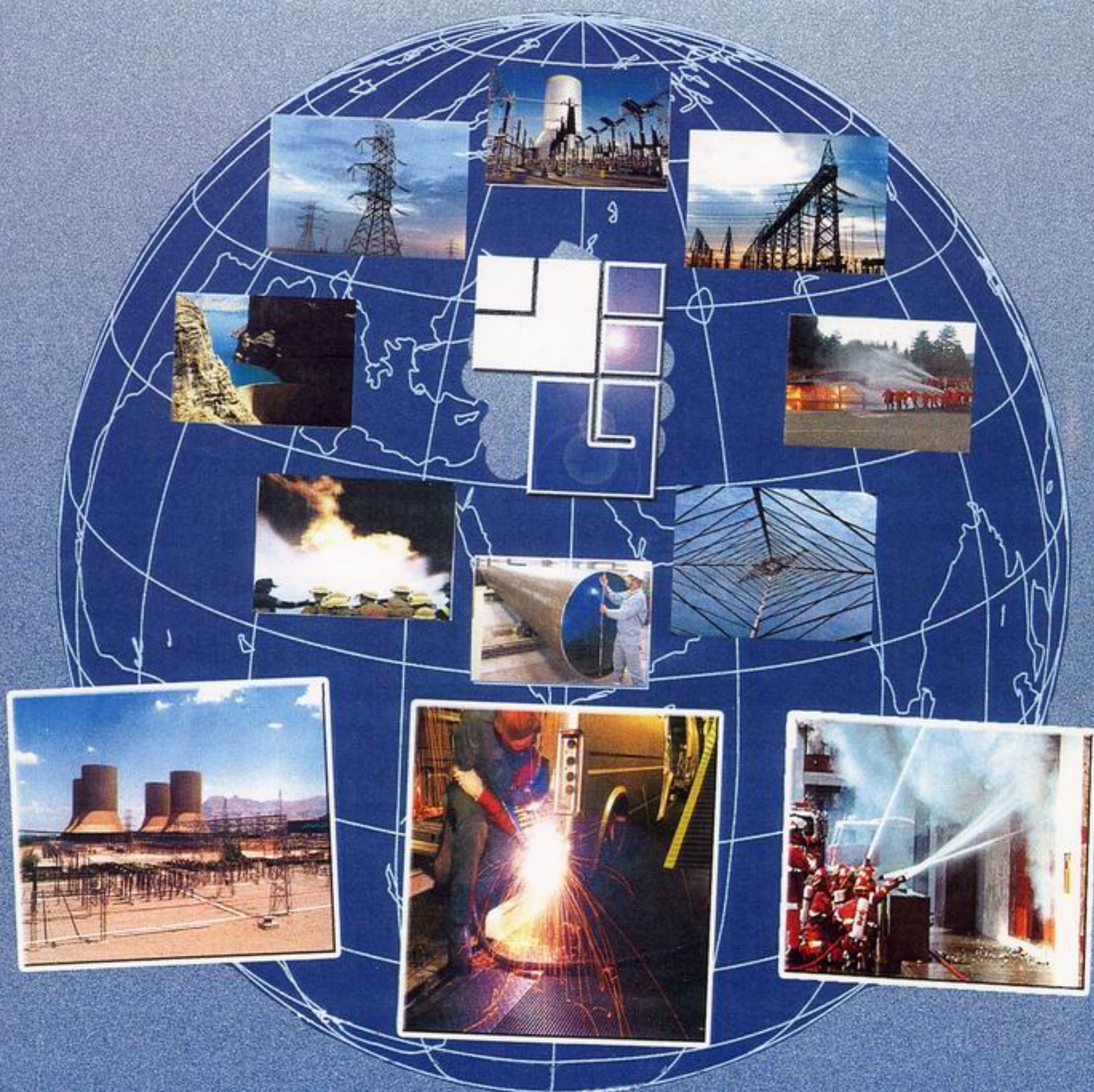


شماره ۴ - زمستان ۱۳۸۱

شریه علمی تخصصی سدس نیرو



فهرست مقالات

- ۲ سرمقاله
- ۳ خصوصی سازی در صنعت برق (قسمت اول) - مهندس محمدرضا غفاری
- ۷ ترانسفورماتورهای جریان با شکاف هوایی - مهندس جلیل گودرزی
- ۱۳ بررسی نظامهای حقوق و دستمزد و ارتباط بین مزد و بهره‌وری - مهندس اسماعیل عزیززاده
- ۱۹ مقره‌های کامپوزیت، تاریخچه، مواد و روشهای تشخیص سیلیکون - مهندس سعید پورعلی
- ۲۶ موانع و راهکارهای بهره‌برداری صحیح از سیستم‌های اطفاء حریق در نیروگاههای بخاری - محسن خرسندی
- ۳۲ سیستم زمین و پارامترهای موثر در انتخاب و محاسبه آن (قسمت اول) - مهندس کیانوش نراقی پور، مهندس حسین دانشی
- ۴۰ بررسی انواع الکترودهای جوشکاری در اتصال فولادهای کربنی و تاثیر پوشش الکتروود در کارآئی آن - مهندس رسول محرمی
- ۴۵ اخبار سیمنارها، کنفرانسها و دوره‌های آموزشی



مدیر مسئول: مهندس احمد شکوری‌راد

سردبیر: مهندس فتانه دوستدار

طراحی و صفحه‌آرایی: امور پشتیبانی قدس نیرو

هیئت تحریریه:

آقایان: مهندس حسن تفرشی، مهندس

مسعود حبیب‌الله‌زاده، مهندس محمدرضا حیدرپور،

مهندس کیوان حیدری، مهندس محمدحسن

زرگ‌شوشتری، مهندس فرهاد شاه‌منصوریان،

مهرداد صارمی، دکتر همایون صحیحی، مهندس

غلامرضا صفارپور، دکتر جعفر عسگری، مهندس

امیرهمایون فتحی، مهندس شادان کیوان، مهندس

علی مقیمی.

خانمها: مهندس لادن پورکمالی، مهندس فتانه دوستدار

بنام خدا

دو کس رنج بیرون بردند و سعی بی فایده کردند،
یکی آنکه اندوخت و نخورد و دیگر آنکه آموخت و نکرد
* شیخ اجل سعدی *

بار دیگر توفیق الهی همراه همکاران قدس نیرو شد و ایشان با همت و تلاش خود از آزمونی دیگر سربلند بیرون آمدند. تلاش نه ماهه 'همه' همکاران در اسفند ماه ۸۱ به ثمر نشست و قدس نیرو موفق شد که اولین شرکت مهندسین مشاور صنعت آب و برق در اخذ گواهینامه 'سیستم مدیریت کیفیت براساس الزامات استاندارد ایزو ۹۰۰۰ سال ۲۰۰۰' باشد. این موفقیت را به همه 'همکاران صمیمانه تبریک می گویم و میدانم که چنین توفیق بزرگی به آسانی به دست نیامده است، اما همه نیک می دانیم که دشواری اصلی و بزرگتر هنوز در پیش روی قرار دارد. نگهداری سیستم مدیریت کیفیت و مراقبت از آن به مراتب سنگین تر از کسب آن است.

همکاران به خوبی آگاه هستند که در این سیستم مدیریت کیفیت که به آن 'مشتری گرا' و 'فرایندگرا' می گویند، بایستی همه 'مجموعه در پی کمال طلبی و افزایش کارایی در تک تک فرآیندها باشند. بهبود مستمر در همه فرآیندهایی که چون حلقه زنجیر به یکدیگر ارتباط دارند بایستی نردبان بلند صعود به قله های توفیق را برای شرکت فراهم کنند.

همه با هم آموخته ایم که در این نظام جدید، کیفیت شرکت اندازه پذیر شده است. معنی این سخن آن است که می توان کارایی یکایک فرآیندها و یا مجموعه ای از آنها را با کمک شاخص هایی که قابل اندازه گیری هستند سنجید و فراز و فرود آنها را اندازه گرفت.

می توان امیدوار بود که در شرکت قدس نیرو که اجتماعی از فرهیختگان در آن شاغلند، چنین ابزاری به بهترین وجه مورد بهره برداری و استفاده قرار گیرد. بجاست که همگی با هم آنچه را که آموخته ایم عمل کنیم تا رنجمان بیهوده و سعی مان بی فایده نباشد.

مدیر مسئول

خصوصی سازی در صنعت برق (قسمت اول)

محمد رضا غفاری

مدیر پروژه فروش نیروگاهها

چکیده

درصد رشد قابل توجه مصرف برق در ایران و محدودیت منابع مالی، نیاز به استقرار روش‌های بهبود کمی و کیفی در امر تولید، بهره‌برداری، اصلاح مدیریت‌های تولید، نگهداری و تعمیر نیروگاه‌ها، کاهش تلفات انرژی، افزایش راندمان سیستم‌های الکتریکی، همچنین ارتقاء سیستم مدیریت Dispatching و غیره بعنوان واقعیت‌های غیرقابل انکار از طرفی و تجارب وسیع بین‌المللی از طرف دیگر مؤید فلسفه رقابت و خصوصی‌سازی است. در ابتدا الویت‌ها (بعضاً موانع) خصوصی‌سازی در صنعت برق ارائه و سپس روش‌ها و ساختارهای متنوع خصوصی‌سازی در صنعت برق دنبال خواهد شد.

۱- مقدمه

گوی بیان زدن در چنین میدان فراخ و وسیعی، نیازمند کار گروهی و کارشناسی در عرصه‌های اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، فنی و حقوقی است. ضمن اعلام این کاستی‌ها، در این مقاله سعی شده بدون استفاده از روش‌های القایی، حداقل زمینه گفتگو و تبادل تا حد مقدور فراهم آید. امید است با طرح و نقد چنین نظرات و دیدگاه‌هایی، روش‌های فرو بسته و غیر دینامیک در مباحثی بخصوص مانند خصوصی‌سازی که با فضای آزاد اندیشه گره خورده است، بکار گرفته نشود و نقش عبادت گونه تفکر با اجتناب از دنباله روی، تجلی بیشتری یابد.

۲- الویت‌ها (بعضاً موانع) خصوصی‌سازی در

صنعت برق

شایان ذکر است که بعضی از موارد بیان شده در شرح زیر ویژه صنعت برق نبوده و در سایر بخش‌های صنعتی نیز نمایان می‌گردد. گرچه احتیاج به تأکید نیست ولی متذکر می‌شویم برای خصوصی‌سازی هر مؤسسه و دارایی مشخص بایستی گزارش‌ها و مراقبت‌های مشروح و منطبق با شرایط و تعهدات خریدار و فروشنده تهیه گردد که در اینجا مدنظر قرار نگرفته‌اند.

۱-۲- یکی از مواردی که یقیناً در فرآیند خصوصی کردن دارائی‌ها و مؤسسه‌ها جایگاه مهمی دارد و بایستی مورد توجه جدی قرار گیرد، دسترسی همه جانبه به اطلاعات و مستندات مورد نیاز است. برای مثال در ارزیابی یک دارائی نظیر نیروگاه، لازم است اطلاعاتی از قبیل ارزش دفتری دارائی‌ها، هزینه‌های تولید، ملاک و روش محاسبه استهلاک، مستندات مربوط به آزمایش‌های کارائی واحدها با ذکر دقیق شرایط، نحوه انجام آنها و مستندات مربوط به تعمیرات و بازسازی‌های انجام شده، روش‌های نگهداری و Preservation کوتاه مدت و بلند مدت سیستم‌های اصلی نیروگاه، روش‌های اعمالی برای کنترل آلودگی‌های زیست محیطی و ایمنی و غیره در دسترس قرار گیرند. کمبود هرگونه موازین اطلاعاتی و عدم توجه در تدوین صحیح مستندات مربوطه مشکل آفرین خواهد بود. در همین جهت و همانطوریکه در نظامنامه کیفی مؤسسات نیز ذکر شده، لازم است بصورت دوره‌ای نسبت به بازنگری مستندات مالی - حقوقی - فنی هر مؤسسه اقدام جدی بعمل آید و بدینوسیله ضمن تهیه اسناد تکمیلی و

- پاسخ و عکس العمل الکتریکی مناسب به سیستم Dispatching بعنوان مثال در موقع افت فرکانس شبکه یا ناپایداری
- حفظ تولید با کیفیت و راندمان قابل قبول و در نتیجه کاهش مصرف سوخت
- ارائه برنامه جامع کنترل آلاینده‌ها و تطابق با شرایط بین‌المللی حفاظت محیط زیست
- ارائه برنامه جامع کیفیت برای اعمال و حفظ مستندات بهره‌برداری و نگهداری

۲-۴- یکی از پدیده‌های مثبت عصر فراصنعتی، گرایش به حفظ محیط زیست و ایمنی است. این گرایش تجلی اخلاق در مدرنیسم است و خوشبختانه به دلیل تأثیرات اکوسیستمی بعنوان یکی از الزامات بین‌المللی در تمامی فرآیندهای خصوصی‌سازی منعکس گردیده است، بطوری که در کشورهای در حال توسعه نیز بسیار جدی تلقی شده و برای عدم رعایت موازین زیست محیطی و ایمنی جریمه‌های سنگین وضع گردیده است. بنابراین لازم است در واگذاری نیروگاه‌های جدیدالاحداث مواردی از قبیل محل مناسب نیروگاه، نوع سوخت، نحوه خنثی‌سازی فاضلاب‌ها و پساب‌ها، هدایت و محل مناسب دفن آنها، ثبت و اندازه‌گیری مداوم و پیوسته کمیتهای آلوده کننده نظیر CO ، NO_x ، SO_2 و غیره با دقت کافی مورد توجه قرار گیرد. همانگونه که اطلاع دارید یکی از شروط اصلی وام‌دهندگان بین‌المللی اطمینان از شرایط حفظ محیط زیست است.

۲-۵- به دلیل اجبار و ضرورت ارتباط‌های بین‌المللی، گسترش سرمایه‌گذاری خارجی و طبیعتاً استفاده از واژگان و ترم‌های حقوقی - مالی - تجارتمندی بین‌المللی لازم است هرچه سریعتر برای جلوگیری از ابهامات زبانی - مفهومی، فرهنگ نامه جامع

ضروری، اطلاعات، بخصوص پارامترهای مالی به مقادیر واقعی خود نزدیک‌تر شوند.

۲-۲- امکان‌سنجی یا Feasibility study یکی از مراحل مهم خصوصی‌سازی و برای انجام موفقیت‌آمیز آن ضرورت تام دارد. بنابراین قبل از شروع و انجام هر خصوصی‌سازی لازم است امکان‌سنجی مربوطه با مطالعات حقوقی - مالی - فنی تحت پیگیری قرار گیرد. بر بنیان چنین گرایشی است که بسیاری از کشورهای پیشرفته با تقبل عملی خصوصی‌سازی از هر گونه شتابزدگی و عملیات غیر فرآیندی اجتناب می‌ورزند.

۲-۳- هرگونه اهمال در بکارگیری روش‌های صحیح مزایده (مناقصه) و یا عدم دقت کافی در ارزیابی و توانمندی پیشنهاد دهندگان، شرکت در سرمایه‌گذاری صنعت برق می‌تواند اهداف خصوصی‌سازی را با خطرات جدی مواجه نماید. عبارت دیگر باید روش‌های Tendering بنحوی باشد که ضمن جذب سرمایه خصوصی، از ورود سرمایه‌گذاران غیرلایق در صنایع بخصوص صنعت اساسی برق جلوگیری نماید. برای مثال در بخش خصوصی‌سازی (بهره‌برداری) نیروگاه‌ها باید توانمندی و Qualification بهره‌بردار خصوصی با فاکتورهایی از قبیل موارد ذیل تحت کنترل و سنجش قرار گیرد:

- سوابق کاری در مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری
- برنامه جامع آموزش و Training
- توان و ایستادگی در مقابل ریسک‌های متعدد مالی و تکنولوژیکی (از نظر تهیه قطعات یدکی)
- ارائه برنامه‌های تعمیرات و نگهداری، بازسازی و بهینه‌سازی
- حفظ مقیدار معینی از دسترسی یا Availability واحدهای نیروگاهی

خصوصی سازی با کمک کارشناسان مقتدر تهیه گردد. عدم شناخت دقیق هر کدام از ترم های حقوقی - تجاری نه تنها باعث خسارات قراردادی بلکه می تواند در اتخاذ تصمیم های سازنده و به موقع نیز ایجاد اختلال نماید و بهمین ترتیب باعث شکنندگی خوداتکائی و منافع ملی گردد.

۲-۶- در روند خصوصی سازی ارزیابی و ارزش گذاری صحیح دارائی ها و یا شرکت مربوطه اهمیت بسزایی داشته و هرگونه سهل انگاری و نادیده انگاشتن روش های مرجع و اصولی می تواند نه تنها فرآیند خصوصی سازی را با موانع جدی روبرو نماید، بلکه در راستایی کاملاً متفاوت با خصوصی سازی رهنمون سازد.

برای مثال اعمال قیمت گذاری بالاتر از حد معقول در امر فروش دارائی (شرکت) بدون توجه به درآمدهای قابل پیش بینی خریدار در فضای بازار موجود و علیرغم توفیق فروشنده (دولت) در مزایده مربوطه می تواند نتایج زیر را در پی داشته باشد:

- عدم تشویق سرمایه گذاری و توسعه، رقابت و تولید در صنعت مورد نظر
- تغییر کاربری سرمایه گذاری به دلیل زیان های شدید مالی که در صنعتی مانند برق بسیار خطر آفرین است.
- ۲-۷- یکی از دارائی های غیرمنقول و ثابت که در تمامی واگذاری ها به بخش خصوصی محل بحث و اختلاف نظر است، نحوه انتقال و تملک زمین می باشد. مورد فوق بخصوص در صنعت برق جایگاه مهمی بخود می گیرد. مکان و محل (زمین) نیروگاه ها براساس پارامترهای متعددی از قبیل:
 - مرکز ثقل بار مصارف الکتریکی و نزدیکی با

خطوط انتقال (براساس محاسبات Load-Flow)

- دسترسی به سیستم ذخیره و انتقال سوخت
- دسترسی به منابع آب خام
- مطالعات زیست محیطی و انتقال فاضلابها (پسابها)
- شرایط مناسب اقلیمی (ارتفاع از سطح دریا، درجه حرارت، سرعت باد و غیره)
- امکانات توسعه ظرفیت در آینده
- سایر موارد

بنابراین توصیه می شود با توجه به موارد بالا و جهت جلوگیری از تغییر کاربری زمین در پایان و یا خاتمه نابهنگام قرارداد با بخش خصوصی، زمین و محل سرمایه گذاری بشکل اجاره قابل تمدید^۱ در اختیار شرکت سرمایه گذار قرار گیرد. ضمناً با اعمال اجاره زمین و شرایط یکسان برای سرمایه گذاران داخلی و خارجی، سرمایه گذاران خارجی با مشارکت و دلگرمی بیشتری به میدان خصوصی سازی وارد خواهند شد.

۲-۸- برای توفیق در امر خصوصی سازی صنعت برق باید از دیدگاه و نگرش فرد احتراز گردد. تمرکز بر خصوصی سازی بخش های جداگانه، بدون در نظر گرفتن عوامل کلان مانند استراتژی و تجدید ساختار (اصلاح) همه جانبه صنعت برق، به دلیل وجوه غیرمطمئن و Risk های مربوطه میتواند فضای توسعه و رقابت بازار برق را با موانع جدی روبرو نماید. عبارتی بایستی:

- بررسی ساختار موجود صنعت برق و اصلاحات مورد نیاز و تدوین استراتژی کلی خصوصی سازی آنها
- بررسی سیستم تولید و بهره برداری نیروگاهها و خصوصی سازی آنها
- سیستم انتقال، توزیع موجود و نحوه انطباق و هماهنگی آنها با خصوصی سازی

1. Lease

• هماهنگی در انجام ساختارهای خصوصی سازی مانند B.O.T.^۱ ، B.O.O.^۲ و R.O.O.^۳

• مطالعه در تعرفه های مختلف برق

• منعکس شده در قراردادهای فروش الکتریکی یا Energy conversion Agreements

• بررسی منابع انسانی

بصورت سیستماتیک و در کنار هم جهت جامع سازی خصوصی سازی صنعت برق مدنظر قرار گیرند.

آقای محمدرضا غفاری فوق لیسانس مهندسی برق از دانشگاه صنعتی شریف میباشد. ایشان ۲۲ سال سابقه کار دارند که ۲۰ سال آن در قدس نیرو بوده است. زمینه فعالیت و علاقمندی آقای غفاری مطالعه کیفی و نحوه موثر سازی خدمات مهندسی نیروگاهها و نحوه خصوصی سازی آنها میباشد.

ترانسفورماتورهای جریان با شکاف هوایی

جلیل گودرزی

کارشناس ارشد برق کارگاه کازرون - مدیریت مهندسی نیروگاههای گازی

چکیده:

یکی از کاربردهای ترانسفورماتورهای جریان (C.T) استفاده از آن در سیستم حفاظت و اندازه‌گیری می‌باشد. بسته به نوع حفاظت، کلاس‌های مختلفی برای C.T ها تعریف می‌شود که از جمله آنها می‌توان کلاس P, X و در نهایت هسته‌های با شکاف هوایی از مدل TPY را نام برد.

در این مقاله با توجه به استاندارد IEC ۴۴-۶ سعی می‌شود که با روابط ریاضی رفتار یک C.T با شکاف هوایی بررسی و در نهایت فلوی موجود در هسته در هنگام وجود خطا و عملکرد رله اتوریکلوزر مورد بررسی قرار می‌گیرد تا در نهایت به پارامترهای مورد نیاز جهت طراحی C.T دسترسی پیدا شود.

۱- مقدمه

وجود شکاف هوایی در هسته اینگونه C.T ها به دو منظور انجام می‌گیرد:

الف) خطی‌سازی منحنی مغناطیس شوندگی C.T

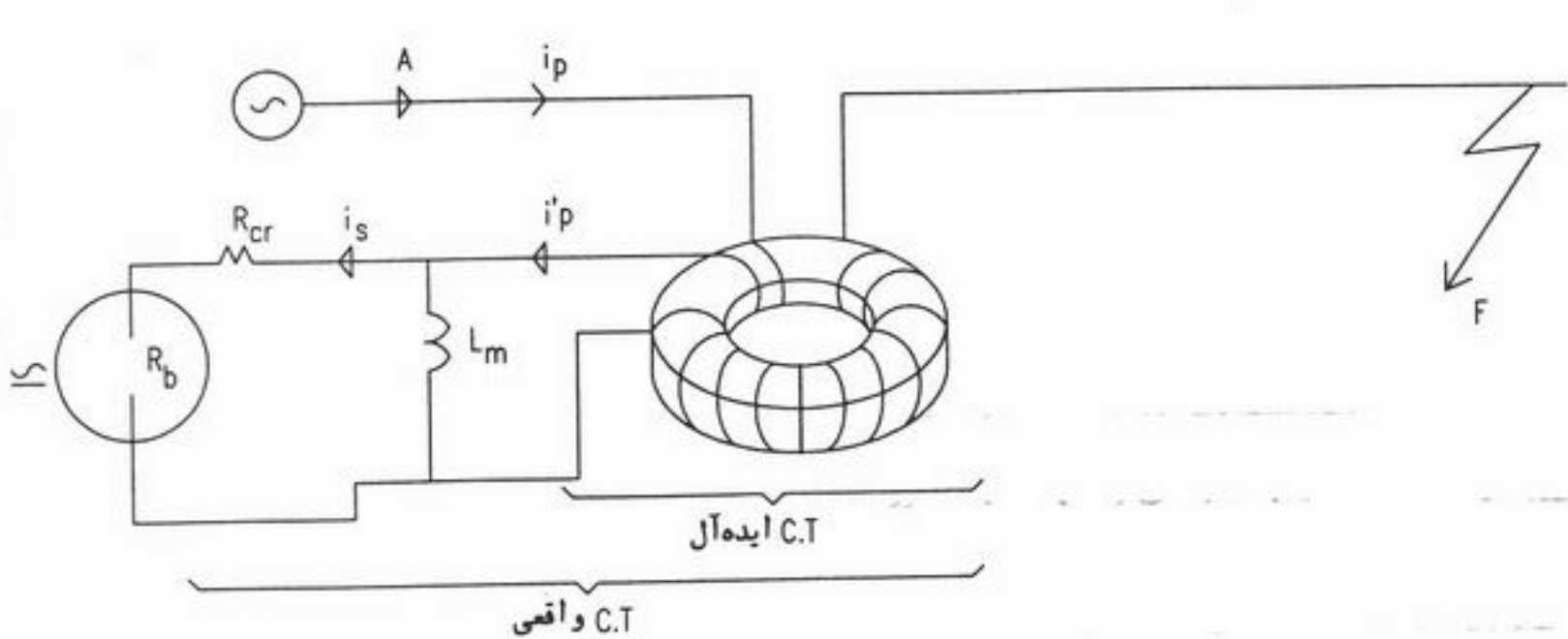
ب) به اشباع زرفتن C.T در هنگام حالت‌های گذرای مربوط به وقوع خطا و قطع و وصل کلید در اثر عملکرد رله اتوریکلوزر.

برای آنکه از به اشباع رفتن هسته در هنگام حالت‌های گذرا جلوگیری شود بایستی فلوی موجود

در هسته C.T در حالت‌های گذرا مورد مطالعه قرار گیرد. با مشخص شدن حداکثر فلوی هسته در حالت گذرا، طراح C.T می‌تواند با در نظر گرفتن شکاف هوایی در هسته به طراحی ابعاد آن بپردازد.

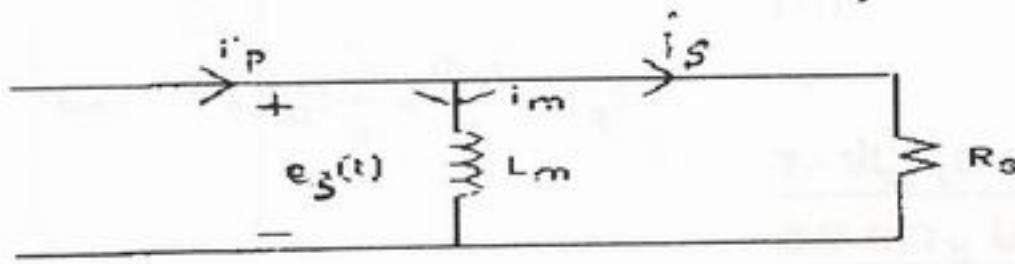
۲- محاسبه فلو در حالت گذرا

شکل ۱ مدار معادل یک C.T استفاده شده بر روی یک خط انتقال را نشان می‌دهد.



شکل (۱)

مدار معادل ترانسفورماتور جریان از دیدگاه ثانویه بصورت شکل (۲) خواهد بود:



شکل (۲)

$$i_p(t) = \sqrt{2} I_{psc} \left[e^{\frac{-t}{T_p}} \cos \theta - \cos(\omega t + \theta) \right] \quad (12)$$

$$\theta = \alpha - t_g^{-1} \frac{L\omega}{R} \quad (13)$$

$$\omega = 2\pi f \quad (14)$$

$$T_p = \frac{L}{R} \quad (15)$$

برای کمترین مقدار DC OFFSET می‌توان نوشت:

$$i_p(t) = \sqrt{2} I_{psc} \cos(\omega t + \theta) \quad (16)$$

که:

T_p : ثابت زمانی سیستم قدرت.

L : اندوکتانس شبکه قدرت.

R : مقاومت شبکه قدرت.

α : فاز مربوط به ولتاژ شبکه در هنگام وقوع خطا.

I_{psc} مقدار مؤثر جریان اولیه در هنگام خطای سه فاز و در حالت پایدار.

f : فرکانس ولتاژ شبکه.

بیشترین مقدار جریان مؤلفه DC OFFSET مربوط به حالت $\theta = 0$ می‌باشد. در این حالت:

$$i'_p(t) \Big|_{\theta=0} = \sqrt{2} I_{psc} \left(e^{\frac{-t}{T_p}} - \cos \omega t \right) \quad (17)$$

معمولاً در طراحی، اثر DC OFFSET را با ضریبی که از طرف مشتری به طراح داده می‌شود در نظر می‌گیرند.

که R_{ct} مقاومت سیم‌پیچ ثانویه و R_b مقاومت اهمی رله و L_m اندوکتانس مغناطیسی شونددگی C.T در طرف ثانویه می‌باشد.

$$R_s = R_{ct} + R_b \quad (1)$$

$$i'_p = i_p/k \quad (2)$$

i_p : جریان نامی خط انتقال

K : نسبت تبدیل نامی C.T

$$e_s(t) = L_m \frac{di_m}{dt} \quad (3)$$

$$i_s(t) = \frac{e_s(t)}{R_s} \quad (4)$$

$$i_m(t) = i'_p(t) - i_s(t) \quad (5)$$

$$i_m(t) = i'_p(t) - \frac{e_s(t)}{R_s} \quad (6)$$

$$e_s(t) = L_m \frac{d}{dt} \left(i'_p(t) - \frac{e_s(t)}{R_s} \right) \quad (7)$$

$$e_s(t) = L_m \frac{d}{dt} i'_p(t) - \frac{L_m}{R_s} \frac{d}{dt} e_s(t) \quad (8)$$

از طرفی داریم:

$$e_s(t) = \frac{d\phi}{dt} \quad (9)$$

که ϕ فلوی موجود در هسته C.T می‌باشد

$$\frac{d\phi}{dt} = L_m \frac{d}{dt} i'_p(t) - \frac{L_m}{R_s} \frac{d^2}{dt^2} \phi(t) \quad (10)$$

$$\frac{L_m}{R_s} \frac{d^2 \phi(t)}{dt^2} + \frac{d\phi}{dt} = L_m \frac{d}{dt} i'_p(t) \quad (11)$$

حال برای حل معادله شماره (۱۱) ابتدا $i'_p(t)$ را بدست آوریم که برای این منظور می‌بایست $i'_p(t)$ محاسبه شود. در هنگام وقوع خطا می‌توان $i_p(t)$ را بصورت رابطه شماره (۱۲) نوشت [۱].

$$T_s = \frac{L_m}{R_s} \quad (23)$$

۳- تأثیر رله اتوریکلوزر با مکانیزم C-O-C-O بر فلوی موجود در هسته

فرض کنید در شکل ۱ کلید A بسته باشد و به علت وجود خطای F در زمان صفر و بعد از گذشت زمان t' (زمان عملکرد رله و کلید A) خط فوق قطع می‌شود. در این زمان فلوی موجود در هسته مطابق با رابطه شماره (۲۱) تغییر می‌کند.

مکانیزم اتوریکلوزر بگونه‌ای است که بعد از قطع شدن کلید، مدت زمانی را برای از بین رفتن خطا صبر می‌کند که این زمان را t_{off} نامیده می‌شود. در این مدت زمان $t_{\text{off}} + t' < t < t' + t_{\text{off}}$ مقدار t' برابر با ۹۰ میلی‌ثانیه (ms) و t_{off} برابر با ۴۰۰ میلی‌ثانیه می‌باشد و زمان عمل رله بعد از وصل مجدد کلید برابر با ۴۰ میلی‌ثانیه فرض شده است.

فلوی موجود در هسته با ثابت زمانی $T_s = \frac{L_m}{R_s}$

کاهش می‌یابد اما به لحاظ بزرگ بودن T_s (حدوداً ۰/۵ ثانیه می‌باشد) نمی‌تواند در زمان t_{off} به صفر برسد که این مقدار فلو بعنوان فلوی پس‌ماند (فلوی اولیه) در هنگام وصل مجدد کلید و با فرض وجود خطا باعث افزایش قابل توجه فلو در هسته می‌گردد، که طراح C.T باید با در نظر گرفتن فلوی موجود و زمان لازم برای عملکرد رله ابعاد C.T را طوری طراحی نماید که در هنگام وصل مجدد، C.T به اشباع نرود.

شکل (۳) تغییرات فلو در هسته را برای سیکل‌های مختلف عملکرد رله اتوریکلوزر نشان می‌دهد.

$$i_p(t) = \frac{i_p(t)}{K} = \frac{\sqrt{2}}{K} I_{\text{psc}} \left(e^{\frac{-t}{T_p}} - \cos \omega t \right) \quad (18)$$

$$\frac{d}{dt} i_p(t) = \frac{-\sqrt{2} I_{\text{psc}}}{K T_p} e^{\frac{-t}{T_p}} + \frac{\sqrt{2} I_{\text{psc}} \omega}{K} \sin \omega t \quad (19)$$

با جاگذاری معادله (۱۹) در معادله (۱۱) می‌توان نوشت:

$$\frac{L_m}{R_s} \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + \frac{d\varphi}{dt} = L_m \left[\frac{-\sqrt{2} I_{\text{psc}}}{K T_p} e^{\frac{-t}{T_p}} + \frac{\sqrt{2} I_{\text{psc}} \omega}{K} \sin \omega t \right] \quad (20)$$

شرایط لازم برای حل معادله دیفرانسیل شماره (۲۰) بصورت زیر می‌باشد:

الف) فلو در زمان وقوع خطا (در زمان صفر) با تقریب، صفر فرض می‌شود، بعبارت دیگر در لحظه وقوع خطا همان فلوی مغناطیس‌شوندگی هسته در اثر عبور جریان اولیه می‌باشد که ناچیز فرض شده است.

ب) شرط دوم آن است که جریان در اندوکتانس مغناطیس‌شوندگی L_m در هنگام وقوع خطا پیوسته باشد.

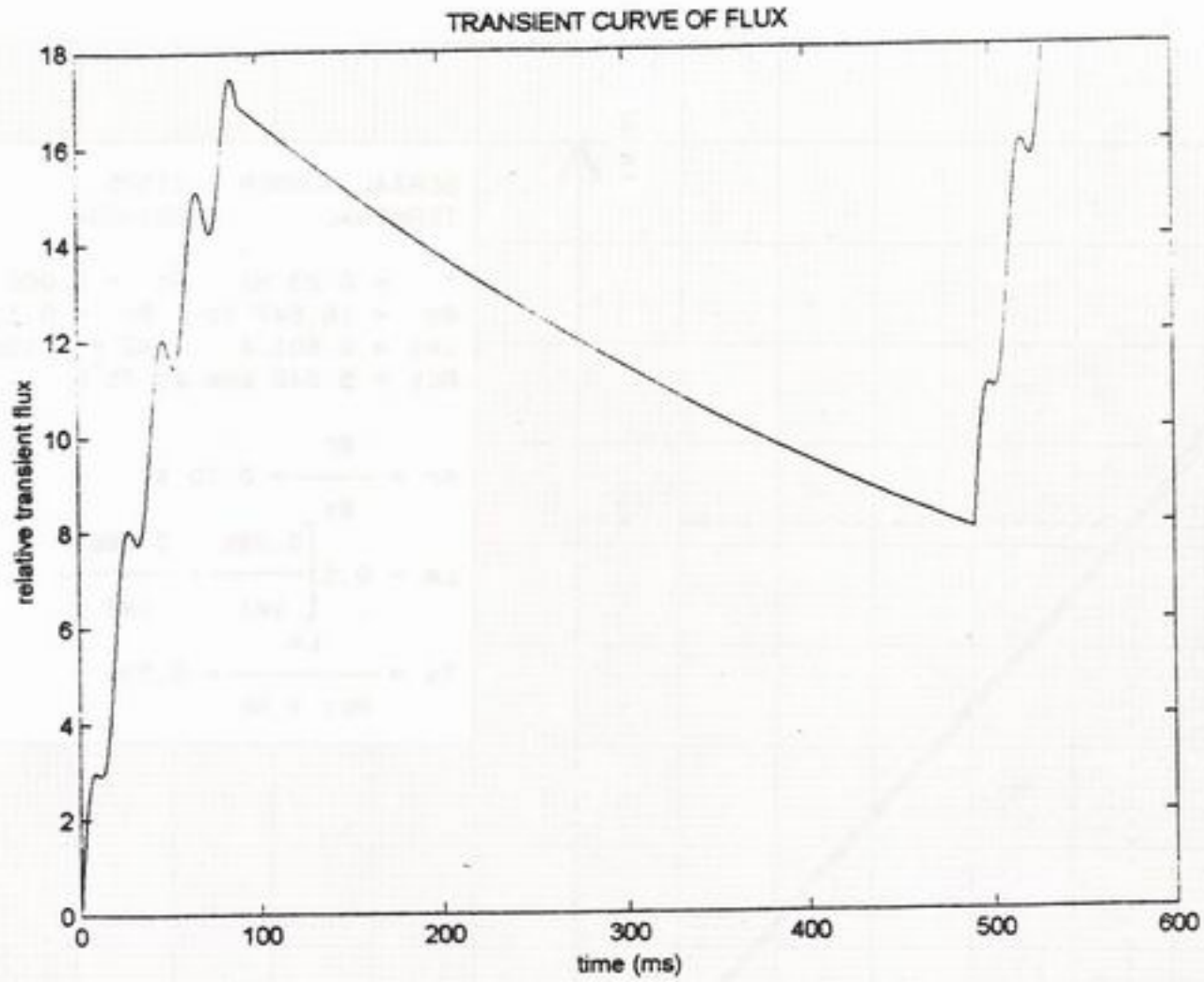
بنابراین با داشتن دو شرط بالا حل معادله دیفرانسیل شماره (۲۰) بصورت زیر است:

$$\varphi(t) = \omega \varphi_{ac}(\max) \frac{T_p T_s}{T_p - T_s} \left(e^{\frac{-t}{T_p}} - e^{\frac{-t}{T_s}} \right) + \varphi_{ac}(\max) \sin \omega t \quad (21)$$

که $\varphi_{ac}(\max)$ مقدار ماکزیمم فلوی هسته در حالت پایدار و در هنگام خطا می‌باشد، بعبارتی دیگر در حالت پایدار می‌توان نوشت:

$$\varphi(t) = \varphi_{ac}(\max) \sin \omega t \quad (22)$$

و T_s ثابت زمانی سیستم ثانویه می‌باشد، یعنی:



شکل (۳)

شکل (۵) یک نمونه از این منحنی‌ها را که توسط کارخانه نیروترانس شیراز انجام شده‌است را نشان می‌دهد [۲].

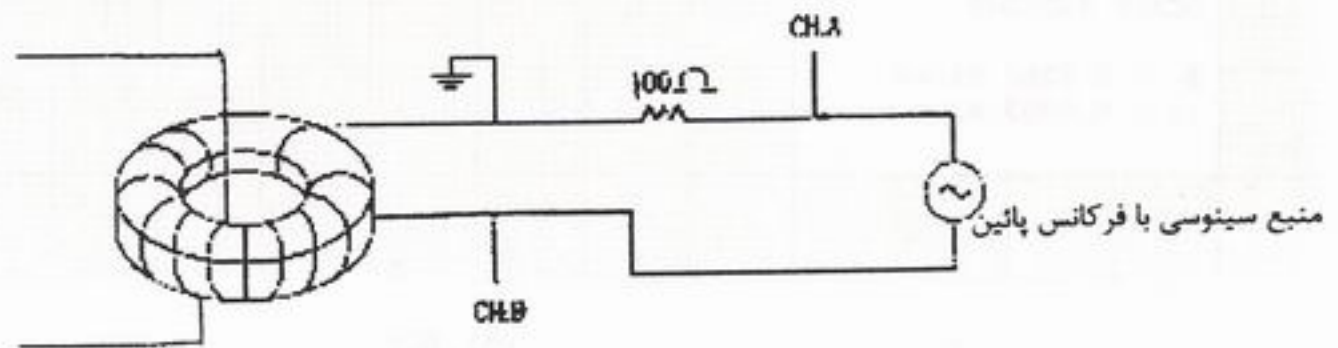
لازم به ذکر است که پارامترهای K_r , T_s , L_m (نسبت فلوی پس ماند به فلوی اشباع) در کنار شکل فوق محاسبه گردیده است. طبق استاندارد IEC ۴۴-۶ مقدار K_r باید کمتر از ۰/۱ باشد.

۴- تست‌های کارخانه‌ای C.T های با شکاف

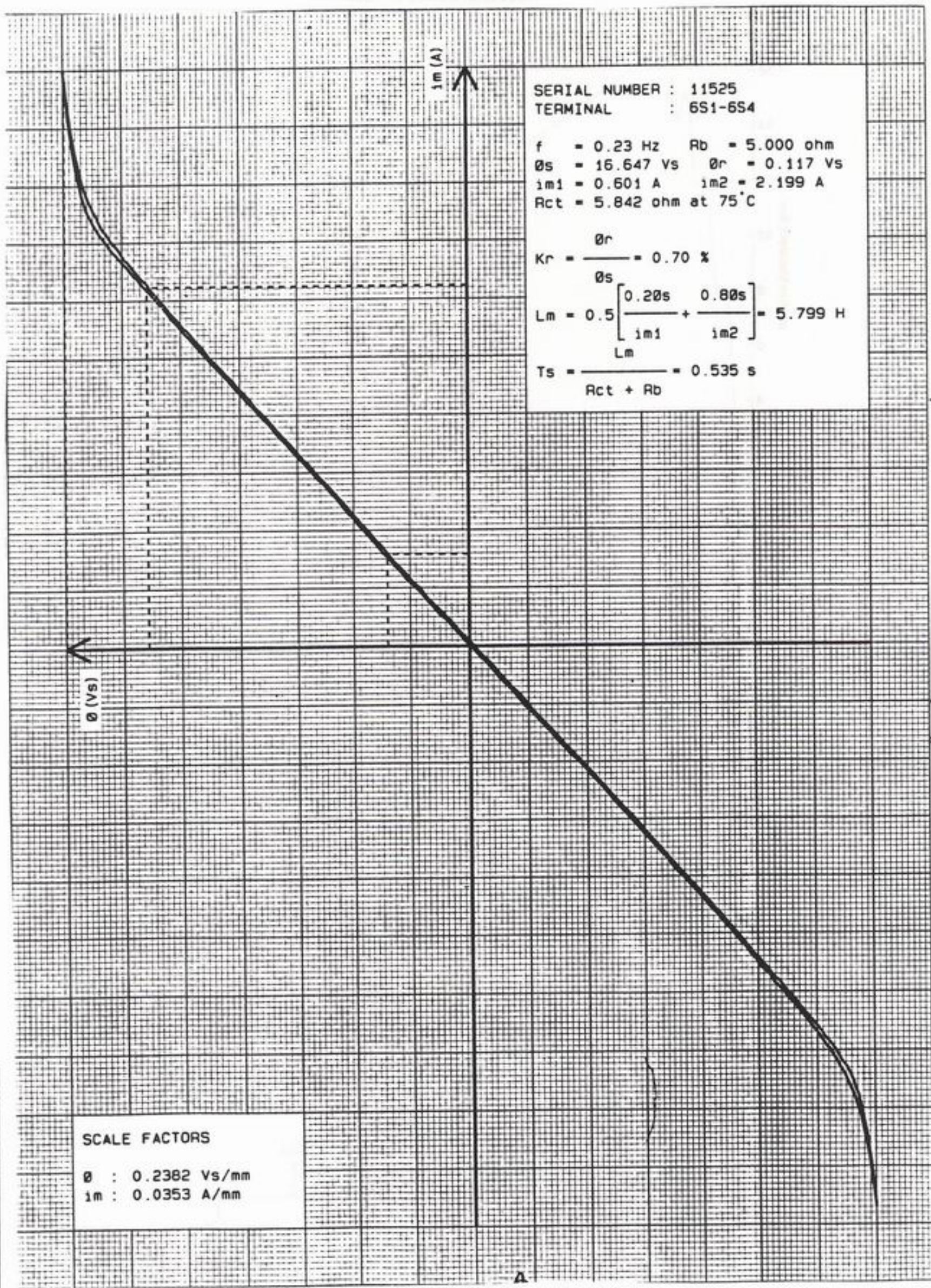
هوایی

طبق استاندارد IEC ۴۴-۶ علاوه بر تست‌های عایقی که برای همه C.T ها باید انجام گیرد، تست تعیین منحنی هیسترزیس برای اینگونه هسته‌ها انجام می‌گیرد.

در این روش با بازکردن اولیه و سری نمودن مقاومتی حدوداً ۱۰۰ اهمی با ثانویه و اعمال ولتاژ سینوسی با فرکانس حدوداً ۰.۲HZ مطابق شکل (۴) می‌توان منحنی V-I سیم‌پیچ ثانویه که متناسب با $\phi-I$ می‌باشد را بدست آورد [۱].



شکل (۴)



نشریه فنی - تخصصی مهندسان مشاور فلسف نیرو شماره چهارم - زمستان ۱۳۸۱

شکل (۵)

۵- نتیجه گیری

در این مقاله با توجه به محاسبات انجام شده برای فلوی موجود در هسته در هنگام خطا مشخص گردید که برای طراحی C.T های با شکاف هوایی نیاز به پارامترهای زیر می باشد:

۱- ضریب DC OFFSET مربوط به مؤلفه

DC جریان خطا.

۲- ثابت زمانی سیستم قدرت.

۳- مکانیزم و زمان عملکرد رله اتوریکلوزر.

۴- T_s ثابت زمانی سیستم ثانویه.

۵- مقاومت اهمی رله.

۶- مراجع:

1- INTERNATIONAL STANDARD IEC 44-6

۲- آزمایشگاه کارخانه نیرو ترانس (تست C.T به شماره سریال ۱۱۵۲۵ و هسته با شکاف هوایی ۶S۴-۶S۱).

آقای جلیل گودرزی دارای لیسانس مهندسی برق - الکترونیک و فوق لیسانس مهندسی برق - قدرت از دانشگاه صنعتی اصفهان بوده و دارای ۹ سال سابقه کار در زمینه تدریس و کار در صنعت برق می باشد. سابقه همکاری ایشان با شرکت قدس نیرو یک سال بوده و زمینه علاقمندی آقای گودرزی سیستم های حفاظت شبکه می باشد.

بررسی نظامهای حقوق و دستمزد و ارتباط بین مزد و بهره‌وری

اسماعیل عزیززاده

سرپرست امور کارکنان - معاونت مالی و نیروی انسانی

چکیده

نظام پرداخت که از نظر کارکنان و نیز سازمانها یکی از وظائف مهم مدیریت منابع انسانی بشمار میرود با سایر وظائف این مدیریت پیوند گسترده‌ای دارد. نظام پرداخت از یک سو به برخی وظائف مانند کارشکافی و ارزشیابی عملکرد بمنظور بدست آوردن درون داد هائی برای تعیین حقوق یا دستمزد وابسته است و از سوی دیگر بر سایر فعالیتهای مدیریت منابع انسانی همچون جذب و گزینش جویندگان کار، بازار عرضه و تقاضای کار، مدیریت و برنامه ریزی منابع انسانی اثر میگذارد.

۱- مقدمه

آن کار افراد را ارزیابی میکنند تا پاداشهای پولی و غیرپولی مستقیم و غیرمستقیم را در چهارچوب قانونی و توانائی پرداخت خود میان آنان توزیع کنند.

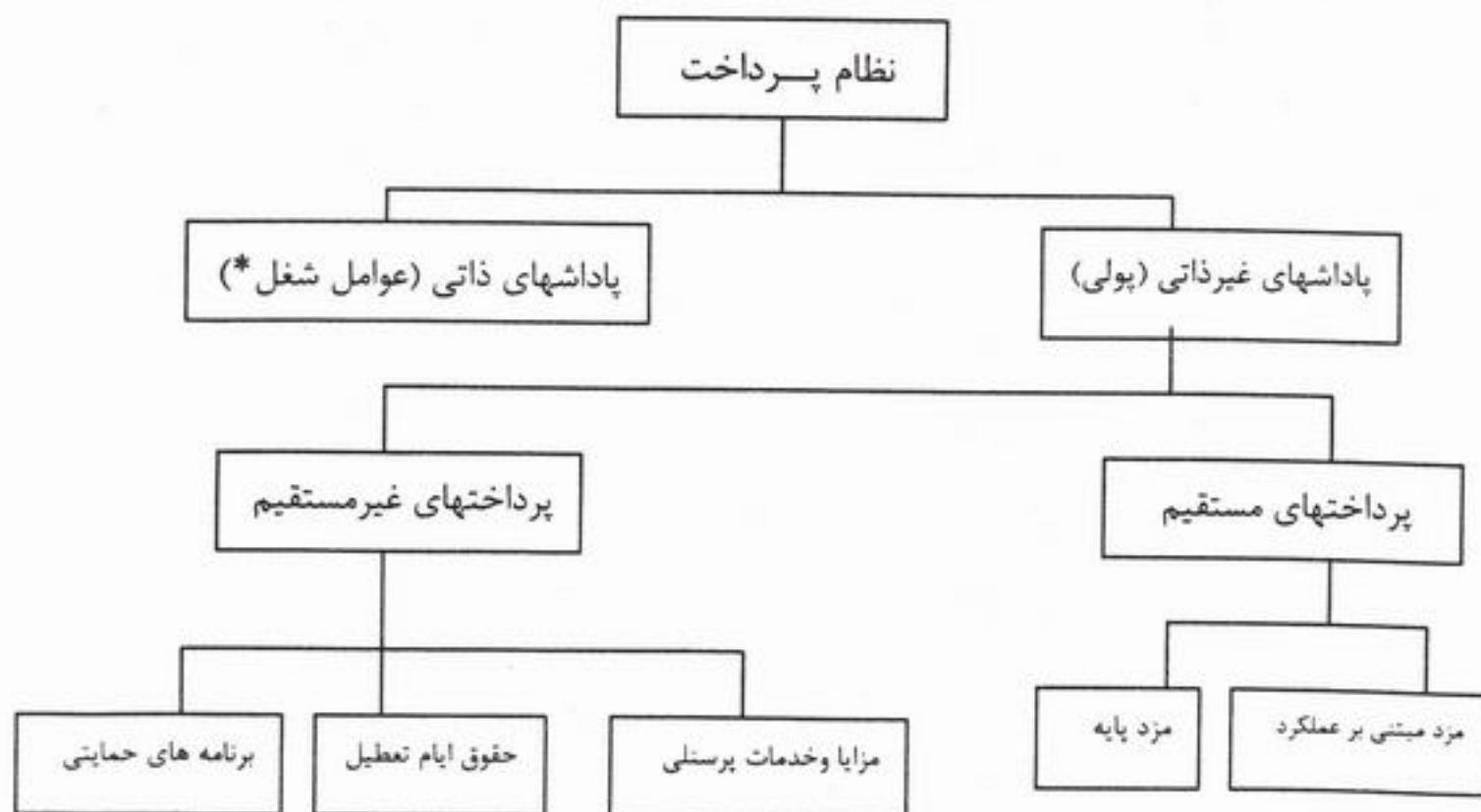
اجزای نظام پرداخت شامل پرداختهای مستقیم مانند مزد پایه و مزد مبتنی بر عملکرد و پرداختهای غیرمستقیم شامل:

برنامه های حمایتی، مزد ایام تعطیل، مرخصی ها، مزایای انگیزشی و خدمات رفاهی است. نمودار زیر اجزای نظام پرداخت را نشان میدهد.

بسیاری از صاحب نظران علوم اداری و مدیریت اعتقاد دارند که نخستین و نهایی ترین هدف افراد از پذیرش شغل، برخورداری مادی و به زبان رایج دریافت حقوق و دستمزد است. از طرفی اگر منابع انسانی را برجسته ترین ابزار دستیابی به هدفهای مدیریت بدانیم، به سهولت در می یابیم که امر پرداخت حقوق و دستمزد جایگاه حساسی در قلمرو مدیریت دارد.

۲- مبانی حقوق و دستمزد

نظام پرداخت فعالیتی است که سازمانها از طریق



* منظور از عوامل شغل، مقام و منزلت، امنیت شغلی، ایمنی و بهداشت کار، مسئولیتهای شغلی و غیره میباشد.

۳- تعریف مزد

مزد عبارتست از آنچه که در ازای کار انجام شده به فرد پرداخت میشود.

در قانون کار ایران (ماده ۳۵) مزد به این ترتیب تعریف شده است: «مزد یا حقوق عبارتست از وجه نقد یا هرگونه مزایای غیرنقدی که کارکنان در قبال کار از کارفرما دریافت می دارند».

۴- آثار مزد

سیستم تعیین و پرداخت مزد در یک کشور در امور مختلف سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی اثرات گوناگونی دارد.

۵- انواع مزد

تقسیم بندیهای متفاوتی برای انواع مزد شده است. در اینجا به نمونه ای از آنها اشاره میشود:

- مزد پولی: عبارتست از مقدار واحد پولی که عملاً هر فرد دریافت میکند.

- مزد واقعی: عبارتست از میزان قدرت خرید آنچه که به عنوان مزد دریافت میشود.

- حداقل مزد: عبارتست از مزدی که برای امرار معاش و داشتن کارآئی لازم است. البته در نظر گرفتن مبلغی برای تربیت، آموزش و مهارت آموزی نیز بسیار ضروری است.

- مزد زندگی: عبارتست از حداکثر سطح بالای مزد، که کلیه عوامل رفاهی را که انتظار می رود در یک کشور پیشرفته فرد از آنها برخوردار باشد شامل شود. البته زمانی انتظار دریافت چنین مزدی وجود دارد که اقتصاد کشور به اندازه کافی توسعه یافته باشد و کارفرمایان بتوانند تقاضاهای کارکنان خود را از نظر میزان مزد پاسخگو باشند.

- مزد منصفانه: نزدیکترین مزد به حداقل مزد و مزد واقعی است و معمولاً نرخ جاری مزد که در موسسات پرداخت میشود مزد منصفانه خوانده میشود و مزد منصفانه بایستی در حدی باشد که

اولاً برای تامین نیازهای مادی، معنوی و فرهنگی کارکنان کافی باشد تا بتوانند وظائف خود را به عنوان سرپرست خانواده به خوبی انجام دهند و ثانیاً در تعیین آن باید به سطح زندگی و عادات مصرف هر کشور هم توجه شود.

۶- تفاوت در مزد

مزد کارکنان با توجه به مشاغل و حرفه های مختلف، سازمانهای مختلف و مناطق گوناگون

تفاوتهایی دارد. انواع تفاوتهای مزد را می توان به شکل زیر طبقه بندی کرد:

الف) برمبنای دوره های اقتصادی: گاهی در اثر شرایط اقتصادی تغییر میکند، رکود سبب کاهش مزد و شکوفایی باعث افزایش مزد و سایر مستمریها میشود.

ب) برمبنای محل جغرافیائی: نرخ مزد در محل های مختلف جغرافیائی کشور متفاوت است و این تفاوت ممکن است در اثر توسعه اقتصادی منطقه و یا به علت وضع عرضه و تقاضای نیروی کار، هزینه ها و استاندارد زندگی در محل باشد.

ج) برمبنای کار و صنعت: نرخ مزد برحسب صنایع و سازمانهای مختلف و نوع کار و فعالیتها متفاوت است.

برخی از علل این تفاوت عبارتند از مهارت کارکنان، عرضه و تقاضای نیروی کار، ماهیت شرایط محیط کار و صنعت.

۷- مشخصات یک سیستم مزد مناسب

سیستم مناسب مزد آنچنان سیستمی است که میبایستی سطح معقولی از زندگی را برای عامل کار فراهم سازد تا انگیزه لازم را برای افزایش کمی و کیفی بهره وری ایجاد کند. رضایت کارکنان را تامین و در عین حال مهارت تورم را رها نکند و رشد و توسعه اقتصادی کشور را نیز به خطر نیندازد. برخی از ویژگیهای یک سیستم مناسب

مزد از این قرار است :

- ارتباط بین مزد و بهره وری : بایستی بین مزد دریافتی فرد و میزان بهره وری وی ارتباطی منطقی برقرار باشد (شاخص اندازه گیری لازم است).

- سهولت : سیستم پرداخت مزد بایستی آسان و قابل فهم باشد . در غیراینصورت سوء ظن کارکنان را برمی انگیزد . سیستم پیچیده مزد ممکن است سبب اعتراض شده و با مشکلاتی در روابط سالم کار و صنعت پیش آورد.

- ایجاد انگیزه : سیستم مزد باید به نحوی تنظیم شود که کارکنان با کفایت بتوانند در آمد بیشتری بدست آورده و به این ترتیب انگیزه انجام کار در کارکنان تقویت شود و در نتیجه کمیت و کیفیت کار بهبود یابد.

- قابلیت انعطاف : سیستم مزد بایستی درمورد تغییرات احتمالی آینده قابل تعدیل باشد ، در غیراینصورت حالت غیرقابل انعطافی پیدا میکند.

- عمومیت : سیستم مزد بایستی در محل خاص و یا در صنعت خاص پذیرفته شده و در عمل از آن پیروی شود.

- عدم وجود تبعیض : سیستم مزد باید برای کار مساوی ، مزد مساوی مقرر کند و اختلاف رنگ و نژاد و جنس موجب تبعیض نشود.

- توجه به وضعیت خانوادگی : سیستم مزد بایستی به وضعیت خانوادگی کارکنان توجه داشته باشد و برای کارکنان متاهل و عائله مند مزایای جانبی دیگری نیز در نظر بگیرد.

- رضایتبخشی برای کارکنان و کارفرما: سیستم مزد باید مزد مناسب و منصفانه ای را برای کارکنان در نظرگیرد و در عین حال هزینه واحد تولیدی یا خدماتی را برای کارفرما در سطح پایینی حفظ کند.

- قابلیت اعمال : سیستم مزد بایستی طوری باشد که در عمل بتوان آن را پیاده کرد. برخی از

طرحهای مزدی یا اضافه پرداخت از دیدنظری جالب توجه بوده اما در عمل مناسب نیستند.

۸- مسائل مدیریت حقوق و دستمزد

امروزه مدیریت حقوق و دستمزد با مسائل بسیاری روبروست که چهار مورد آن حائز اهمیت ویژه ای است.

۱) کارکنان تا چه اندازه باید بتوانند در انتخاب شیوه های دریافت و چگونگی تعیین مزد مشارکت داشته باشند؟

۲) جنبه های مثبت و منفی محرمانه بودن پرداختها چیست؟

۳) نیازهای کارکنان برای رضایت از پرداختها چیست؟

۴) آیا باید به تمام کارکنان حقوق پرداخت کرد؟ در بخش ۹ چهار مورد فوق الذکر تشریح و مفهوم شده است .

۹- سیاستهای مشارکت

از نظر اکثر کارکنان مجموع پرداختها بطور کلی نشان دهنده آمیزه حقوق مستقیم و مزایای غیرمستقیم است . این مزایای غیرمستقیم حدود ۴۰٪ از مجموع پرداختها را تشکیل میدهد، اما کارکنان بطور کلی هیچگونه حق انتخابی درمورد مزایایی که دریافت میکنند ندارند. مدیریت با این استدلال از این سیاست دفاع میکند که میتواند مزایای مناسب را برگزیند و برهزینه آن کنترل داشته باشد. گوناگونی شکلهای پرداخت غیرمستقیم ابهاماتی پدید می آورد که دیدگاهها و خواستههای دریافت کنندگان را تحت الشعاع قرار میدهد. گاهی کارکنان مزایای پرهزینه ای را دریافت میکنند که به آن نیاز ندارند و در بسیاری موارد حتی از آن آگاهی ندارند. کارکنان حتی درموردی که به تمام شکلهای خاص پرداخت آگاهی دارند نیز اغلب مزایا را کم ارزش می شمارند. پس چه باید کرد؟ شکل متداولی که در سطح مدیران به کار میرود روش شناوراست که

افراد برپایه هر شغل و همه مشاغل میتوان مجموعه پرداختهای سازمان را ارزیابی کرد. جذب، انگیزش و نگهداری کارکنان هدفهای ارزشمند نظام پرداخت هستند و میتوانند دستیابی به هدفهای اصلی سازمان را آسانتر کنند. دستیابی به این هدفها با هزینه کمتر همچنین میتواند تحقق هدفهای استراتژیک سازمان را آسانتر کند. این کار با استفاده از هزینه هایی که قابل کسر از حقوق نیست بجای هزینه های کسرشدنی انجام شود. البته این جایگزینی را باید با توجه به اثر تفاضلی آن هزینه های حقوق و دستمزد برای جذب، انگیزش و نگهداری کارکنان انجام داد. این تفاوتها میتوانند اثر بخشی نظام پرداخت را افزایش دهند. از آنجائیکه مجموع پرداختها از دستمزد پایه مزد عملکرد و پرداختهای غیرمستقیم تشکیل می شود لذا در زیر بشرح مختصری از آنها می پردازیم.

۱۱- نظامهای پرداخت مبتنی بر عملکرد

نظامهای پرداخت مبتنی بر عملکرد پرداخت را کاری که انجام شده است ارتباط میدهند. میزان این ارتباط و روش اندازه گیری عملکرد برای شناسائی تفاوت میان دو گونه اصلی نظام پرداخت طرح پرداخت مبتنی بر عملکرد به کارگرفته میشود.

۱۲- طرحهای پرداخت مبتنی بر پاداش کارانه

و طرحهای پرداخت مبتنی بر شایستگی

در طرح نخست اغلب عملکرد برپایه استانداردهای بهره وری و شاخص های مستقیم بازدهی افراد، گروهها و سازمانها اندازه گیری میشود. طرحهای شایستگی کمتر به سنجش مستقیم عملکرد مانندرتبه بندیها و امتیاز دهی هائی که مدیران و سرپرستان انجام میدهند میپردازند. برپایه این

پرداخت "انعطاف پذیر" نیز نامیده میشود. برپایه این روش افراد میتوانند از میان شکلهای مختلفی که برای پرداخت در نظر گرفته شده است هر یک را که میخواهند برگزینند. اکثر مدیران طرفدار این شیوه هستند. گرچه هزینه های اداری آن از دریافتهای سالانه آنها کسر میشود ولی تجربه نشان میدهد که کارکنان میتوانند با اعتمادی که به مدیران و درکی که از سازمان دارند مسئولانه به تعیین دستمزد خود بپردازند.

۱۰- ارزیابی نظام پرداخت

برای ارزیابی اثر بخشی اداره امور حقوق و دستمزد، هدفهای اصلی زیر را باید در نظر گرفت:

- ۱- جذب کارجویان توانمند
- ۲- برانگیختن کارکنان
- ۳- نگهداری کارکنان برجسته
- ۴- اداره امور حقوق و دستمزد در چهارچوب قوانین و مقررات جاری
- ۵- ساده کردن هدفهای استراتژیک و کنترل هزینه های نیروی کار

برای دستیابی به این هدفها بایستی به ترتیبی عمل شود که کارکنان بطور کلی از دریافتهای خود خشنود باشند یعنی باید سطوح پرداخت در سازمان بسیار رقابتی بوده و برداشت کارکنان مبتنی بر پرداخت توأم با مساوات در سازمان باشد و اداره امور حقوق و دستمزد به درستی کارگردانی شود. به بیان دیگر شیوه های پرداخت باید قوانین ملی و محلی حقوق و دستمزد و نیز ملاحظات مربوط به ارزش تطبیقی مشاغل را رعایت کند. در نتیجه با مقایسه سطوح پرداخت سازمان با سایر سازمانها، تحلیل اعتبار روشهای ارزشیابی شغل در آن، سنجش دیدگاههای کارکنان از پرداخت منصفانه و پرداخت مبتنی بر عملکرد، و تعیین سطوح پرداخت هر یک از

روش ، بخش بزرگی از دریافتهای فرد به هر حال با روش پاداش افزایش تولید یا ارائه خدمات تعیین میشود. از آنجائیکه سطح پرداخت به نسبت عملکرد تغییر میکند، میزان دریافتی فرد نیز میتواند بسیار متغیر باشد. از این روطرچهای شایستگی درصد نسبتاً کوچکی از حقوق نهائی فرد را تشکیل میدهد، چرا که طرح شایستگی بطور معمول تنها برای حرکت دادن دریافتی فرد در درون یک دامنه پرداخت به کار میرود و این تعدیل فقط سالی یک بار انجام میشود. بنابر این طرحهای پاداش افزایش تولید یا ارائه خدمات ، پول را فقط برای جبران خدمت به کار می گیرند. اخیراً پاداشهای غیرپولی مانند تشویق ، مشارکت و باز خورد دهی در تصمیم گیریها نیز با عملکرد توأم میشود.

گرچه بسیاری از کارکنان برپایه عملکرد، حقوق نمیگیرند اما همین شیوه نیز برپایه طرحهای شایستگی استوار است. در نتیجه بخش بزرگی از دریافتی کارکنان در درجه نخست با عملکرد ارتباط ندارند بلکه بیشتر به نتایج ارزشیابی شغل و مراحل دامنه های مزدی در نظر گرفته شده ای که قبلاً بدان اشاره شد بستگی دارد. در هریک از دو مورد یعنی طرحهای مبتنی بر عملکرد و شایستگی میتواند افراد را به ارائه کار بهتر برانگیزد و همین امر هدف و اهمیت چنین نظامهایی را نشان میدهد.

۱۳- پرداختهای غیرمستقیم (مزایای جانبی)

تقریباً هر سازمانی نوعی برنامه پرداخت مزایای جانبی دارد. در برخی از سازمانها این پرداخت غیرمستقیم ممکن است تا ۴۰٪ از هزینه های حقوق و دستمزد را دربرگیرد. واژه های پرداختهای مستقیم ، مزایای جانبی و پرداخت مزایا را سازمانهای مختلف به کار می برند که همه

اینها مترادف هم هستند. از آنجا که هزینه های مزایای جانبی رو به افزایش است ، سازمانها از خود میپرسند که آیا مزایایی را که پرداخت میکنند ارزشمند و با صرفه هست یا خیر. پاداشهای جانبی را میتوان آن پاداشهایی دانست که سازمان به دلیل عضویت و یا مشارکت افراد در سازمان برای آنان فراهم میکند و این کمک های جانبی سه گونه اند ۱- برنامه های حمایتی (عمومی - خصوصی) ۲- پرداخت برای روزها و ساعتی که فرد کار انجام نمیدهد ۳- خدمات و مزایای رفاهی کارکنان (عمومی - محدود)

همانگونه که قبلاً گفته شد هزینه های مزایای جانبی به صورت بخشی از پرداختهای غیرمستقیم رشد چشمگیری داشته و این مزایا برحسب نوع صنعت ، نوع سازمان ، سطح شغلی کارکنان و غیره بسیار متفاوت است.

با این همه صرفنظر از سطح حقوقها و نوع بخش اقتصادی ، هزینه های مزایای غیرمستقیم برای سازمان بسیار زیاد است با این وجود با ارائه این مزایا ، سازمانها در پی هدفهای زیر هستند:

- کارکنان خوب را جذب کنند
- روحیه افراد را بالا ببرند
- ترک خدمت را کاهش دهند.
- رضایت شغلی را افزایش دهند
- کارکنان را برانگیزانند
- تصویر خوبی از سازمان در ذهن افراد ایجاد کنند و بهره بیشتری از حقوق و دستمزدی که پرداخت میکنند بگیرند.

۱۴- نتیجه گیری

مسائل حقوق و دستمزد یکی از حساسترین فعالیتهای مدیریت امور کارکنان و منابع انسانی میباشد. شاید در سازمانها هیچ مسئله ای به اندازه مزد، افراد را نگران نکند. بویژه وقتی که دریابند میزان دریافتهایشان از دیگران کمتر است،

مناسبی برای عملکرد بهتر نیست.

موفقیت بسیاری از طرحهای کارانه به شرایطی بستگی دارد که بستر اجرای آنها را تشکیل میدهد. گزینش نوع طرح مبتنی بر عملکرد باید برپایه چند عامل صورت گیرد، از جمله سطحی که در آن بهتر بتوان عملکرد را اندازه گرفت. میزان همکاری لازم میان گروههای کاری و میزان اعتماد بین مدیران و کارکنان برای پاسخگویی به عملکرد خوب در هر سازمان، طرحهای مختلفی را میتوان بکارگرفت. البته در استفاده از این طرحها محدودیتهایی نیز برای برخی از سازمانها وجود دارد مانند میزان تمایل مدیریت به داشتن اینگونه طرحها، تعهد مدیریت برای استفاده از یک یا چند طرح، میزان اثر گذاری افراد بر بازدهی کار و میزان اعتمادی که در سطح سازمان وجود دارد.

۱۵- منابع

- ۱- مدیریت نظامهای حقوق و دستمزد: ترجمه دکتر محمد صائبی
- ۲- مدیریت امور کارکنان و منابع انسانی: ترجمه دکتر محمد علی طوسی - دکتر صائبی
- ۳- روابط کار صنعتی: تالیف دکتر شمس-السادات زاهدی
- ۴- قانون کار جمهوری اسلامی ایران
- ۵- اطلاعات و تجربیات کسب شده آقای اسماعیل عزیززاده دارای لیسانس مهندسی ترویج کشاورزی از دانشگاه ارومیه (۱۳۵۸) و فوق لیسانس مدیریت منابع انسانی (۱۳۷۸) از مرکز آموزش مدیریت دولتی تهران است. ایشان مدت بیست سال سابقه کار مفید داشته و از تاریخ ۸۰/۸/۵ همکاری خود را به عنوان سرپرست امور کارکنان با شرکت قدس نیرو آغاز نموده است. آقای عزیززاده در زمینه فعالیتهای شغلی به مسائل حقوق کار، طبقه بندی مشاغل، مزد و بهره وری، حفاظت فنی و بهداشت کار علاقمند میباشند.

یا دریابند که فلان شخص با آنکه کار کمتری انجام داده، اضافه حقوق بیشتری دریافت کرده است. افزون بر این، مسائل فراوان دیگری در زمینه پرداخت وجود دارد که به مدیران امور کارکنان و منابع انسانی مربوط میشود. یکی از این مسائل ویژه عبارتست از مفهوم ارزش مقایسه ای مشاغل در پرداختها و تاثیر آن بر سازمانها.

ارزش مقایسه ای مشاغل یعنی بهای واقعی یک شغل که باید در تعیین نرخهای پرداخت در نظر گرفته شود، اگرچه تعیین بهای واقعی یک شغل از اهمیت فراوانی برخوردار است و به دشواری میتوان چنین سنجشی را کاملاً دقیق انجام داد. گرچه شیوه های ارزشیابی در برقراری و تعیین ارزش واقعی مشاغل اهمیت ویژه ای دارند با این وصف بیشتر به ایجاد قیمت های نسبی مشاغل بستگی دارد تا به قیمت های مطلق. سازمانها برای برقراری قیمت های مطلق مشاغل، اغلب به بررسیهایی روی می آورند که بازار کار را مدنظر قرار میدهد. بویژه در مورد مشاغلی که نظیر آنها در بازار کار یافت میشود اما استفاده از بررسیهای بازار در تعیین بهای مشاغلی که در سازمانهای دیگر کمتر یافت میشود باید با احتیاط کامل صورت گیرد. سازمانها میتوانند برای برقراری و تعیین دستمزدها، هم به بررسی پرداختها در بازار کار و هم به ارزشیابی مشاغل روی آورند و همچنین میتوانند اطلاعاتی را که از خود کارکنان بدست می آورند به کار برند و طرحهای پرداخت برپایه عملکرد (کارانه) نیز بتدریج شدت می یابند و توجه مدیران امور کارکنان و منابع انسانی و حتی مدیران ارشد سازمانها را که در پی ابزاری برای برانگیختن کارکنان خود هستند جلب میکنند. از سوی دیگر پرداختهای مبتنی بر شایستگی نیز برای خود جایگاهی دارند زیرا مدیران دریافته اند پول در همه موارد انگیزه

مقره های کامپوزیت ، تاریخچه ، مواد و روش های تشخیص سیلیکون

سعید پورعلی

کارشناس قدرت - معاونت مهندسی شبکه های انتقال

چکیده

استفاده روز افزون از مقره های کامپوزیت در ایران و جهان به علت مزایای این نوع جدید از مقره ها بر کسی پوشیده نیست. سبکی وزن، قدرت تحمل زیاد با ابعاد بسیار کوچکتر از مقره های قدیمی و خواصی چون آبگریزی و مقاومت در برابر ترک خوردگی، آلودگی و اشیاء خورشیدهای سبب جلب توجه مصرف کنندگان مقره در سراسر جهان و مخصوصاً در نواحی گرم و آلوده به این نوع مقره ها شده است. البته فرآیندهای تولید متفاوت و استفاده از مواد بسیار متنوع در ساخت مقره های کامپوزیت امکان بررسی تک تک آنها را بسیار دشوار کرده است و به راحتی می توان دریافت که مقره های کامپوزیت نمی توانند با هم یکسان باشند و یکسان عمل کنند. به همین دلیل در این مقاله ما به تعداد محدودی از مواد و طراحی های خاصی اشاره می کنیم که بیش از دیگر طرحها مورد استفاده است.

کلید واژه : مقره کامپوزیت ، سیلیکون

۱- مقدمه

در یک خط انتقال از هادی جهت انتقال انرژی و از مقره برای دور نگهداشتن هادی از برجهای نگهدارنده استفاده می شود. مقره های قدیمی معمولاً شیشه ای و یاسرامیکی بوده اند. این نوع مقره ها اگرچه خاصیت عایقی پایدار و مقاومی در برابر فرسایش های آب و هوایی داشتند، اما دارای معایبی از جمله سنگینی، شکنندگی و ضعف از دست دادن ولتاژ پایداری در هنگام آلودگی بودند. بنابر این تمایلی در بین سازندگان و مصرف کنندگان جهت جایگزین کردن مقره های قدیمی با مقره های که بتوانند بر این معایب فائق آیند ایجاد گردید. مقره های از مواد جدید با خواص متفاوت.

در دهه های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰ اولین مقره های که در ساخت آنها به جای مواد معدنی از مواد آلی استفاده شده بود ، ساخته شدند. این مواد در برابر فرسایش آب و هوایی مقاومت کمی داشته و برای استفاده در محیط های روبات

مناسب نبودند. در دهه ۱۹۵۰ مقره هایی از جنس رزین های اپوکسی بوجود آمدند. این مقره ها نیز سنگین بوده و در برابر اشعه ماورای بنفش خورشید دچار ترک خوردگی می شدند. از این نوع مقره ها عملاً استفاده ای نشد. در اواسط دهه ۱۹۷۰ مقره هایی با مواد جدید بوجود آمده اند که مفهوم ساختمان کامپوزیت مقره با این مواد بوجود آمد. این مقره ها شامل دو قسمت بودند. میله وسط مقره (FRP)^۱ و پوشش لاستیکی روی میله. میله وسط که از جنس فیبرهای پلاستیکی فشرده است، موظف به تحمل بار مکانیکی و پوشش لاستیکی وظیفه ایجاد سطح عایقی و فاصله خزشی مناسب را برعهده دارد. تفاوت های بسیاری در نوع مواد بکار رفته در میله وسط پوشش لاستیکی در بین محصولات کارخانجات مختلف وجود دارد که هر کدام خواص مخصوص به خود را دارند. یکی از مشکلات اصلی مقره های

^۱ FRP: Fiber-Reinforced Plastic

برابر نفوذ رطوبت، اتصالات انتهائی که انتقال-دهنده بار می‌باشند، باید اصلاح می‌شدند. امروزه دو نوع متداولتر از پوششهای لاستیکی که در مقره‌های کامپوزیت استفاده می‌شود عبارتند از: لاستیک سیلیکون (SIR) و لاستیک اتیلن پروپیلن (EPR) و اما با آزمایشهای متفاوت در (EPDM) زمانهای طولانی بر موضوع پوشش، مشخص گردید که لاستیک سیلیکونی قابلیت‌های بیشتری دارد. از جمله استحکام در برابر فرسایشات جوی که خاصیت طبیعی مواد سیلیکونی است و خاصیت آبگریزی سیلیکون که باعث جابجائی آلودگی و بالا بردن سطح حداکثر ولتاژ پایداری

کامپوزیت که بحث‌های فراوانی را نیز ایجاد کرده است، نوع پیوند و چگونگی اتصال قسمتهای مختلف مقره به یکدیگر است. مانند محل‌های اتصال روکش لاستیکی به میله وسط، اتصال میله وسط به اتصالات انتهائی مقره و نحوه اجرای پوشش لاستیکی بر روی میله وسط و نیز استفاده از مواد پرکننده در مقره.

بحث دیگری که مورد توجه بسیاری از سازندگان و مصرف‌کنندگان مقره‌های کامپوزیت می‌باشد، جنس و خواص پوشش لاستیکی است که نقش قابل ملاحظه‌ای در مناطق آلوده دارد. خواصی چون آبگریزی و نشت جریان در زمان آلودگی، مقاومت در برابر اشعه ماوراء بنفش، درجه عایقی

نوع خاصیت	لاستیک آبگریز SIR	لاستیک اتیلن پروپیلن EPR
آبگریزی	بطور دائمی	فقط در ابتدا
انتقال خاصیت آبگریزی به لایه آلوده	بطور دائمی	بطور محدود فقط در ابتدای کار
نشت جریان در شرایط پاکیزگی نشت جریان در شرایط آلودگی	بسیار کم کم	بسیار کم تقریباً به زیادی آلودگی مقره‌های شیشه‌ای و پروپیلن
مقاومت در برابر اشعه ماوراء بنفش	زیاد	کم - خیلی کم
درجه عایقی	$> 20 \text{ KV/m}$	$14-22 \text{ KV/mm}$
محدوده درجه حرارت محیط	$-50^{\circ}\text{C} - 180^{\circ}\text{C}$	$-50^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$

جدول مقایسه SIR و EPR

مقره در برابر آلودگی می‌شود. این خواص باعث افزایش چشمگیر در مصرف مقره‌های کامپوزیت-مخصوصاً در سطوح ولتاژ بالا و در نواحی با آلودگی شدید گردید. پس از بررسی‌های انجام گرفته روی پوشش‌های لاستیک سیلیکونی و لاستیک اتیلن پروپیلن نتایج جدول فوق بدست آمده است. اگرچه بحث‌های مفصلی در خصوص نحوه اتصال لایه پوششی با لایه‌های داخلی و اتصالات انتهائی وجود دارد اما در اینجا ما صرفاً روی نوع پوشش

و محدودیت درجه حرارت محیط تاثیر بسیار تعیین کننده‌ای در انتخاب مقره دارند. در ابتدا پوشش‌های لاستیکی مورد استفاده معمولاً از جنس لاستیک پروپیلن اتیلن (EPR)^۱ و یا (EPDM)^۲، اتیلن پلی تتروفلو (PTFE)^۳ و لاستیک سیلیکونی (SIR)^۴ بودند. چون این مواد جدید بودند بنابراین مشکلات فنی بسیاری وجود داشت که باید مرتفع می‌شدند. بطور مثال پیوند بین مواد، حفاظت در

1. EPR: Ethylene Propylene Rubber

2. EPDM: Ethylene Propylene Diene Methylene

3. PTFE: Polytetrafluoro Ethylene

4. SIR: Silicone Rubber

بحث می‌کنیم. از آنجائی که بحث اصلی بر روی مواد سیلیکونی است پس از شرح مختصری در مورد ساختمان مقره‌های کامپوزیت به تعریف سیلیکون در حالت کلی می‌پردازیم و بعد از آن نحوه تشخیص مقدار سیلیکون در پوشش لاستیکی مقره شرح داده خواهد شد.

۲ - طراحی مقره‌های کامپوزیت

۲-۱- ساختمان مقره کامپوزیت

اصولاً یک مقره کامپوزیت از یک میله وسط، یک روکش لاستیکی سیلیکونی و اتصالات انتهایی تشکیل شده است. جنس میله مرکزی از فیبر پلاستیکی فشرده (FRP) بوده و وظیفه آن تحمل بار است. فیبرهای فشرده‌ای که در فیبر پلاستیکی فشرده (FRP) بکار می‌روند از جنس شیشه بوده و قالب میله را از رزین اپوکسی می‌سازد. اتصالات انتهایی که وظیفه انتقال بار به برج و هادی را دارند، از فولاد کوبیده، آهن ریخته‌گری چکش خوار، آلومینیوم و ... ساخته می‌شوند.

روکش لاستیکی آن عایق الکتریکی بوده و وظیفه حفاظت قسمت فیبر پلاستیکی فشرده (FPR) را به عهده دارد.

برای همین منظور از لاستیکهای سیلیکونی که دارای خاصیت عایقی بالا و مقاومت عالی در برابر فرسایش آب و هوایی دارند جهت روکش لاستیکی مقره‌های کامپوزیت استفاده می‌کنند.

۲-۲- طراحی مقره‌های کامپوزیت

یکی از خصوصیات اصلی مقره‌های کامپوزیت این است که به علت استفاده از لاستیکهای سیلیکونی به عنوان روکش عایقی میله وسط مقره، بشقابهای مقره را میتوان آزادانه به هر شکلی طراحی کرد. بر طبق تجارب گذشته، کتاب راهنمای انتخاب مقره در شرایط آلوده IEC60815 نگاشته شده است. مشخصات

الکتریکی و مکانیکی برای برآورده کردن نیازهای طراحی در استاندارد IEC61109، مقره‌های کامپوزیت برای خطوط هوایی با ولتاژ بالای ۱۰۰۰ ولت تعاریف، روشهای آزمایش و ملاحظات قابل قبول ارائه شده است.

با توجه به طراحی آلودگی و به علت خاصیت آبریزی لاستیک سیلیکونی، چنین پیشنهادی نیز شده است که میتوان مقره‌های کامپوزیت را فشرده تر از گذشته طراحی کرد، اما به خاطر نبود اطلاعات مستند و مناسب بهتر است طول فاصله خزشی به همان بزرگی مقره‌های معمولی انتخاب شود. مقدار فاصله خزشی طراحی بر اساس مقدار واحد نیروهای الکتریکی وارد به خط که طبق استاندارد IEC60815 تعریف می‌شوند، بر حسب سلیقه مشتری که فاصله کمتر یا بیشتری بخواهد طراحی می‌گردد. حد شکست نیز بر اساس ضریب اطمینانی که استفاده بلند مدت را نیز مدنظر دارد تعریف می‌گردد.

لاستیک و فیبر پلاستیکی فشرده میله مرکزی مقره علاوه بر چسبندگی مکانیکی در نقاط مرزی باید پیوند شیمیایی نیز داشته باشند تا جلوی نفوذ آب و رطوبت را بگیرد. از آنجائی که نقاط اتصال معمولاً نقاط ضعیف الکتریکی هستند تعدادی از تولید کنندگان بشقابها و میله را بطور قالب‌ریزی شده و یکپارچه تولید می‌کنند. اتصالات انتهایی که از سه عنصر تشکیل شده بیشترین اثر را روی قابلیت اطمینان مقره دارد. مخصوصاً نفوذ رطوبت در این نقاط خطر شکست‌پذیری فیبر پلاستیکی فشرده را افزایش داده و میدان‌های الکتریکی در این نقاط کوتاه‌تر هستند.

اتصالات انتهایی به روش بررسی به میله وسط مقره متصل می‌شود تا بتواند مشخصات مکانیکی را برای مدت بسیار طولانی حفظ کند.

۳- آشنائی با سیلیکون

به هر نوع ماده ترکیبی با سیلیسیم سیلیکون می گویند. این مواد که در طبیعت موجود نمی باشند، به موادی گفته میشود که از پیوند بین مواد آلی همچون نفت، لاستیک و پلاستیک و مواد معدنی همانند ماسه، شیشه و کوارتز ساخته می شوند. ماده اصلی مواد سیلیکونی، سیلیسیم می باشد که پس از اکسیژن فراوان ترین ماده در روی زمین است.

سیلیکونها که بصورت مایع و جامد و گاز می باشند هزاران استفاده متفاوت دارند. دانشمندان دائماً کاربردهای جدیدی برای سیلیکونها پیدا می کنند. به عنوان یک کاربرد، سیلیکون باعث جلوگیری از چسبیدن نان شیرینی به ظروف شیرین پزی می شود.

سیلیکونها همچنین باعث جلوگیری از چسبیدن لاستیکهای اتومبیل، پلاستیکها، و دیگر مواد لاستیکی به قالب ساخت آنها می شوند. سیلیکونهای مایع در واکسها و براق کننده های اتومبیل، لوازم منزل و عینکها استفاده می شوند. پارچه ها و چرمهایی که با سیلیکون ساخته و عمل آورده می شوند آب یا مواد رقیقی چون جوهر، آب میوه و ... را جذب نمی کنند و سیلیکون آنها با شستشو یا خشک شویی های مکرر از بین نمی رود بعلاوه سیلیکون باعث سفتی پارچه نیز نمی شود.

بسیاری از مواد سیلیکونی برای سلامتی انسان ضرر ندارند و روی بدن انسان اثرات شیمیائی نمی گذارند به همین دلیل از سیلیکونها برای ساخت اعضای مصنوعی بدن انسان که باید مدت طولانی در بدن انسان باشند همچون دریچه های قلب استفاده می کنند.

روغنها و گریسهای سیلیکونی برای روغنکاری دائمی ساعتها و بلبرینگ ها استفاده می شوند. در ساخت دیوارهای سیمانی و آجری که در زیر باران ساخته می شوند برای خشک شدن سریع و

دفع آب آنها از آبهای سیلیکونی استفاده می کنند. یکی از کاربردهای گسترده سیلیکون در بتونه های ضد آبی است که جهت درز گیری پنجره ها و کاشی های آشپزخانه و حمام استفاده می شوند. رنگهایی که از رزین های سیلیکونی ساخته می شوند تا محدوده دمائی ۲۶۰ تا ۵۴۰ درجه سانتی گراد در برابر پوست اندازی و باد کردن مقاومت می کنند بعلاوه در معرض آب و هوا رنگ و جلای خود را از دست نمی دهند. این رنگهای سیلیکونی معمولاً در کشتی ها استفاده می شوند. از سیلیکونها همچنین به عنوان مواد اولیه عایقهای الکتریکی استفاده می شوند. مواد عایق سیلیکونی باعث شده اند موتورها و ژنراتورها و ترانسفورماتورها در شرایط سخت تر و طولانی تر از قبل کار کنند. لاستیکهای سیلیکونی در دمای اجاق ذوب نمی شوند و در دمای (۷۹^o C -) سخت و شکننده می شوند. به همین دلیل از این مواد برای درزگیری درب اجاقها و جعبه موشکهای تانکها و ناوهای هواپیمابر استفاده می شود لاستیکهای سیلیکونی در عایق کابل های ارتباطی در کشتی ها و سیم پیچی موتور دیزل لوکوموتیوها نیز استفاده می شوند.

اندازه استقامت در برابر گرما، فرسایش آب و هوایی در طول عمر یک ماده از استحکام پیوندهای مولکولهای سازنده آن ماده نتیجه می شود. همانند ماسه و شیشه، سیلیکون دارای ساختمان مولکولی از اتمهای اکسیژن و سیلیسیم دارد. استحکام پیوند بین اتمهای اکسیژن در حدود ۱۱/۲ برابر پیوند بین اتمهای کربن در مواد آلی است. در نتیجه مواد سیلیکونی چندین برابر مواد آلی نسبت به گرما و فرسایش آب و هوایی استقامت دارند. بعلاوه سیلیکون برخلاف ماسه و شیشه، گروههای پیوندی متفاوتی از مواد معدنی که به ساختمان اکسیژن - سیلیسیم آن پیوند خورده است دارد. بنابراین، این ترکیبات مقاوم در

برابر گرما، دافع آب هستند و دارای خاصیت روان کنندگی بسیار خوبی می‌باشند که در تعداد زیادی از کاربردهای خانگی و صنعتی استفاده می‌شوند.

۴- نحوه تشخیص مقدار سیلیکون در پوشش مفره‌های کامپوزیت

به کمک آنالیز نور فلورسانت اشعه X (XRF) بر روی مواد، می‌توان تفاوت بین مواد مختلف را به کمک منحنی تشخیص داد. از آنجائی که در این روش برای هر ماده‌ای منحنی مشخصی با نقطه اوج معینی بدست می‌آید، می‌توان به کمک این روش تفاوت بین مواد سیلیکونی (چه آنهایی که از مواد پرکننده استفاده کرده‌اند و چه آنهایی که مواد پرکننده ندارند) و مواد EPDM و نیز مخلوطی از مواد سیلیکونی و EPDM (بطور مثال EPS) که در پوشش مفره‌های کامپوزیت استفاده می‌شوند را تشخیص داد. مواد پرکننده‌ای را که در مفره‌های کامپوزیت استفاده می‌شود تری‌هیدرات آلومینیوم (ATH)^۲ در نظر می‌گیریم، زیرا به علت مقاومت الکتریکی و حرارتی بالای این ماده معمولاً در مفره‌های فشارقوی استفاده می‌شود.

همانطور که گفته شد به روش (XRF) می‌توان برای هر ماده‌ای منحنی معینی بدست آورد. البته از آنجایی که مواد کامپوزیت ساختمان بلوری شکل ندارند، با این روش نمی‌توان ساختار معدنی مواد را که در اینجا نیز مورد نیاز نمی‌باشد، مشخص کرد.

حال اگر یک مفره سیلیکونی بدون مواد پرکننده تحت آزمایش (XRF) قرار گیرد، نقطه اوج منحنی بدست آمده سیلیسیم خالص را نشان می‌دهد و در نتیجه نواحی اطراف نقطه اوج منحنی مواد دیگری را نشان می‌دهد که حاوی

سیلیسیم است اما ۱۰٪ آن سیلیسیم نیست. در مفره‌هایی که قسمتهای خالی و حفره‌های موجود در مفره را با مواد پرکننده پر می‌کنند، یک منحنی با نقطه اوجی مربوط به آلومینیوم، بواسطه حضور ماده پر کننده تری‌هیدرات آلومینیوم (ATH) نیز خواهیم داشت. پس با آزمایش بر روی یک سیلیکون مشخص با مقدار معینی مواد پر کننده (مثلاً ۵۰٪) می‌توان منحنی مشخصی را برای آلومینیوم بدست آورد. این منحنی نیز در نقطه اوج مربوط به آلومینیوم خالص و در نواحی اطراف اوج منحنی مربوط به موادی است که دارای مقداری ناخالصی هستند.

EPDM خالص به هیچ وجه منحنی با نقطه اوج ندارد (مگر اینکه شما یک دستگاه اشعه X مدرن داشته باشید که قادر به آشکار کردن کربن باشد). EPDM معمولی شامل پر کننده تری‌هیدرات آلومینیوم است. بدین دلیل است که منحنی آن دارای یک نقطه اوج میباشد. در این حالت میتوان این نقطه اوج را با نقطه اوج منحنی یک سیلیکون مشخص که دارای مقدار مواد پر کننده و سیلیکون معینی است مقایسه کرد و درصد آنها را بدست آورد.

به همین ترتیب در حالتی که مخلوطی از EPDM و سیلیکون را بررسی می‌کنیم هر دو ماده قابل بررسی سیلیسیم - تری‌هیدرات آلومینیوم (ATH) را میتوان با مقایسه با آنالیز یک سیلیکون معین که در آن از مواد پرکننده معینی استفاده شده است، برآورد کرد.

مثالهای زیر شرح نتایج تحلیل (XRF) - که بصورت نمودار به پیوست آمده است - چهار نوع متفاوت مواد پوشش دهنده مفره‌های کامپوزیت فشار قوی است:

1. XRF: Xray Fluorescence
2. ATH: Aluminium Trihydrate

فشار قوی در مفره‌های کامپوزیت

EPDM با پرکننده ATH -
 EPS (مخلوط EPDM بعلاوه ۱۰٪ سیلیکون)

این مثال نشان میدهد که میتوان به راحتی تفاوت موجود بین ترکیبات سیلیکون و EPDM را مشخص کرد. در صورتی که نمودار حاصل از XRF هر ماده را به عنوان نشان و اثر انگشت آن ماده در نظر بگیریم، میتوان EPS و همچنین دیگر مواد پلی مریک که به عنوان پوشش در مقره‌های کامپوزیت استفاده می‌شوند را بوسیله XRF اثر انگشت آنها یعنی با نقطه اوج منحنی مربوط به آنها که دارای سیلیسیم کمتری در مقایسه با نقطه اوج مربوط به سیلیکونهای با یا بدون مواد پرکننده ATH که دارای سیلیسیم معین و بیشتری است، مقایسه کرد.

۵- نتیجه گیری

مقره‌های کامپوزیت بطور فزاینده‌ای در صنعت برق مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مقره‌ها در شرایط مختلف و با مواد ترکیبی بسیار متفاوت و تحت شرایط تولید مختلفی در سراسر جهان تولید می‌شود که نشان دهنده نقطه نظرات طراحان مختلف به منظور رسیدن به اهداف گوناگون است. بنابراین مقره‌های کامپوزیت مثل هم نبوده و مزیت‌ها و معایب هر طراحی صرفاً پس از استفاده در شرایط مورد نظر و بررسی نیروها و فشارهای مختلفی که بر مقره وارد می‌آید، قابل تشخیص است. همچنین با مدنظر قرار دادن فشارها و نیروهای کار معمولی نمی‌توان پیش‌بینی کرد که مقره در تمام شرایط بطور مطلوب عمل می‌کند. بنابراین بهتر است در زمان طراحی و انتخاب یک مقره حداکثر فشارهای وارده بر مقره مدنظر قرار گیرد تا مقره توانایی تحمل نیروهای الکتریکی و مکانیکی محتمل را داشته و از قابلیت اطمینان بالایی برخوردار باشد.

در مقره‌هایی که قسمتهای خالی و حفره‌های موجود در مقره را با مواد پرکننده پر می‌کنند، یک منحنی با نقطه اوجی مربوط به آلومینیوم، بواسطه حضور ماده پر کنند تری‌هیدرات آلومینیوم (AHT) نیز خواهیم داشت. پس با آزمایش بر روی یک سیلیکون مشخص با مقدار معینی مواد پر کننده (مثلاً ۵۰٪) می‌توان منحنی مشخصی را برای آلومینیوم بدست آورد. این منحنی نیز در نقطه اوج مربوط به آلومینیوم خالص و در نواحی اطراف اوج منحنی مربوط به موادی است که دارای مقداری ناخالصی هستند.

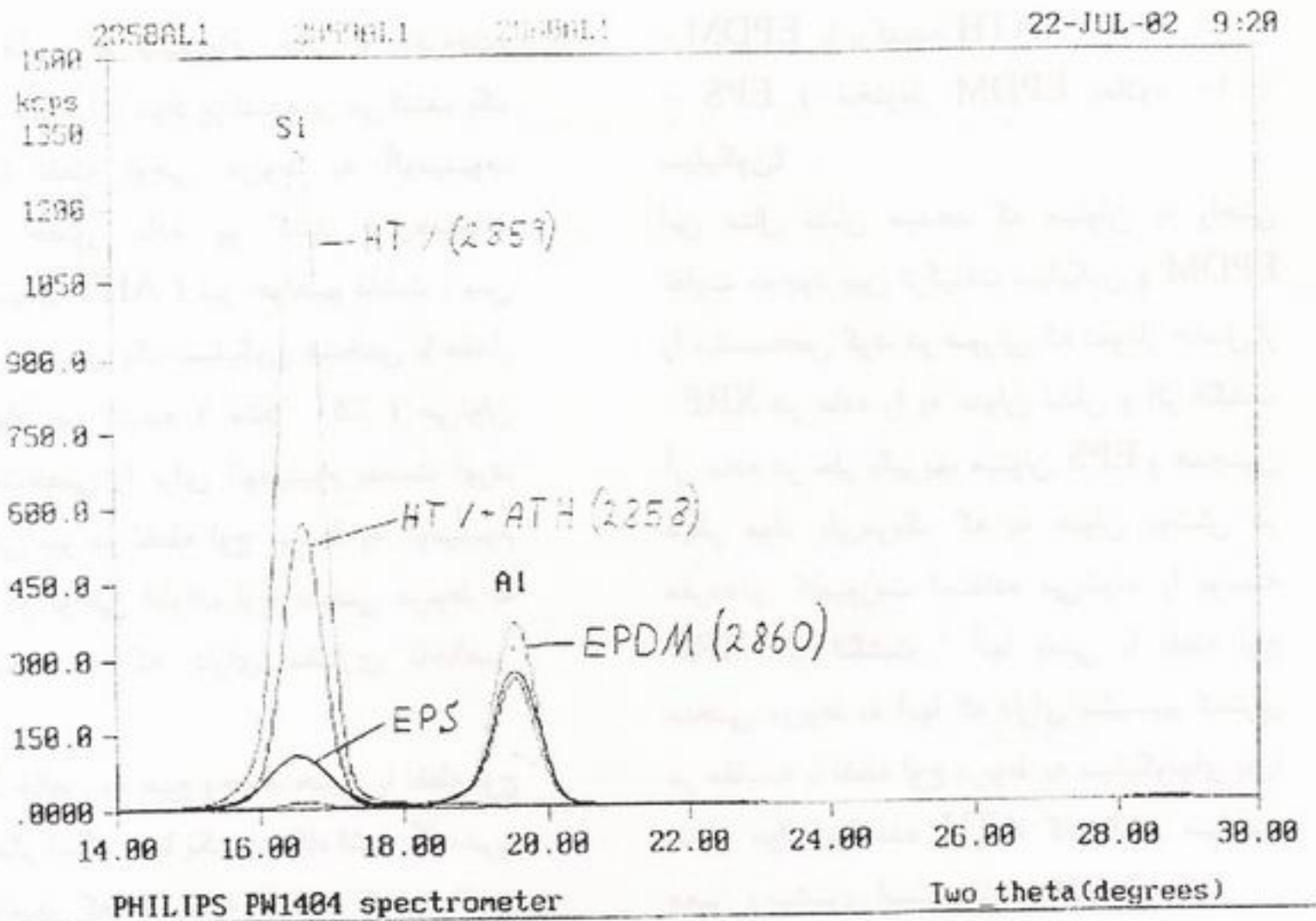
EPDM خالص به هیچ وجه منحنی با نقطه اوج ندارد (مگر اینکه شما یک دستگاه اشعه X مدرن داشته باشید که قادر به آشکار کردن کربن باشد). EPDM معمولی شامل پر کننده تری‌هیدرات آلومینیوم است. بدین دلیل است که منحنی آن دارای یک نقطه اوج میباشد. در این حالت میتوان این نقطه اوج را با نقطه اوج منحنی یک سیلیکون مشخص که دارای مقدار مواد پر کننده و سیلیکون معینی است مقایسه کرد و درصد آنها را بدست آورد.

به همین ترتیب در حالتی که مخلوطی از EPDM و سیلیکون را بررسی می‌کنیم هر دو ماده قابل بررسی سیلیسیوم - تری‌هیدرات آلومینیوم (ATH) را میتوان با مقایسه با آنالیز یک سیلیکون معین که در آن از مواد پرکننده معینی استفاده شده است، برآورد کرد.

مثالهای زیر شرح نتایج تحلیل (XRF) - که بصورت نمودار به پیوست آمده است - چهار نوع متفاوت مواد پوشش دهنده مقره‌های کامپوزیت فشار قوی است :

- سیلیکون HTV بدون پر کننده ATH

- سیلیکون HTV با پر کننده ATH



شرح نتایج تحلیل (XRF) برای چهار نوع متفاوت مواد پوشش دهنده مقره های کامپوزیت فشار قوی

آقای سعید پورعلی دارای لیسانس مهندسی برق با گرایش قدرت از دانشگاه تبریز بوده و از ۳ سال پیش در زمینه طراحی خطوط انتقال نیرو با شرکت قدس نیرو همکاری دارد. علاقمندی ایشان علاوه بر طراحی خطوط انتقال نیرو، بررسی عایقها و مقره های کامپوزیت میباشد.

۶- مراجع

- 1) Development of Composite Insulators for Overhead Lines Furukawa Review, No.19.200 By Satoshi Kobayashi *,Yutaka Matsuzaki *,Hiroshi Masuya *2, Yoshihiro Arashitani * 3 and Ryuzo Kimata *
- 2) Technical comments 144/02 By LAPP Co 19/07/02
- 3) <http://school.discovery.com>

موانع و راهکارهای بهره‌برداری صحیح از سیستم‌های اطفاء حریق در نیروگاه‌های بخاری

محسن خرسندی

کارشناس حفاظت و ایمنی نیروگاه دماوند - مدیریت مهندسی نیروگاه‌های گازی

چکیده:

در این مقاله سیستم‌های اطفاء حریق در نیروگاه‌های بخاری بطور مختصر مورد بحث قرار گرفته و کلیه موارد مربوط به طراحی و رعایت استاندارد و انتخاب تجهیزات مناسب، نظارت بر نصب و راه‌اندازی و آموزش صحیح پرسنل و آزمایشات مختلف و همچنین نگهداری و تهیه دستورالعمل و نهایتاً چگونگی عملکرد درست و کارآمد سیستم اطفاء حریق ذکر گردیده است.

۱- مقدمه

همه ساله حریق‌های متعددی در نیروگاه‌ها اتفاق می‌افتد که منجر به وارد شدن خسارات و هزینه‌های جانی و مالی فراوان بر پیکر صنعت برق کشور می‌گردد و در این راستا ملاحظه می‌شود که علت آن عدم اجرای سیستم اطفاء حریق بوده، یا اساساً در طراحی، اجرا و یا نگهداری سیستم‌های اطفاء حریق مشکل خاصی بوده است که سیستم را قادر به اطفاء سریع و بموقع ننموده است.

در این مقاله که ناشی از مطالعات و تجربیات نظارتی در بعضی از نیروگاه‌ها بوده است تلاش شده که حتی‌الامکان علل ناکارآمد بودن سیستم‌های اطفاء حریق شناسائی و روش درستی جهت آن ارائه گردد.

توضیح اینکه چنانچه جهت یک منبع حریق اساساً هیچگونه سیستم اطفاء حریقی در نظر گرفته نشود بهتر است تا سیستم اطفاء بکار رفته فاقد کارایی لازم باشد، چرا که نه تنها اطمینان کاذب ایجاد می‌نماید بلکه موجب حذف هزینه‌های فراوان طراحی و اجرا نیز می‌گردد لذا در برآوردهای اقتصاد مهندسی می‌تواند بعنوان یک هزینه غیر مثبت تلقی و در طراحی‌های آتی علیرغم نیاز

واقعی حذف گردد. این موضوع مؤید اهمیت فراوان طراحی، اجرا و بهره‌برداری صحیح سیستم‌های اطفاء حریق، به منظور افزایش ایمنی و پیشگیری حریق نیروگاه‌ها می‌باشد.

۲- موانع و مشکلات بهره‌برداری صحیح

سیستم‌های اطفاء حریق موجود نیروگاه‌ها

۲-۱- عدم تطابق و انتخاب صحیح ماده اطفاء‌کننده بامواد قابل اشتعال در طراحی اولیه: انتخاب صحیح ماده اطفاء‌کننده با نوع ماده سوختنی یکی از اساسی‌ترین عوامل مؤثر در اطفاء حریق‌های موفق می‌باشد، در حالی که غالباً این مهم مورد توجه جدی طراحان قرار نمی‌گیرد. به عنوان مثال بکارگیری آب جهت اطفاء حریق‌های سوخت مایع در ایستگاه‌های تخلیه سوخت یا پمپ‌های انتقال بجای کف (Foam) و یا همچنین استفاده از آب در محل Exciter بجای CO₂ یا سایر گازهای خنثی موجب کاهش کارایی سیستم اطفاء حریق در غالب نیروگاه‌ها گردیده است.

۲-۲- عدم آموزش صحیح طراح به پرسنل بهره‌برداری:

با توجه به اینکه در هر پروژه روش‌های کنترل حریق خاصی را جهت آن پروژه انتخاب و طراحی

می‌گردد، می‌بایستی برنامه آموزش خاصی نیز متناسب با شرایط طراحی جهت بهره‌برداری تعریف شود تا در کوتاهترین زمان ممکن و به بهترین شکل با کمترین خسارت نسبت به اطفاء حریق‌های احتمالی اقدام گردد و در غیر این صورت با افزایش زمان اطفاء خسارت‌های وارده نیز بشکل تصاعدی افزایش می‌یابد که لازم است این امر حتماً مورد توجه جدی مسئولین در تنظیم دستورالعمل‌های آتش‌نشانی ویژه هر نیروگاه قرار گیرد.

۲-۳- عدم لحاظ IP های مناسب جهت تجهیزات الکتریکی یا الکترونیکی همجوار سیستم آیفشان:

هر سیستم آتش‌نشانی براساس استاندارد NFPA می‌بایستی مورد تست‌های ادواری و عملکردی قرار گیرد که این امر غالباً در مورد سیستم آیفشان همجوار تأسیسات الکتریکی و الکترونیکی به دلیل احتمال ورود آب به داخل آنها میسر نمی‌باشد، در صورتی که براساس استانداردهای NFPA شماره ۱۵ و ۸۵۰ در خصوص آیفشان‌ها در نیروگاه‌ها لازم است سیستم حفاظت عایقی (IP) تجهیزات الکتریکی مجاور آنها متناسب با شرایط پاشش آب طراحی و اجرا گردد تا در زمان تست‌های ادواری و عملکرد واقعی سیستم آتش‌نشانی اختلالی در عملکرد سایر سیستم‌ها ایجاد نگردد.

۲-۴- حساسیت برخی از تجهیزات نیروگاهی و TRIP واحد با عملکرد کاذب سیستم‌های اطفاء حریق:

از آنجائی که عملکرد اتوماتیک بسیاری از سیستم‌های آتش‌نشانی موجب کاهش بار و حتی توقف واحد می‌گردد، عملاً بسیاری از اپراتورها جهت اجتناب از عملکرد کاذب سیستم به دلایل عدیده‌ای در اختلال سیستم و یا، اشتباهات سهوی و غیره اقدام به قطع سیستم می‌نمایند که این موضوع نه تنها سبب تأخیر در عملکرد به موقع سیستم آتش‌نشانی بلکه باعث ایجاد خسارت بیشتر

در زمان حریق می‌شود. لذا توصیه می‌گردد مدارات فرمان سیستم‌های حساس به نحوی طراحی گردد تا عملاً اپراتور از عدم عملکرد صحیح سیستم مطمئن شود.

۲-۵- انتخاب تجهیزات مناسب:

عدم انتخاب تجهیزات مناسب در سیستم‌های اطفاء حریق طراحی شده مانند لوله و اتصالات، نازلها، شیلنگ‌ها و غیره باعث می‌گردد که راندمان واقعی سیستم کاهش یافته و در زمان بروز حوادث احتمالی کارائی کافی را نداشته باشد.

۲-۶- زمینه عملکرد صحیح سیستم اطفاء حریق با گاز CO₂:

وجود بازشوها و منافذ عدیده در اماکن تحت پوشش سیستم اطفاء حریق گاز CO₂ و یا عملکرد متناقض سیستم‌های تهویه طبیعی یا مصنوعی با عملکرد سیستم اطفاء با عملکرد سیستم اطفاء حریق گاز CO₂ سبب می‌گردد تا نه تنها کارائی اطفاء گاز CO₂ کم شده بلکه حجم بیشتری گاز CO₂ نیز جهت اطفاء مؤثر تخلیه گردد. به عنوان مثال فن‌های دیواری موضعی غالباً بشکل اتوماتیک در زمان وقوع حریق از مدار خارج نگردیده و حجم وسیعی گاز CO₂ را از محل حریق خارج می‌نماید. همچنین درب اتاق‌های تحت پوشش سیستم CO₂ می‌بایستی بطور اتوماتیک پس از طی زمان خاص و اعلام حریق تا پایان عملیات اطفاء بسته نگهداشته شود در صورتی که غالباً چنین وضعیتی وجود ندارد. از طرفی عموماً طراحی سیستم اطفاء حریق با گاز CO₂ براساس نقشه‌های سیستم تهویه (HVAC) صورت می‌گیرد و این موضوع سبب می‌گردد تا عملیات اطفاء بناچار در کلیه اتاق‌ها یا سالن‌هائی که دارای سیستم تهویه مشترک هستند، علیرغم فقدان حریق همزمان در بعضی محل‌های مشترک اجرا گردد که این موضوع سبب صرف تناژ بیشتر گاز CO₂ و همچنین عامل خروج غیر ضروری پرسنل یا احتمال خفگی بسیاری از اپراتورهای دیگر نیز گردد. لذا توصیه می‌شود سیستم‌های

بعنوان مثال اختلاف قطر نازل، شیلنگ و کوپلینگ‌های تحت استانداردهای G.B.J- BS- DIN و غیره علیرغم مشابه بودن سایز آنها سبب می‌گردد که کوپلینگ یک ناحیه با سایز مناطق قابل اتصال نباشد که این امر موجب می‌گردد تا مانور پرسنل آتش‌نشانی در زمان وقوع شرایط اضطراری کاهش یابد.

۲-۱۰- لزوم تمرکز پیام‌های اعلام حریق در اتاق فرمان نیروگاه:

عدم تمرکز پیام‌های اعلام و اطفاء حریق کل نیروگاه در یک پانل اختصاصی MPFA^۱ و عدم ارسال همزمان آن پیام‌ها به ایستگاه آتش‌نشانی سبب می‌شود که تنها اطلاعات کلی ناشی از حریق به اتاق کنترل مرکزی هدایت نشود و پرسنل آتش‌نشانی نیز نتوانند به موقع در محل حریق حضور یابند. لذا توصیه می‌گردد از پراکندگی سیستم‌های اعلام و کنترل حریق در محل‌های مختلف جداً اجتناب نموده و حتی‌الامکان در طراحی ترتیبی اتخاذ گردد تا ضمن اعلام حریق در مواضع آتش گرفته، پیام‌های حریق همزمان به شکل تمرکز یافته در پانل مرکزی اتاق فرمان و ایستگاه آتش‌نشانی جهت شناسایی سریع مسئولین بهره‌برداری و اقدام به موقع آتش‌نشانان ارسال گردد. ضمناً کنترل حریق سیستم می‌بایستی به نحوی باشد که علاوه بر امکان عملکرد از اتاق فرمان به روش‌های اتوماتیک و دستی نیز امکان اطفاء حریق میسر باشد.

تهویه براساس طراحی سیستم‌های اطفاء حریق با CO₂ انجام گیرد.

۲-۷- رعایت عمق یخ‌زدگی در طراحی و اجرای سیستم آب آتش‌نشانی:

عدم توجه به عمق یخ‌زدگی در تأسیسات زیرزمینی^۱ مناطق سردسیر و بروز یخ‌زدگی‌های عدیده در طول فصول سرد موجب ناکارآمد شدن آتش‌نشانی و سایر تأسیسات متأثر می‌گردد لذا توصیه می‌گردد بجای استفاده از دریچه شیر^۲ جهت ایزوله خطوط یا شیر آتش‌نشانی ترجیحاً POST INDICATOR VALVE استفاده شود تا ضمن عملکرد^۳ سریع آن از بروز یخ‌زدگی جلوگیری بعمل آید.

۲-۸- تغذیه و آبرسانی مطمئن سیستم‌های آتش‌نشانی:

آبرسانی حلقه‌ای (یا لوپ) آتش‌نشانی براساس تجارب و استانداردهای NFPA به شماره‌های ۱۳ و ۱۴ می‌بایستی از دو نقطه تغذیه گردد تا در صورت بروز هرگونه اشکالی در یکی از خطوط تغذیه تأمین آب از خط تغذیه دیگر میسر گردد، در حالی که غالباً این موضوع مورد توجه جدی در طراحی قرار نمی‌گیرد و بهره‌برداری از سیستم آتش‌نشانی را با مشکل مواجه می‌سازد.

۲-۹- عدم انطباق تجهیزات آتش‌نشانی با استانداردهای مختلف:

از آنجائی که تجهیزات آتش‌نشانی با استانداردهای مختلف قابل انطباق با یکدیگر نیستند لذا می‌بایستی در خرید و تهیه تجهیزات آتش‌نشانی نیروگاه‌ها دقت کافی شود تا ترجیحاً فقط از یک استاندارد واحد تأمین تجهیزات انجام گیرد زیرا عدم توجه به این موضوع سبب کثرت قطعات یدکی و صرف هزینه‌های بیشتر گردیده و امکان مانور بهره‌بردار را در بکارگیری عمومی تر تجهیزات می‌کاهد.

^۱ - Underground

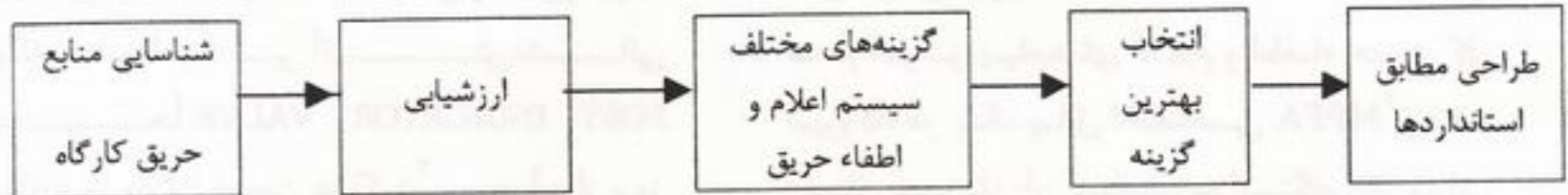
^۲ - Valve Pit

^۳ - Operation

^۴ - MPFA: Main Panel Fire Alarm

۳- چگونه یک سیستم اطفاء حریق خوب و کارآمد داشته باشیم؟

۳-۱- طراحی صحیح سیستم‌های اطفاء حریق بر معیار علم و تجربه و مطابق استانداردهای بین‌المللی: جهت طراحی صحیح سیستم اطفاء حریق در پروژه‌ها مراحل زیر جهت اجرا توصیه می‌گردد:



۳-۳- نظارت صحیح بر نصب و راه‌اندازی سیستم‌های اطفاء حریق:

در حین نصب سیستم‌های اطفاء حریق می‌بایستی نظارت کامل و صحیح بر نصب تجهیزات شامل تجهیزات الکتریکی، ابزار دقیق و همچنین جوش‌ها و اتصالات بعمل آورد و از فلاشینگ خطوط نیز پس از بازرسی کردن فیلترها مطمئن گردید. لازم به توضیح است که نصب نازل‌ها می‌بایستی در آخرین مرحله و پس از فلاشینگ خطوط انجام می‌گیرد و همچنین به فواصل و زوایای پاشش مناسب آب توجه کافی نمود.

پس از پایان عملیات نصب بر روی کلیه سیستم‌ها به شکل عملی می‌بایستی تست عملکرد^۱ انجام گیرد و کلیه خطوط حلقه‌ها تا اطفاء سیستم مطابق دستورالعمل بررسی گردد که لازم است زمان عملکرد، پاشش مناسب، تخلیه آب‌های مصرفی، فشار مناسب پاشش و غیره نیز به شکل عملی تست گردد.

۳-۴- استخدام پرسنل مجرب آتش‌نشان با آزمایشات مختلف علمی و عملی:

مهارت، آمادگی جسمانی، سرعت، آشنائی فنی با حریق، تجربه در عملیات اطفاء از خصوصیات یک تیم خوب آتش‌نشان جهت مقابله با حریق‌های

در فاز مقدماتی شناسائی منابع حریق کارگاه براساس پیشنهادات استاندارد، بازرسی‌ها و تجربیات سایر نیروگاه‌ها انجام می‌گیرد و می‌بایستی کلیه منابع حریق شناسائی شوند.

در فاز ارزشیابی کلیه منابع حریق شناسائی شده به لحاظ مواردی چون فواصل، احتمال حریق ماده قابل اشتغال، خسارات احتمالی و غیره مورد ارزشیابی قرار می‌گیرند. با توجه به ارزشیابی صورت گرفته گزینه‌های مختلف اعلام و اطفاء حریق برای هر منبع بطور جداگانه مطابق نظرات استاندارد و تجارب سایر نیروگاه‌ها مطرح می‌شود.

با توجه به عواملی چون سرعت اطفاء، شرایط اقتصادی، خسارات احتمالی، وضعیت جغرافیائی، یکنواختی کل سیستم اطفاء حریق، سهولت استفاده، دسترسی به تجهیزات، امکان تعمیرات سریع و ساده و همچنین اطمینان در عملکرد مؤثر و بموقع، گزینه‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته و بهترین گزینه‌ها انتخاب می‌گردند تا مطابق اصول استانداردهای مختلف مانند GOST, OSHA, NFPA و غیره طراحی گردند.

^۱ - Function Test

گردد تا بطور متوالی حتی ترجیحاً بدون اعلام‌های قبلی نسبت به ایجاد مانورهای کنترل حریق در کل نیروگاه اقدام نمود.

البته تدارک عملیات مانور باید با هماهنگی مدیر عامل، سرپرست بهره‌برداری، معاونت تولید و سرپرست تیم آتش‌نشانی نیروگاه به گونه‌ای صورت پذیرد تا ضمن ثبت کلیه وقایع و زمان‌های عملیات، مشکلات نیز شناسائی و جهت حریق احتمالی آتی رفع گردند.

۳-۸- تهیه دستورالعمل‌های عملیات اضطراری جهت بررسی‌های گوناگون در زمان وقوع حریق و انجام تمرینات وسیع در این خصوص:

با توجه به اینکه سیستم‌های گوناگون نیروگاه همگی می‌توانند به نحوی با عامل حریق یا سیستم‌های مختلف اطفاء حریق مربوط باشد لذا می‌بایستی ترتیبی اتخاذ نمود که برای هر فعالیتی یک دستورالعمل عملیات اضطراری تهیه و پس از تمرینات مستمر در مواقع ضروری مورد استفاده قرار گیرند، بعنوان مثال قطع مسیرهای مشخص سوخت، الکتریسته و هوا در مخازن، سطوح یا لوله‌های سوخت مشتعل شده و یا خروج پرسنل از محل‌های تحت عملکرد CO_2 ، بستن درب‌های تحت پاشش CO_2 ، تهویه و غیره.

۴- نتیجه‌گیری

به منظور پیش‌گیری از صرف هزینه‌های مازاد و افزایش بهره‌وری سیستم‌های اطفاء حریق نیروگاه‌ها توصیه می‌گردد موارد مشروحه زیر توسط مدیران و طراحان مورد توجه جدی قرار گیرد:

- ۴-۱- شناخت زیر بنائی مشکلات بهره‌برداری سیستم‌های آتش‌نشانی.
- ۴-۲- توجه به خواسته‌های واقعی یک سیستم و شناخت مخاطرات جدی.
- ۴-۳- استفاده از استانداردها جهت طراحی در کنار تجارب کسب‌شده.

احتمالی می‌باشد و در این راستا گزینش پرسنل واجد شرایط امری بسیار مهم بوده که لازم است پس از طی آزمون‌های علمی خاص در زمینه‌های علوم پایه، شیمی حریق، عملیات اطفاء ایمنی برق و غیره نسبت به تست عملی و آمادگی‌های جسمانی به شیوه‌های گوناگون اقدام نمود.

۳-۵- ایجاد آموزش‌های عمومی آتش‌نشانی و اختصاصی نیروگاه:

آموزش‌های ایمنی و آتش‌نشانی هر نیروگاه به دو گروه عمومی و اختصاصی تقسیم می‌گردد که در گروه عمومی آموزش‌هایی شامل شناخت حریق‌های گوناگون و چگونگی اطفاء آنها، کمک‌های اولیه، موارد عمومی ایمنی و غیره به کلیه پرسنل نیروگاه جهت افزایش پتانسیل علمی پرسنل داده می‌شود. در گروه اختصاصی از آنجائی که جهت هر نیروگاه سیستم اطفاء حریق خاصی طراحی و اجرا می‌گردد لازم است آموزش‌های اختصاصی ایمنی و آتش‌نشانی مربوط به همان نیروگاه از طرف مسئولین مربوط به اکیپ آتش‌نشانی نیروگاه داده‌شود به نحوی که هر فرد آتش‌نشان به خوبی به چگونگی عملکرد سیستم‌های مختلف اعلام و اطفاء حریق نیروگاه آشنا گردد.

۳-۶- نگهداری صحیح سیستم اطفاء حریق مطابق نظرات کارخانه سازنده و طراح:

از آنجائی که تجهیزات و سیستم‌های اطفاء حریق هر نیروگاه به شکل اختصاصی برای همان نیروگاه می‌باشد، روش‌های نگهداری نیز می‌بایستی مطابق دستورالعمل‌های خاص کارخانه سازنده یا طراح تعریف و به مورد اجرا گذاشته شود.

۳-۷- ایجاد مانورهای حریق دوره‌ای:

به منظور تست وسائل اطفاء حریق، افزایش آمادگی پرسنل آتش‌نشانی، شناخت نواقص موجود، آشنا کردن سایر پرسنل با وظایف خود در زمان بروز حریق، کوتاه کردن زمان اطفاء، تمرین مدیریت کنترل حریق و غیره ضروری است ترتیبی اتخاذ

generating plants & high voltage direct current convertor stations.

آقای محسن خرسندی دارای مدرک کارشناسی ایمنی صنعتی از دانشگاه شهید بهشتی تهران بوده و دارای ۱۲ سال سابقه کار می باشد که ۷/۵ سال آن در قدس نیرو است. زمینه علاقه مندی ایشان سیستم های اطفاء حریق و حفاظت و ایمنی در نیروگاه است.

۴-۴- موضوع آموزش های اختصاصی و خصوصاً روش های نگهداری صحیح سیستم های آتش نشانی با توجه به ضرورت آماده باش لحظه به لحظه سیستم ها می بایستی مورد توجه قرار گیرد.

۴-۵- هر سیستم آتش نشانی می بایستی یک دستورالعمل ویژه شامل تعمیرات، بهره برداری و خصوصاً دستورالعمل عملیات اضطراری در زمان وقوع حریق داشته باشد.

۴-۶- کیفیت تجهیزات آتش نشانی حتماً می بایستی قبل از نصب، بررسی شده و مورد تأیید قرار گیرد.

۴-۷- ایجاد عملیات مانور بصورت اقماری تأثیر فراوان بر آماده نگهداشتن سیستم های اطفاء حریق داشته باشد و می بایستی توسط مدیران محترم عامل نیروگاه ها مورد توجه جدی قرار گیرد.

۵- مراجع

NFPA.10.1994 edition standard for table fire extinguishers

NFPA.12.1993 edition standard on carbon dioxide extinguishing system.

NFPA.13.1996 edition standard for the installation of sprinkler system.

NFPA.14.1996 edition standard for installation of stand pipe & hose system.

NFPA.15.1996 edition standard for water spray fixed systems for fire protection.

NFPA.17.1996 edition standard for dry chemical extinguisher system.

NFPA.22.1996 edition standard for water tanks for private fire protection.

NFPA.25.1995 edition standard for inspection, testing & maintenance of water based fire protection.

NFPA.850.1996 edition recommended practice for fire protection for electric

مجله تخصصی مهندسی ایمنی مشاوران قدس نیرو
شماره ۴۸- زمستان ۱۳۸۱

سیستم زمین و پارامترهای موثر در انتخاب و محاسبه آن (قسمت اول)

کیانوش نراقی پور

کارشناس برق - مدیریت مهندسی صنایع نیروگاهی

حسین دانشی

کارشناس ارشد برق - مدیریت مهندسی نیروگاههای بخاری

چکیده

یکی از مسائل مهم و قابل بحث در سیستم های الکتریکی مربوط به کارخانجات و مجتمع های صنعتی و پروژه های نیروگاهی، طراحی سیستم زمین^۱ و نحوه زمین کردن تجهیزات میباشد. واژه زمین کردن در سیستم های قدرت در برگزیده سه مبحث متفاوت بوده که شامل نحوه زمین کردن ۱- نقطه نوترال سیستم های قدرت ۲- زمین کردن تجهیزات ۳- شبکه زمین میباشد که در این مقاله سعی بر آن شده تا نحوه زمین کردن نقطه نوترال^۲ در سیستم سه فاز مورد بررسی قرار گیرد. از آن جمله نقطه نول سیم پیچ ترانسفورماتور و یا ژنراتور که میتواند مستقیماً^۳ و یا توسط عناصر محدود کنند جریان زمین شود.

کلمات واژه : سیستم زمین ، زمین کردن تجهیزات

۱- مقدمه

در این مقاله نحوه زمین کردن نقطه نوترال و سیستمهای قدرت مورد بررسی قرار میگردد و پس از معرفی هر روش مزایا و معایب آن توضیح داده می شود .

از انواع سیستم زمین میتوان به سیستمهای : ایزوله-مستقیم وبامقاومت اشاره نمود.

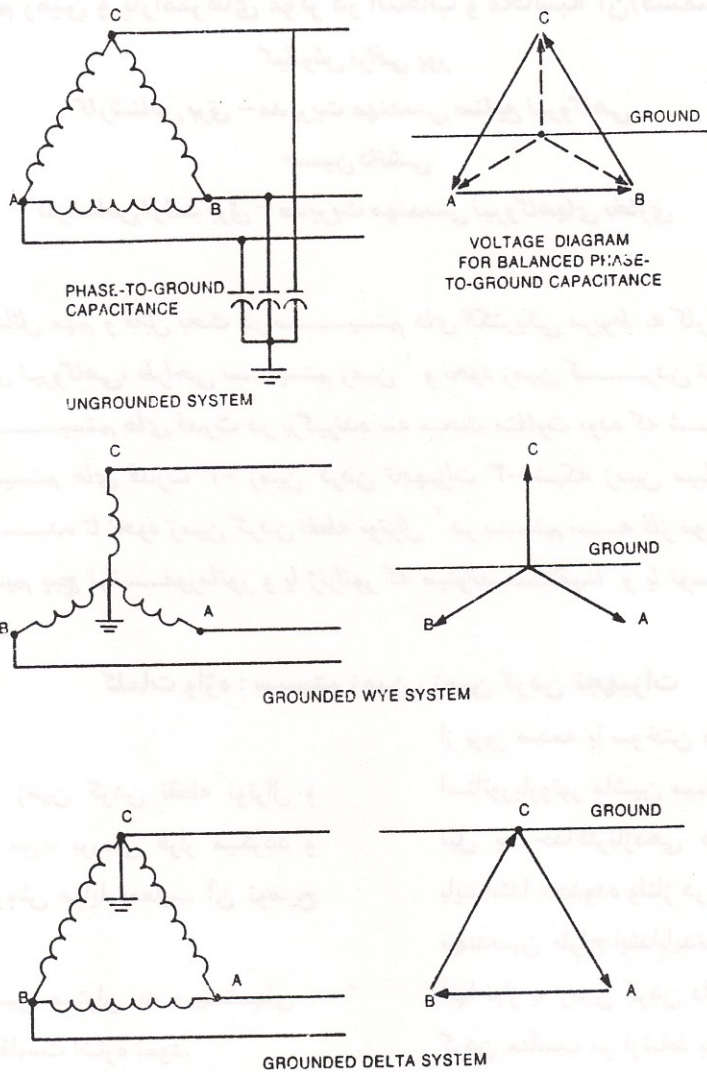
زمین کردن موجب طولانی ترشدن عمر عایق بندی برای موتورها، ترانسفورماتورها و دیگر قطعاتی است که بوسیله اضافه ولتاژهای گذرا که در اثر بروز خطاهای پدیده آمده در سیستم بوجود می آیند مورد تهدید قرار میگیرند .زمین کردن باعث قطع سریع(بوسیله تجهیزات حفاظتی) قسمت هایی که در معرض خطاهای زمین^۳ قرار میگیرند، از بقیه سیستم میگردد.

زمین کردن نقطه نوترال توسط مقاومت، و نتیجتاً محدود کردن مقدار جریان ،حفاظت مطمئنی برای ماشین های گردان که در معرض خطاهای زمین قرار میگیرند، فراهم خواهد نمود و باعث جلوگیری

از بروز صدمه یا سوختن هادیهایی که در شیارهای استاتور یاروتور ماشین میباشند، خواهد گردید. برای نیل به حداکثر بازدهی در طراحی سیستم زمین باید ابتدا محدوده ولتاژ در سیستم مشخص گردد. مهندسین طراح ابتدا باید تصمیم بگیرند که آیا طرح آنها نیاز به زمین کردن دارد یا خیر و سپس زمین کردن مناسب در ارتباط با پروژه را انتخاب نمایند. در گذشته عده ای برای عقیده بودند که بعضی از سیستمهای قدرت را نباید زمین کرد تا اینکه در صورت بروز یک حادثه(اتصال) قسمتهای دیگر سیستم از کار نیفتد و سیستم به کار خود ادامه دهد. اما امروزه اکثریت اتفاق نظر دارند که برای به حداقل رساندن اضافه ولتاژهای گذرا باید از زمین کردن استفاده نمود.

در اینجا یادآور میشود که در واقع یک سیستم زمین نشده، سیستمی است که باخازن زمین شده است و بنابراین میتوان آنرا یک سیستم زمین شده توسط خازن^۴ فرض نمود (شکل ۱).

1. Ground system
2. Neutral point
3. Ground fault
4. Capacity Grounded



شکل (۱)

مربوطه و مقایسه آنها کارآسانی نیست و نیاز به بررسی دقیق تر میباشد. در گذشته بیشتر سیستمهای الکتریکی بصورت عدم اتصال نقطه نوترال به زمین اجرا میشد. در این حالت بروز اتصالی روی فاز میبایست توسط سیستم تحمل میشد تا اینکه محل خطا مشخص و سریعاً اتصالی بوجود آمده برطرف گردد. سیستمهای حفاظتی نیز مانند امروز کاربرد گسترده ای پیدا کرده بود و به همین دلیل جهت جلوگیری از قطع برق برای مدت طولانی سیستمهای زمین نشده کاربرد بیشتری داشت. بارشد سریع صنعت برق خصوصاً هم از نقطه نظر

اگر مهندس طراح تصمیم به زمین کردن بگیرد، باید بهترین روش را انتخاب نماید. پارامترهای بسیار زیادی در این خصوص باید مدنظر قرار گیرد. این پارامترها بهتراست بسته به اهمیت طبقه بندی و طراحی سیستم در نظر گرفته شوند. بعنوان مثال اگر هزینه های اجرائی اهمیت داشته باشد، طراح باید یک سیستم بهینه با حداقل هزینه انتخاب نماید و یا اگر حفاظت اهمیت داشته باشد طراح بایستی یک سیستم با درجه حفاظت بالا طراحی نماید. بنابر این انتخاب بهترین سیستم برای زمین کردن با ملحوظ نمودن تمامی فاکتورهای

خطرناکی نباشد، مورد استفاده قرار میگیرد. همچنین برای سیستم های ۲۰ کیلوولت و بالاتر سیستم زمین کردن مستقیم، نیز مناسب بنظر میرسد.

بطور کلی سه دلیل اصلی برای زمین کردن نقطه نوترال به شرح ذیل قابل ذکر است:

۱- محدود نمودن اضافه ولتاژها در سیستم بر اثر خطاهای متفاوت

۲- محدود نمودن اختلاف ولتاژهای موجود بین قسمت های هادی در یک نقطه (هم پتانسیل شدن)

۳- جدا نمودن تجهیزاتی که در معرض خطا قرار گرفته اند از بقیه سیستم سالم. باردیگر متذکر میشویم:

یک سیستم زمین نشده ممکن است بهتر از یک سیستم زمین شده باعث تداوم در عملکرد مدار باشد، چراکه مثلاً یک خطای خط به زمین باعث قطع سریع مدار نخواهد شد ولی علیرغم این واقعیت باید توجه نمود که در اینصورت خطای دومی نیز در فاز دیگر و در مدار دیگر (برای خطای اول) بوجود خواهد آمد که باعث پدید آمدن یک خطای فاز به فاز و در نتیجه قطع کل سیستم و وارد آمدن خسارت به تجهیزات مربوطه خواهد بود (شکل ۲)

۳- پارامترهای موثر در طراحی سیستم زمین پارامترهای زیر میتوانند برای مهندس طراح در انتخاب سیستم زمین یا عدم استفاده از آن موثر واقع شوند:

- تداوم سیستم (Service Continuity)
- خطاهای چندگانه به زمین (Multiple faults to ground)
- سوختن ناشی از خطای جرعه به زمین (Arcing Fault Burndown)
- سهولت در تشخیص محل خطا (Ease of fault locations)

توسعه شبکه و هم ولتاژ شبکه و با افزایش جریانهای ناشی از خطای زمین و همچنین پدیده هائی نظیر اصابت جرعه به زمین استفاده از سیستم زمین اهمیت بیشتری پیدا نمود.

همچنین مطالعه حالتهای گذرا در سیستم قدرت زمین شده و زمین نشده نشان میدهد که در سیستم زمین نشده، اضافه ولتاژ هنگام خطا و یا کلیدزنی و یا برخورد صاعقه بیشتر از سیستم زمین شده میباشد.

۲- علل اصلی زمین کردن نقطه نوترال

از علل اصلی زمین کردن میتوان محدود کردن حداکثر جریانهای خطا که بوسیله مقاومتها یا راکتانسهایی که در نقطه نوترال، زمین میشوند، را نام برد. برای اینکار از روابط محاسباتی و تجربی برای تعیین حداکثر مقدار مقاومتها و راکتانسهها استفاده میگردد. این روابط براساس پارامترهائی نظیر طول کابل، جریان تخلیه شده به زمین و کیلو ولت آمپر تولید شده در سیستم تعیین میشود.

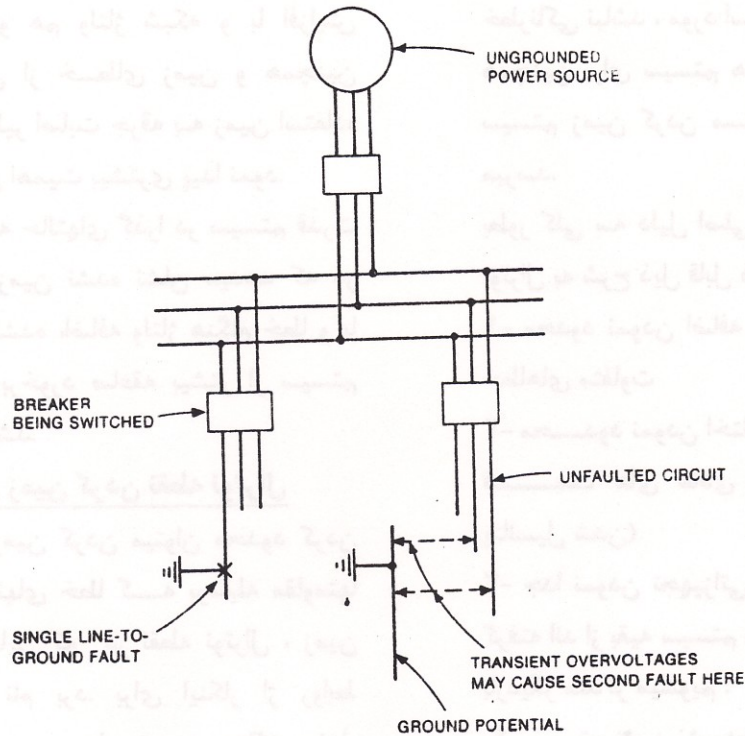
مطالعات اخیر تاکید میکند که این مقادیر ماکزیمم مجاز برای مقاومتها و راکتانسههای نقطه نوترال باید با کیلوولت آمپر تخلیه شده خط به زمین متناسب باشند.

باید توجه داشت، در مورد پروژة های ذیل نقطه نوترال را زمین میکنند:

۱- در پروژة صنعتی زمین کردن مستقیم نقطه نوترال اولویت دارد (حداکثر ۱۰۰۰ ولت)

۲- برای سیستم های با سطح ولتاژ بالاتر از ۶ کیلوولت زمین کردن نقطه نوترال با مقاومت پایین رایج میباشد. البته زمین کردن مستقیم نیز در این رابطه میتواند مورد استفاده قرار گیرد.

عموماً زمین کردن مستقیم نقطه نوترال در بسیاری از حالات که جریان خطای زمین در حد



شکل (۲)

می‌تواند انجام گیرد، بدون آنکه به عملکرد سیستم لطمه ای وارد آورد.

۲- MULTIPLE FAULTS TO GROUND

اگر نقطه نوترال در یک سیستم، زمین نشود ممکن است اضافه ولتاژهای مخرب در طی کلیدزنی های معمول در مدار (که در معرض خطای زمین قرار می گیرند) بوجود آید. تکرار جرقه های مخرب در طی قطعی حاصل از خطای زمین ممکن است اضافه ولتاژهای خطرناکی را بوجود آورد.

بنابر این یک خطای خط به زمین در مدار معمولاً خساراتی را به تجهیزات وارد میکند و باعث قطعی در قسمتهای دیگر مدار میگردد (شکل شماره ۳). نکته مهم دیگر آنستکه در سیستمی که نقطه نوترال آن زمین نشده است، خطای دومی در فاز دیگر ممکن است رخ دهد، قبل از آنکه خطای اول برطرف گردد.

- حفاظت افراد و تجهیزات
(Safety of personnel and equipment)

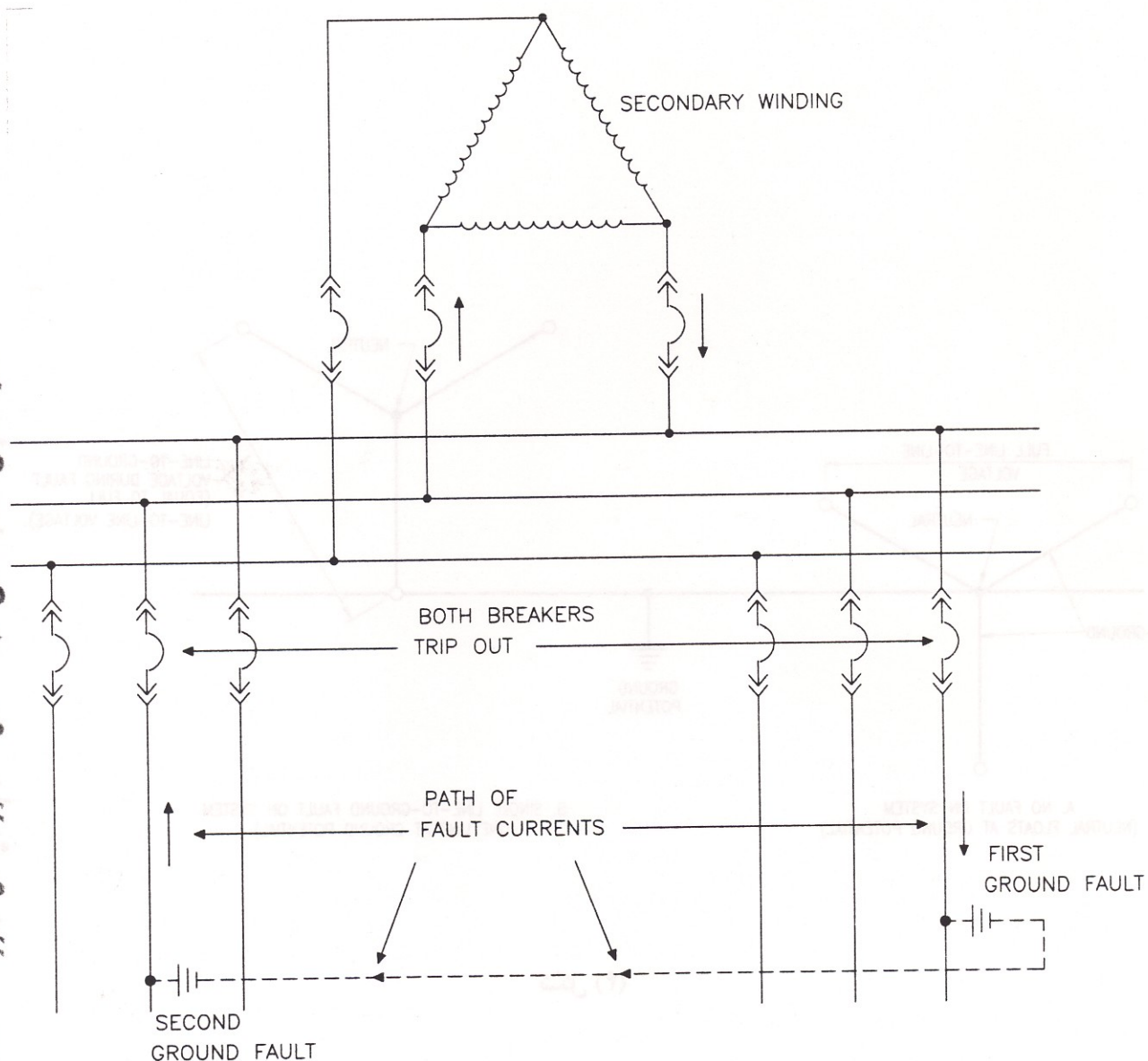
- ولتاژهای غیرنرمال خطرناک
(Abnormal voltage Hazards)

- اضافه ولتاژهای سیستم قدرت
(Power system overvoltage)

۱-۳- SERVICE CONTRINUITY

همانطور که قبلاً گفته شد در گذشته سیستم های صنعتی بصورت زمین نشده طراحی میگرددند که اینکار جهت تداوم در عملکرد سیستم صورت میگرفت.

مهمترین دلیل جهت انتخاب این سیستم (سیستم زمین نشده) این بود که از بی برقی ناگهانی جلوگیری بعمل می آمد. امروزه براساس تجارب حاصل شده در زمینه طراحی، حتی در پروژه هائیکه پیوستگی عملکرد سیستم برای آنها بسیار ضروری باشد، زمین کردن نقطه نوترال

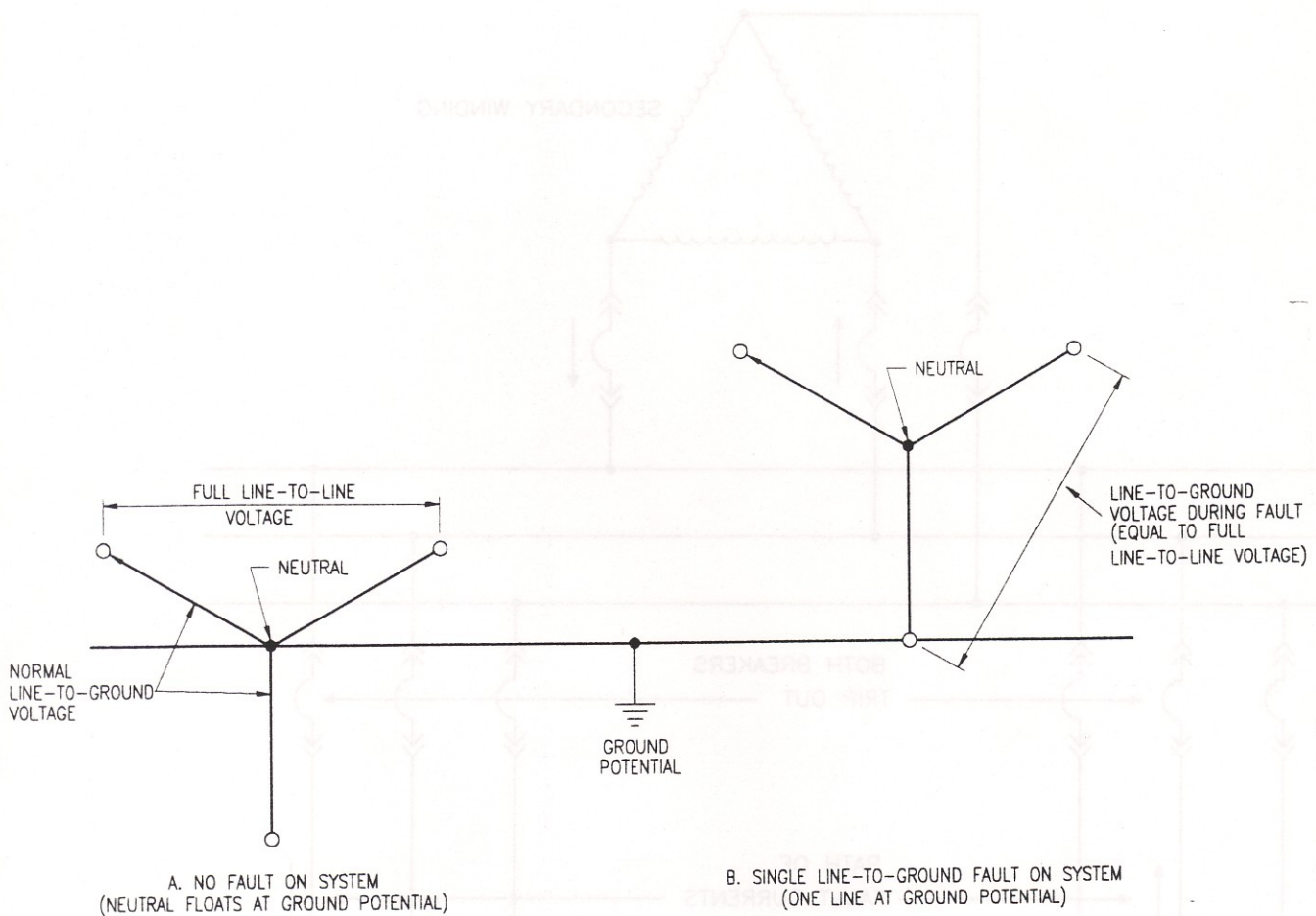


شکل (۳)

همانطور که گفته شد تنها مزیت یک سیستم زمین نشده آنستکه در صورت بروز اولین خطای زمین، بلافاصله در سیستم، قطعی پدیدار نخواهد شد البته ممکن است خطای خط به زمین در سیستم باقی بماند و خطای دیگری نیز رخ ندهد تا اینکه خطاهای اولیه برطرف گردد.

نتیجه آنکه یک خطای خط به خط ممکن است باعث تحریک رله ها یا کلیدها گردیده و باعث قطع تمام مدار گردد.

یک خطای زمین روی یک خط در یک سیستم زمین نشده باعث ظاهر شدن ولتاژ خط به خط در فاز سیستم میشود، این ولتاژ ۷۳٪ بیشتر از حالت نرمال میباشد (شکل ۴).



شکل (۴)

خطاهای زمین چندگانه (پی در پی) در سیستم هائی که نقطه نوترال آنها زمین شده است بندرت اتفاق می افتد.

۳-۳- ARCING FAULT BURNDOWNS

خطاهای ناشی از جرقه مخصوصاً در فشار ضعیف میتوانند باعث تولید خسارتهای شدیدی از جمله سوختن سیمها و حتی وارد آمدن صدمات زیادی به تجهیزات گردند.

خطای ناشی از جرقه ممکن است بین دو فازهائی (یا بیشتر) در سیستم زمین نشده یا بین فاز و زمین در سیستم هائی که نقطه نوترال مستقیم

آشکارکننده های خطا در یک سیستم زمین نشده میتواند خطا را نشان داده و حتی محل آنرا مشخص نمایند، اما باز هم مدت زمانی مورد نیاز است تا این خطا برطرف گردد.

خطاهای زمین (بصورت دو خطای پی در پی) در سیستمهای زمین نشده زیاد اتفاق می افتد. در سیستمهای زمین نشده آشکارکننده های سمعی و بصری باید نصب شوند و یک برنامه مدون برای تعمیرات و نگهداری تهیه شود تا در صورت بروز خطا محل آن سریعاً مشخص و رفع عیب گردد.

۳-۵- SAFETY OF PERSONAL & EQUIP.

زمین کردن ضعیف یا عدم استفاده از زمین کردن یکی از پارامترهای اصلی خطرساز برای کارکنان و تجهیزات محسوب میشود.

در سیستم های زمین نشده تماس با یک هادی برق دار باعث شوکهای بسیار خطرناک و کشنده ای خواهد بود.

در طی زمانیکه یک خطای زمین که خطا بر روی فازباقی میماند و کارکنان بصورت اتفاقی

با یکی از فازها و زمین برخورد پیدا میکنند در معرض ولتاژی با دامنه $1/73$ برابر ولتاژ نامی سیستم قرار میگیرند و این بسیار خطرناک و وحشیانه

مرگ آور خواهد بود، اما با در نظر گرفتن سیستم زمین این خطر تا حد قابل قبولی کاهش مییابد.

۳-۶- ABNORMAL VOLTAGE HAZARDS

اضافه ولتاژها در سیستم های زمین نشده باعث بوجود آمدن خطاها و نقایص زیادی میشوند (نسبت به سیستم های زمین

شده) و حتی میتوانند باعث پدید آمدن معایبی بر روی چندین وسیله بصورت همزمان گردند.

این ایرادها ممکن است تغذیه های مختلفی را بر سیستم دچار اشکال نمایند، چون در یک سیستم

زمین نشده یک خطا روی یک فاز باعث اضافه ولتاژ بر روی عایق بندی سیستم میگردد.

این اضافه ولتاژ و همچنین اضافه ولتاژهای گذرا دیگر ممکن است باعث بروز معایب یا اتصالی کوتاه هایی دیگر شده که باعث کاهش در عمر عایق بندی سیستم گردند.

در سیستم های زمین شده اضافه ولتاژها کمتر از حالت قبل بوده و بنابر این کمتر باعث بروز خسارات بر روی تجهیزات و عایق بندی میگردد.

۳-۷- POWER SYSTEM OVER VOLTAGES

اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه با نصب برقگیر در ابتدای سیستم میرا میگردد. همچنین بر روی ترانسفورماتور، جهت حفاظت ترانسفورماتور از

زمین شده است بوجود آیند.

پدیده جرقه باعث آزاد شدن مقادیر بسیار زیادی انرژی در نقطه خطا همراه با تولید گازهای داغ خواهد شد. گرمای تولید شده ممکن است باعث

تبخیر شدن عایق هادی های مسی یا آلومینیومی گردد. معمولاً تجهیزاتی که در معرض صدمات ناشی از جرقه قرار میگیرند، باید تعویض گردند.

خطاهای ناشی از جرقه بوسیله تجهیزات حفاظتی مانند رله های جریان زیاد قابل تشخیص نمیباشند بدلیل اینکه سطح جریان خطای ناشی از جرقه بسیار پایین بوده و موجب تحریک این تجهیزات نمی شوند.

برای جلوگیری و پیش بینی خطای ناشی از جرقه باید از آشکار کننده های حساس و سریع العمل استفاده گردد تا خطای مذکور را در حداکثر ۲۰-

۱۰ سیکل قطع نمایند و استفاده از این تجهیزات در سیستم هائی که نقطه نوترال آنها مستقیماً زمین نشده است امکان پذیر نخواهد بود.

۳-۴- EASE OF FAULT LOCATION

همانطور که گفته شد در سیستمهای زمین نشده در صورت بروز خطا مدار باز نخواهد شد و به همین دلیل نیز باید آشکارکننده هایی در مدار در نظر گرفته شود.

البته باید توجه داشت آشکارکننده های مذکور فقط وجود خطای زمین را نشان میدهند و اطلاعاتی در این زمینه که خطای مذکور در کدام مدار تغذیه (فیدر) صورت گرفته ارائه نمیدهند.

به همین دلیل جهت پیدا نمودن فیدر معیوب باید تمامی فیدرها بررسی گردد.

با توجه به مطلب فوق در سیستم هائی که چند خطا رخ میدهد ممکن است لازم باشد تمامی فیدرها قطع گردد و هر کدام بصورت جداگانه آزمایش گردد تا دقیقاً محل خطا مشخص شود.

شایان ذکر است آشکارکننده هائی نیز موجود میباشند که علاوه بر وجود خطا محل آنرا نیز مشخص مینمایند.

آقای کیانوش نراقی پور لیسانس مهندسی برق از دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) بوده و ۷ سال سابقه کار در زمینه تاسیسات برق و نیروگاهها دارد که ۳ سال آن در شرکت قدس نیرو میباشد.

آقای حسین دانشی فوق لیسانس مهندسی برق (گرایش قدرت) از دانشکده فنی دانشگاه تهران در سال ۱۳۷۹ بوده و جمعاً دارای ۶ سال سابقه کار است که ۳ سال آن در شرکت قدس نیرو میباشد. زمینه فعالیت آقای دانشی در سیستم های الکتریکی نیروگاه و کاربرد هوش مصنوعی و زمینه علاقمندی ایشان حفاظت سیستم های قدرت میباشد.

اضافه ولتاژ، برقگیر نصب میشود. علاوه بر صاعقه، کلیدزنی ها در شبکه باعث بروز اضافه ولتاژ در مدار میگردد. این اضافه ولتاژ حدود ۳ برابر ولتاژ نامی مدار بوده که ناشی از نوسانات گذرا در مدار شامل سلف و خازن میباشد.

زمین کردن نقطه نوترال هیچ تاثیری بر روی مقدار اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه و کلیدزنی ندارد، اما باعث کاهش فشار ناشی از این اضافه ولتاژ بر روی سیستم میگردد. بعنوان مثال در حالتی که دوهادی فشار ضعیف و فشار قوی نزدیک یکدیگر قرار دارند، اگر دهادی فشار قوی به علتی با هادی فشار ضعیف تماس پیدا کند، باعث اشکال در سیستم فشار ضعیف میگردد. در این حالت اگر سیستم، زمین نشده باشد باعث مشکلات بیشتری خواهد شد.

در یک سیستم زمین نشده سه فاز، اگر یکی از سه فاز به زمین اتصال پیدا کند، دو فاز دیگر بایستی قابلیت تحمل اضافه ولتاژی بیشتر از ۷۳ درصد ولتاژ نامی را داشته باشند. اضافه ولتاژ ۷۳ درصد باعث کاهش عمر مفید عایقها میگردد.

عواملی چون صاعقه، کلیدزنی و خطاهای زمین باعث اضافه ولتاژ میگردد. گاهی اوقات این اضافه ولتاژ حدود ۶ برابر ولتاژ نامی میباشد. زمین کردن نقطه نوترال باعث کاهش این نوع اضافه ولتاژ گذرا بوده و همچنین باعث کاهش اثرات جانبی و مخرب این اضافه ولتاژ بر روی سیستم میباشد.

۴- مراجع

1. IEEE Std 142
2. Electrical Systems Analysis and Design for Industrial Plants MC Graw-Hill Book Company

بررسی انواع الکترودهای جوشکاری در اتصال فولادهای کربنی و تأثیر پوشش الکتروود در کارائی آن

رسول محرمی

کارشناس ارشد مکانیک پروژه‌های کنترل کیفیت - مدیریت مهندسی صنایع نیروگاهی

چکیده:

جوشکاری یک روش اتصال دائم قطعات به هم بوده و در آن از فرآیند ذوب موضعی ناحیه اتصال استفاده می‌شود.

بعلت مزایای فراوان روش اتصال با جوشکاری، این تکنیک در صنایع ساخت تجهیزات فلزی سنگین کاربرد فراوانی دارد. در ایجاد یک اتصال جوش با کیفیت مطلوب، عامل مهم الکتروود مصرفی و پوشش آن می‌باشد. جهت جلوگیری از صدمات و عیوب احتمالی ناشی از ورود اکسیژن، ازت، هیدروژن و تأثیر دیگر عوامل محیطی مانند رطوبت و همچنین تسهیل در امر جوشکاری از الکتروود پوشش‌دار استفاده می‌شود. در این مقاله سعی شده‌است با انواع پوشش و الکتروودها و همچنین از نقطه نظر جوشکاری و کاربرد آنها آشنا گردیده و یک دید علمی و عملی از الکتروودهای پوشش‌دار و مزایای آنها در صنعت ارائه شود.

۱- مقدمه

حرارت ناشی از ایجاد قوس الکتریکی مواد مصرفی، که در جوشکاری، الکتروود نامیده می‌شوند، ذوب می‌شود و با ذوب الکتروود در ناحیه جوش و ترکیب فلز مذاب، فلز جوش ایجاد می‌گردد. قسمت اصلی الکتروود یک مفتول فلزی می‌باشد و ترکیب شیمیایی مفتول در اکثر موارد بجز حالت‌های خاص دارای ترکیبی شبیه ترکیب شیمیایی فلز پایه با امکان ایجاد استحکام بهتر از فلز پایه انتخاب می‌شود.

در هنگام جوشکاری و پس از برقرار شدن قوس الکتریکی درجه حرارت فلز ناحیه جوش فوق‌العاده بالا می‌رود و در آن درجه حرارت زیاد، آهن میل شدیدی برای ترکیب با اکسیژن پیدا می‌کند که این امر باعث اکسیدشدن آهن و تضعیف خواص مکانیکی آن می‌گردد. علاوه بر اکسیژن، ازت و هیدروژن موجود در هوا نیز در آن درجه حرارت با فلز ترکیب شده و سبب تردی فلز جوش می‌شود.

طول الکتروودها برای انجام جوشکاری قوس الکتریکی بین ۴۵۰-۳۰۰ میلی‌متر (بستگی به قطر

الکتروود) بوده و در انتها حدود ۳۰-۲۰ میلی‌متر به جهت تماس با انبر جوشکاری فاقد پوشش می‌باشد. پوشش الکتروود با همان سرعت ذوب میله الکتروود ولیکن با کمی تأخیر ذوب می‌شود. تأخیر مربوطه به جهت ایجاد حفره‌ای در نوک الکتروود بوده که باعث تمرکز گازهای محافظ متصاعد شده در محل مورد نظر و هدایت صحیح قطره‌های مذاب به حوضچه جوش می‌شود.

بطور کلی کیفیت اتصال جوش حاصل از جوش قوس الکتریکی از نظر الکتروود به عوامل زیر بستگی دارد:

- ۱- ترکیب شیمیایی مفتول فلزی.
- ۲- ترکیب شیمیایی پوشش الکتروود.
- ۳- نحوه تولید پوشش الکتروود.
- ۴- بسته‌بندی و نگهداری الکتروود.

در این مقاله تأکید بیشتر در بررسی الکتروود می‌باشد. بررسی از نقطه نظر جوشکاری، پوشش الکتروود دارای چندین نقش اساسی می‌باشد که عبارتند از:

- ۱- پوشش الکتروود دارای مواد معدنی با پتانسیل یونیزاسیون پائین است که باعث روشن شدن

قوس در اختلاف پتانسیل ولتاژ پائین (حدود ۲۰-۳۰ ولت) می‌شود.

۲- عناصر موجود در پوشش الکتروود هنگام ذوب یونیزه می‌شوند و ستون قوس الکتریکی را پایدار می‌کند.

۳- ایجاد یک اتمسفر گازی، خنثی یا احیاءکننده برای محافظت از قطرات مذاب الکتروود و حوضچه جوش در مقابل اکسیداسیون و نفوذ عناصر ناخالصی‌ها از محیط اطراف.

۴- کنترل واکنش‌های متالورژیکی از قبیل اکسیژن‌زدائی (احیاء) تصفیه یا اضافه‌کردن عناصر آلیاژی جهت بهبود خواص مکانیکی.

۵- پوشش الکتروود علاوه بر محافظت از حوضچه مذاب تشکیل‌شده در برابر ورود اکسیژن و ازت، باعث پایداری قوس الکتریکی ثبات و یکنواخت بودن قوس نیز می‌شود. بعلاوه روپوش الکتروود با تولید سرباره پس از ذوب که روی فلز جوش باقی‌می‌ماند، فلز داغ را نیز از اکسیداسیون و نفوذ نیتروژن و هیدروژن محافظت می‌نماید.

۶- پوشش الکتروود باید طبق خواص فیزیکی خود روی سطح فلز جوش جمع‌شده و پس از خنک‌شدن محل جوش به راحتی از فلز جوش جداشود و در طی خنک‌شدن از فلز جوش محافظت نماید.

امروزه الکتروودهای متنوعی با توجه به شرایط مختلف، تولید و استفاده می‌شود. عناصر مختلفی در پوشش الکتروودها به کار برده می‌شود که معمولی‌ترین آنها برای جوشکاری عبارتند از: اکسید تیتانیوم (روتیل)، اکسید آهن، کربنات‌های مختلف، مواد اکسیژن‌زدا، سیلیکات، پودر آهن، و برخی عناصر آلیاژی.

الکتروودهای مصرفی را می‌توان برحسب ترکیب شیمیائی پوشش به گروه‌های مختلف تقسیم‌بندی نمود.

از انواع الکتروودها می‌توان به الکتروودهای قلیایی^۱، الکتروودهای روتیلی^۲، الکتروودهای اسیدی^۳، الکتروودهای پرنفوذ^۴، الکتروودهای باجایگزینی زیاد^۵ اشاره کرد که در ذیل هر یک بطور اختصار شرح داده می‌شود.

۲- الکتروودهای قلیایی

مهمترین نوع الکتروود از نقطه‌نظر خواص متالورژیکی و مکانیکی می‌باشد که از این الکتروودها هم برای جریان مستقیم و هم جریان متناوب استفاده شود و معمولاً به قطب مثبت متصل می‌شود. پوشش این الکتروودها شامل مقدار قابل ملاحظه‌ای کربنات کلسیم، فلورید و آهک می‌باشد. فلز جوش ناشی از این الکتروود دارای ناخالصی (به ویژه هیدروژن) پائینی بوده و خواص مکانیکی بالایی را دارا می‌باشد. به علت تولید فلز جوش با هیدروژن کم، این الکتروود برای جوشکاری فولادهای کم‌آلیاژی که در مقابل ترک سرد^۶ در منطقه HAZ حساس هستند بسیار مناسب می‌باشد. بنابراین در سازه‌هایی که تحت بار بوده و خواص ضربه‌پذیری چقرمگی^۷ در درجه حرارت پائین مورد نیاز است، از این الکتروودها استفاده می‌شود. انتقال مذاب از الکتروود به حوضچه جوش از طریق قطرات بزرگ صورت گرفته و به همین دلیل جوشکاری با این الکتروودها به سادگی جوشکاری با انواع الکتروودهای دیگر نمی‌باشد.

الکتروودهای قلیائی به رطوبت حساس بوده و باید در بسته‌بندی‌های کاملاً مناسب در محل خشک نگهداری شود و لازم است که قبل از مصرف، چند ساعت آنها را در دمای مناسب خشک نمود. جوشکاری با الکتروودهای رطوبت‌دار منجر به

1- Basic Electrodes.

2- Rutile Electrodes.

3- Acid Electrodes.

4- High Penetrating.

5- High Metal Recovery.

6- Cold Cracking.

7- Toughness

۵- الکترودهای پرنفوذ

الکترودهای مخصوصی هستند که دارای قدرت نفوذ بیشتری در قطعه کار در مقایسه با الکترودهای معمولی می‌باشند. نفوذ این الکترودها عمدتاً بواسطه وجود مواد کربناتی و سلولزی در پوشش آنها بوده که منجر به توسعه جریان شدید گازهای داغ در حین جوشکاری می‌شوند. نفوذ این الکترودها در اتصالات سربه‌سر بدون پخ حدوداً برابر قطر الکترودها به اضافه یک میلی‌متر می‌باشد.

۶- الکترودهای با جایگزینی زیاد

با اضافه کردن پودر آهن (حداکثر تا ۵۰ درصد) در پوشش الکترودها می‌توان نرخ رسوب^۱ را بالا برد. درجه جایگزینی یا راندمان الکترودها بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$100 \times \frac{\text{وزن فلز رسوب کرده در ناحیه جوش}}{\text{وزن مفتول الکترودها ذوب شده}} = \text{درجه جوش الکترودها}$$

درجه جایگزینی در الکترودهای معمولی کمتر از ۱۳۰ درصد است. در الکترودهای با جایگزینی زیاد، جریان الکتریکی هم از طریق مفتول و هم از طریق پوشش عبور کرده و نتیجتاً قوس الکتریکی در مقایسه با الکترودهای معمولی پهن‌تر شده و رسوب در سطح بیشتر و با نفوذ کمتری انجام می‌شود. عبور جریان الکتریکی در پوشش الکترودها امکان اتصال کوتاه بین الکترودها و قطعه کار را محدود کرده، مقدار ترشح را کاهش می‌دهد و نیز باعث پایداری قوس الکتریکی و ایجاد جوش پهن با ظاهری صاف‌تر می‌شود.

در رابطه با تقسیم‌بندی الکترودها و خواص آنها استانداردهای بین‌المللی متفاوتی وجود دارد که تولیدکنندگان الکترودها سعی می‌کنند تولیدات خود را براساس آنها ارائه کنند.

ایجاد خلل و خرج در جوش شده و خطر ترک‌خوردگی را افزایش می‌دهد.

۳- الکترودهای روتیلی

در این نوع از الکترودها مواد اصلی تشکیل‌دهنده پوشش، اکسید تیتانیم می‌باشد. این الکترودها هم برای جریان مستقیم و هم جهت جریان متناوب مناسب بوده و در تمام وضعیت‌های جوشکاری کاربرد دارند. وجود مقدار زیادی مواد یونیزه‌کننده در پوشش آنها، استفاده از این الکترودها را آسان می‌سازد. انتقال فلز مذاب به حوضچه جوش از طریق قطرات کوچک بوده و منجر به سهولت جوشکاری، آسان جدا شدن سرباره و ایجاد جوش با گرده یکنواخت می‌شود. از نظر خواص مکانیکی و میزان ناخالصی‌ها، جوش حاصل از الکترودهای روتیلی در مقایسه با جوش ناشی از الکترودهای قلیایی از کیفیت مطلوب برخوردار نمی‌باشد. هیدروژن بالا در این الکترودها می‌تواند منجر به هیدروژن تردی و ترک‌خوردگی شود.

۴- الکترودهای اسیدی

پوشش این الکترودها عمدتاً شامل اکسید منگنز و سیلیسیم می‌باشد و الکترودهای نسبتاً ارزان قیمتی هستند. این پوشش یک سرباره حجیم و روان ایجاد کرده که براحتی از روی جوش جدا می‌شود و جوشی با ظاهر نسبتاً صاف بوجود می‌آید. این نوع الکترودها معمولاً در جوشکاری جریان مستقیم استفاده شده و به قطب منفی متصل می‌شود. بواسطه بالا بودن درجه حرارت حوضچه جوش و همچنین وجود درصد ناخالصی‌های نسبتاً بالا، جوش حاصل از الکترودهای اسیدی در مقابل عیوبی از قبیل خلل و فرج و ترک‌خوردگی حساس بوده و خواص مکانیکی و چقرمگی پائین را سبب می‌شود. از این نوع الکترودها عمدتاً برای کارهای ساده جوشکاری در فولادهای غیر آلیاژی استفاده می‌شود.

¹ - Deposition Rate

استانداردهای معروف در این رابطه عبارتند از:

استاندارد بین‌المللی ISO، استاندارد انجمن جوشکاری و انجمن مهندسين مکانیک آمریکا AWS / ASME و استاندارد DIN.

اهم نکاتی که در انتخاب الکتروود باید در نظر گرفت عبارتند از:

- ۱- ترکیب شیمیایی فلز پایه.
 - ۲- کیفیت موردنظر از جوش از جمله خواص استحکامی، ضربه‌پذیری، ظاهر جوش.
 - ۳- شکل و نوع اتصال و وضعیت جوشکاری.
 - ۴- میزان نفوذ جوش.
 - ۵- هزینه جوشکاری و مهارت جوشکار.
- در جدول صفحه بعد خواص و مشخصات برخی نمونه‌های الکتروودهای معرفی شده نشان داده شده است.

۷-مراجع

- ۱- تکنولوژی جوشکاری دکتر ایرج ستاری‌فر، دانشکده مکانیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- ۲- متالورژی جوشکاری مهندس عبدالوهاب ادب‌آوازه، دانشکده متالورژی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۳- راهنمای فنی الکتروودهای جوشکاری، شرکت صنعتی آما.

آقای رسول محرمی دارای مدرک کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک از دانشگاه امیرکبیر بوده و از حدود دو سال پیش با پروژه‌های کنترل کیفیت قدس‌نیرو همکاری دارد. هم‌اکنون نامبرده دانشجوی دکترای مکانیک دانشگاه امیرکبیر می‌باشد.

زمینه علاقمندی ایشان تکنولوژی جوشکاری و طراحی سازه‌های جوشی و مخازن تحت فشار است.

نشریه فنی تخصصی مهندسی مشاور قدس نیرو شماره چهارم - زمستان ۱۳۸۱

AWS/ ASME	DIN 1913	ISO 2560	% C	% Mn	% Si	% S	% P	استحکام کششی N/mm ²	استحکام تسلیم N/mm ²	ازیاد طول (%)	نوع پوشش	موارد مصرف
E 6013	E4322R(c)3	E432R12	0.08	0.50	0.40	< 0.02	< 0.02	450-550	> 360	> 22	روتیلی	فولادهای ساختمانی، مخزن سازی ST 37
E 6013	E5122RR6	E512RR22	0.08	0.06	0.45	< 0.02	< 0.02	510-610	> 360	> 22	روتیلی	کارهای سنگین صنعتی ST 37
E 7016	EY4253MnB	E424B2H10	0.08	1.3	0.45	< 0.02	< 0.02	500-640	> 420	> 22	قلیایی	فولادهای عمومی ساختمان، مخزن سازی ST 37, ST 52-3 ST60-2, ST70-2
E 7018	E5154B10	E515B11020 H	0.06	1.1	0.50	< 0.02	< 0.02	510-610	> 380	> 24	قلیایی	فولادهای استحکام بالا ST37, ST52-3 ST52-2, ST60-2
E 7024	E5122RR11160	E512RR1603 2	0.08	0.60	0.35	< 0.02	< 0.02	510-610	> 380	> 22	روتیلی پرنفوذ با جایگزینی زیاد	پرو کردن شیارهای ساخت، ساخت اسکلت های فلزی بزرگ در جایگزینی 160% ST37, ST52-3
E 7028	E5155B(r)12160	E385B73H10	0.08		0.55	< 0.02	< 0.02	470-600	> 380	> 20	قلیایی پرنفوذ با جایگزینی زیاد	ساخت سازه های مقاوم و بزرگ درجه جایگزینی %165 ST37, ST52-3

اخبار سمینارها ، کنفرانس ها و دوره های آموزشی

مقدمه :

با توجه به پایان سال ۱۳۸۱ کمیته آموزش این بار فعالیت های گذشته خود را مورد بررسی قرار می دهد . به امید آنکه این نگاه به گذشته موجب بهبود فعالیت های کمیته در آینده شود. برای انجام این بررسی بهترین و گویاترین زبان ، زبان آمار است ، لذا ضمن ارائه آمار فعالیت های کمیته ، مقایسه ای نیز میان این فعالیت ها در سال ۸۱ و سالهای قبل صورت خواهد گرفت.

اعزام همکاران به دوره های خارج از شرکت

در سال ۸۰ جمعاً ۹ نفر از همکاران به ۶ دوره آموزشی خارج از شرکت اعزام شدند و تنها هزینه ثبت نام ایشان بالغ بر هفت میلیون ریال گردید و کلاً ۶۶۳ نفر ساعت آموزش را گذراندند. در سال ۸۱ تعداد نفرات اعزامی دوره های خارج از شرکت به ۳۰ نفر افزایش یافت و هزینه ثبت نام نیز به بیش از ۱۲ میلیون ریال رسید و ساعات آموزشی نیز ۱۸۸۰ نفر ساعت را شامل گردید.

تشکیل دوره های داخل شرکت

عمده ترین دوره هایی که در داخل شرکت تشکیل می شوند ، دوره های آموزش سیستم مدیریت کیفیت و انواع دوره های کامپیوتر هستند. در حالی که در سال ۸۰ جمعاً ۲۴۲ نفر طی ۱۶ دوره آموزشی و با صرف ۲۷۰ نفر ساعت آموزش دیده بودند و هزینه مصرفی مستقیم آن بالغ بر ۲۷ میلیون ریال گردیده بود در سال ۸۱ جمعاً ۲۰۶ نفر طی ۱۱ دوره آموزشی در داخل شرکت با صرف ۵۸۰۷ نفر ساعت آموزش دیده اند و هزینه مستقیم این آموزش بیش از ۴۰ میلیون ریال بوده است.

ثبت نام در همایش ها ، سمینارها و کنفرانس ها

در سال ۸۰ جمعاً ۱۳۸ نفر از همکاران در ۲۷ مناسبت مختلف ثبت نام گردیدند و با صرف هزینه های بالغ بر ۳۴ میلیون ریال و صرف ۲۹۵۰ نفر ساعت در این مجامع شرکت نمودند. در سال ۸۱ کلاً ۹۴ نفر داوطلب حضور در این نوع همایش ها بودند که با صرف ۲۰۱۰ نفر ساعت و هزینه ای بیش از ۱۳ میلیون ریال در این همایش ها شرکت کردند.

مقایسه این دو آمار نشان می دهد که اگرچه از تعداد شرکت کنندگان اندکی کاسته شده است، اما بر زمان و هزینه که نشان دهنده پیچیده تر بودن دوره های آموزشی است افزوده شده است.

کارآموزی دانشجویان در شرکت

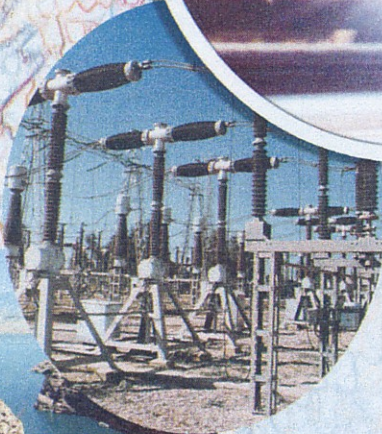
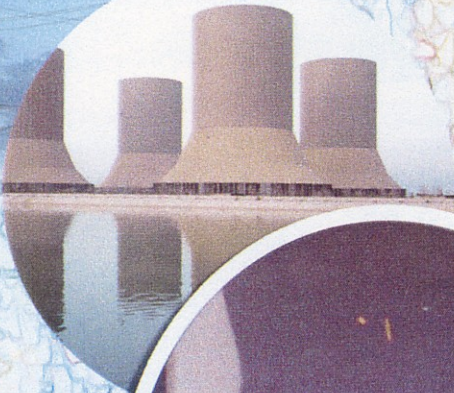
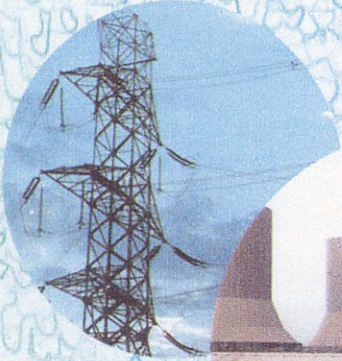
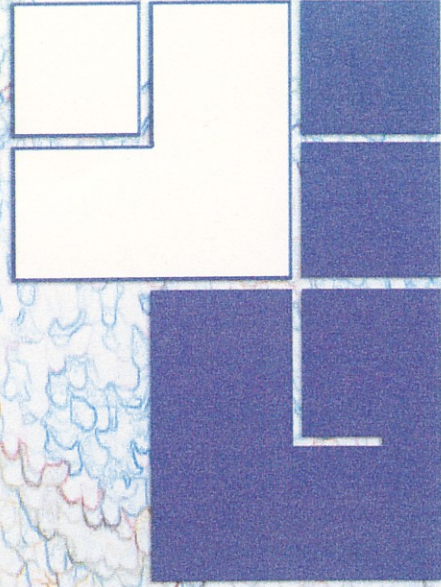
تعداد دانشجویانی که در بخش های مختلف شرکت کارآموزی کرده اند در سالهای ۷۸، ۷۹، ۸۰ و ۸۱ به ترتیب عبارتند از ۲۵، ۳۳، ۳۴ و ۱۹ نفر .

جمع بندی

کمیته آموزش با توجه به رسالت خود در جهت توسعه امکانات آموزشی ، با توجه به آمار ارائه شده در مجموع فعالیت های خود را مطلوب ارزیابی می نماید. اما یقین دارد که نظریات نقادانه شما همکاران می تواند ضعف های موجود را در برنامه ریزی آموزشی و ارائه خدمات آموزشی جبران نماید ، لذا از همه همکاران درخواست می نماید که هرگونه نظر اصلاحی و ارشادی خود را برای بهبود امور آموزشی شرکت مستقیماً با این کمیته مطرح نمایند.

برگزاری سمینارهای داخلی

در سال ۸۰ جمعاً ۴۷ نفر و با صرف ۲۷۱ نفر ساعت در سمینارهای داخلی شرکت حضور یافتند و این ارقام در سال ۸۱ به ۴۰ نفر ساعت و ۲۹۵ نفر ساعت تغییر یافت.



با تشکر از همکاری آقایان:

- ۱- مهندس حسین بختیاری زاده
- ۲- مهندس احمدفریدون درافشان
- ۳- مهندس علی شاه حسینی
- ۴- دکتر همایون صحیحی
- ۵- مهندس منصور قزوینی
- ۶- مهندس شادان کیوان

از مدیر و همکاران محترم امور پشتیبانی سپاسگزاریم.

این نشریه از طریق اینترنت قدس نیرو نیز در دسترس علاقمندان می باشد.

نظرات، پیشنهادات و سئوالات احتمالی خوانندگان گرامی از طریق اینترنت شرکت با فعال نمودن آیکون مربوطه در انتهای مطالب نشریه قابل ارائه و انعکاس می باشد.



تهران - خیابان استاد مطهری - چهارراه سه‌رودی ، شماره ۹۸ ، کدپستی : ۱۵۶۶۷۷۵۷۱۱
تلفن : ۸۴۰۳۶۱۳ - ۸۴۳۰۴۵۴ فاکس : ۸۴۱۱۷۰۴
تلگراف : شر قدس نیرو ایران تلکس : جی ان سی ائی ایران ۲۲۴۵۰۷
NO.98 OSTAD MOTAHARI AVE. TEHRAN 1566775711- IRAN
TEL : 8403613 - 8430454 Email : info @ ghods-niroo.com
CABEL : SHERGHODS NIROO IRAN - FAX : 8411704