



## رویدادهای مهم خرداد ۱۴۰۳ در نیروگاه شهید منتظر قائم

### آمار تولید نیروگاه در خرداد ماه ۱۴۰۳:

به گزارش روابط عمومی نیروگاه در این ماه نسبت به برنامه از پیش تعیین شده، هفتصد و شصت و هشت هزار و هشتصد و یک (۷۶۸,۸۰۱) مگاوات ساعت انرژی تولید و تحویل شبکه سراسری گردیده است. از ابتدای سال جاری تا پایان این ماه ۲۵٪ زمان سپری شده و ۹۸,۳٪ تولید به نسبت بودجه پیشنهادی محقق گردیده که ۱,۷٪ کمتر از بودجه می باشد.

واحد	بخار قدیم	گازی	بخار سیکل	جمع
تولید خالص	Mwh	۳۰۲,۷۱۰	۳۴۴,۵۶۳	۷۶۸,۸۰۱
ساعت کارکرد	hh	۲,۹۳۳	۴,۳۴۵	۹,۴۷۸
مصرف مازوت	۱۰۰۰ لیتر	۰	۰	۰
مصرف گازوئیل	۱۰۰۰ لیتر	۵۲۷	۴,۸۲۴	۵,۳۵۱
مصرف گاز	۱۰۰۰ مترمکعب	۱۰۳,۵۳۵	۱۱۴,۴۵۴	۲۱۷,۹۸۹

### پیام تسلیت مدیر عامل نیروگاه شهید منتظر قائم به مناسبت سالگرد ارتحال ملکوتی حضرت امام

#### خمینی (ره) و قیام خونین ۱۵ خرداد:



به گزارش روابط عمومی گرشاسب جمشید نژاد طی پیامی سالگرد ارتحال حضرت امام خمینی (ره) و قیام خونین ۱۵ خرداد را تسلیت گفت. متن این پیام بدین شرح است:

بسم الله الرحمن الرحيم

امام خمینی یک حقیقت همیشه زنده است و تا تاریخ زنده است راه و اندیشه ایشان زنده خواهد ماند. (مقام معظم رهبری)

چهاردهم خردادماه، سالگرد ارتحال ملکوتی بنیانگذار کبیر نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران حضرت امام خمینی (ره)، یادآور عروج ملکوتی بزرگ مردی از تبار صالحان است که با تکیه بر سلاح ایمان، بر بلندای تاریخ، سرود فتح و ظفر سرداد و آزادی و آزادگی را معنایی تازه بخشید.



اینجانب به نمایندگی از خانواده بزرگ نیروگاه شهید منتظر قائم، فرا رسیدن سالروز رحلت بنیانگذار جمهوری اسلامی ایران و شهادت یاران ایشان در فاجعه قیام خونین ۱۵ خرداد را به همه مردم شریف ایران تسلیت عرض نموده و از خداوند متعال می‌خواهم، اراده و قدم‌های ما را در راستای اعتلای نظام مقدس جمهوری اسلامی و سرافرازی و سربلندی ایران عزیز اسلامی، بیش از پیش مستحکم گرداند.

### **بازدید مدیر عامل نیروگاه شهید منتظر قائم از شرکت البرز توربین**

به گزارش روابط عمومی، به منظور ارتقاء زمینه‌های همکاری در سال‌های آینده و بحث و بررسی در مورد قراردادهای جاری فیمابین، در تاریخ ۱۴۰۳/۳/۱ جلسه‌ای با حضور مدیران عامل نیروگاه و شرکت البرز توربین و جمعی از معاونین و مدیران ارشد در محل شرکت البرز توربین برگزار شد.



در ادامه این جلسه به منظور آشنایی بیشتر با توانمندیهای شرکت البرز توربین در زمینه‌های تعمیرات RI و ساخت قطعات به روش مهندسی معکوس و غیره بازدید از کارگاه‌های آن شرکت به عمل آمد. ضمناً آقای دکتر جمشیدیان معاون اجرایی شرکت توسعه برق و انرژی سپهر در این جلسه حضور داشتند.



## عملیات تعویض روتور ژنراتور واحد ۱ بخار نیروگاه در شهید منتظر قائم انجام شد

به گزارش روابط عمومی، واحد ۱ بخار نیروگاه شهید منتظر قائم که در تاریخ ۱۴۰۳/۰۲/۱ به منظور تعویض روتور ژنراتور از مدار خارج شده بود با همت و تلاش شبانه روزی پرسنل در تاریخ ۱۴۰۳/۲/۳۱ به شبکه سراسری متصل گردید.



مهندس هومن رحمانی در گفتگو با روابط عمومی بیان کرد: با توجه به اشکالات الکتریکی مشاهده شده در روتور ژنراتور واحد یک بخار، مقرر گردید تا این روتور با روتور یدک تعویض شود ولی به دلیل عدم صدور مجوز خروج واحد یک در زمستان ۱۴۰۲ تعمیرات دوره ای مقرر شد در اردیبهشت ماه انجام شود.

مدیر امور مهندسی مکانیک بخار افزود: علاوه بر تعمیرات و بازدیدهای روتین دوره ای به دلیل فعالیت های زیر زمان تعمیرات از ۲۰ روزه ۳۰ روز افزایش یافت و پس از دمونتاژ روتور معیوب و با توجه به گذشت چندین سال از سرویس قبلی استاتور، فعالیت های مربوطه شامل: تمیز کاری و شستشوی سیم پیچ و هسته ژنراتور، تست گوه های استاتور و انجام فیلرگیری های لازم، اصلاح نخ بندی ها، رنگ آمیزی مجدد سیم پیچ ها و هسته، انجام تست های ولتاژ پایین و ولتاژ بالا و پایش عایق، سیل بندی مجدد منافذ ژنراتور، تعویض یاتاقان های شماره ۳ و ۲ توربین، اوایل فلش توربین در نتیجه ی تعویض یاتاقان های فوق، تعویض روتور ژنراتور واحد و پاکسازی آلودگی داخل استاتور، دمونتاژ و شستشوی کولرهای روغن صورت پذیرفت.





## جلسه انرژی و بررسی مشکلات نیروگاه شهید منتظر قائم برگزار گردید

به گزارش روابط عمومی در تاریخ ۱۴۰۳/۳/۲۹ نشستی صمیمانه در نیروگاه شهید منتظر قائم با محوریت برگزاری جلسه انرژی و بررسی مشکلات نیروگاه منتظر قائم به ریاست دکتر عزیزالله افضلی معاون هماهنگی امور اقتصادی استانداری البرز در محل نیروگاه برگزار گردید.

در این نشست آقایان مهندس مدیر روستا مدیر کل دفتر اقتصادی استانداری استان البرز ، دکتر خوئینی مشاور اقتصادی استاندار البرز، دکتر شیری زاد رئیس سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان، دکتر مسعود خواجه وند مدیرعامل شرکت



توزیع نیروی برق استان البرز، دکتر مجید درگی مدیرکل حفاظت محیط زیست استان البرز، مهندس نجفیان مدیرعامل شرکت آب منطقه ای استان، مهندس زاده حسین معاون بهره برداری شرکت گاز استان، مهندس هندی معاون فنی و عملیاتی شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی البرز شرکت کردند. همچنین در این نشست مدیرعامل نیروگاه به همراه آقایان دکتر زمانی معاون توسعه اقتصادی شرکت سپهر، دکتر جمشیدیان معاون اجرایی شرکت سپهر و جمعی از معاونین و مدیران نیروگاه حضور داشتند.

پس از تلاوت آیاتی چند از کلام اله مجید ، در ابتدا مهندس جمشید نژاد ضمن عرض تبریک به مناسبت اعیاد قربان و غدیر توضیحی درباره فرآیند تولید نیروگاه و رعایت مسائل زیست محیطی از جمله سوخت مصرفی و پساب خروجی نیروگاه ارائه نمودند.

در ادامه دکتر زمانی معاون توسعه اقتصادی شرکت سپهر ضمن عرض خیرمقدم افزودند بخش خصوصی از جمله نیروگاه منتظر قائم مطالبات انباشته شده ی بسیار زیادی از وزارت نیرو دارد ولی تا کنون اقدامی جهت پرداخت صورت نگرفته است و با توجه به مطالبات نیروگاه از وزارت نیرو و مشکلات اقتصادی، این نیروگاه با چالشی بزرگ مواجه بوده و به همین منظور خواستار ارائه طریق از مقامات مسئول شدند تا بتوانند به چرخه تولید برق رونق بیشتری ببخشند.



شرکت مدیریت تولید برق منتظر قائم  
(سهامی خاص)



در انتها دکتر افضل‌ی ضمن تشکر از برگزاری جلسه به میزبانی نیروگاه، از تلاش‌ها و زحمات و فعالیت‌های صورت گرفته در راستای تولید انرژی در سطح استان قدردانی نموده و بیان داشتند که هدف از برگزاری این جلسه در مرحله اول ابلاغ سلام و عرض خسته نباشید آقای استاندار و اطلاع از مشکلات مبتلا به صنایع و نهایتاً اتخاذ تصمیمات مناسب در راستای حل و فصل مشکلات می باشد.

وی خاطر نشان کرد پیگیری مطالبات دستگاه‌های تولیدی را در دستور کار استانداری و کمیسیون‌های مربوطه قرار خواهیم داد.

### **پروژه جداسازی آب شرب در نیروگاه شهید منتظر قائم انجام شد**

به گزارش روابط عمومی، در سال گذشته به منظور رفع نواقص در سیستم آبرسانی و تامین آب شرب سالم و بهداشتی جهت مصرف پرسنل نیروگاه، پروژه جداسازی آب شرب بصورت فعالیت درون سپاری و با پیگیری و حمایت مدیریت محترم عامل و با همت و تلاش پرسنل در تاریخ ۱۴۰۳/۳/۱۴ مورد بهره برداری قرار گرفت.

محسن عظیمی به عنوان مدیر پروژه جداسازی آب شرب نیروگاه در گفتگو با روابط عمومی بیان کرد: آب مورد نیاز نیروگاه منتظر قائم از ۱۰ حلقه چاه عمیق تامین می گردد. استخر سرپوشیده بوسیله خط لوله‌های کوتاه و مجهز به والو دستی به استخر تلمبه خانه ارتباط دارد که ساکشن پمپ‌های خط آب خام را تشکیل می دهد. یکی از مصارف مهم پس از تزریق کلر، مصرف آب شرب داخلی نیروگاه بخار بود که بدلائل مشخصی کاهش یافته و با توجه به جبران آب خام واحدها از طریق استخر روباز و آلوده بودن این استخر مناسب شرب نبود.





وی در ادامه افزود: با توجه به مسیر مشترک آب شرب نیروگاه با رینگ آب خام واحدها درمواقع اضطراری شرایط آب شرب چندان مساعد نبود و اهمیت موضوع سبب شد پروژه آب شرب نیروگاه در سال ۱۴۰۲ با دستور مستقیم مدیرعامل شرکت جهت انجام و با همکاری بخش ها و قسمت های مختلف اعم از امورخدمات ( واحد

ساختمانی ) ،امورشیمی بخار، تعمیرات بخار ( مکانیک ، الکترونیک و کنترل ) ، امورکارگاه ها و امور مهندسی ،امور بازرگانی ، امور مالی ، امور HSE، امور حراست ،امور شیمی و.. اجرایی گردید.

### **مجمع عمومی عادی صاحبان سهام نیروگاه شهید منتظر قائم برگزار شد**

به گزارش روابط عمومی با عنایت به دعوت قبلی روز چهارشنبه مورخ ۳۰ خرداد ماه ۱۴۰۳ ، مجمع عمومی عادی صاحبان سهام شرکت با حضور کلیه نمایندگان سهامداران در محل شرکت خوارزمی برگزار گردید.

حسین عباسی در گفتگو با روابط عمومی بیان کرد: در ابتدای جلسه با رعایت ماده ۱۰۱ لایحه اصلاحی قانون تجارت نسبت به انتخاب هیأت رئیسه مجمع عمومی اقدام و آقای دکتر جعفری به عنوان رئیس مجمع، آقای مهندس روح اله گرامی گیلان و عماد صانع زرننگ به عنوان نظار و آقای مهندس گرشاسب جمشیدنژاد به عنوان منشی جلسه انتخاب شدند.



مدیر امور مالی افزود: آقای مهندس جمشیدنژاد، مدیرعامل شرکت گزارش فعالیت هیأت مدیره به مجمع عمومی را ارائه نمود. در ادامه نمایندگان سهامداران به پرسش و پاسخ درخصوص موضوعات مالی و فنی پرداختند.



در ادامه آقای دکتر جعفری رئیس جلسه ضمن تشکر از اقدامات انجام شده توسط کارکنان ، امور مالی، مدیرعامل و اعضا هیأت مدیره به مرور تکالیف مورد نظر سهامدارن پرداخت و در انتها نیز صورت های مالی حسابرسی شده شرکت منتهی به ۲۹ اسفند سال ۱۴۰۲ به تصویب کلیه اعضا رسید.

### **توزیع بسته های کمک معیشتی به خانوار های تحت پوشش صندوق نیکوکاری پرسنل نیروگاه شهید منتظر قائم:**

به گزارش روابط عمومی همزمان با عید سعید غدیر خم، ۵۱ بسته کمک معیشتی به خانواده های نیازمند تحویل داده شد. این بسته کمک معیشتی شامل: مرغ، برنج، روغن، رب ، ماکارونی، نمک، عدس، تن ماهی، پنیر و مربا بود که به خانوارهای نیازمند اهدا گردید.





## مقالات و تازه های علمی:

### مقاله ارزیابی مقاومت عایقی ترانسفورماتورها

نویسنده: سرکار خانم مهندس عاطفه زارعی / شرکت مدیریت تولید برق منتظر قائم (نیروگاه زواره اصفهان)

#### مقدمه

روش مرسوم پایش کیفیت عایق؛ اندازه گیری مقاومت عایقی می باشد. با اعمال ولتاژ به عایق تحت آزمون و اندازه گیری جریان حاصل و با استفاده از قانون اهم؛ مقاومت عایقی محاسبه می شود. با توجه به وابستگی میزان مقاومت عایقی به دما به منظور ارزیابی آن معمولاً از شاخص پلاریزاسیون یا نرخ جذب دی الکتریک استفاده می شود. هرچند شاخص های فوق از دیرباز به عنوان یک معیار اساسی در بررسی وضعیت عایق مورد استفاده قرار می گیرد؛ اما در بعضی از موارد نتایج عجیبی بدست می آید. به طور مثال ترانسفورماتورهای قدرت بزرگ علی رغم داشتن مقاومت عایقی بالا (در حد چند گیگا اهم) شاخص پلاریزاسیون یا جذب پایینی دارد. آیا عایق ترانسفورماتور در این وضعیت تخریب شده است یا خیر؟ به منظور بررسی این موضوع ابتدا ماهیت شکست عایقی و نحوه ارزیابی مقاومت عایقی تشریح و سپس با مدلسازی عایق ترانسفورماتور؛ شاخص های فوق مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت.

#### علت های تخریب عایق

- عایق ترانسفورماتور یکی از مهم ترین قسمت های آن می باشد از این رو نیاز به نگرانی منظم و دقیق دارد. فرآیند پیری عایق به محض در مدار قرار گرفتن ترانسفورماتور آغاز می شود. اما اگر شرایط غیرعادی که منجر به آسیب دیدگی عایق می شود؛ بررسی نشود منجر به تسریع این فرآیند خواهد شد. علت های اصلی تخریب عایق به شرح زیر می باشد: (این عوامل با یکدیگر در تعامل بوده و موجب تسریع در فرآیند تخریب می شود).
- تنش های الکتریکی: هر عایق برای یک کاربرد خاص طراحی شده است. ولتاژ کمتر یا بیشتر از میزان طراحی موجب ایجاد تنش بر روی عایق و در نتیجه ترک برداشتن آن می شود.
  - تنش های مکانیکی: علاوه بر ضربه های مکانیکی؛ کار در حالت نامتعادل و خاموش و روشن شدن های متوالی نیز منجر به اعمال تنش های مکانیکی بر روی عایق می شود.
  - تنش های شیمیایی: عایق ممکن است تحت تاثیر بخارهای خورنده، مواد زائد و روغن خاصیت خود را از دست بدهد.
  - تنش های حرارتی: کار در دمای بیشتر یا کمتر از دمای طراحی عایق منجر به انقباض و انقباض و در نتیجه تخریب آن می شود. به هر حال در هر بار خاموش و روشن شدن نیز عایق تحت تنش حرارتی قرار می گیرد مگر اینکه برای کار متناوب طراحی شده باشد. در غیر این صورت این امر به طور قابل توجهی در عمر عایق تأثیرگذار است.
  - آلودگی های محیطی: شامل رطوبت، گرد و غبار و جوندگان

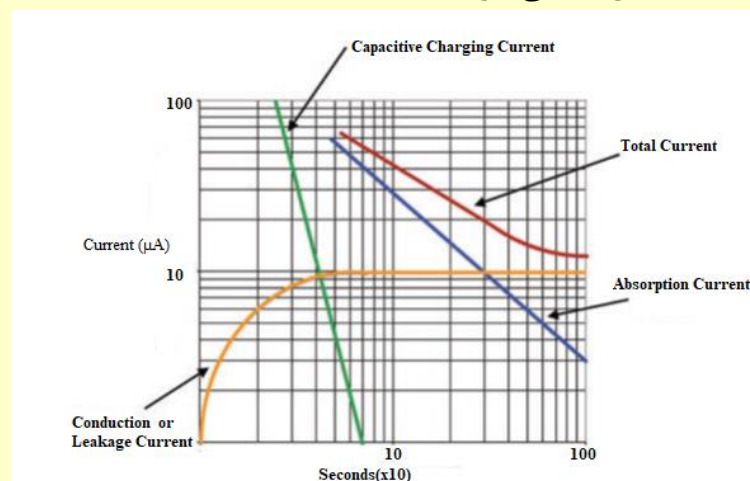




## جریان های عبوری از عایق

شکست عایقی زمانی رخ می دهد که عایق در جلوگیری از شارش جریان در مسیرهای مختلف کیفیت خود را از دست بدهد. این مسیرها شامل سطوح داخلی و خارجی (جریان نشتی سطحی)، بدنه عایق (جریان هدایتی) و ... می باشد. در صورت عدم تشخیص به موقع این امر احتمال شوک الکتریکی، برق گرفتگی، آتش سوزی و تخریب دستگاه وجود دارد. بنابراین پایش کیفیت عایق بخش مهمی از برنامه تعمیر و نگه داری هر تجهیز می باشد. در غیر این صورت هر مشکلی خطرناک و بسیار پر هزینه خواهد بود. مطابق با شکل (۱) جریان عبوری از مسیرهای مختلف به طور خلاصه به شرح زیر می باشد:

- جریان خازنی<sup>۱</sup> ( $I_C$ ) جریان مورد نیاز برای شارژ ظرفیت عایق تحت آزمون می باشد. در واقع زمان اعمال ولتاژ عایق مانند دی الکتریک یک خازن شارژ می شود. این جریان با مقدار زیادی شروع شده و پس از شارژ کامل مدار به صورت نمایی (پس از چند ثانیه یا چند دهم ثانیه) به سمت صفر میل می کند. این جریان به مقاومت داخلی ابزار اندازه گیری و ظرفیت هندسی تجهیز بستگی دارد و در مقایسه با جریان های دیگر ناچیز بوده و بنابراین در اندازه گیری مقاومت عایقی تاثیر چندانی ندارد.
- جریان جذبی یا پلاریزاسیون<sup>۲</sup> ( $I_A$ ) ناشی از قطبش مولکولی و رانش الکترون های آزاد ماده عایق؛ تحت تاثیر میدان الکتریکی اعمال شده می باشد. در واقع اعمال میدان موجب تراز مولکول های قطبی در راستای میدان می شود در حالیکه این هم تراز در حالت خنثی کاملاً تصادفی است. در عین حال مولکول ها تحت تاثیر فشار یکدیگر نیز می باشد؛ بنابراین چند دقیقه بعد از اعمال میدان دوباره تغییر جهت داده و جریان پلاریزاسیون افت می کند. مولفه دیگر جریان جذبی به دلیل رانش تدریجی الکترون ها و یون ها تا زمان به دام افتادن آنها می باشد. افت این جریان نسبت به جریان خازنی کندتر است و به نوع و شرایط ماده عایق بستگی دارد. پلاریزاسیون جهتی با وجود رطوبت افزایش می یابد. زیرا مواد آلوده قطبی تر شده و در نتیجه درجه پلاریزاسیون و جریان مربوط به آن افزایش می یابد.
- جریان سطحی<sup>۳</sup> ( $I_S$ ) شامل جریان نشتی<sup>۴</sup> ( $I_L$ ) و هدایتی<sup>۵</sup> ( $I_G$ ) بوده که نسبت به زمان ثابت می باشد و میزان آن به درجه یونیزاسیون که خود وابسته به دماست بستگی دارد. در صورت وجود مواد رسانا (آلودگی و رطوبت) در سطح عایق جریان پراکندگی سطحی ایجاد می شود. جریان هدایتی ثابت بوده و به کیفیت ماده عایق بستگی دارد.



شکل (۱): انواع جریان ها



## مقاومت عایقی

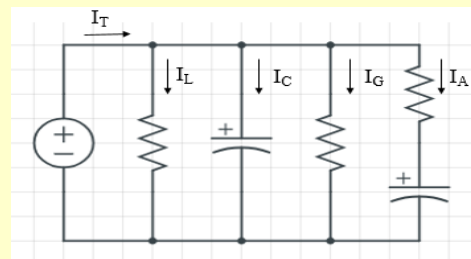
مقاومت عایقی از تقسیم ولتاژ اعمال شده بر مجموع جریان‌ها  $(I_T)$  بدست می‌آید. جهت بررسی وضعیت عایق مقایسه تغییرات جریان یا مقاومت در طول مدت آزمون مفید می‌باشد. همانطور که بیان شد پس از گذشت مدت زمان ناچیزی از اعمال ولتاژ جریان خازنی حذف شده و مقدار مقاومت به سایر جریان‌ها وابسته است. اگر میزان جریان نشتی به دلایلی مانند کیفیت پایین، وجود رطوبت یا آلودگی بزرگ باشد؛ جریان کل پس از مدت زمان کوتاهی تقریباً برابر با آن خواهد شد. در غیر این صورت جریان کل با گذشت زمان کاهش می‌یابد زیرا جریان جذبی اثر بیشتری بر آن دارد. مدار معادل جریان‌های فوق در آزمون مقاومت عایقی در شکل (۲) نشان داده شده است.

همانطور که بیان شد میزان مقاومت عایقی به شدت متأثر از دما می‌باشد. طبق استاندارد به ازای هر ۱۰ درجه افزایش دما میزان مقاومت عایقی تا نصف کاهش می‌یابد. با توجه به این امر به منظور ارزیابی آن معمولاً از شاخص پلاریزاسیون<sup>۷</sup> (PI) یا نرخ جذب دی الکتریک<sup>۸</sup> (DAR) طبق روابط زیر استفاده می‌شود.

$$PI = \frac{R_{1000}}{R_{1000}}$$

$$DRA = \frac{R_{60}}{R_{15-30s}}$$

در این صورت به منظور بررسی مقاومت عایقی نیاز به اصلاح دما نمی‌باشد. زیرا دما در مدت زمان آزمون (حداکثر ۱۰ دقیقه) تغییر قابل توجهی نداشته و در نتیجه تأثیر دما بر شاخص‌های فوق ناچیز است. به هر حال اگر دمای اولیه سیم پیچ زیاد باشد؛ کاهش دمای عایق در طول مدت آزمون منجر به تفاوت قابل توجه میان مقادیر قرائت شده و در نتیجه افزایش میزان شاخص‌ها به ویژه PI می‌شود. در این صورت به منظور صحت سنجی میزان PI تکرار آزمون در دمای ۴۰ درجه یا کمتر پیشنهاد می‌شود. همچنین لازم است دمای سیم پیچ چند درجه بالاتر از نقطه شبنم باشد تا از تجمع رطوبت روی عایق جلوگیری شود. در غیر این صورت تفسیر نتیجه باید با در نظر گرفتن آلودگی‌های رطوبتی باشد.



شکل (۲): مدار معادل انواع جریان‌ها

علاوه بر این با استفاده از این شاخص‌ها امکان ارزیابی کیفیت عایق تجهیزات بسیار بزرگ با زمان شارژ کامل بیش از یک ساعت نیز فراهم می‌شود. هرچند در استاندارد مقادیر مطلوب شاخص‌های فوق مشخص نشده است، ولی در مراجع مختلف برای ارزیابی کیفیت عایق مقادیری پیشنهاد شده است که تقریباً یکسان می‌باشد. فرض کنید مقادیر مطلوب طبق جدول (۱) باشد.

جدول (۱): معیار ارزیابی شاخص‌های پلاریزاسیون و جذب دی الکتریک



وضعیت عایق	شاخص جذب دی الکتریک	شاخص پلاریزاسیون
خطرناک	-	< 1
ضعیف	1-1/1	1-1/25
مشکوک	1/1-1/25	1/1-25/5
متوسط	1/1-25/4	1/2-5/5
خوب	1/1-4/6	2/4-5
عالی	> 1/6	> 4

به عنوان نمونه نتایج مربوط به ترانسفورماتورهای روغنی واحد گازی نیروگاه زواره با عمر تقریبی ۱۰ سال در جدول (۲) نشان داده شده است. همانطور که مشخص است با وجود اینکه مقاومت عایقی مقادیر بسیار بالایی دارد، عایق با توجه به شاخص جذب حاصل در رده ضعیف یا مشکوک قرار می گیرد. درحالیکه نتایج سایر آزمون های عایقی مطلوب و ترانسفورماتورها هیچ مشکلی قبل از انجام آزمون نداشته و بعد از آن نیز برقدار و تحت بار می باشد. بنابراین به نظر می رسد این شاخص معیار مناسبی برای ارزیابی عایق نمی باشد. در ادامه این موضوع با توجه به مدلسازی دی الکتریک عایق تشریح خواهد شد.

جدول (۲): نتایج آزمون مقاومت عایقی ترانسفورماتور

16 MVA- 15.75/6.9 kV						
Temp. = 12 °C						
(+)	(-)	Guard	Me as. (kV )	Resistance (GΩ)		
				15 Sec.	60 Sec.	DA R
HV	LV	Ground	5	14.99	17.43	1.16
HV	Ground	LV	5	31.7	32.61	1.03
LV	Ground	LV	5	14.71	18.41	1.25
200 MVA- 245/15.75 kV						
Temp. = 20 °C						
(+)	(-)	Guard	Me as. (kV )	Resistance (GΩ)		
				15 Sec.	60 Sec.	DA R
HV	LV	Ground	5	23.46	24	1.02
HV	Ground	LV	5	6.1	6.7	1.1



LV	Ground	LV	5	7.8	11.48	1.47
----	--------	----	---	-----	-------	------

### مدلسازی عایق و بررسی شاخص ها

با توجه به پیچیدگی ساختار عایق ترانسفورماتورها معمولاً برای محاسبه جریان جذبی زمان آزمون مقاومت عایقی از مدل دی الکتریک یکنواخت دو لایه مطابق شکل (۳) استفاده می شود. طبق این مدار معادل تا زمانیکه کلید بسته است جریان برابر است با:

$$i = I_S + I_A e^{-t/\tau} = \frac{U}{R_1 + R_2} + \frac{U(R_1 C_1 - R_2 C_2)^2}{(R_1 + R_2) * R_1 R_2 * (C_1 + C_2)^2} e^{-t/\tau}$$

$$\tau = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} * (C_1 + C_2)$$

در رابطه فوق با قرار دادن پارامترهای مربوط به عایق روغن ( $R_O, C_O$ ) و کاغذ ( $R_P, C_P$ ) شاخص جذب یک ترانسفورماتور برابر است با:

$$DRA = \frac{R_{6.0}}{R_{1.50}} = \frac{I_{1.50}}{I_{6.0}} = \frac{I_S + I_A e^{-1.5/\tau}}{I_S + I_A e^{-6.0/\tau}}$$

اگر عایق خیلی مرطوب، آلوده یا بی کیفیت باشد، جریان سطحی ( $I_S$ ) خیلی بزرگ بوده و در نتیجه جریان جذبی ( $I_A$ ) در مقایسه با آن ناچیز است. بنابراین شاخص جذب تقریباً برابر با یک می باشد. اگر عایق خیلی خشک یا با کیفیت باشد، مقادیر  $R_P$  و  $R_O$  و در نتیجه  $\tau$  خیلی بزرگ است و در نتیجه شاخص جذب مقدار کمی دارد. به طور مثال فرض کنید  $\tau = 200$  باشد؛ در نتیجه  $e^{-1.5/200} = 0.928$  و  $e^{-6.0/200} = 0.741$ . بنابراین با توجه به اینکه جریان سطحی ناچیز است و در مقابل جریان جذبی قابل صرف نظر کردن می باشد؛ شاخص جذب برابر است با:

$$DRA = \frac{I_S + 0.928 I_A}{I_S + 0.741 I_A} = \frac{0.928}{0.741} = 1.25$$

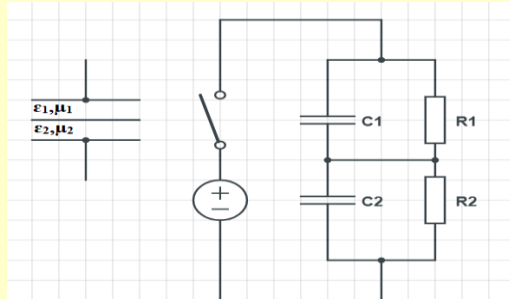
در عمل  $I_S$  قابل صرف نظر کردن نمی باشد. طبق محاسبات اگر  $\tau = 200$  و  $I_S > 0.007 I_A$  باشد؛ شاخص جذب کوچکتر از 1.25 می شود. بنابراین در تست مقاومت عایقی؛ مقاومت عایقی بالا و شاخص جذب کمتر از مقدار مطلوب نشان دهنده مرطوب یا بی کیفیت بودن عایق نمی باشد. در واقع زمانیکه مقاومت عایقی از مقدار مشخصی بیشتر است، معیار ضریب جذب نیز باید به طور مناسبی کاهش یابد.

شاخص پلاریزاسیون برابر است با:

$$PI = \frac{R_{1.000}}{R_{1.000}} = \frac{I_{1.000}}{I_{1.000}} = \frac{I_S + I_A e^{-1.0/\tau}}{I_S + I_A e^{-1.0/\tau}}$$



اصول کلی شاخص پلاریزاسیون نیز مانند شاخص جذب است با این تفاوت که فرآیند اندازه گیری طولانی تر است. زمانیکه فرآیند جذب طولانی است شاخص جذب نمی تواند به طور کامل وضعیت عایق را نشان دهد.



شکل (۳): مدل دی الکتریک عایق ترانسفورماتور

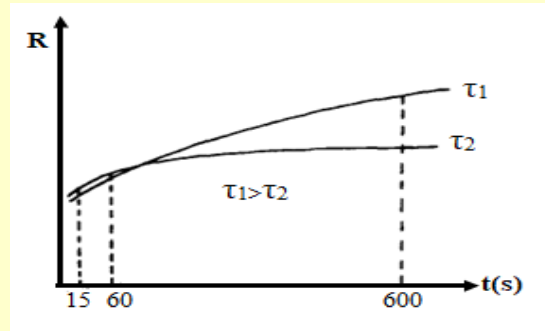
همانطور که بیان شد شاخص جذب بر مبنای فرآیند جذب و مقاومت عایقی ۱۵ و ۶۰ ثانیه می باشد. اگر مقاومت ۱۰ دقیقه نیز اضافه شود؛ فرآیند جذب توسط ۳ نقطه شرح داده می شود. در شکل (۴) تشخیص عایق بهتر با توجه به شاخص جذب دشوار است ولی با توجه به مقاومت ۱۰ دقیقه، عایق ۱ به عنوان عایق بهتر تشخیص داده می شود. بنابراین شاخص پلاریزاسیون می تواند برخی از معایب شاخص جذب را رفع نماید.

نکته جالب دیگر این است که اغلب شاخص PI برای ترانسفورماتورهای روغنی سالم نیز مقداری نزدیک یک دارد. به طور کلی می توان گفت این آزمون برای ترانسفورماتورهای روغنی مناسب نمی باشد. علت این امر با توجه به ساختار به نسبت سخت مواد عایق جامد قابل توضیح است. انرژی جذب برای پیکربندی مجدد ساختار مولکول های تقریباً ثابت در برابر میدان اعمال شده مورد نیاز است. پس از گذشت زمان و رسیدن به آرایش نهایی مولکول ها این جریان جذبی به طور مداوم کاهش و در نتیجه مقاومت عایقی افزایش می یابد. در واقع آزمون PI با این پدیده تعریف شده است و بنابراین برای مواد سیال قابل اعمال نمی باشد. زیرا عبور جریان آزمون از یک نمونه پر از روغن منجر به عبور جریان های همرفتی شده که خود باعث به هم زدن مداوم روغن و در نتیجه مانع از ایجاد یک ساختار نامنظم و ثابت برای عایق می شود. به این ترتیب با ایجاد مسیرهای مختلف مانع از کاهش جریان جذبی شده و در نتیجه با گذشت زمان تفاوت چندانی در میزان مقاومت حاصل نشده و مقدار PI پایینی بدست می آید.

### نتیجه گیری

اگر عایق خیلی خشک یا با کیفیت باشد ممکن است شاخص جذب مقدار کمی داشته باشد. بنابراین در صورتیکه مقاومت عایقی از یک حد مشخصی بیشتر باشد محدودیت شاخص جذب نیز باید به طور مناسب کاهش یابد.

به طور کلی با توجه به ساختار مواد سیال شاخص پلاریزاسیون یا جذب معیار مناسبی برای ارزیابی عایق ترانسفورماتورهای روغنی نمی باشد.



شکل (۴): مقایسه شاخص های پلاریزاسیون و جذب دی الکتریک

<sup>۱</sup> Geometric Capacitive Current

<sup>۲</sup> Absorption (Polarization) Current

<sup>۳</sup> Surface Current

<sup>۴</sup> Leakage Current

<sup>۵</sup> Conduction Current

<sup>۶</sup> Total Current

<sup>۷</sup> Polarization Index

<sup>۸</sup> Dielectric Absorption Ratio

