شینهای مورد آزمایش

شینهای آزمایشی دارای هادی یکپارچه آلومینیوم بطول ۱۶۰ سانتیمتر و سطح مقطع  $۱۰ \times ۵۰$  میلیمتر مربع میباشند و کناره های مقطع آن به شعاع یک میلیمتر گرد شده اند. عایقکاری شینها توسط یکی از کارخانجات ساخت ژنراتور انجام گردیده و متشکل از باند میکا با نگهدارنده بافت شیشه و رزین ایوکسی که

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

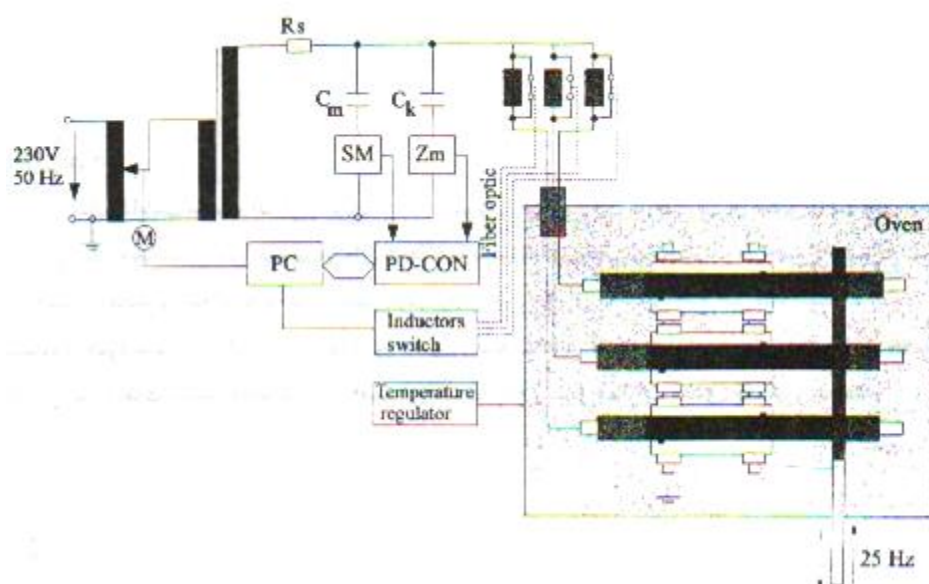
به وسیله سیستم خلاء و فشار سخت گردیده اند. انتخاب هادی آلومینیوم این امکان را میدهد که برای سریع پیر کردن شین نیروی ترمومکانیکی بیشتری را در آن ایجاد نمود، بدون آنکه لازم باشد درجه حرارت آزمایش را از حد مجاز عایق (۱۵۵ درجه سانتیگراد) بالاتر برد.

### ماشین پیرسازی شین

شکل ۱ این ماشین را نشان می دهد. در این ماشین شینهای مورد آزمایش میتوانند توسط تنشهای منفرد یا ترکیبی الکتریکی (تا دو برابر ولتاژ نامی) حرارتی (۲۰ الی ۱۵۵ درجه سانتیگراد) و مکانیکی (ارتعاش با فرکانس ۲۵ سیکل در ثانیه) پیر شوند. نیروی خمشی وارد شده بر شین میتواند با تغییر دامنه ارتعاش تنظیم گردد. درجه حرارت توسط سنسورهای حرارتی که در هفت نقطه ماشین قرار گرفته اند کنترل میگردد. ولتاژ الکتریکی نیز توسط سیستم کنترلی تثبیت شده و ولتاژ در حین اندازه گیری تخلیه الکتریکی در چهار سطح مختلف (از ولتاژ نامی تا دو برابر ولتاژ نامی) تنظیم میگردد. سیستم اندازه گیری تخلیه الکتریکی [3] دارای پهنای باند ۵۰ الی ۸۰۰ کیلو هرتز بوده و قادر به اندازه گیری تخلیه های الکتریکی ۱۰ پیکو کلمب الی ۵۰۰ نانو کولمب تا فرکانس ۳۰۰ کیلو سیکل در ثانیه میباشد در هنگام آزمایش هر شین جهت جلوگیری از تداخل سیگنالهای تخلیه مربوط به شینهای مجاور از فیلترهای اندوکتیوی استفاده گردیده است که سیگنالهای شینهای مجاور را با ضریب ۰/۹۰ حذف مینمایند. اندازه گیری تخلیه الکتریکی یک الی چهار بار در شبانه روز بصورت خودکار و زنده on line انجام میگردد. در هر سری از آزمایشات یکی از شینهای مورد آزمایش قطعه به قطعه [4] قرار میگردد تا نحوه توزیع تخریب در طول شین بررسی گردد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل ۱: ماشین پیری که در آن شینه های آزمایشی تحت نیروهای الکتریکی، مکانیکی و حرارتی قرار می گیرد.

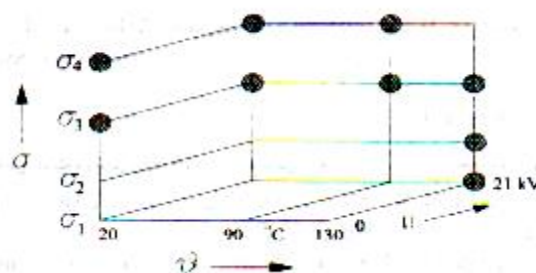
### نتایج آزمایشات

در کل آزمایشات، شینه ها در ۹ مرحله (شکل ۲) و مجموعاً در ۱۰۰۰۰ ساعت پیر میشوند نتایج آزمایشاتی که منجر به شکست کامل عایق گردیده اند در شکل ۳ آمده است. این شکل نشان میدهد که شینه های آزمایشی در ۱۳۰ درجه سانتیگراد (تخت تنش الکتریکی و مکانیکی یکسان) دارای طول عمری حدود یکدهم شینه های پیر شده در درجه حرارت محیط و ۹۰ درجه سانتیگراد میباشد. اما از این شکل به هیچوجه نمیتوان به نحو ایجاد و رشد عیب در طول مدت پیری و محل آغاز تخریب و حوزه گسترش آن پی برد. ولی نتایج آزمایشات تخلیه الکتریکی میتواند به این سئوالات پاسخ لازم را بدهد.

شکل ۴ تعداد و جمع بار تخلیه های الکتریکی شینه ها را در مدت پیری نشان میدهد. شینه ها در سه درجه حرارت متفاوت (۲۰ و ۹۰ و ۱۳۰ درجه سانتیگراد) تحت تنشهای الکتریکی و مکانیکی قرار گرفته اند. نمودارها نشان میدهند که دوران پیری شین از دو مرحله تشکیل میگردد. در مرحله اول تخلیه الکتریکی در عایق تقریباً ثابت باقی میماند تا اینکه اولین آثار خستگی عایق تحت تاثیر نیروهای مکانیکی و

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

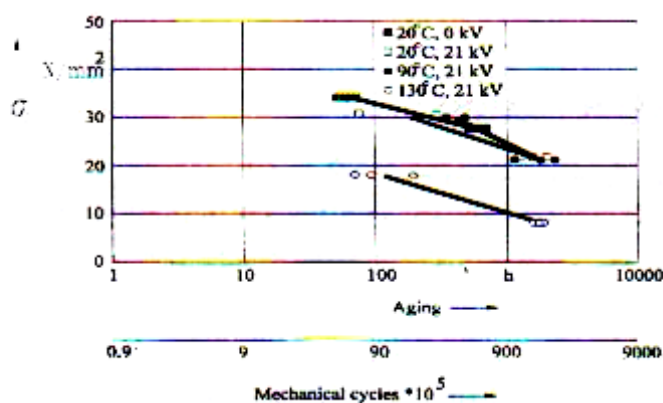
ترمو مکانیکی ظاهر میشود [5]. از این مرحله به بعد رشد تخلیه الکتریکی در عایق بصورت تصاعدی پیشرفته تا به شکست کامل عایق منتهی میگردد. طول مدت مرحله اول ( در تنش مکانیکی ثابت ) بستگی به درجه حرارت دارد و بهترین نتیجه برای شینه های پیر شده در ۹۰ درجه سانتیگراد بدست آمده اند و طول مدت مرحله دوم بستگی به سرعت رشد کاناتل تخلیه الکتریکی دارد. این موضوع از بررسی تغییرات دامنه بار الکتریکی در ولتاژ متفاوت بدست آمده است.



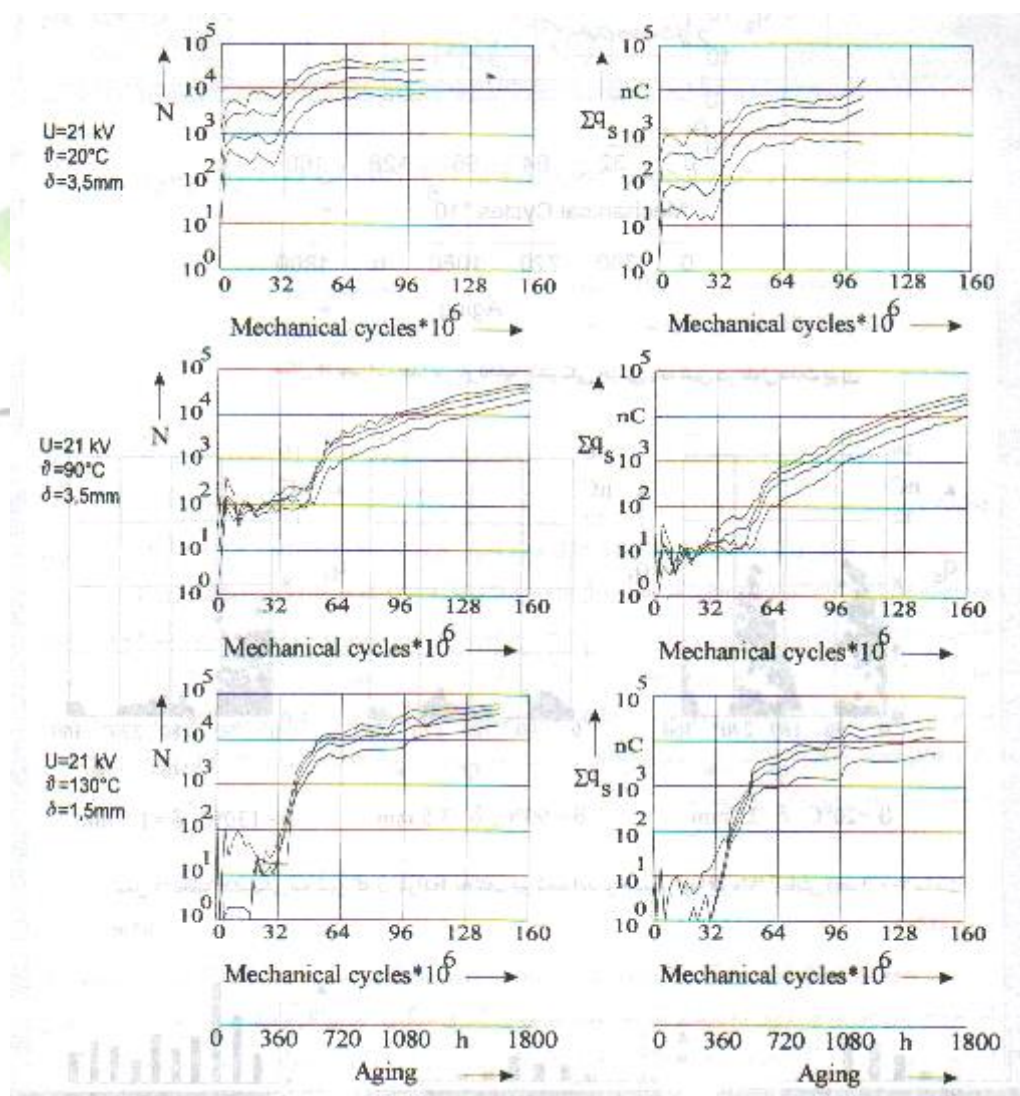
شکل ۲: این نمودار تنشهای اعمالی (منفرد و ترکیبی) به شینه ها را نشان می دهد.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم



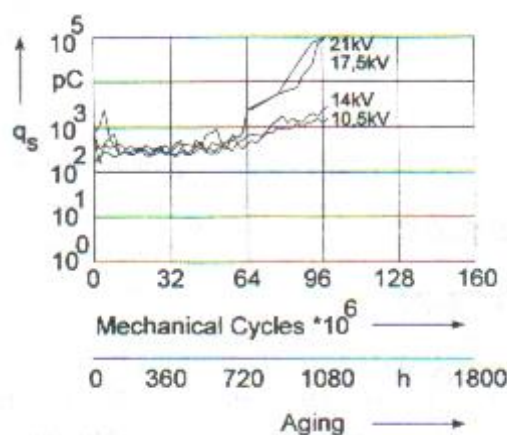
شکل ۳: طول عمر شینه های آزمایش شده بر حسب نیروهای مکانیکی، الکتریکی و حرارتی اعمال شده



شکل ۴: تغییرات تعداد و جمع بارهای تخلیه الکتریکی سه شین که در شرایط مختلف پیر شده اند.

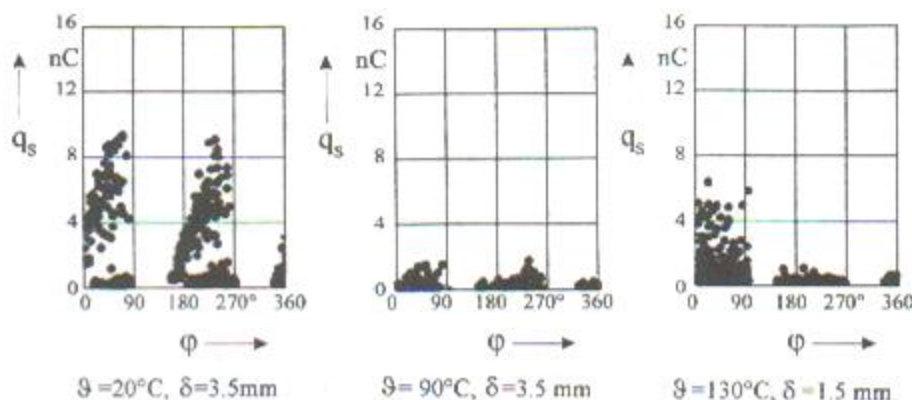
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

شکل ۵ تغییرات حداکثر بار الکتریکی تخلیه های مربوط به یک شین پیر شده در ۹۰ درجه سانتیگراد را نشان میدهد. تفاوت فاحشی که بین دامنه بار تخلیه ها در ولتاژهای ۱۰/۵ الی ۲۱ کیلوولت دیده میشود حاکی از آنست که کانال تخلیه در این شین سریعاً رشد نموده که در نتیجه احتیاج به ولتاژ بیشتری جهت آغاز تخلیه الکتریکی دارد. [6] نمودارهای تخلیه الکتریکی نسبت به فاز ولتاژ اعمالی نیز حاکی از محل پدیدار شدن عیب در شین میباشد. شکل ۶ این نمودار های دو بعدی را برای سه شین بعد از ۶۰۰ ساعت پیری نشان میدهد. تفاوت تخلیه ها در نیم سیکلهای مثبت و منفی و همچنین دامنه تخلیه های الکتریکی نشانگر این عایق پیر شده در درجه حرارت محیط از سطوح میانی و خارجی شروع به تخریب نموده ( این موضوع توسط عکسبرداری از محل تخریب نیز تأیید گردیده است. ) در صورتیکه شین پیر شده در ۱۳۰ درجه سانتیگراد از سطوح داخلی بین هادی و عایق آغاز عیب کرده است. شکل ۷ نیز نتایج بدست آمده از آزمایش تخلیه الکتریکی در قطعات مختلف سه شین را نشان میدهد. نتایج حاکی از آنست که شین پیر شده در ۹۰ درجه سانتیگراد حتی بعد از دو برابر ارتعاش نسبت به دوشین دیگر (  $2 \times 10^8$  سیکل مکانیکی ) حداقل تخریب را دارا بوده و شین پیر شده در درجه حرارت محیط ( ۲۰ درجه سانتیگراد ) دارای تخریب شدید موضعی در محل اعمال نیروهای مکانیکی و شین پیر شده در ۱۳۰ درجه سانتیگراد بیشترین تخریب را در کل طول شین داشته است.

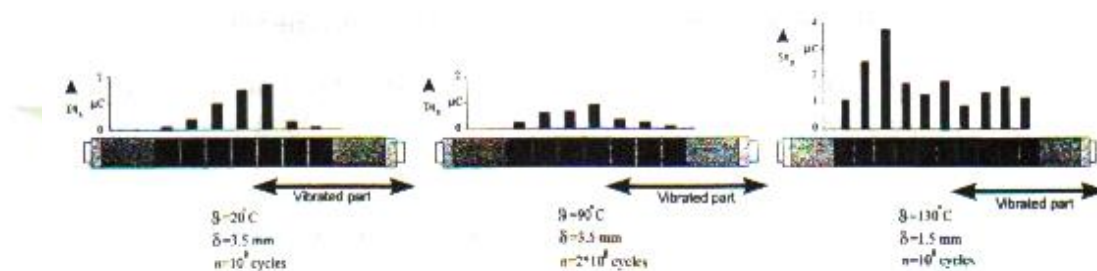


شکل ۵: تغییرات حداکثر بار تخلیه الکتریکی جزئی یک شین در طول مدت پیری

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۶: تخلیه الکتریکی سه شین که در شرایط مختلف پیر شده اند بر حسب زاویه فاز ولتاژ آزمایش (بعد از ۶۰۰ ساعت پیری)



شکل ۷: جمع بار تخلیه الکتریکی در قطعات سه شین پیر شده در شرایط مختلف

### نتیجه گیری

این آزمایشات قابلیت سیستم اندازه گیری تخلیه الکتریکی جزئی را در بررسی پیری عایق ماشینهای الکتریکی فشار قوی نشان میدهد. از این سیستم میتوان در مقایسه سیستمهای عایقی متفاوت (در طراحی و تولید) و در بررسی تاثیر تنشهای مختلفی که بسته به نوع ماشین و نوع بهره برداری آن به عایق وارد می آید استفاده نمود کاربرد سیستمهای خبره میتواند در آزمایشات دوره ای ماشین (بصورت off line) و یا در اندازه گیریهای دائم (بصورت on line) و وضعیت ماشین خبر داده و از بروز خسارات جدی جلوگیری نماید.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

#### منابع:

- 1- 1- Nagashan. M. R., Peier. D., Partial Discharge in Rotating Machine Stator insulation during Accelerated Aging Tests, ISH 95, Paper 5618
- 2- 2- Kim. Y.J., Nelson. J.K., Assesment of Deterioration in Epoxy-Mica Insulation, IEEE trans. El. Vol. 27, No. 5, 1992
- 3- 3- Naghashan. M. R., Peier. D., A Broadband Computer Aided Partial Discharge Measuring System for Rotating Machines Stator Insulation, 8th International Power System Conference, Nov. 1993, Tehran
- 4- 4- Naghashan. M. R., Engsl. K.,  
اندازه گیری مداوم تخلیه الکتریکی ناقص جهت ارزیابی پیری شینه های آزمایشی با عایق دهمین کنفرانس  
بین المللی برق ۱۳۷۴. تهران
- 5- 5- Futakawa. A., Hirabayashi. S., Mechanical Fatigue characteristics of High Voltage Generator Insulation, IEEE. Trans. El. Vol. 13, No. 6, 1978
- 6- 6- Naghashan. M. R., Engel. K., Peier. D., Isolationszustandsbestimmung durch TE-Monitoring am Beispiel von Maschinenisolation, ETG-Fachbericht 56 Teilentladungserfassung an elektrischen Isoliersystemen, 1995, Esslingen, Germany

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## فصل پنجم

بررسی عوامل مؤثر در فرسودگی روغن ترانسفورماتورها



## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

### مقدمه :

ترانسهای برق دارای مقدار قابل ملاحظه ای روغن می باشند . برای نمونه یک ترانس ۴۰۰ کیلوولت ممکن است ۱۵۰۰۰۰ لیتر روغن معدنی داشته باشد . با توجه به نقش مهمی که روغن در عمر ترانس ایفا می کند و با مقایسه قیمت روغن که بین ۱/۴ تا ۱/۳۰ قیمت خود ترانس است لذا رسیدگی به روغن کاملا منطقی و اساسی به نظر می رسد .

روغن دارای دو نقش اساسی ، یکی عایقی و دیگری خنک کنندگی ، است . برای اینکه روغن خنک کننده خوبی باشد باید ویسکوزیته پایینی داشته باشد . همچنین دارای قابلیت هدایت گرمایی خوبی نیز باشد . ضمنا بررسی قابلیت اشتعال آنها نیز بحث مهمی است که باید بدان توجه کافی شود .

با توجه به اینکه تولید روغن های ترانس از مواد نفتی صورت می گیرد ، نوع نفت خامی که در ساخت و تولید استفاده می شود و همچنین طریق تولید آن بسیار مهم است .

در سطح دنیا تعداد انگشت شماری تولید کننده روغن ترانس وجود دارد که از میان آنها شرکت هایی که از نفت خاک خاورمیانه استفاده می کنند به لحاظ پارافینیک بودن آن از سطح کیفیت مطلوبی برخوردار نبوده و در عوض شرکت هایی که از نفت خام کشور و نزوئلا استفاده می کنند به خاطر نفتینیک بودن آن در زمره شرکت های موفق تولید کننده روغن ترانس قرار گرفته اند .

### شرح:

در گذشته روغن های اولیه که در ترانسها بکار می رفت از نفت خام با پایه پارافینی بود که چون از اکسیداسیون آنها لایه ای از لجن غیر حلال در کف ترانس تولید می شد ، این امر موجب افزایش ویسکوزیته روغن و کاهش سیالیت آن می گردید و تبادل گرمایی را کاهش می داد و باعث گرم شدن ترانس و افت باردهی آن می گشت بنابراین روغن های پارافینی جای خود را رفته رفته به روغن های نفتینیک داد .



## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

این نوع روغن علی‌رغم اینکه سرعت اکسیداسیون آنها در مقایسه با نوع قبلی بیشتر است اما لجنی که حاصل می‌شود در روغن نفتنیک حلال بوده و در کاغذ رسوب نمی‌کند و همچنین تغییرات سریع ویسکوزیته نفتنیک‌ها با درجه حرارت (با رابطه مستقیم) و کاهش ویسکوزیته بر اثر کاهش دما و در نتیجه گردش با سرعت بیشتر آن و خنک شدن ترانس، اشکالات کمتری را بوجود می‌آورد. اصولاً روغنهای معدنی به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند:

۱- پارافینیکها PARAFINICS: این نوع روغن‌ها که هیدروکربورهای پارافینی هستند دارای غلظت خوب در دمای پائین و لغزندگی بسیار خوب برای بعضی از قسمتهای ترانس مثل تپ چنجر ترانس می‌باشد. نفت خاک کشور ایران از این نوع بوده که مناسب استفاده در ساخت و تولید روغن ترانس نمی‌باشد. زیرا همانگونه که ذکر شد لجن را در خود حل ننموده و در کف ترانس ته نشین شده و تولید رسوب می‌نماید.

هیدروکربورهای پارافینی دارای وزن مخصوص کمتری در مقایسه با هیدروکربورهای معطر با همان نقطه جوش می‌باشند و ثبات آنها در مقابل تغییرات شیمیایی و اکسایش خیلی زیاد است و دمای شعله روی آنها نسبتاً پایین است.

۲- نفتنیکها NAFTANICS: این نوع روغن‌ها از ترکیبات حلقوی اشباع شده تشکیل می‌شوند و دارای چگالی (دانسیته) و چسبندگی (ویسکوزیته) بسیار خوبی بوده و لجن حاصل از کاغذ و لاک و ... را در خود حل می‌نماید که رنگ ارغوانی حاکی از همین امر می‌باشد. این نوع روغن از تولید رسوب جلوگیری می‌کند و تنها اشکال آنها تجزیه شدن در حرارت خیلی زیاد است.

۳- آروماتیکها AROMATICS: که از ترکیبات حلقوی هستند و به دلیل چسبندگی بسیار خوبی که دارند گازهای ایجاد شده در ترانسفورماتور را در خود حل می‌نمایند. از معایب این نوع روغن ایجاد ضایعات زیست محیطی و انسانی و ایجاد سرطان است خصوصاً وقتی که ترکیبات آنها حلقوی با پیوند سه گانه یا بیشتر است.

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

هیدروکربوهای معطر دارای وزن مخصوص بیشتری نسبت به گروههای قبلی بوده و در برابر حرارت خیلی پایدار است و در دمای محیط فعال می باشد. این نوع هیدروکربورها دارای درصد کربن بیشتری هستند. با افزایش درجه حرارت، روغن ترانس از بین رفته و کاغذ مصرف شده نیز تخریب می گردد و همچنین رطوبت در ترانس تولید می نماید. رطوبت حاصله به همراه اکسیژن (هوا) موجب از بین رفتن خواص فیزیکی، شیمیایی و الکتریکی روغن می شود.

اکسیژن در تماس با روغن تولید اسید و ترکیبات قطبی نموده و سرعت این فرآیند با ازدیاد گرما بیشتر می شود و ایجاد لجن محصول نهایی اکسید شدن روغن می باشد که منجر به از بین رفتن ثبات دی الکتریک ترانس می شود.

اولین علامت تغییر وضعیت روغن، تغییرات رنگ آن است. وقتی که روغن اکسید شد اسیدهایی تولید می شوند که باعث ایجاد تغییرات ملکولی شده و کشش سطحی روغن را کاهش می دهد. حضور آب در روغن بصورت یک کاتالیزور جلوه گر شده و مقاومت عایقی را کاهش داده و باعث افزایش تانژانت دلتا می گردد. رطوبت روغن و ذرات معلق در آن با تصفیه فیزیکی حذف می شود که این عمل با استفاده از فیلتر، حرارت و در خلاء صورت می گیرد. گازهای حل شده در روغن نیز در عمل سیرکولاسیون گرفته می شود و یا با تصفیه شیمیایی می توان ناخالصیهای موجود در روغن را از بین برد و روغنی که به رنگ کاملاً تیره (سیاه) است را به حالت شفاف رسانیده.

یکی از روشهای تعیین سلامت روغن ترانس آنالیز گازهای محلول در آن است. زیرا قدمت ترانس و عدم بهره برداری مناسب از آن و همچنین عبور جریانهای مکرر اتصال کوتاه همگی موجب ایجاد نقاط داغ و تولید گاز در روغن می گردند و پیری آن سبب می شوند.

با بررسی این گازها می توان به احتمال وجود عیب داخلی تعیین نوع و وسعت عیب و تصمیم گیری در مورد چگونگی رفع عیوب پی برد.

اصولاً علت تولید گاز در روغن بصورت زیر دسته بندی می شود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

عامل ایجاد کننده	کرونا	حرارت زیاد روغن	حرارت زیاد کاغذ	حرارت بالای ۱۲۰ درجه روغن
------------------	-------	-----------------	-----------------	------------------------------

ضمناً عبور جریانهای شدید اتصال کوتاه مکرر و در فواصل زمانی کم (پی درپی) از سیم پیچهای ترانس باعث سرعت زیاد افزایش دامنه و بزرگی اندازه آن به شدت باعث ازدیاد درجه حرارت سیم پیچها و به تبع افزایش دمای روغن ترانس می شود. این درجه حرارت که خیلی زود از مرز ۱۵۰ درجه سانتی گراد می گذرد چون بعد از قطع حفاظتی کلیدها با سرعت کمتری تقلیل می یابد (بین ۱۰ تا ۱۵ دقیقه) اگر قبل از خنک شدن عایقهای ترانس (از جمله روغن) جریان اتصال کوتاه دیگری مجدداً برقرار شود دما تندتر از گذشته افزایش پیدا کرده و باعث کاهش کیفیت فیزیکی روغن و کاغذ (مانند جذب بیشتر رطوبت) و کیفیت شیمیایی (اکسید شدن روغن - ایجاد نقاط داغ HOTSPOT و تولید گاز - تجزیه روغن) می گردد.

اما یکی از جالب ترین نتایج بدست آمده از بررسی روغن رابطه بین ضریب دی الکتریک روغن در فرکانس های خیلی زیاد (حدود فرکانس نور) و فرکانس های خیلی پایین است. این رابطه تعیین کننده ذرات معلق قطبی در روغن است که در فرکانس پایین همراه با تغییرات سینوسی ولتاژ در جهت میدان می چرخد (این ذرات در فرکانسهای بالا فرصت چرخش پیدا نمی کنند) و با عدد پولاریزاسیون تعریف می شود. با اکسید شدن روغن ذرات پولار (polar) یا قطبی بوجود می آید که باعث ازدیاد اسید روغن می شود.

این ذرات کشش سطحی بین آب و روغن را زیاد کرده و رنگ روغن را تیره می کند و لذا برای تعیین عمر روغن ترانس و میزان پیری آن می تواند بکار رود.

اما هیچکدام از عوامل عنوان شده به اندازه دمای زیاد روی اکسید شدن روغن و پیر شدن آن تأثیر ندارند. مخصوصاً اگر در مجاورت اکسیژن بوده و کاتالیزورهای مس و آهن نیز حضور داشته باشند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در حال حاضر ترانسهایی که در شبکه مورد استفاده قرار می گیرند از کلاس عایقی A برخوردار هستند در این کلاس عایقی حداکثر درجه حرارت گرمترین قسمت ترانس که سیم پیچها می باشند نباید بیشتر از  $105^{\circ}C$  شود. طبق استاندارد IEC مقادیری به عنوان استاندارد برای درجه حرارت محیط و ترانس در نظر گرفته شده که به شرح زیر می باشد:

#### شرایط محیطی:

(a) حداکثر درجه حرارت مطلق محیط:  $40^{\circ}C$

(b) حداکثر درجه حرارت متوسط روزانه:  $30^{\circ}C$

(c) حداکثر درجه حرارت وزنی سالیانه:  $20^{\circ}C$

(d) حداکثر ارتفاع از سطح دریا: 1000 m

#### شرایط ترانس:

(e) حداکثر حرارت روغن بالای ترانس:  $60^{\circ}C$

(f) حداکثر حرارت سیم پیچ ترانس:  $65^{\circ}C$

(g) متوسط افزایش حرارت روغن  $e = 0.8$ :  $48^{\circ}C$

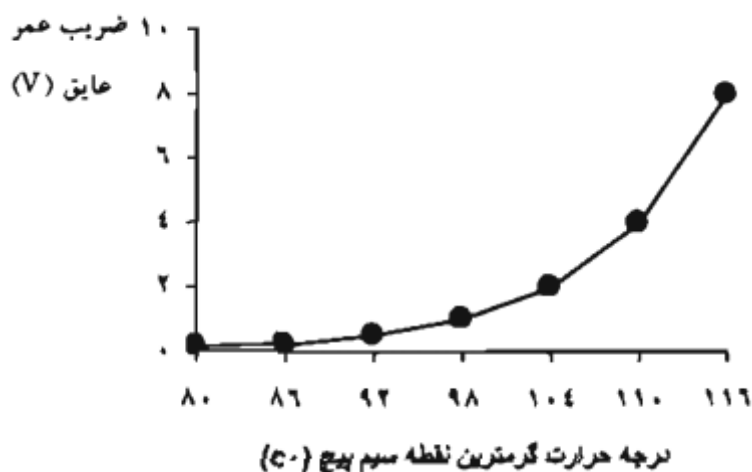
(h) گرادیان سیم پیچی  $= -h = \Delta\theta_o$ :  $40^{\circ}C$

(i) گرادیان گرمترین نقطه سیم پیچ  $= \frac{0}{1\Delta\theta_o} = \frac{1^{\circ}c}{7}$

(j) حرارت گرمترین نقطه ترانس در بارنامی  $= (98^{\circ}C/7) C+f+h+i$

(مانند نمودار زیر)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



جدول تغییرات فساد عایقی نسبت به تغییرات درجه حرارت سیم پیچی بصورت زیر است :

درجه حرارت	ضریب عمر عایق (V)
۸۰	۰/۱۲۵
۸۶	۰/۲۵
۹۲	۰/۵
۹۸	۱
۱۰۴	۲
۱۱۰	۴
۱۱۶	۸
۱۲۲	۱۶
۱۲۸	۳۲

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱۳۴	۶۴
۱۴۰	۱۲۸

از روی منحنی فوق پیداست که برطبق استاندارد در درجه حرارت سیم پیچی  $98^{\circ}C$  فساد عایقی نامی برای ترانس اتفاق می افتد و در یک محدوده دمایی تا  $140^{\circ}C$  فساد عایقی افزایش می یابد و به ازای هر  $6^{\circ}C$  دو برابر می شود و هر چه کاهش حرارت از مقدار نامی کمتر باشد کاهش شیب منحنی فساد عایقی به میزان افزایش آن نخواهد بود و بالاخره در  $30^{\circ}C$  فساد عایقی به  $\frac{1}{8}$  برابر مقدار نامی خواهد رسید .

$$V = \frac{\text{ضرب عمر عایقی در درجه حرارت } \theta_C}{\text{ضرب عمر عایقی در درجه حرارت } \theta_{Cr}}$$

$$\text{یعنی: } \text{ضرب عمر عایقی} = 2 \frac{\theta_{Cr} - \theta_C}{6}$$

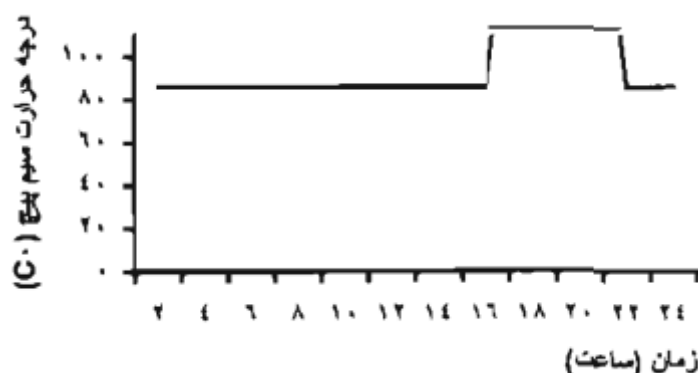
$$\text{یعنی: } \theta_C = 98 + 19/93 \log V$$

$$\theta_C = \text{گرمترین درجه حرارت سیم پیچ}$$

$$\theta_C = \text{گرمترین درجه حرارت سیم پیچ که فساد عایقی نامی اتفاق می افتد که } 98^{\circ}C \text{ است .}$$

همانگونه که ملاحظه شد منحنی فساد عایقی ترانس یک منحنی غیر خطی است که تغییر درجه حرارت محیط در حوالی مقدار متوسط در یک پریود مشخص (و با یک ضریب ثابت) موجب تغییر درجه حرارت نقطه داغ سیم پیچ شده که به همان نسبت روی پیری عایقی ترانس اثر می گذارد به عنوان مثال اگر ترانسی ۱۸ ساعت با حرارت سیم پیچ زیر مقدار نامی (مثلاً  $86^{\circ}C$ ) کار کند و ۶ ساعت در شرایط پیک بار با حرارت سیم پیچ بالاتر  $(104^{\circ}C)$  کار کند عمر آن ۴۵٪ بیشتر از حد نرمال خود خواهد شد .

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



تحت این شرایط اگر سطح زیر منحنی را بر کل زمان بازدهی ترانس که ۲۴ ساعت است تقسیم کنیم درجه حرارت متوسط روزانه سیم پیچ برابر  $90^{\circ}C$  بدست می آید و از روی رابطه  $\theta_2$  می توان حرارت وزنی سیم پیچ را حساب نمود یعنی :

$$\theta_c = 98 + 19/93 \log(\varepsilon/687) = 95^{\circ}C$$

که از حرارت متوسط روزانه به مقدار  $5^{\circ}C$  بیشتر است .

برای بدست آوردن درجه حرارت وزنی محیط ابتدا درجه حرارتهای متوسط ماهیانه را باید بدست آورد اگر  $\theta'_a$  درجه حرارت وزنی محیط و  $\theta_a$  درجه حرارت متوسط محیط باشد رابطه زیر بدست می آید :

$$2\theta'_a /' = \frac{1}{t} \int 2\theta_a /' dt$$

که با تقسیم زمان به n قسمت مساوی رابطه ساده زیر به دست می آید :

$$2\theta'_a /' = \frac{1}{n} \sum^n 2\theta_a /'$$

چنانچه n را برابر ۱۲ ماه قرار دهیم و  $\theta_a$  را که طبق استاندارد درجه حرارت متوسط سالیانه است برای تمام ماهها برابر  $20^{\circ}C$  فرض کنیم درجه حرارت وزنی محیط استاندارد برابر  $20^{\circ}C$  می شود

یعنی :

$$\theta'_a = 20 \log \left[ \frac{1}{12} \sum_1^{12} 10^{\frac{\theta_a}{20}} \right] = 20 \log \left[ \frac{1}{12} \sum_1^{12} 10^{\frac{20}{20}} \right] = 20$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

### طبقه بندی روغنها :

روغنها بسته به اینکه در چه درجه حرارتی و چه نوع شرایط آب و هوایی استفاده می شوند به سه دسته و دو کلاس بشرح زیر تقسیم می شود : گروه A برای نقاطی که حداقل درجه حرارت محیط آنها ۲۰- درجه سانتی گراد است .

۱- گروه B برای نقاطی که حداقل درجه حرارت محیط آنها ۳۰- درجه سانتی است .

۲- گروه C برای نقاطی که حداقل درجه حرارت محیط آنها ۴۰- درجه سانتی است که مشخصات آنها

در جداول انتهایی فصل آمده است . (جداول ۱ و ۲)

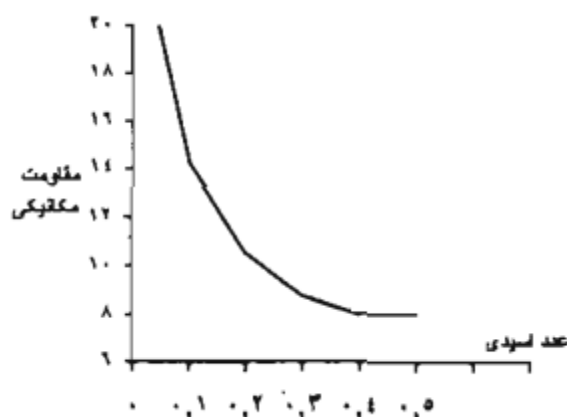
یکی دیگر از عوامل ایجاد حرارت در ترانس وجود تلفات بی باری - بارداری و پراکندگی است که در اینجا بحث نمی شود ولی می توان با بارگذاری و بهره برداری مناسب درجه حرارت روغن را کنترل و از پیر شدن زود هنگام آن را حفاظت نمود .

از آنجایی که ضریب دی الکتریک و عایقی ترانس با وجود کاغذ به همراه روغن به سطح مطلوبی می رسد (۲۳٪ افزایش دارد) لذا در اینجا مناسب به نظر می رسد بحث مختصری نیز در عوامل مؤثر در عمر کاغذ بعمل آید :

گرما - رطوبت - اسید و فورفورال (furfural) در کاهش عمر کاغذ بکار رفته در ترانس نقش بسزائی دارد با عنایت بر این امر که برخلاف روغن وقتی کاغذ فاسد شد چون قابل احیاء نیست ، عمر ترانس نیز به پایان رسیده و غیر قابل استفاده می گردد . پیری کاغذ یعنی کاهش استقامت مکانیکی و کاهش تحمل آن در برابر جریانهای اتصال کوتاه نمودار اثر اسید تولیدی در روغن روی مقاومت مکانیکی کاغذ به صورت زیر است .



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



یکی دیگر از عوامل تأثیر گذار روی کاغذ ترانس همانطوریکه گفته شد فورفورال است :

فرآیند فرسودگی کاغذ محصولات متعددی ایجاد می کند که همگی در روغن حلال هستند که مهمترین آنها ترکیبات فرانوئید می باشند که با علامت اختصاری (FFA) نشان داده می شوند با استفاده از نمونه برداری سالیانه از روغن ترانس و به کمک روش کروماتوگرافی مایع (HPLC)<sup>۱</sup> که جهت تجزیه روغن بکار می رود می توان برای تعیین فرانوئیدها استفاده کرد .

رایج ترین فرانوئیدهایی که از طریق HPLC شناسایی شده است عبارتند از :

۲- فورفورال<sup>۲</sup> ، ۲- استیل فوران<sup>۳</sup> ، ۲- فروئیک<sup>۴</sup> - ۵- میتل<sup>۵</sup> - ۲- فورافورلدئید<sup>۶</sup> ، - فورافورال الکل<sup>۷</sup> - ۵- هیدروکسی میتل<sup>۸</sup>

عموماً ۲- فورفورال ترکیب اصلی نمونه روغن (Oil sample) بوده و بقیه در سطح بسیار اندک وجود دارند . این ترکیب با استفاده از طیف سنجی اندازه گیری می شود این شیوه بسیار سریع و دقیق بوده و شیوه ای است که فقط ماده ۲- فورفورال روغن را اندازه گیری می کند .

<sup>۱</sup> - HPLC=High Performance Liquid chromatography

<sup>۲</sup> - furfural

<sup>۳</sup> - acetyl furan

<sup>۴</sup> - furoic

<sup>۵</sup> - methyl

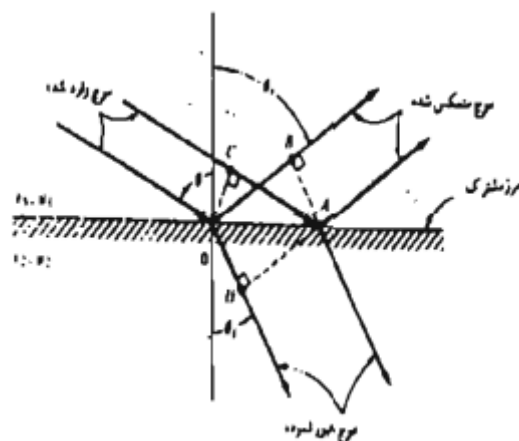
<sup>۶</sup> - furfuraldehyde

<sup>۷</sup> - furfural alcohol

<sup>۸</sup> - hydroxymethyl

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

قبلا گفته شد که عدد پولاریزاسیون یکی دیگر از مشخصه های روغن ترانس است. که می توان مقدار پیری روغن را از روی آن تعیین کرد. اندازه گیری ضریب دی الکتریک روغن در فرکانس نوری با استفاده از شکست نور در عبور از هوا به روغن که با دستگاه رفاکتومتر (Refractometer) انجام می شود. صورت می گیرد. (مطابق شکل زیر)



با توجه به شکل و برای اجسامی که ضریب نفوذ پذیری مغناطیسی یکسانی دارند خواهیم داشت:

$$\frac{\sin \theta}{\sin \theta'} = \frac{V_1}{V_2} = \left[ \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} \right]^{\frac{1}{2}}$$

که  $V_1$  و  $V_2$  سرعت نور در محیط های اول و دوم و  $\epsilon_1, \epsilon_2$  ضریب دی الکتریک دو محیط هستند.

با استفاده از قانون کلازیوس - موزوتی (Clausius - Mosotti) عدد پولاریزاسیون در فرکانسهای خیلی

زیاد و پائین بر حسب ضریب دی الکتریک روغن بصورت زیر خواهد شد.

$$Z = \frac{(\epsilon' - \epsilon'')}{(\epsilon' + 2)(\epsilon'' + 2)}$$

$\epsilon'' =$  ضریب دی الکتریک روغن در فرکانس خیلی پایین

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$\epsilon'' =$  ضریب دی الکتریک روغن در فرکانس خیلی بالا

کشش سطحی که بر حسب دین بر سانتی متر  $\left[ \frac{Dyn}{Cm} \right]$  یا نیوتون بر متر  $\frac{N}{m}$  بیان می شود .

یکی دیگر از پارامترهای تعیین کننده می باشد و همانگونه که گفته شد معرف آلودگیهای قطبی و محصولات حاصل از زوال روغن ترانس است که باعث کاهش نیروهای جاذبه ملکولی روغن و آب می شود هر چه کشش سطحی بیشتر باشد روغن سالم تر است .

عدد اسیدی میزان اسیدهای آزاد آلی و غیرآلی موجود در روغن است که بر حسب میلی گرم ئیدروکسید

پتاسیم بر گرم روغن  $\left[ \frac{mg.KOH}{g.oil} \right]$  معرفی میشود که ناشی از واکنش بین هیدروکربنهای موجود روغن و

اکسیژن است (اکسیژن موجود بعلت هواگیری ناقص از روغن و یا تماس آن با محیط است) . اسید داخل

روغن با اضافه نمودن باز (KOH) خنثی می شود که میزان باز لازم برای خنثی کردن یک گرم روغن را

عدد اسیدی می گویند . و آنرا با NN (یعنی Neutralization Number) نشان می دهند .

نقطه ریزش که در واقع معرف سیالیت روغن (ویسکوزیته یا چسبندگی) می باشد دمایی را نشان می دهد

که در آن دما روغن به صورت روان باقی می ماند و می تواند یکی از وظایف اصلی خود که خنک کنندگی

است را انجام دهد . همچنین تنش ها و امواج روغن بر اثر نوسانات شدید ولتاژ و جریان توسط این عامل

بررسی می شود .

بنابراین عاملی بنام کیفیت روغن مطرح می شود که چون کشش سطحی و عدد اسیدی عوامل مهمی در

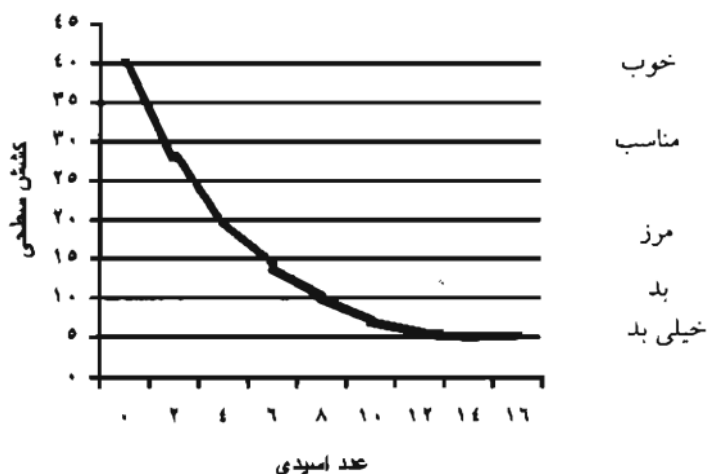
تعیین پیری روغن هستند و با پیر شدن روغن کشش سطحی کم و عدد اسیدی زیاد می شود لذا نسبت

این دو را بدست آورده و کیفیت روغن می نامند (oil Quality Index) منحنی زیر رابطه بین عدد اسیدی

و کشش سطحی که بصورت تابع  $f(x) = \frac{1}{x}$  است را بیان می کند . جدول بررسی نهایی در انتهای فصل آمده

است . (جدول شماره ۳) [۵و۴]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



افزون بر موارد فوق امروزه از روش تصمیم گیری فازی در مورد کیفیت روغن ترانسها که به صورت مجموعه ای از روابط به فرم (IF-THEN) تعریف شده اند و از استانداردهای جهانی معتبر، کتب تخصصی مرتبط و تجربیات متخصصین خبره بدست آمده اند نیز استفاده های بسیار می شود. مثلا:

a) if (dissipation-power-factor) is (not extra – high) and (dielectric- strength) is (not extra-low) and (water - content) is (low) and (interfacial - tension) is (very - high) and (color) is (light-yellow) then (conclusion) is (acceptable)

b) if (dissipation – power - factor) is (very - high) and (dielectric – strength) is (extra-low) and (water-content) is (extra - high) and (neutralization – number) is (very - high) and (interfacial- tension) is (high) and (color) is (dark – borwn) then (conclusion) is (replacement)

c) if (dissipation – power - factor) is (low ) and (dielectric - strength) is (high) and (water – content) is (high) and (neutralization-number) is (not very - high) and (interfacial - tension) is (high) and (color) is (not black) then (conclusion) is (reconditioning)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

جدول مقایسه ای مشخصات کلاسهای ۱ و ۲ روغنها

			غلظت روغن :
$11 \geq$	$16/5 \geq$	Cst	۴۰ درجه
$25 \geq$	$40 \geq$		۲۰ درجه
-	$800 \geq$		۱۵ - درجه
$1800 \geq$	-		۳۰ - درجه
$130 \leq$	$140 \leq$	درجه سانتیگراد	نقطه اشتغال
$-45 \geq$	$-30 \geq$	درجه سانتیگراد	نقطه ریزش

(جدول شماره ۱)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول مشخصات عوامل مشترک کلاسهای ۲۰۱ روغنها

شفاف ، بدون ذرات معلق ، بدون رسوب	-	شکل ظاهری
$0.1895 \geq$	(۲۰) Kg /dm	دانسیته
$4 \times 10 \leq$	(۲۵) N/m	کشش سطحی
$0.03 \geq$	Mg(koH)/g(oil)	درجه خنثی بودن
NON	-	خورندگی گوگردی
$40 \geq$	Mg(w)/g(oil)	میزان رطوبت
$0.40 \geq$	Mg(koH)/g(oil)	درجه خنثی بودن از اکسید شدن
$0.10 \geq$	درصد وزنی روغن	مقدار لجن روغن
$30 \leq$ $50 \leq$	Kv	ولتاژ شکست عایقی : روغن تازه قبل از تصفیه روغن بعد از تصفیه
$0.005 \geq$	۹۰ درجه ۴۰-۶۲ Hz	ضریب تلفات برای نمونه روغن خشک و فیلتر نشده (۵۰۰-۱۰۰۰ v/MM)

جدول بررسی نهایی وضعیت روغن ترانسفورماتور

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

وضعیت روغن	Mg(koH)/g(oil)	$\left[\frac{Dyn}{Cm}\right]$			
خوب	۰/۰۳-۰/۱	۳۰-۴۵	۱۵۰۰-۳۰۰	شفاف	بدون اشکال
مناسب	۰/۰۵-۰/۱	۲۷-۳۰	۶۰۰-۲۷۰	زرد روشن	وجود ذرات معلق و لجن در روغن و اسیدهای چرب
متوسط	۰/۱۱-۰/۱۵	۲۴-۲۷	۲۴۵-۱۶۰	زرد	لجن معلق آماده ته نشین شدن
بد	۰/۱۶-۰/۴	۱۸-۲۴	۱۵۰-۴۵	زرد پررنگ	لجن سطح هسته و سیم پیچ را پوشانده و سخت شده است
خیلی بد	۰/۴۱-۰/۶۵	۱۴-۱۸	۴۴-۲۲	زرد کهربائی	کاغذ جمع شده است و احتمال سوختن

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

ترانس می باشد					
مجاری تهویه با لجن مسدود شده درجه حرارت کاغذ افزایش یافته است	قهوه ای تیره	۶-۲۱	۹-۱۴	۰/۶۶-۱/۵	خراب
شستشوی ترانس مشکل شده است	سیاه	-	۶-۹	< ۱/۵	کاملا خراب
ایجاد گازه به علت گرمای ناشی از عدم تهویه					

#### نتیجه گیری :

نظارت مستمر بر شرایط روغن و تجهیزات الکتریکی که در آنها از روغن استفاده می شود می تواند عمر مفید آنها را افزایش دهد. اصلی ترین قسمتی که عمر آن بستگی زیاد به روغن دارد ترانسفورماتورها هستند. از این رو بهره برداران نیازمند به شناخت اسلوپ های قابل اطمینان و اثر بخشی برای بررسی شرایط حاکم بر روغن ترانسها می باشند. تحلیل اطلاعات بدست آمده از گازهای حل شده در روغن و



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نتایج حاصله از مقدار ماده فورفورال تا بررسی شکست عایقی ، رطوبت و اکسیژن هوا و سایر عوامل می تواند در تعیین عمر و پیری روغن ترانس و مقدار باردهی آن کمک قابل ملاحظه ای باشد و به وسیله این اطلاعات می توان ضمن جلوگیری از سوختن و از بین رفتن ترانس عمر آن را افزایش داد و از طریق یک برنامه ریزی دقیق و انجام اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه از بروز حوادث احتمالی به مقدار چشمگیری جلوگیری نمود .



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فصل ششم :

بررسی فنی بازیافت روغن و افزایش عمر ترانسفورماتورهای توزیع



## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

### چکیده :

یکی از مهم ترین و با اهمیت ترین دستگاههای موجود در شبکه توزیع ترانسفورماتور است . روغن موجود در ترانسفورماتور وظیفه مهم تامین عایقی و خنک کنندگی را به عهده دارد . ترانسفورماتورها به دلیل تامین برق مشترکین نقش حیاتی در شبکه توزیع دارند و به دلیل تاثیر گذاری بسیار در هزینه ها به شدت در اقتصاد مهندسی موثر و به همین دلیل مورد توجه جامعه مهندسی برق کشور قرار گرفته اند .

فصل حاضر حاصل تجربه عملی در بازیافت فیزیکی روغن در ترانسفورماتورهای توزیع نیروی برق شمالغرب تهران می باشد. که در ابتدا به بررسی فساد روغن و شیوه های بازیافت و نهایتا به بررسی چند نمونه که مورد بازیافت فیزیکی قرار گرفته اند می پردازد و پارامترهای الکتریکی و شیمیایی روغن ترانسفورماتورهای مورد نظر پس از بازیافت بررسی می شود .

در نهایت فرآیند بازیافت فیزیکی روغن های با کیفیت پایین مورد بررسی قرار می گیرد .

### ۱. مقدمه :

روغن های ترانسفورماتور با توجه به درجه پالایش و ناخالصی هایی که دارند ممکن است کندتر یا سریعتر پایداری خود را از دست داده و تجزیه یا اکسید شوند این فعل و انفعالات اصطلاحا فساد روغن نامیده می شود .

روغن ترانسفورماتور به منظور انتقال حرارت دائما در حال گردش است بطوریکه در مجاورت سیم پیچها تحت تنش الکتریکی و حرارتی قرار گرفته و در رادیاتورها فاقد چنین تنشی است . تکرار مداوم این وضعیت باعث خستگی و گسیختگی مولکولهای روغن و تسریع فساد آن می گردد. وجود اکسیژن و کاتالیزور مس و همینطور قوس الکتریکی شرایط ایده آلی را جهت این واکنش شیمیایی فراهم می آورد . استفاده از روغن نامرغوب و حاوی ئیدرو کربن های اشباع نشده یا مورد افزودنی ناشناخته و مخلوط کردن چنین روغن هایی با یکدیگر می تواند شروع فساد را جلو انداخته و سرعت آنرا افزایش دهد . واکنش فساد روغن در واقع به معنای ترکیب آن با هوا است . منشا اکسیژن از هوای داخل

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ترانسفورماتور یا اکسیژن محلول در روغن است علاوه بر آن سلولز نیز در اثر حرارت اکسیژن آزاد می کند همینطور با نفوذ رطوبت از فضای بیرون روند فساد روغن تشدید می شود .

روغن در ابتدای اکسیداسیون تولید اسیدهای محلول می کند به این ترتیب که یک یا چند زنجیره مولکول روغن پاره شده و اکسیژن جایگزین آن می شود و نیز محصولات دیگری از قبیل ستونها و آلدئیدها بدست می آید . این مواد جدید مجددا با یکدیگر ترکیب شده و تولید مواد صابونی می کنند . اسید های تولید شده علاوه بر پایین آوردن استقامت الکتریکی روغن باعث خوردگی و خراب شدن عایق سیم پیچی می شوند . این مواد اسیدی محلول در مراحل بعدی و پیشرفته تر فساد در اثر پلیمریزه شدن موادی را به وجود می آورند که در دمای معمولی از روغن جدا شده و بصورت لجن و واکس غلیظی بر دیواره و کف تانک و لوله ها و مجاری خنک کن می نشیند و به مرور زمان و افزایش لایه های ایجاد شده عایق را دچار خوردگی و ضعف نموده و خنک شدن سیم پیچها را دچار مشکل می کند . تاثیر فساد روغن بر روی مشخصات آن خود را به صورت افزایش اسیدیته کاهش کشش بین سطحی و افزایش ضریب تلفات کاهش مقاومت الکتریکی تیره شده رنگ و کاهش ولتاژ شکست روغن نشان می دهد . وجود عوامل فوق باعث بروز ضایعات و خرابی در ترانسفورماتورها شده و تبعات اقتصادی بسیاری به همراه دارد که برای بازیافت ترانسفورماتورهایی که به چنین وضعیتی دچار شده اند روشهای بازیافت اجرا می شود .

### ۲. تعریف بازیافت :

به روشی که طی آن عوامل فساد مانند گازها و اسیدها و قلیاها از روغن گرفته شود و روغن در شرایط مطلوب قرار گیرد بازیافت گفته می شود به طور خلاصه در عملیات بازیافت از روشهای زیر استفاده می شود .

۱-۲ : بازیافت سلولز

۲-۲ : لجن زدایی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۳ : تصفیه فیزیکی

۲-۴ : تصفیه شیمیایی

۲-۵ : افزودن مواد آنتی اکسیدان

در واقع برای بازیافت روغن از دو روش فیزیکی و شیمیایی استفاده می شود .

**۳. بازیافت فیزیکی :**

آب زدایی "گاز زدایی" گرفتن ذرات معلق از روغن موسوم به بازیافت فیزیکی می باشد و مراحل از قبیل جذب و تقطیر توسط خلا دارد .

**۴. بازیافت شیمیایی :**

بازگشت به مشخصات پایه ای روغن را بازیافت شیمیایی می گویند که در این روش از مواد افزودنی نیز استفاده می شود .

**۵. بازیافت سولز**

شامل خشک کردن عایق جامد می باشد که برای آب زدایی سولوز با گرم کردن سیم پیچها عایق خشک می شود که یکی از روشهای خشک کردن سولوز اتصال کوتاه سیم پیچهای ثانویه و تحت بار قرار دادن ترانسفورماتور است که به دلیل بروز تلفات اتصال کوتاه سیم پیچها گرم شده و باعث خشک شده عایق می شوند .

**۶. طبقه بندی روغن :**

کیفیت روغن ترانسفورماتور براساس عواملی مثل عدد اسیدی "کشش سطحی" شاخص کیفیت (مایرز) "رنگ روغن" تعیین می شود . رده بندی روغن از نظر کیفیت برای گزینش روش بهینه بازیافت حائز اهمیت است . در جدول شماره ۱ طبقه بندی روغن بر حسب عوامل ذکر شده آمده است .

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

(جدول شماره ۱) - طبقه بندی روغن ترانسفورماتور بر پایه شاخص کیفیت روغن یا عدد مایرز می

باشد

وضعیت کیفی روغن	رنگ روغن	شاخص کیفیت	کشش سطحی	عدد اسیدی	طبقه بندی
روغن خوب	زرد کم رنگ	۳۰۰ تا ۵۰۰	۳۰-۴۵	۰,۱-۰,۰	طبقه اول
روغن نسبتاً خوب	زرد	۲۷۱ تا ۶۰۰	۲۷,۱-۲۹,۹	۰,۱-۰,۰۰۵	طبقه دوم
در مرز خوبی	زود روشن	۱۶۰ تا ۳۱۸	۲۴-۲۷	۰,۱۱-۰,۱۵	طبقه سوم
روغن بد	کهربایی	۴۵ تا ۱۵۹	۱۸- ۲۳,۹	۰,۱۶-۰,۴	طبقه چهارم
روغن خیلی بد	قهوه ای	۲۲ تا ۴۴	۱۴- ۱۷,۹	۰,۴۱-۰,۶۵	طبقه پنجم
روغن بسیار بد	قهوه ای تیره	۶ تا ۲۱	۹,۰-۱۳,۹	۰,۶۶- ۱,۵	طبقه ششم
روغن سوخته	سیاه رنگ	————	————	بیش از ۱,۵۱	طبقه هفتم

برای بازیافت روغن ابتدا با انجام آزمایشات لازم طبقه ای که روغن در آن جا می گیرد شناسایی می شود و سپس راهکار لازم انتخاب می شود نتیجه این تصمیم گیری با توجه به وضعیت روغن می تواند تصفیه فیزیکی - فیزیکی شیمیایی و یا تعویض کامل روغن باشد. براساس استاندارد IEC422 برخی از مشخصات روغنهای در حال کار به شرح ذیل می باشد که با انجام آزمایشات دوره ای مقدار هر یک از کمیت هایی ذیل اندازه گیری و بررسی می شود. جدول شماره ۲ براساس مشخصات ذکر شده روغن آمده است.

(جدول شماره ۲) براساس استاندارد IED422

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

حد مجاز	محدوده ولتاژ	مشخصات روغن
VR>50 KV	VN>170 KV	ولتاژ شکست
VR> 40 KV	170>VN> 70 KV	
VR >30 KV	VN <70 KV	
<20 Mg/ L	VN > 170 KV	آب موجود در روغن
<30 Mg /L	VN < 70 KV	
>10 DIN/ CM	تمام ولتاژ	کشش سطحی
<0.5 mgkoh /goil	تمام ولتاژ	عدد اسیدی

۷. تجهیزات کارگاه و الگوریتم عملیات بازیافت (مبتنی بر تجربه موجود در شرکت توزیع

نیروی برق شمالغرب تهران):

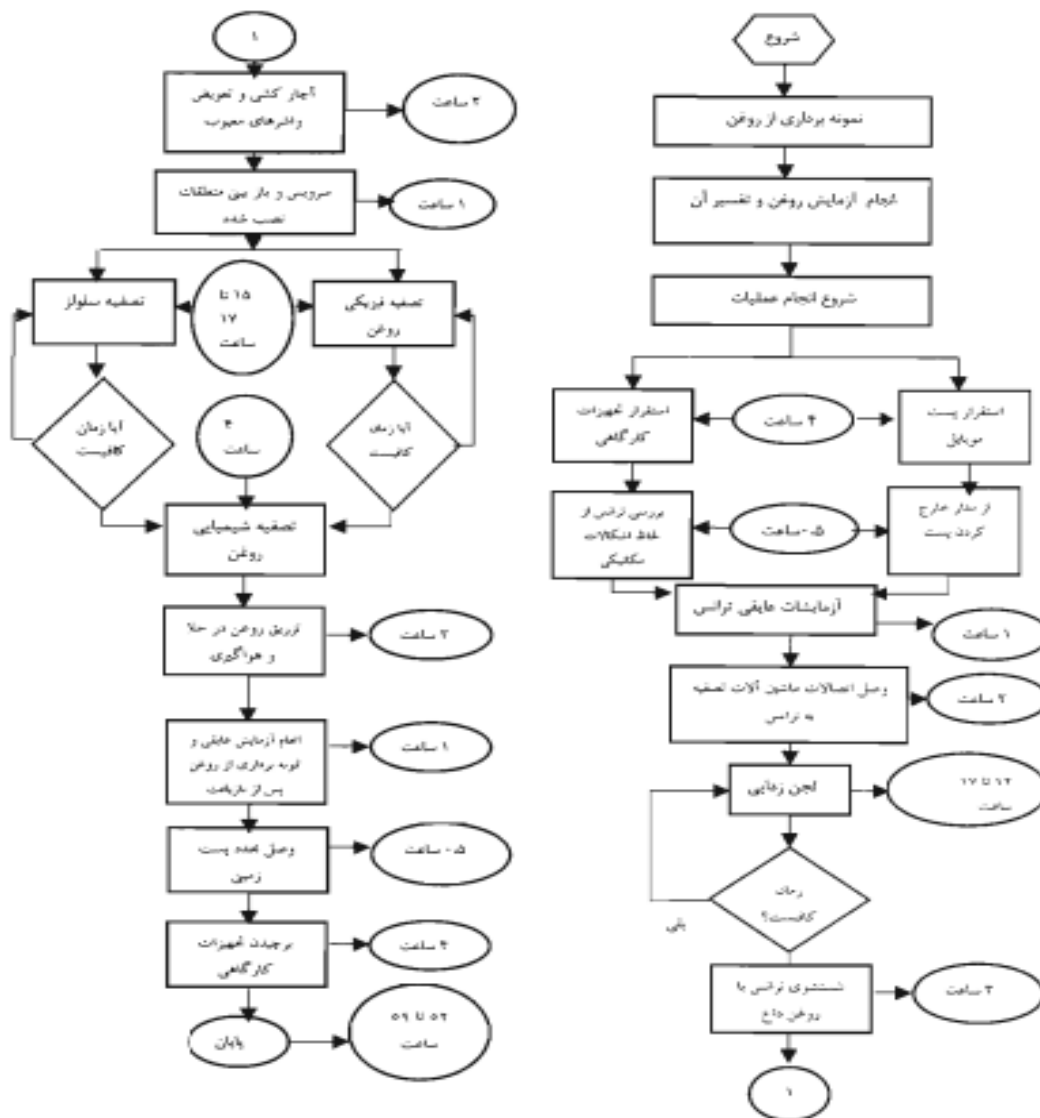
عملیات بازیافت روی سه ترانسفورماتور قدیمی ۸۰۰ کیلوولت آمپری انجام شده است از آنجا که هر یک از ترانسفورماتورها در هنگام بازیافت خارج از مدار بوده اند و به خاموشی طولانی نیاز داشتند از یک دستگاه پست موبایل ۶۳۰ کیلوولت آمپری برای رفع خاموشی استفاده شد.

چنانچه بعداً در نتیجه آزمایشات خواهیم دید وضعیت روغن ترانسفورماتورها بسیار ناخوشایند بود و دارای اسیدیته بالا با مقدار زیاد لجن بودند که احتمال نشست لجن بر روی سلولز وجود داشت در نتیجه بازیافت سلولز ناگزیر بود.

ترانسفورماتورهایی که به عنوان نمونه انتخاب شده بودند عمر بیش از ۱۷,۵ سال داشتند کار بازیافت برای ترانسفورماتورهایی که دارای عمر بیش از ۱۷,۵ سال و دارای روغن هایی که در طبقات ۵ و ۶ جدول شماره ۱ جا می گیرند به شکل زیر است.

فلوجارت عملیات بازیافت برای ترانسفورماتورهای طبقات ۵ و ۶

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه



۸. بررسی موارد نمونه :

با توجه الگوریتم فوق عملیات بازیافت روی سه ترانسفورماتور با تزریق جریان در حال اتصال کوتاه فشار ضعیف خشک شده اند . در ارتباط با هر یک از ترانسفورماتورهایی که عملیات بازیافت روی آنها انجام شده است تعداد دفعات گردش روغن و زمان گردش و چگونگی وضعیت خلا متفاوت است که برای بررسی تاثیرگذاری موارد ذکر شده در جدول شماره سه آمده است .

(جدول شماره ۳) - عملیات انجام شده روی ترانسفورماتورهای مورد آزمایش



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ترانسفورماتور شماره ۳	ترانسفورماتور شماره ۲	ترانسفورماتور شماره ۱	عملیات انجام شده	
۲۸	۳۰	۵۹	تعداد بار گردش	تصفیه فیزیکی
۱۰ (ساعت)	۱۱ (ساعت)	۲۷ (ساعت)	زمان انجام عملیات	روغن
۲۳,۳	۱۳	۲۰	تعداد بار گردش	لجن زدایی
۸ (ساعت)	۵ (ساعت)	۱۰ (ساعت)	زمان انجام عملیات	
بدون خلا	با استفاده از خلا	با استفاده از خلا	شرایط	رطوبت زدایی از
۱۳ (ساعت)	۶,۵ (ساعت)	۳۰ (ساعت)	زمان انجام عملیات	سلولز
۳۴	۱۹	۲۱	مدت به سال	طول عمر ترانس

گزارش وضعیت روغن ترانسفورماتور قبل و بعد از بازیافت در جدول شماره ۴ آمده است براساس گزارش آزمایشات مشخصات روغن ترانسفورماتور قبل و بعد از بازیافت در این جدول مقایسه شده اند و در بخش دامنه تغییر میزان بهبود وضعیت گزارش شده است در ردیف اول این جدول مقاومت عایقی بر حسب گیگا اهم ارائه شده است و در ردیف دوم اندیکس پلاریزاسیون (نسبت مقاومت عایقی در ۶۰ ثانیه به مقاومت عایقی در ۳۰ ثانیه) ارائه شده است. در هر یک از این دو ردیف وضعیت در سه حالت (LV-SL) – (HV-SL) – (HV-LV) بررسی شده است و در ردیف سوم کشش سطحی (بر حسب دین بر سانتی متر) و در ردیف چهارم عدد اسیدی بر حسب (میلی گرم پتاس به گرم روغن) ارائه شده در ردیف پنجم وضعیت شاخص مایرز مورد بررسی قرار گرفته است و در ردیف ششم ارتقاء سطح روغن (طبقه روغن) در حالت قبل و بعد از بازیافت مقایسه شده است.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول شماره ۴ - گزارش وضعیت روغن ترانسفورماتور قبل و بعد از بازیافت

سطح ولتاژ	ترانسفورماتور ۱			ترانسفورماتور ۲		
	قبل از بازیافت	بعد از بازیافت	دامنه تغییر	قبل از بازیافت	بعد از بازیافت	دامنه تغییر
مقاومت عایقی HV-LV	۰.۳۷	۴.۳۸	%۱۰.۸۳	۲.۲۷	۱.۴۸۵	-%۳.۴
	۰.۵۷۵	۰.۸۹	%۵۴.۷	۳.۰۶	۶.۹۳	%۱۲.۶
	۰.۱۶۴	۱.۰۷	%۵۵.۲	۰.۷۳۹	۱.۳۸۶	%۸۷.۵
اندیکس پولاریزاسیون HV-LV	۱.۰	۱.۲۵	%۲۵	۱.۰۴۷	۱.۰۷۱	%۲.۸۸
	۱.۰	۱.۰۴	%۴	۱.۳۳۳	۱.۴۴۸	%۸.۶۲
	۱.۰	۱.۲	%۲۰	۱.۰۳۶	۱.۲۷۶	%۲۳.۱
کشش سطحی	۱۲.۱۸۱	۱۶.۱۷۶	%۲۴.۶	۱۱.۳۸	۱۶.۱۷	%۴۲.۱
عدد اسیدی	۰.۴۸۱	۰.۴۶۸	-%۲.۷	۰.۳۱۵	۰.۳۰۳	-%۳.۸
شاخص مایرز	۲۵.۳۲	۳۴.۵۶	%۳۶.۵	۳۶.۱۵	۵۳.۳۶	%۴۷.۶
ارتقا طبقه روغن	پنجم	پنجم	—	پنجم	چهارم	—

## ۹. تحلیل آزمایش و نتایج بدست آمده :

### ۹-۱ ترانسفورماتور ۱ :

در این ترانسفورماتور از خلاء و زمان کافی و دفعات گردش مناسب روغن استفاده شده است و نتایج بدست آمده برای مقاومت عایقی و اندیکس پلاریزاسیون رضایتبخش می باشد .

### ۹-۲ ترانسفورماتور ۲ :

در این ترانسفورماتور با بهبود ۴۷/۶٪ شاخص مایرز مواجه هستیم ضمن آنکه با استفاده از خلاء نتایج بدست آمده نسبتا مناسب هستند در این ترانسفورماتور ارتقاء طبقه روغن از پنجم به چهارم را شاهد هستیم و مقادیر کشش سطحی و عدد اسیدی بهبود یافته اند .

### نتیجه گیری :

با توجه به قدمت بخش توزیع بدیهی است که بسیاری از ترانسفورماتورهای توزیع به مرز کهنگی و پایان عمر خود رسیده اند و همین مسئله باعث نیاز به جایگزینی تجهیزات مذکور در آینده نزدیک

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

خواهد شد مسلم است که حجم و تعداد موارد جایگزینی هزینه های بسیاری را طلب خواهد کرد .  
بازیافت توانسفورماتورهای توزیع راه مطمئن و خوبی برای رفع این نیاز و افزودن عمر ترانسفورماتورها  
می باشد .

بدیهی است که هر گونه تلاشی در این زمینه باعث افزایش بهره وری و جلوگیری از اتلاف سرمایه های  
ملی است و با جلوگیری از تعویض کامل روغن تاثیرات مثبت زیست محیطی به همراه خواهد داشت .  
ولی با توجه به نتایج به دست آمده در می یابیم که تصفیه فیزیکی و سیرکولاسیون روغن در  
ترانسفورماتورهایی که دارای عمر بالا می باشند به تنهایی راهگشا نیست و هر چند که تاثیرات مطلوبی  
به جا خواهد گذاشت ولی در کیفیت روغن و ارتقا طبقه روغن تاثیر اساسی نخواهد داد لذا به کارگیری  
تصفیه شیمیایی ضروری به نظر می رسد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## فصل هفتم

ارزیابی عمر عایقی و مقدار پیری ترانسفورماتورهای قدرت و توزیع در شرایط اضافه بار و تحت

تنشهای حرارتی و الکتریکی



## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

### چکیده

تخمین طول عمر باقیمانده ترانسفورماتورهای قدرت و توزیع از دغدغه های اصلی اغلب دارندگان این تجهیزات ، مخصوصا در مواقعی که ترانسفورماتور در شرایط اضافه بار پیوسته یا اضافه بارهای دوره ای قرار می گیرد ، می باشد . این فصل، به ارزیابی عمر عایقی یک ترانسفورماتور قدرت تحت استرسهای مختلف حرارتی ، الکتریکی و محیطی می پردازد ابتدا به بررسی مدل تنش حرارتی یک ترانسفورماتور قدرت با استفاده از معادله آرنیوس پرداخته و سپس مدل بدست آمده براساس تنش الکتریکی اصلاح می گردد در ادامه با استفاده از مفهوم پیری عایق و ضریب افزایش پیری ، مقدار کاهش عمر نرمال ترانسفورماتور بواسطه اضافه بار ایجاد شده بر روی ترانسفورماتور یا افزایش دما محیط ، با توجه به توصیه های استاندارد تعیین می گردد . در انتها از روابط پیری عایقی برای تخمین مقدار کاهش عمر مفید یک ترانسفورماتور نمونه استفاده می گردد .

### ۱. مقدمه

از عوامل مهم در حفظ عمر مفید ترانسفورماتورهای الکتریکی در محدوده توانی قدرت ، فوق توزیع و توزیع ، توجه به مسائل عایقی این تجهیزات می باشد . عوامل مختلفی در این زمینه وجود دارند که می توانند هر یک بر عمر عایقی ترانسفورماتور اثر گذار باشند . در این فصلاز پرداختن به مسائل طراحی ، تعمیر و نگهداری ترانسفورماتور خودداری نموده و عوامل موثر بر عمر عایقی که از نحوه بهره برداری نظیر بار گذاری و شرایط محیطی نظیر درجه حرارت ناشی می شوند ، بررسی می گردند . در بهره برداری از یک ترانسفورماتور ، سیستم عایقی ترانسفورماتور می تواند تحت تنشهای الکتریکی ، حرارتی ، مکانیکی و محیطی قرار گیرد که هر یک از عوامل فوق می تواند سبب افزایش پیری و نهایتا زوال سیستم عایقی ماشین گردد . لذا برای ارزیابی عمر باقیمانده ترانسفورماتور ، با توجه به تنش وارده شده ، می بایست مدل مناسبی بکار رود . محققین مدلهای مختلفی برای ارزیابی عمر عایقی ترانسفورماتور بکار برده اند . اخیرا استفاده از مدلهای مناسب که بتوان چندین تنش وارد بر ترانسفورماتور

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

را بطور همزمان مورد مطالعه قرار داد و با استفاده از آن عمر عایقی باقیمانده ماشین را تخمین زد مورد توجه فراوان قرار گرفته است. در این فصل ابتدا به بررسی مدل حرارتی - الکتریکی عمر عایقی ترانسفورماتور پرداخته و نتایج بدست آمده از این مدل با نتایج آزمایشگاهی مقایسه می گردند. سپس با استفاده از ملاحظات استاندارد IEEE به مساله بارگذاری یک ترانسفورماتور پرداخته و با توجه به مساله پیری عایقی و ضریب افزایش پیری به تعیین عمر باقیمانده و درصد کاهش عمر ترانسفورماتور بدلیل بارگذاری نامناسب روی آن می پردازیم.

### ۲. مدل عمر براساس تنشهای حرارتی - الکتریکی

تنشهای حرارتی که می توانند بدلیل افزایش دمای محیط، نامناسب بودن سیستم خنک کاری و یا بواسطه تلفات در شرایط اضافه بار بوجود آیند، از عوامل مؤثر بر پدیده پیری عایق ماشیهای الکتریکی بخصوص ترانسفورماتورهای قدرت می باشد. برای تخمین طول عمر عایقی ترانسفورماتور و تعیین اثر گرما بر آن می توان از رابطه آرنیوس استفاده نمود که صحت آن در عمل نیز اثبات شده است. اما تنشهای الکتریکی نظیر اضافه ولتاژها، ضربه های ناشی از کلیدزنی و صاعقه نیز می توانند سبب زوال عایقی و پیری زودرس گردند. لذا مدل حرارتی آرنیوس می بایست اصلاح گردد. در یک مدل تنش ترکیبی حرارتی - الکتریکی پیشنهاد شده است. اما فقدان روشهای مشخص برای تعیین ضرایب ثابت مدل، استفاده از آنرا دشوار نموده است. در نیز یک مدل بر مبنای قانون توان معکوس ارائه گردیده است که پارامترهای آن تابعی از درجه حرارت می باشند. اخیرا استفاده از روشهای هوشمند و سیستمهای خبره در تعیین مقدار پیری و عمر عایقی ترانسفورماتورها مطرح گردیده است. در ادامه به تبیین یک مدل تنش ترکیبی حرارتی - الکتریکی پرداخته که بر مبنای رابطه آرنیوس بوده و پارامترهای آن بسادگی از تستهای گرمایی و الکتریکی بدست می آیند.

### ۲-۱- مدل عمر عایقی بر مبنای تنش حرارتی

عمر باقیمانده یک سیستم عایقی تحت تنش حرارتی مطابق رابطه آرنیوس از معادله :

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$t_F = B \cdot \exp\left(\frac{E}{kT}\right) \quad (۱)$$

پیروی می کند که در آن ،  $t_F$  عمر باقیمانده ، B یک ثابت بوده که از آزمایش بدست آمده ، E انرژی فعال سازی (eV) ، k ثابت بولتزمن و T درجه حرارت مطلق بر حسب (°K) هستند با گرفتن لگاریتم از دو طرف رابطه فوق داریم :

$$\ln(t_f) = \ln B + \frac{E}{kT} \quad (۲)$$

لذا رابطه ایی خطی بین لگاریتم طول عمر و عکس دمای مطلق ماشین وجود برقرار خواهد بود . در شکل ۱ ، استفاده از معادله (۲) برای یک سیستم عایقی نمونه رسم شده است . این رابطه تا وقتی برقرار است که سیستم عایقی فقط تحت استرس گرمایی باشد و هیچ استرس یا واکنش دیگر بر آن موجود نباشد . همچنین با استفاده از رابطه آرنیوس می توان شتاب پروسه پیری سیستم عایقی را در دماهای بالای دمای کاری نامی ماشین تعیین نمود .

## ۲-۲- مدل ترکیبی عمر شامل تنشهای حرارتی و الکتریکی

مطالعات دقیق نشان داده اند که تنشهای الکتریکی سبب کاهش انرژی فعال سازی (E) می شوند و لذا با اعمال تنشهای الکتریکی ، سیستم عایقی در درجه حرارتهای پائین تر دچار زوال عایقی می گردد . عبارتی در دمای نامی ترانسفورماتور ، تنش الکتریکی پروسه پیری را تسریع می بخشد قانون توان معکوس رابطه طول عمر عایقی بر حسب ولتاژ اعمالی را اینگونه بیان می کند :

$$t_F = t_{F0} \cdot V^{-N} \quad (۳)$$

که  $t_{F0}$  و  $t_F$  به ترتیب عمر عایقی در ولتاژهای نامی و اضافه ولتاژ ، N ضریب ثابت آزمایشگاهی و V نیز ولتاژ اعمالی بر حسب پرینیت می باشند . رابطه فوق را می توان بصورت رابطه نمایی

$$t_f = A \cdot \exp(-nV) \quad (۴)$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

باز نویسی نمود. رابطه شدت میدان الکتریکی ( $\xi$ ) و ولتاژ نیز بصورت

$$V = \sigma \cdot \xi \quad (5)$$

می باشد با ترکیب روابط (۱)، (۴) و (۵) مدل ترکیبی طول عمر عایقی تحت تنشهای حرارتی و الکتریکی بصورت

$$t_F = B \cdot r \cdot x p \left( \frac{E - \beta \cdot \xi}{kT} \right) \quad (6)$$

بدست خواهد آمد پارامترهای B و E از تست تنش حرارتی بدست می آیند. برای تعیین ضریب  $\beta$ ، با اعمال تنشهای حرارتی و الکتریکی و جایگذاری پارامترهای B و E، مقدار طول عمر ترانسفورماتور را بدست آورده و از معادله (۶)، ضریب  $\beta$  را تعیین می نمائیم. برای نمونه، در یک آزمایش عایقی، ولتاژ استرس عایقی را برابر با 600Vac فرض نموده، دما را در  $80^\circ C$  نگه داشته و طول عمر باقیمانده عایقی را زمانی در نظر می گیریم که مقاومت عایقی DC به کمتر از 10% مقدار اولیه آن کاهش یابد. شکل ۲، تغییرات مقاومت عایقی بر حسب زمان را در چنین شرایطی نمایش می دهد. مشاهده می گردد که در ساعت 118 ام از شروع آزمایش، مقدار مقاومت عایقی به 10% مقدار اولیه آن می رسد. لذا با جایگذاری در معادله (۶)،  $\beta$  برابر با مقدار  $0.626 \times 10^{-8}$  بدست خواهد آمد.

برای تست صحت رابطه (۶) در تخمین عمر عایقی باقیمانده ترانسفورماتور در زیر تستهایی انجام شده که نتایج آن در جدول ۱ لیست شده اند. در ۴ تست انجام شده، عمر عایقی باقیمانده در شرایط مختلف تنشهای حرارتی و الکتریکی با معیار مقاومت عایقی 10% DC اندازه گیری شده اند و با مقدار تخمین زده شده توسط رابطه (۶) مقایسه گردیده است. مقایسه نتایج تئوری و آزمایشگاهی نشان از دقت تخمین بالای رابطه (۶) دارد.

۳. پیری عایقی و استفاده از ضریب پیری در تعیین کاهش طول عمر



## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع تعیین عمر عایقی ترانسفورماتور دارای تاریخچه غنی اما همراه با بحث و جدال بوده است . ترانسفورماتورهای قدرت و توزیع در این میان هر یک مسیر جداگانه ای طی نموده اند . پیری عایقی تابعی از مقادیر دما ، مقدار رطوبت و مقدار اکسیژن می باشد . با پیشرفت در سیستمهای نگهداری و حفاظت از روغن ترانسفورماتورها ، اثر اکسیژن و رطوبت بر زوال عایقی می تواند به حداقل برسد و لذا پیری عایقی تنها تابعی از دما خواهد بود . بدلیل نایکنواختی توزیع دما در یک ترانسفورماتور ، مکانی از ترانسفورماتور را که دارای بیشترین دما بوده بعنوان مبنا در نظر می گیرند و کلیه ملاحظات طراحی و روشهای تحلیل عمر عایقی را بر مبنای آن انجام می دهند . این دما در مطالعات عایقی بنام دمای گرمترین نقطه ( $\theta_{hs}$ ) شناخته می شود و از لحاظ فیزیکی متناظر با دمای روغن محوطه فوقانی محفظه ترانسفورماتور می باشد . در ادامه به بررسی زوال و پیری عایقی و ضریب نرخ پیری در ترانسفورماتور پرداخته ولی قبل از آن به چگونگی تعیین دمای  $\theta_{hs}$  می پردازیم .

### ۳-۱- تعیین دمای نقطه داغی ( $\theta_{hs}$ )

منحنی بار ترانسفورماتورها معمولا در هر ۲۴ ساعت تکرار می گردند . با توجه به نوع باری که به ترانسفورماتور متصل است ، منحنی بار با نوساناتی همراه می باشد . بمنظور تحلیل ، معمولا بار را در بازه های زمانی ثابت (مثلا نیم یا یک ساعت) دسته بندی می نمایند . بدلیل وجود تلفات در ترانسفورماتور ، تغییرات بار سبب تغییر مقدار ( $\theta_{hs}$ ) می شود . روشهای مختلفی برای محاسبه ( $\theta_{hs}$ ) پیشنهاد شده است . یک روش محاسبه ( $\theta_{hs}$ ) ، استفاده از رابطه

$$\theta_{hs} = \theta_a + \Delta\theta_{TO} + \Delta\theta_2 \quad (7)$$

می باشد که در آن ،  $\theta_a$  دمای محیط و  $\Delta\theta_2$  حد نهایی افزایش دما می باشند .  $\Delta\theta_{TO}$  افزایش دمای حجم روغن قسمت فوقانی ترانسفورماتور بوده که وابسته به تغییرات بار می باشد و از یک معادله نمایی پیروی می کند و ثابت زمانی آن برابر با ثابت دمایی روغن می باشد [۸]. استاندارد IEEE با در نظر گرفتن دمای محیط برابر با  $30^\circ C$  ، مقدار مجاز  $\theta_{hs}$  را به  $110^\circ C$  محدود می نماید (

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

لذا در صورت طراحی ترانسفورماتور مطابق با ملزومات استاندارد ( $\Delta\theta_{TO} = 65^{\circ}\text{C}$ ,  $\Delta\theta_2 = 15^{\circ}\text{C}$ )

، برای دماهای  $\theta_{hs}$  بالاتر از  $110^{\circ}\text{C}$  پیری ترانسفورماتور شدت بیشتری خواهد گرفت .

### ۲-۳- معادلات پیری عایقی و ضریب نرخ پیری

همانطور که قبلا نیز اشاره گردیده رابطه زوال عایقی با دما از تئوری نرخ واکنشی آرینیوس به صورت

$$(p.u.) = B \cdot \exp\left(\frac{C}{\theta_{hs} + 273}\right) \quad (۸)$$

قابل محاسبه است .  $C, B$  ضرایبی ثابت هستند منحنی عمر ترانسفورماتور بر حسب  $\theta_{hs}$  در شکل ۳ نمایش داده شده است . این منحنی ، بدلیل یکسان بودن سیستم عایقی سلولزی ترانسفورماتورهای قدرت و توزیع می تواند برای هر دو نوع ترانسفورماتور بکار رود .

این منحنی نشان می دهد که در دماهای بالاتر از  $110^{\circ}\text{C}$  ، مقدار پیری عایقی افزایش یافته و از عمر نرمال ماشین کاسته می گردد .

منحنی شکل ۳ دارای معادله

$$(p.u.) = 9.80 \times 10^{-18} \exp\left(\frac{15000}{\theta_{hs} + 273}\right) \quad (9)$$

می باشد . از این منحنی می توان برای محاسبه ضریب افزایش پیری ( $F_{AA}$ ) برای یک بار ثابت و درجه حرارت داده شده یا برای یک بار متغیر و منحنی دمایی داده شده در طی یک دوره ۲۴ ساعته استفاده نمود . ضریب  $F_{AA}$  ابزاری مناسب برای تحلیل مقدار کاهش عمر عایقی مفید ترانسفورماتور می باشد که در استانداردهای IEEE و IEC نیز بکار برده شده است . در استاندارد IEEE ، این ضریب بصورت رابطه

$$F_{AA} = e^{\int \left( \frac{15000}{383} - \frac{15000}{\theta_{hs} + 273} \right)} \quad (10)$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تعریف می گردد. برای مقادیر  $\theta_{hs}$  بزرگتر از  $110^{\circ}C$ ، مقدار ضریب  $F_{AA}$  از ۱ بیشتر شده و نرخ زوال عایقی افزایش می یابد. منحنی  $F_{AA}$  بر حسب دمای گرمترین نقطه ترانسفورماتور در شکل ۴ نشان داده شده است. معادله (۹) می تواند برای محاسبه ضریب پیری معادل یک ترانسفورماتور نیز بکار رود. عمر معادل (بر حسب ساعت یا روز) برای یک دوره بار و یک منحنی دمای داده شده می تواند از رابطه

$$F_{EQA} = \frac{\sum_{n=1}^N F_{AA_n} \Delta t_n}{\sum_{n=1}^N \Delta t_n} \quad (11)$$

بدست آید در آن  $F_{EQA}$  ضریب پیری معادل در طی یک دوره زمانی،  $n$  اندیس بازه زمانی،  $N$  تعداد کل بازه ها  $\Delta t_n$  بازه زمانی  $n$  ام و  $F_{AA_n}$  ضریب شتاب پیری در بازه زمانی  $\Delta t_n$  می باشند.

شکل ۳ می تواند برای تعیین درصد کاهش عمر ترانسفورماتور نیز بکار رود. برای این منظور ابتدا می بایست مبنای تعریف عمر نرمال ترانسفورماتور بر حسب ساعت یا روز را مشخص نمود. فرض می نمائیم که ماشین در یک دوره زمانی  $t$  ساعته تحت یک بار متغیر با زمان قرار گرفته است. معمولاً این زمان را برابر با ۲۴ ساعت در نظر می گیرند. درصد کاهش عمر از رابطه

$$\%Loss\ of\ Life = \frac{F_{EQA} \times t \times 100}{Normal\ Life} \quad (12)$$

بدست می آید.

### ۳-۳- یک مثال عملی تعیین پیری عایقی ترانسفورماتور

برای قریب به ذهن شدن مطلب، از معادلات (۸) تا (۱۱) برای محاسبه مقدار کاهش عمر و ضریب پیری یک ترانسفورماتور نمونه 100MVA استفاده می نمائیم. این ترانسفورماتور که اطلاعات بار یک دوره زمانی ۲۴ ساعته آن در ستون دوم جدول ۲ آورده شده است دماهای  $\theta_{hs}$  متناظر با مقادیر ستون سوم جدول ۲ دارد. فرض شده است که  $\theta_{hs}$  در هر بازه زمانی تغییراتی چندانی ندارد. تغییرات زیاد  $\theta_{hs}$  در هر بازه زمانی (بزرگتر از  $50^{\circ}C$ ) خطاهای قابل ملاحظه ایی ایجاد خواهد نمود. برای کاهش این خطا یا می

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

بایست طول بازه را کمتر نمود و یا اینکه از برنامه های کامپیوتری استفاده نمود ما بین ساعت 16:00 تا 17:00 ، بدلیل وقوع وضعیت اضطراری ترانسفورماتور دچار اضافه بار قابل ملاحظه ۶۹٪ گردیده است که بواسطه وجود تلفات ، دمای  $\theta_{hs}$  تا مقدار  $180^{\circ}C$  افزایش یافته است . با استفاده از معادله (۹) ،

برای هر بازه زمانی محاسبه و در ستون چهارم جدول ۲ آورده شده اند همچنین مقادیر محاسبه

شده  $\sum F_{AA_n} \Delta t_n$  برای هر بازه زمانی در ستونهای پنجم و ششم جدول ۲ آورده شده اند

. ضریب پیری معادل این دوره بارگذاری ۲۴ ساعته با استفاده از معادله (۱۱) بصورت

$$F_{EQA} = \frac{\sum_{n=1}^{24} F_{AA_n} \Delta t_n}{\sum_{n=1}^{24} \Delta t_n} = \frac{446.403}{24} = 18.6$$

بدست می آید  $F_{EQA} = 18.6$  بمعنای آنست که بدلیل اضافه بار بوجود آمده ، پیری بوجود آمده بمقدار 18.6 برابر پیری در بار نامی می باشد . مقدار درصد کاهش عمر نیز با استفاده از رابطه (۱۲) بصورت

$$\% \text{ Loss of Life} = \frac{F_{EQA} \times 24 \times 100}{\text{Normal Life}} = \frac{18.6 \times 24 \times 100}{65000} = 0.687\%$$

برای عمر نرمال 65000 ساعت بدست می آید درصد کاهش عمر برای معیار عمر نرمال برابر با 180000 برابر با 0.248% می باشد . عبارتی برای عمر نرمال 65000 ساعت ، بدلیل یک ساعت اضافه بار ناهنجاری روی ترانسفورماتور سبب کاهش طول عمر آن بمقدار ۴۴۷ ساعت یا ۱۸/۶ روز گردیده است .

از ضریب شتاب پیری (FAA) می توان برای برنامه ریزی اضافه بار ترانسفورماتور استفاده نمود . یعنی با توجه به مقادیر اضافه بار داده شده و دمای محیط می توانیم اضافه بار را در ساعاتی قرار دهیم که مقدار FAA بصورت غیر عادی افزایش نیابد . همچنین می توان یک سال در فواصل زمانی معین نظیر هر فصل یا هر شش ماه  $F_{EQA}$  را محاسبه نمود و در نهایت  $F_{EQA}$  سالانه را محاسبه می نمائیم . اگر  $F_{EQA}$  از واحد بیشتر

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

شد معنای آن اینست که با این وضعیت ترانسفورماتور دچار پیری زودرس خواهد گردید و اگر FEQA از مقدار ۱ خیلی بیشتر باشد می بایست ترانسفورماتور با توان مناسب ، جایگزین گردد .

در انتهای فصل بجاست تا به مساله وجود رطوبت و اکسیژن در سیستم عایقی و اثر آن بر پیری عایقی اشاره ای داشته باشیم . استاندارد IEEE مقدار مجاز رطوبت را تا حد 0.5% تعیین نموده است و مقدار اکسیژن مجاز را پائین تعیین نموده است . اگر درصد رطوبت از مقدار مجاز استاندارد بیشتر شد می بایست مقدار عمر نرمال مورد استفاده در محاسبات تصحیح گردد . عمر عایقی در حضور رطوبت می تواند از رابطه

$$Normal\ Life = \frac{Normal\ Life\ @\ 0.5\%H_2O}{2 \times \%H_2O} \quad (13)$$

بدست آید که در آن  $\%H_2O$  مقدار درصد رطوبت موجود در سیستم عایقی است .

### ۴. نتیجه گیری

وجود تنشهای حرارتی و الکتریکی و ایجاد اضافه بار بر روی ترانسفورماتورهای قدرت اجتناب ناپذیر بوده و این فصل به ارزیابی طول عمر عایقی و مقدار پیری عایقی ترانسفورماتورها تحت اعمال تنشهای مختلف و در شرایط اضافه بار اختصاص داشت . با استفاده از رابطه آرنیوس و اصلاح آن ، مدل تنش دوگانه ای بدست آورده شد که نتایج آزمایشگاهی ، صحت و دقت این مدل را تأیید می نمودند .

سپس با در نظر گرفتن ملاحظات استاندارد و با استفاده از ضریب شتاب پیری عایقی به تعیین درصد کاهش عمر ترانسفورماتور تحت شرایط اضافه بار پرداخته شد . اضافه بار می تواند پیوسته ، مقطعی ، برنامه ریزی شده و یا بحرانی باشد . نشان داده شد که با بهره بردن از ضریب پیری عایقی و ضریب پیری معادل در طی یک دوره مشخص از بهره برداری مانند یک سال می توان تعیین نمود که شرایط اضافه بار ایجاد شده چقدر بر پروسه پیری ماشین اثر داشته و با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی روش بهینه کدام است ؟ سر آخر اینکه بدلیل ارتباط مستقیم طول عمر ترانسفورماتور و طول عمر عایقی آن ، برای استفاده هر چه بهتر از آنها علاوه بر مسائل تعمیرات و نگهداری ، شرایط عایقی ترانسفورماتور همواره باید مورد بازبینی قرار گرفته و تنشهای ایجاد شده روی آن تحلیل گردند .

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

### ۵. جدول و شکلها

شماره آزمایش	ولتاژ اعمالی	دمای آزمایش	عمر عایقی تخمینی (h)	عمر عایقی آزمایشگاهی (h)
۱	600Vac	60 <sup>OC</sup>	178.2	174
۲	700Vac	80 <sup>OC</sup>	106.8	108
۳	800Vac	80 <sup>OC</sup>	101.0	96
۴	900Vac	80 <sup>OC</sup>	93.2	87

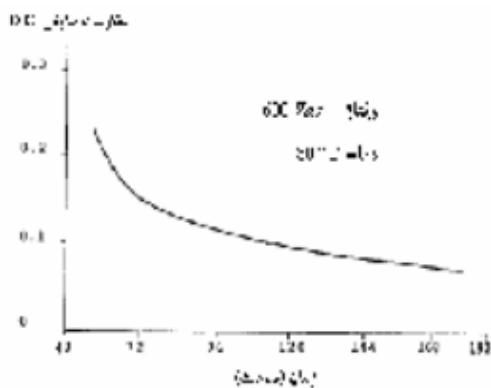
زمان	بار (pu)	$\theta_{hs} (^{\circ}C)$	$F_{AA_n}$	$F_{AA_n} \times \Delta t_n$	جدول ۱: نتایج تستهای آزمایشگاهی و مقایسه با مقادیر تخمین زده شده $\Sigma$
1:00	0.599	80.0	0.036	0.036	0.036
2:00	0.577	72.8	0.015	0.015	0.051
3:00	0.555	72.9	0.015	0.015	0.066
4:00	0.544	72.8	0.015	0.015	0.080
5:00	0.544	71.8	0.013	0.013	0.093
6:00	0.566	71.8	0.013	0.013	0.107
7:00	0.655	73.0	0.015	0.015	0.122
8:00	0.844	74.2	0.018	0.018	0.139
9:00	0.955	85.1	0.066	0.066	0.205

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

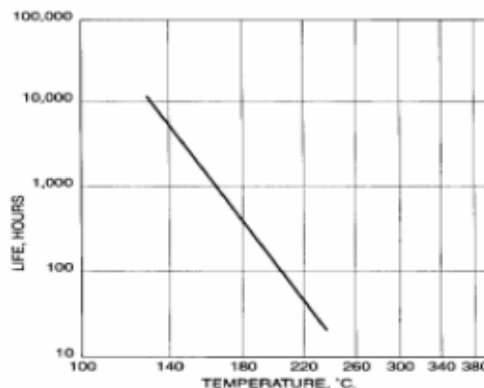
10:00	1.021	92.2	0.148	0.148	0.353
11:00	1.054	99.1	0.318	0.318	0.671
12:00	1.077	104.6	0.571	0.571	1.242
13:00	1.088	109.2	0.921	0.921	2.163
13:00	1.099	112.8	1.329	1.329	3.492
15:00	1.099	116.0	1.830	1.830	5.322
16:00	1.110	117.8	2.185	2.185	7.507
17:00	1.690	180.0	424.922	424.922	432.429
18:00	1.077	130.0	6.984	6.984	439.413
18:00	1.077	130.0	6.984	6.984	443.789
20:00	0.910	114.0	1.499	1.499	445.288
21:00	0.877	104.8	0.583	0.583	445.871
22:00	0.866	97.9	0.279	0.279	446.150
23:00	0.832	93.2	0.166	0.166	446.316
24:00	0.788	87.6	0.088	0.088	446.403

جدول ۲: تعیین مقدار پیری یک ترانسفورماتور قدرت 100 MVA

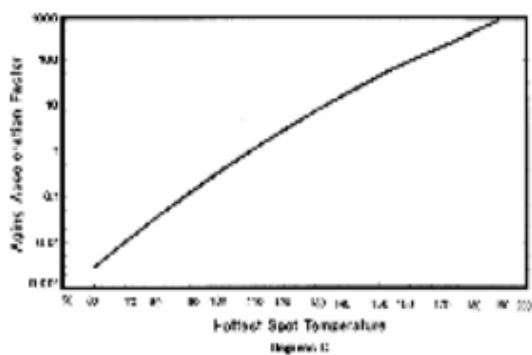
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه



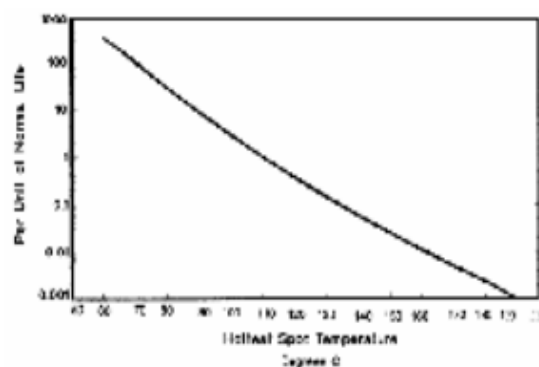
شکل 2: تغییرات مقاومت عایقی تحت تاثیر تنشهای حرارتی و الکتریکی



شکل 1: کاهش عمر عایقی با افزایش دما



شکل 4: تغییرات ضریب افزایش پیری برحسب  $\theta_{hs}$



شکل 3: تغییرات عمر نرمال برحسب دمای  $\theta_{hs}$

WikiPower.ir



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## فصل هشتم

اثر تصفیه روغن بر روند تشخیص عیب در حال تکوین در ترانسفورماتورهای قدرت



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## چکیده

ترانسفورماتورها از تجهیزات بسیار مهم سیستم های قدرت هستند که اگر به هر دلیل از سرویس خارج شوند، انتقال انرژی الکتریکی متوقف می گردد. در این ترانسفورماتورها روغن علاوه بر عایقی الکتریکی، نقش خنک کنندگی را نیز دارا می باشد.

کارکرد ترانس در درجه حرارت بالا شدیداً از عمر آن می کاهد. وجود رطوبت و اسید به کاغذهای عایقی صدمات فیزیکی وارد می کند و در روغن ترانس تغییراتی ایجاد می نماید که با روش های معمول تصفیه روغن قابل بازیافت نمی باشد.

شناسایی عیوب ترانسفورماتورهای قدرت، با آزمایش گاز کروماتوگرافی و تعیین افزایش گازها و آنالیز نتایج حاصله به عمل می آید. پس از تشخیص تولید گازهای قابل احتراق در ترانسفورماتور، بعضاً روغن ترانسفورماتور را تصفیه (Oil Treatment) می نمایند، که در نتیجه علائم ناگوار آن کاهش می یابد ولی چون عوامل ایجاد کننده عیب باقی می ماند، ترانسفورماتور همچنان در معرض آسیب قرار خواهد داشت.

در این فصل اثر نامطلوب تصفیه روغن بر روند شناخت عیوب در حال تکوین ترانسفورماتور قدرت نیروگاه نکا مورد بررسی قرار می گیرد. از آنجائیکه هر گونه فعل و انفعالات حرارتی در روغن منجر به آزاد سازی گاز هیدروژن می شود، نصب دستگاه (Hydran) و اندازه گیری دائم گاز هیدروژن اقدام مناسبی بود که پس از آسیب دیدگی ترانس به عمل آمد، ولی بررسی های انجام شده نشان می دهد پس از تولید گازهای قابل احتراق در ترانسفورماتور باید از تغییر در وضعیت روغن و تصفیه آن که علائم شناخت عیب را از بین می برد پرهیز نمود.

## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

. مقدمه

ترانسفورماتورهای قدرت از تجهیزات الکتریکی بسیار مهم نیروگاهها و پستهای فشار قوی هستند که در صورت آسیب دیدگی، تولید انرژی واحدهای متصل به آن در نیروگاه متوقف و یا انتقال انرژی در پستهای برق دچار اختلال خواهد شد در صورت بروز حادثه علاوه بر هزینه زیاد آماده سازی مجدد، ضرر عدم تولید، در مدت طولانی تعمیرات یا تعویض ترانسفورماتور نیز به آن اضافه خواهد شد. لذا حفاظت و نگهداری از آن دارای اهمیت خاصی می باشد. اگر چه طراحی ترانسفورماتورها بگونه ای است که در مقایسه با سایر تجهیزات عمده به مراقبت کمتری نیاز دارد، اما این موضوع نباید ما را از توجه به پارامترهای مهم نظیر کیفیت روغن ترانس، و وضعیت کاغذهای عایقی ترانسفورماتور غافل نماید. بدیهی است که کاغذ عایقی ترانسفورماتور، در طول بهره برداری، و بعضاً در شرایط نامطلوب دستخوش تغییرات بسیاری خواهد شد که می تواند ترانسفورماتور را دچار حادثه نماید. از طرفی به دلیل عدم امکان دسترسی به کاغذ عایقی ترانسفورماتور، اطلاع از وضعیت آن را دچار مشکل می سازد. لذا بایستی تدابیری اندیشیده شود که بتوان بطور غیر مستقیم از وضعیت کاغذهای عایقی مطلع شد.

عواملی نظیر نیروهای الکترومکانیکی اتصال کوتاه، آرک جزئی، نقاط داغ و وضعیت روغن عایقی می تواند باعث تخریب کاغذ عایقی بشود و در صورت تخریب کاغذ عایقی عمر ترانسفورماتور به سر خواهد رسید. در این تحقیق با شناسایی روغن ترانسفورماتورها و تاثیر آن بر روی کاغذهای عایقی، روشهای مناسب شناخت عیوب در حال تکوین در ترانسفورماتورها مورد بررسی قرار می گیرد و علل بروز حادثه در ترانسفورماتورهای ۵۲۰ مگا ولت آمپری نمونه تحلیل و اشکالات مشخص می گردد.

### ۲- تشخیص عیوب در حال تکوین در ترانس

با شناخت علت و عوامل تولید گاز در داخل ترانس و میزان آنها می توان تا حدود زیادی عیوب در حال تکوین را شناسائی و قبل از بروز حادثه، تمهیدات لازم در خصوص رفع عیب اندیشید. در طول سالهای

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

متمادی با مطالعه نتایج آزمایشات چندین ترانس، روش های تجربی متفاوتی کسب شد که ما را در شناخت عیوب در حال تکوین کمک خواهد کرد.

### شناخت گازهای محلول در روغن ترانس

هر ترانسفورماتور در شرایط عادی کارکرد خود نیز مقداری گاز تولید می کند که یا بسیار ناچیز است و بصورت محلول در روغن در خواهد آمد و یا به رله بوخهلتس هدایت و در محفظه مخصوص جمع می شود [1].

بطور کلی می توان گفت گازهایی نظیر هیدروژن ( $H_2$ )، متان ( $CH_4$ )، اتان ( $C_2H_6$ )، اتیلن ( $C_2H_4$ )، استیلن ( $C_2H_2$ )، پروپان ( $C_3H_8$ )، بوتان ( $C_4H_{10}$ ) و پروپیلن ( $C_3H_6$ ) در اثر تجزیه روغن ایجاد می شوند و گازهایی نظیر دی اکسید کربن ( $CO_2$ )، منو اکسید کربن ( $CO$ ) در اثر تجزیه موارد سلولزی و روغن ایجاد می شوند.

مواد سلولزی در درجه حرارت های بالای  $140^\circ C$  بطور جدی تجزیه و تولید گاز می کنند و وجود دو عامل اکسیژن و رطوبت به تجزیه مواد ایزولاسیون سرعت می بخشد. اگر تولید گازها در روغن به آهستگی و در حجم کم انجام شود، این گاز در روغن بصورت محلول در آمده و رله بوخهلتس نیز آن را نشان نمی دهد.

وجود تخلیه جزئی (PARTIAL DISCHARGE) با انرژی کم در داخل ترانسفورماتور باعث تولید گاز  $H_2$  می شود در طول بهره برداری عادی معمولاً، تجزیه روغن در حد پایین وجود خواهد داشت که حاصل آن تولید گازهای هیدروژن و متان می باشد. اگر به هر دلیلی، درجه حرارت زیاد تا  $1000^\circ C$ ، بوسیله عواملی نظیر  $HOT\_SPOT$ ،  $OVER HEATING$ ،  $CONDUCTOR$  در داخل ترانس ایجاد شود روغن با سرعت بیشتر تجزیه خواهد شد. اگر گرمای موضعی با انرژی کم باشد در اثر تجزیه روغن گاز متان ( $CH_4$ ) تولید می شود و با افزایش درجه حرارت گازهای دیگری نظیر  $C_2H_4$  و  $C_2H_6$  ایجاد می شود [1].

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در درجه حرارت های بالاتر (تا 3000°C) که می تواند در اثر SPARKING یا FLASHOVERS یا POWER ARCKING ایجاد شود، گازهایی مانند استیلن ایجاد می شود همچنین در صورت تماس روغن ترانسفورماتور با هوای آزاد، گازهای مختلف موجود در هوا جذب روغن عایقی خواهد شد، که خود باعث افزایش گازهای محلول در روغن می شود [2].

چنانچه مقدار CO موجود در روغن ترانس بیشتر از ۳۰۰ ppm باشد موادی مانند کاغذ عایقی و BAKE در اثر درجه حرارت زیاد صدمه خواهد دید.

### ۱-۲ - تشخیص عیب با روش نمودار مثلث

روش استفاده از نمودار مثلث (پروپیلن، اتیلن، متان PEM) بشرح ذیل است:

$$۱ - نسبت \frac{C3H6}{S} و \frac{C2H4}{S} و \frac{CH4}{S} را بدست می آوریم.$$

۲ - درصد مقادیر فوق را روی اضلاع مثلث علامت گذاری می کنیم.

۳ - از روی نقاط مشخص شده ضلع قبلی مثلث (متناسب با جهت فلش مشخص شده روی اضلاع) رسم می کنیم.

۴ - این سه خط در یک نقطه همدیگر را قطع خواهند نمود.

۵ - محل تلاقی این سه خط، یا روی یکی از منحنی مشخصه های درجه حرارت قرار دارد و یا اینکه در دو طرف منحنی های مذکور واقع می شود، از روی این وضعیت می توان به میزان تقریبی درجه حرارت نقطه معیوب پی برد.

در نمودار این بخش، نمونه عملی نتیجه آزمایشات یک نمونه روغن نشان داده شده است که مقادیر آن عبارتست از:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$CH_4 = 1389 \text{ ppm}$$

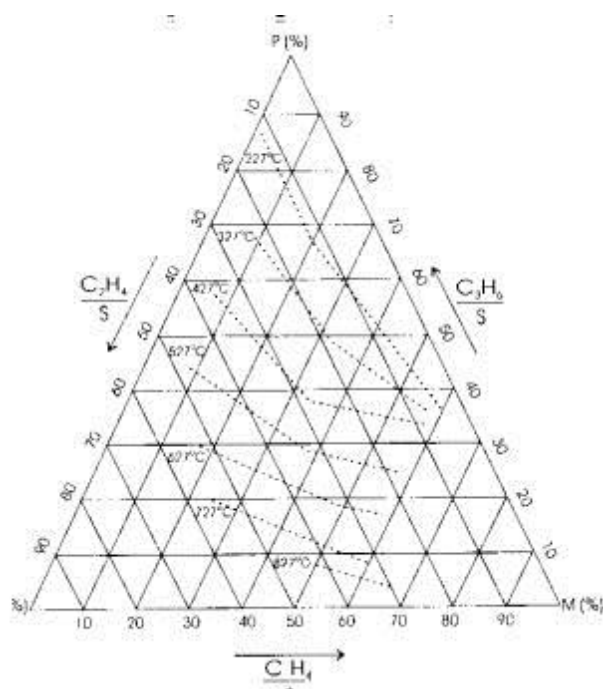
$$C_2H_4 = 2019 \text{ ppm}$$

$$C_3H_6 = 1179 \text{ ppm}$$

$$S = CH_4 + C_2H_4 + C_3H_6 = 4487 \text{ ppm}$$

$$\frac{CH_4}{S} \times 100 = 31\% , \frac{C_2H_4}{S} \times 100 = 45\% , \frac{C_3H_6}{S} \times 100 = 24\%$$

از روی نمودار PEM درجه حرارت نقطه عیب ۶۲۵ درجه سانتیگراد تشخیص داده می شود.



نمودار ۱ - روش PEM

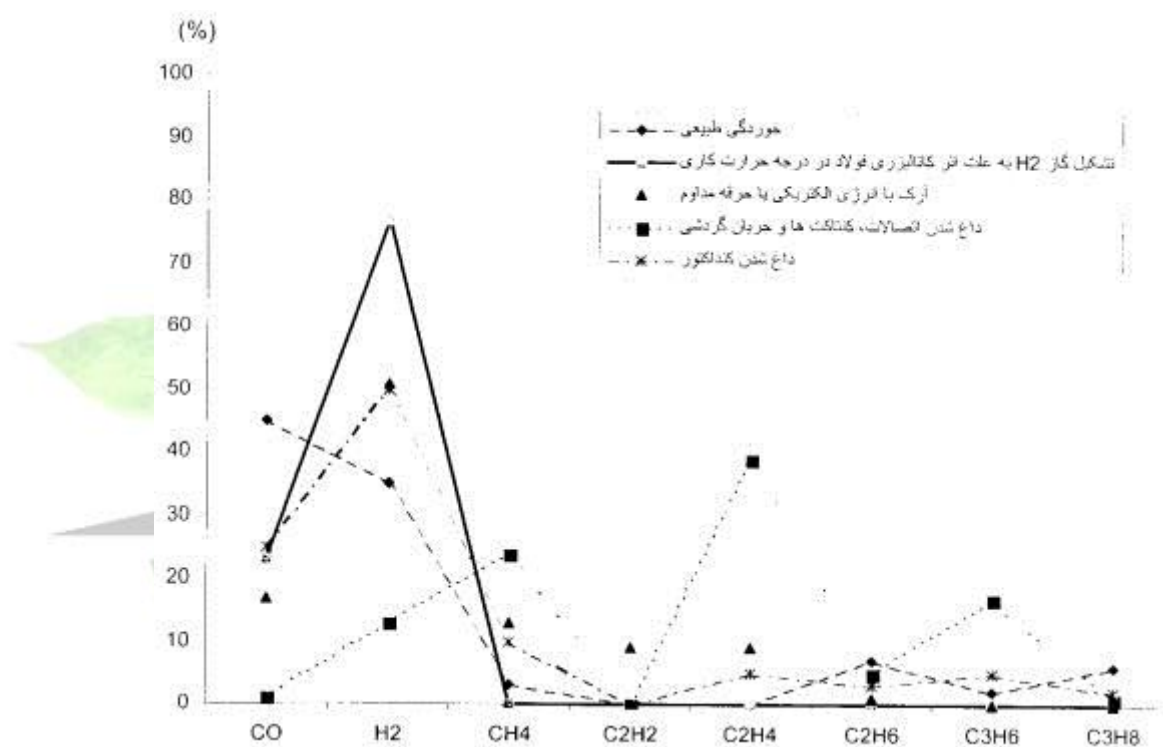
## ۲ - ۲ - تشخیص عیب با روش نمودار گازی (PATTREN METHOD)

در این روش نسبت درصد هر یک از گازهای  $CO$ ،  $CH_4$ ،  $C_2H_2$ ،  $C_2H_4$ ،  $C_2H_6$ ،  $C_3H_6$ ،  $C_3H_8$  به کل گاز (Total Combustible Gases) محلول در روغن بصورت نقاطی مشخص می شود. سپس این نقاط به یکدیگر متصل می گردند.

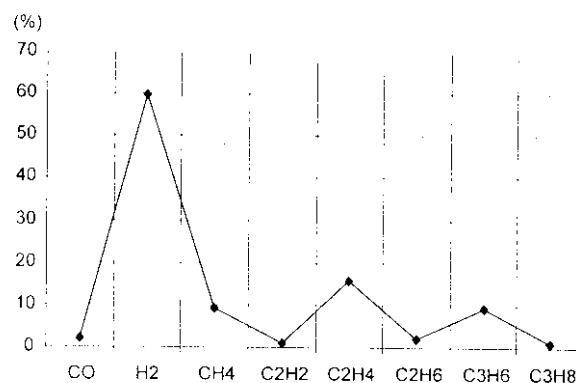
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه

بر اساس تجارب چندین ساله آزمایشگاهی روغن ترانسفورماتورها، تعدادی از نمودارها بصورت الگو در آورده شده است (نمودار ۲) که می توان پس از بدست آوردن نمودار هر روغن، آن را با نمودار الگو (نمودار ۳) مقایسه نمود.

با استفاده از این روش فقط می توان نوع اشکال را مشخص کرد. برای پیدا کردن میزان درجه حرارت نقطه عیب می توان از روش دیگری بنام PEM استفاده کرد که شرح آن قبلاً داده شده است.



نمودار ۲ - منحنی الگوی اشکالات ترانس برحسب نسبت درصد گازها به کل گازهای محلول در روغن



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

نمودار ۳ - منحنی درصد مقادیر گاز محلول در آنالیز نمونه

مقادیر گازها در آنالیز نمونه که طبق آنها نمودار ۳ رسم و تطبیق با داغ شدن کنتاکتورهاست به شرح زیر می باشد:

	Ppm	%
CO	38	2.09
H2	1081	59.59
CH4	168	9.26
C2H2	19	1.05
C2H4	289	15.93
C2H6	35	1.93
C3H6	165	9.10
C3H8	21	1.16
TCG	1814	100

۳ - ۲ - تشخیص عیب با استفاده از رله بوخهلتس

در صورت بروز عیوب داخلی در ترانسفورماتور نظیر ARCING، PARTIL DISCHARGE و یا LOCAL OVER HEATING و همچنین عدم اتصال کامل اتصالات حاوی جریان (LOSE CONNECTION) روغن عایقی و یا کاغذهای عایقی تجزیه شده و سبب تولید گاز می شود [3].

گازهای تولید شده در حجم بسته همیشه تمایل دارند خود را به بالاترین نقطه برسانند. یعنی به سمت تانک ذخیره هدایت می شوند و گازهای حاصله در محفظه رله بوخهلتس جمع می شوند. حال اگر اشکال بوجود آمده تداوم یابد به مرور بر حجم گاز تولید شده افزوده می شود و در نتیجه محفظه گاز در رله بوخهلتس تحت فشار قرار می گیرد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در صورت عدم رفع اشکال و توسعه حجم گاز تولیدی در ترانس مرحله دوم آلارم رله بوخهلتس عمل کرده و ترانس را از سرویس خارج می کند با عملکرد آلارم رله بوخهلتس در ترانسفورماتورها، در صورت اطمینان از عدم وجود نشتی بین محفظه تپ چنجر قابل قطع و وصل زیر بار (OLTC)، باید وضعیت ترانس ها کاملاً بررسی گردد.

برای مشخص کردن نوع حادثه می توان از گاز جمع شده در رله بوخهلتس نمونه برداری کرده و آن را آنالیز نمود. از روی انواع و درصد و رشد گازها در مقایسه با آخرین آنالیز گازهای محلول در روغن تا حدود زیادی می توان پی به نوع حادثه برده و تهمیدات لازم جهت پیشگیری از حوادث بزرگ را اندیشید.

#### ۴ - ۲ تشخیص عیب با روش آنالیز گازهای محلول در روغن ترانس (DISSOLVED GAS ANALYSIS)

مؤسسه های استاندارد براساس تجارت حاصله از نتایج تست چندین ترانسفورماتورها جداولی را تنظیم کرده اند که با استفاده از آنها و نتایج حاصله از آنالیزه گازها می توان نوع و میزان حرارت نقطه عیب را تعیین کرد [4]. گازهای مورد مطالعه عبارتند از اکسیژن (O2)، نیتروژن (N2)، دی اکسید کربن (CO2)، منواکسید کربن (CO)، هیدروژن (H2)، متان (CH4)، استیلین (C2H2)، اتیلین (C2H4)، اتان (C2H6)، پروپیلین (C3H6)، پروپان (C3H8)، لازم به ذکر است در آنالیز اولیه روغن ترانسفورماتور، گازهایی نظیر O2، CO2، CO و H2 ممکن است شناسایی گردند که به عنوان مرجع مطالعات بعدی به کار گرفته می شود. جدول کد اشکالات گازهای محلول در روغن ترانسفورماتور، براساس استاندارد IEC در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

همانطوری که ملاحظه می شود، در این جدول نسبت ها  $\frac{C2H4}{C2H6}$  و  $\frac{CH4}{H2}$  و  $\frac{C2H2}{C2H4}$  برحسب میزان مقادیر

مربوطه مورد مطالعه قرار می گیرد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

بدینصورت که پس از اخذ نمونه از روغن ترانسفورماتور و آنالیز گازهای موجود آن، ابتدا مقادیر نسبت های فوق را بدست آورده سپس از روی کد جدول، شرح مورد نظر را مشخص می کنیم. بعنوان نمونه، حالت هایی از اشکالات در ادامه آمده است شامل:

OVERHEATING FAILURE – INSULATION

FALLURE – NO FAULT

لازم بذکر است حد گازهای موجود در روغن ترانس براساس استاندارد IEC60567 عبارت است از:

H2	5ppm
CXHX	1ppm
CO,CO2	25ppm
N2	50ppm
O2	50ppm

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۱ - نسبت گازهای محلول در روغن ترانسفورماتور و کد اشکالات براساس استاندارد IEC

Case No.	Characteristic fault	Code of range of ratios			Typical examples
		$\frac{C_2H_2}{C_2H_4}$	$\frac{CH_4}{H_2}$	$\frac{C_2H_6}{C_2H_4}$	
	Ratios of characteristic gases				
	<0.1	0	1	0	
	0.1-1	1	0	0	
	1-3	1	2	1	
	>3	2	2	2	
0	No fault	0	0	0	Normal ageing
1	Partial discharges of low energy density	0 but not significant	1	0	Discharges in gas-filled cavities resulting from incomplete impregnation, or super-saturation or cavitation or high humidity
2	Partial discharges of high energy density	1	1	0	As above, but leading to tracking or perforation of solid insulation
3	Discharges of low energy (see Note 1)	1-2	0	1-2	Continuous sparking in oil between bad connections of different potential or to floating potential. Breakdown of oil between solid materials
4	Discharges of high energy	1	0	2	Discharges with power follow-through. Arcing - breakdown of oil between windings or coils or between coils to earth. Selector breaking current
5	Thermal fault of low temperature <150°C (see Note 2)	0	0	1	General insulated conductor overheating
6	Thermal fault of low temperature range 150°C-300°C (see Note 3)	0	2	0	Local overheating of the core due to concentrations of flux. Increasing hot spot temperatures; varying from small hot spots in core, shorting links in core, overheating of copper due to eddy currents; bad contacts/joints (pyrolytic carbon formation) up to core and tank circulating currents.
7	Thermal fault of medium temperature range 300°C-700°C	0	2	1	
8	Thermal fault of high temperature >700°C (see Note 4)	0	2	2	

۳ - بررسی وضعیت ترانسفورماتور 520 مگا ولت آمپری نمونه

این ترانسفورماتور با مشخصه ۲۱/۴۰۰ کیلوولت ساخت شرکت BBC دارای 85 تن روغن که در نیروگاه نکا نصب شده است در تاریخ ۶۴/۷/۱۵ مورد آزمایش قرار می گیرد. از روی نتایج آنالیز مقادیر زیر بدست آمده است [5]:

	CO	H2	CH4	C2H2	C2H4	C2H6	TCG
VOL ppm	633	219	26	0	8	27	931
TCG %	67	23.2	2.8	0	0.8	2.9	100

براساس استاندارد IEC داریم:

$$CH_2/C_2H_4=0$$

$$CH_4/H_2=0.12$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$C2H4/C2H6=0.30$$

با مراجعه به جدول کد 0-0-0 CODE اشکالات

NORMAL AGEING

در نتایج تست مورخه های ۶۵/۳/۱۵ و ۶۶/۱۰/۲۰ و ۶۷/۲/۴ نیز همین CODE مشاهده می شود. اگر چه

در طول این مدت حجم گاز CO و گاز H2 و همچنین TCG افزایش یافته است.

در آنالیز مورخ ۶۹/۱۲/۲۱ نتایج ذیل حاصل گردید:

	CO	H2	CH4	C2H2	C2H4	C2H6	TCG
VOL ppm	859	137	25	0	18	11	1050
TCG%	13	81.8	2.4	0	1.7	1.0	100

براساس استاندارد IEC داریم:

$$C2H2/C2H4=0.0$$

$$CH4/H2=0.18$$

$$CH4/H2=0.18$$

با مراجعه به جدول کد 0-0-1 CODE اشکالات خواهیم داشت:

TERMAL FAULT OF LOW TEM<150°C

در چنین شرایطی حالات ذیل محتمل خواهد بود.

GENERAL INSULATION CONDUCTOR

OVER HEATING.

DECOMPOSITION SOLID INSULATION.

حجم گازهای قابل احتراق (TCG) نسبت به نتایج آزمایشات قبلی افزایش یافته است که بخش عمده آن

مربوط به گازهای CO، H2 می باشد.

در آنالیز مورخ ۷۱/۱۱/۷ نتایج ذیل حاصل شده است:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

	CO	H2	CH4	C2H2	C2H6	TCG
VOL ppm	991	193	268	0	7	1467
TCG%	67.6	13.2	18.3	0	0.5	100

بر اساس استاندارد IEC داریم:

$$C2H2/C2H4=0.0$$

$$CH4/H2=1.39$$

$$C2H4/C2H6=0.88$$

با مراجعه به جدول کد اشکالات 1 - 0 - 0 CODE خواهیم داشت:

*THERMAL FAULT OF LOW*

*TEMPERATURE*

*RANGE = 150°C → 300°C*

که عوامل متعددی نظیر:

LOCAL OVER HEADING OF THE CORE

INCREASING HOT SPOT TEMPERATURES

می تواند چنین حالتی را ایجاد کند. همانطوری که از شرح نتایج و آنالیز گازها مشخص است حجم گازهای

قابل احتراق در این ترانس در حال افزایش است و این امر می تواند زنگ خطری باشد.

در آنالیز مورخ ۷۲/۸/۳۰ نتایج حاصله عبارتست از:

	CO	H2	CH4	C2H2	C2H6	TCG
VOL ppm	1030	206	214	0	16	1476
TCG%	69.8	14	14.5	0	101	100

بر اساس استاندارد IEC داریم:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$C2H2/C2H4=0.0$$

$$CH4/H2=1.04$$

$$C2H4/C2H6=1.60$$

با مراجعه به جدول کد اشکالات 1 - 2 - 0 CODE خواهیم داشت:

#### THEMAL FAULT OF HIGH TEMPERATURE

RANGE = 300°C → 700°C

با توجه به آنالیز گازهای محلول در روغن، سیر سعودی حجم گازهای قابل احتراق (TCG) و افزایش قابل

ملاحظه گازهای CO و H2 خبر از وقوع یک پدیده غیر طبیعی در داخل ترانسفورماتور می دهد. تا اینکه

در نتایج آنالیز مورخ ۷۳/۴/۱۳ شرایط ذیل مشاهده گردید:

	CO	H2	CH4	C2H2	C2H6	TCG
VOL ppm	7272.55	2657.16	226.56	13.33	48.48	68570.50
TCG %	19.6	3.88	0.33	0.02	0.02	100

براساس استاندارد IEC داریم:

$$C2H2/C2H4=0.179$$

$$CH/H2=0.085$$

$$C2H4/C2H6=1.533$$

با استفاده از جدول کد اشکالات 1 - 1 - 1 CODE خواهیم داشت:

#### THEMAL FAULT OF HIGH ENERGY

#### THEMAL FAULT OF MEDIUM

#### TEMPERATURE

ERANGE 300°C → 700°C

نتایج حاصله از این آزمایش نشان از تکوین عیوب خاصی در ترانس است. در این مرحله شرکت استفاده

کننده از این ترانس اقدام به OIL TREATMENT نمود تا بدین وسیله از حجم گاز بکاهد و به وضعیت

روغن عایقی ترانس بهبود ببخشد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

که در آخرین نتایج بعد از پروسه OIL TREATMENT به مورخ ۷۷/۸/۳۰ عبارتست از:

	CO	H2	CH4	C2H2	C2H6	TCG
VOL ppm	728	153	0	0	5	892
TCG%	81.6	17.2	0.0	0.0	0.6	100

و براساس استاندارد IEC داریم:

$$C2H2/C2H4=0$$

$$CH4/H2=0$$

$$C2H4/C2H6=0.83$$

و براساس کد اشکالات CODE = 0 - 1 - 0 خواهیم داشت:

PARTIAL DISCHARGES OF LOW ENERGY

DENSITY

از آنالیز مورخ ۷۴/۴/۲۴ نتایج ذیل حاصل شده است:

	CO	H2	CH4	C2H2	C2H6	TCG
VOL ppm	1274	240	25	0	5	1524
TCG%	81.8	15.7	1.6	0.0	0.3	100

و براساس استاندارد IEC داریم:

$$C2H2/C2H4=0$$

$$CH4/H2=0.1$$

$$C2H4/C2H6=1.4$$

و از روی جدول کد اشکالات CODE = 0 - 1 - 0 خواهیم داشت:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

### THERMAL FAULT OF LOW TEMPERATURE

150° C

که در اثر تجزیه عایق های جامد ایجاد می شود.

همچنین با استفاده از روش PEM نیز می توان وضعیت ترانس را بررسی نمود. (نمودار شماره ۱)

همانطور که در نتایج تست دیده می شود، مقادیر مورد نیاز عبارتست از:

$$CS = CH_4 + C_2H_4 + C_3H_6$$

$$S = 226.562 + 74.324 + 86.556$$

$$S = 387.442$$

$$\frac{CH_4}{S} \% = 58\%$$

$$\frac{C_2H_4}{S} \% = 19.2\%$$

$$\frac{C_3H_4}{S} \% = 22.3\%$$

حال با مراجعه به نمودار PEM در می یابیم میزان درجه حرارت نقطه عیب °C ۶۸ می باشد.

#### ۴ - تحلیل نتایج

براساس نتایج آنالیز از مورخ ۶۴/۷/۱۵ تا ۷۳/۴/۱۳ و سیر صعودی تولید گازهای قابل احتراق در ترانس که در نتایج ۷۳/۴/۱۳ در حد بسیار چشمگیری افزایش یافته بود، تکوین حادثه ای قابل ملاحظه را در ترانس خبر می داد. اما پس از OIL TREATMENT و تحلیل نتایج حاصله می بینیم که وضعیت عادی شده است. آیا برآستی چنین است؟ آیا با تصفیه روغن می توان منشا، و منبع حادثه را از بین برد؟ به یقین باید گفت خیر. از طرفی در چنین شرایطی تصفیه روغن نه تنها منفعتی برای ترانس ندارد بلکه با جدا کردن و خارج نمودن گازها روند تحلیل نتایج را مختل نموده و تشخیص عیب را مشکل و یا غیر ممکن می سازد. صدق این مدعا این است که همین ترانس در شهریور ماه سال ۱۳۷۵ بدلیل OVER HEATING اتصالات مثلث و از بین رفتن خاصیت عایقی کاغذ بکار گرفته شده در اتصالات مذکور در سر و ته کلاف LV در اثر اتصال



## برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

دو فاز از مدار خارج گردید و بخش عمده‌ای از سیم پیچ‌های آن آسیب دیده است و حال اینکه اگر براساس نتایج حاصله از آنالیز مورخ ۷۳/۴/۱۳ وضعیت ترانس دقیقاً مورد بررسی قرار می‌گرفت، امکان دستیابی به نقاط عیب و جلوگیری از گسترش عیب و پیشگیری خسارت وجود داشت [6].

اگر چه عمر مفید ترانسفورماتورهای قدرت را سازندگان بین ۳۰ تا ۴۰ سال برآورد می‌کنند، و مدعی هستند که طراحی اجزاء آن بگونه‌ای است که طول عمر خود را طی می‌کند [7]. اما باید توجه داشت این امر در قالب شرایط ایده ال بهره برداری ادعا شده است از طرفی بهره برداری از ترانسفورماتورهای قدرت در شبکه برق کشور ما تا اندازه‌ای با حالت ایده ال فاصله دارد، زیرا قطعی‌های متعدد و مکرر بدلیل عدم قابلیت اطمینان کافی و نوسانات قابل توجه فرکانس و ولتاژ و مانورهای زیاد در نیروگاه‌های بزرگ وجود دارد که مطلوب نیست.

حقیقت امر این است که بهره برداری از شبکه و تجهیزات مهمی مانند ترانسفورماتور از شرایط ایده ال فاصله زیادی دارد. بنابراین تأمل در کنترل سلامت ترانسفورماتورها امری اجتناب ناپذیر است و در صورت عدم رعایت موارد کنترلی خسارات جبران ناپذیری به سیستم تحمیل خواهد شد.

برای دستیابی به شرایط پایا در بهره برداری از ترانسفورماتورها، موارد ذیل قابل توجه می‌باشد:

- نفوذ رطوبت در کاغذ عایق ترانسفورماتور
- نفوذ رطوبت به داخل روغن ترانسفورماتور
- وجود نقاط داغ در داخل ترانسفورماتور
- بروز آرک جزئی در داخل ترانسفورماتور
- آثار مخرب انرژی حرارتی ناشی از عبور جریان اتصال کوتاه
- آثار مخرب نیروی مکانیکی ناشی از اتصال کوتاه
- جنس هسته و سیم پیچی که در طراحی اولیه بایستی مورد ملاحظه قرار گیرد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## ۵ - نتیجه گیری و پیشنهادات

باتوجه به بررسی ها و تحلیل نتایج به منظور جلوگیری از اشکالات و گسترش آسیب در ترانسفورماتورها پیشنهاد می گردد:

۱ - آزمایشات گاز کروماتوگرافی بطور دوره ای توسط یک موسسه معتبر انجام شود و پس از مطالعه و بررسی آنها مدارک در سوابق هر ترانس بطور جداگانه نگهداری شود.

۲ - آزمایشات شیمیایی روغن در فواصل تعیین شده انجام و پس از قیاس با مشخصه استاندارد IEC60422 به طور منظم بایگانی شود. هر گونه خرابی در پارامترهای روغن اثرات نامطلوبی روی کاغذ عایقی ترانسفورماتور که عمر ترانس به آن بستگی دارد خواهد گذشت.

۳ - از آنجائیکه بروز هر گونه آثار مخرب حرارتی در روغن ابتدا با تولید  $H_2$  و در مواد سلولزی با تولید  $CO$  و  $CO_2$  همراه است، حتی المقدور نسبت به نصب دستگاه اندازه گیری دائم (Online) گازهای فوق الذکر روی ترانسفورماتورهای بزرگ و حساس در شبکه اقدام گردد تا در صورت شروع اشکال با حس گاز و صدور فرمان آلام از حادثه عمده جلوگیری شود.

۴ - آمار حوادث در شبکه بطور دقیق با ذکر محل و علت و نتیجه بررسی ها جمع آوری و در دسترس باشد. در صورت بروز اتصال کوتاه در شبکه در اولین فرصت، ترانس های قدرت در محدوده محل حادثه تحت تست و بررسی قرار گیرد.

۵ - سیر صعودی تولید گازهای قابل احتراق در روغن از تکوین حادثه قابل ملاحظه ای خبر می دهد. در این صورت باید از هر گونه تغییر در وضعیت روغن و تصفیه آن پرهیز نمود، زیرا با خارج شدن گازهای محلول در روغن روند تشخیص عیب مختل می شود. درچنین حالتی باید وضعیت ترانس دقیقاً مورد بررسی قرار گیرد و با اقدامات پیشگیرانه از گسترش اشکالات و بروز خسارات جلوگیری گردد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## ۶ - منابع

- TERMAL POWER PLANT SEMINAR, [1]  
1984 NEKA, IRAN BBC  
LIFE TIME EVALUATION OF [2']  
TRANSFORMER, Study Committee 12 ELECTRA NO-150-Oct. 1993 PARIS  
STUDY ON INAPPROPRIATE [3]  
TRANSFORMER TRIPPING BY BUCHHOLZ RELAYS P. BOSS, 12-102, CIGRE 1996  
SESSION, PARIS
- [4] تجربه اندازه گیری دائم گاز هیدروژن در تشخیص عیوب ترانسفورماتورهای قدرت نیروگاه نکا، کیومرث رحمانی، سیف الله علی اصغری، جواد روحی، شانزدهمین کنفرانس بین المللی برق، آبان ۱۳۸۰ تهران
- [5] گزارشات تست گاز کروماتوگرافی، آرشیو فنی معاونت بهره برداری، نیروگاه نکاء ۸۰ - ۱۳۶۵
- [6] بررسی علل آسیب دیدگی ترانسفورماتورهای قدرت ۵۲۰ مگاوات آمپری نیروگاه نکا، فصلکارشناسی ارشد دانشگاه مازندران، منوچهر جباری، استاد راهنما: جواد روحی ۱۳۸۰
- REPAIR OF LARGE POWER [7]  
TRANSFORMERS: EXPERIENCES DEVELOPED IN ITALY, 12-207, CIGER 1994  
SESSION, PARIS