شرکت مهندسی

قدس نیرو

نشریه فنی تخصصی قدس نیرو
شماره ۳۵ - پاییز ۱۳۸۹

مدیریت ارشد مهندسی نیروگاه های گازی یک

این مدیریت ارشد در ابتدا بمنظور ارائه خدمات مهندسی مشاور برای طرح توسعه و ساخت نیروگاهای گازی مشتمل بر ۳۰ واحد ۱۶۰ مگاواتی تشکیل، که با اضافه شده ٤ واحد توسعه به ۳٤ واحد افزایش پیدا کرد. یکی از اهداف اولیه این طرح شناسائی امکانات بالقوه صنایع داخلی و استفاده از آنها برای ساخت تجهیزات نیروگاهی بود بنحوی که حداقل ۵۰ درصد تجهیزات پروژه مذکور در داخل کشور ساخته شود، تلاش این شرکت در جهت تحقق این امر منجر به انتقال دانش فنی ساخت بسیاری از قطعات و تجهیزات نیروگاههای گازی به کارخانجات داخلی گردید بطوریکه هم اکنون بخش قابل توجهی از توربین، سیستم هوای ورودی و دیفیوزرها، ترانسفورماتورها، ژنراتور اصلی و سیستم کنترل در داخل کشور ساخته می شود.

۳٤ واحد مربوط به طرح اولیه ابلاغ شده به این مدیریت، در قالب ۵ ساختگاه اجراء گردیده است. کلیه واحدها وارد مدار شده و تحویل بهره بردار طرح گردیده است. نیروگاههای این طرح عبارتند از:

- کرمان با ۸ واحد توربین گازی
- کازرون با ٤ واحد توربین گازی
- دماوند با ۱۲ واحد توربین گازی
- سنندج با ٤ واحد توربین گازی
- شیروان با ٦ واحد توربین گازی

در کنار فعالیت مذکور خدمات مهندسی و نظارت کارگاهی در سایر نیروگاهها از جمله نیروگاه ۱۶۰*٦ مگاواتی جهرم و ۲۵*٦ مگاواتی نیروگاه ری و ۱۶۰*۲ مگاواتی نیروگاه کاشان، ۵۰۰ مگاوات نیروگاه BOO یزد در حال انجام می باشد.

علاوه بر پروژه های فوق طرح جدید ۳۰۰۰ مگاوات فاز دوم نیز در این مدیریت در دست انجام می باشد. این طرح در قالب ۹ ساختگاه با ۲٤ واحد هریک به ظرفیت ۱۶۲ مگاوات جمعاً به ظرفیت ٤۲۱۲ مگاوات به این مدیریت ابلاغ گردیده است. نیروگاههای این طرح که به شکل ۲ یا ٤ واحدی اجراء می گردد عبارتند از:

۱- نیروگاه کرمانشاه	٤*۱۶۲	مگاوات
۲- نیروگاه زنجان ۳	٤*۱۶۲	مگاوات
۳- توسعه نیروگاه ارومیه	۲*۱۶۲	مگاوات
٤- نیروگاه سمنان	۲*۱۶۲	مگاوات
۵- نیروگاه شاهرود	۲*۱۶۲	مگاوات
٦- نیروگاه توسعه اردبیل	۲*۱۶۲	مگاوات
۷- نیروگاه ماهشهر	٤*۱۶۲	مگاوات
۸- نیروگاه هرمزگان	۲*۱۶۲	مگاوات
۹- نیروگاه ایرانشهر	۲*۱۶۲	مگاوات

خدمات این واحد شامل موارد ذیل می باشد:

- مطالعات امکان سنجی، زیست محیطی، زلزله خیزی، زمین شناسی، پخش بار و اتصال کوتاه، هواشناسی
- انجام طراحی پایه و تفصیلی
- تعیین مناسب ترین محل جهت احداث نیروگاهها
- تهیه مشخصات فنی و اسناد مناقصه
- انجام خدمات پس از مبادله قرارداد
- خدمات طراحی تفصیلی با استفاده از نرم افزارهای مهندسی
- تهیه نقشه های معماری و سازه ساختمانها
- تهیه طرحهای تفصیلی بخش BOP نیروگاه
- مشارکت در احداث نیروگاهها بصورت EPC
- ارائه خدمات مشاوره برای نیروگاههای BOO و BOT از جمله تهیه ECA و جداول مربوطه

بخشی از تجربیات این واحد بشرح ذیل است:

۱- انجام خدمات مشاوره و نظارت کارگاهی نیروگاه سیکل ترکیبی گیلان

۲- انجام خدمات مشاوره و نظارت کارگاهی نیروگاه قم

۳- پروژه انتقال واحدهای نیروگاه ری به بندرعباس

٤- انجام مطالعات امکان سنجی نیروگاه آبادان

۵- انجام خدمات مشاوره جهت نیروگاههای کرمان، کازرون، دماوند، سنندج، شیروان و جهرم

٦- ارائه خدمات مهندسی مشاور برای خرید و نصب ٦ واحد ۲۵ مگاواتی در نیروگاه ری (در حال انجام)

۷- ارائه خدمات مهندسی برای نیروگاه گازی چابهار (۱۶۰*۲)

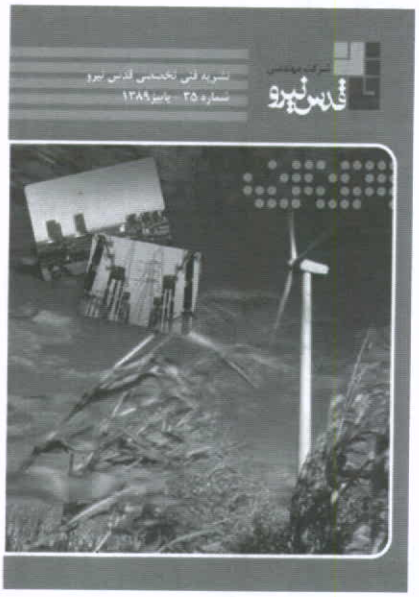
بسمه تعالی

نشریه فنی تخصصی قدس نیرو
شماره ۳۵- پاییز ۱۳۸۹
مدیر مسئول: مهندس احمد شکوری‌راد
سـر دبیـر : مهندس فتانه دوستدار

با تشکر از همکاری آقایان:

- مهندس احمد اهرابی
- مهندس حسین بختیاری‌زاده
- مهندس احمد فریدون درافشان
- مهندس میر داود حسینی میلانی
- دکتر همایون صحیحی
- مهندس منصور قزوینی
- مسعود نجمی

از مدیر و همکاران محترم امور پشتیبانی سپاسگزاریم.



فهرست مطالب

- **معرفی** ۱
- **سیستم‌های انتقال فشارقوی جریان مستقیم (HVDC)- گروه تخصصی خطوط انتقال نیرو** ۲
- **کاربرد رله‌های حفاظتی در سیستم‌های الکتریکی – کاوس قصبه** ۶
- **افزایش ظرفیت انتقال جریان کابل‌های خطوط انتقال نیروی زمینی از طریق اتصالات شیلد کابلها -کیوان کنعانی** ۱۶
- **مروری بر مدل‌های بلوغ مدیریت فرایند کسب و کار و معرفی مدل فیشر – راحله نعمتی** ۲۳
- **بازاریابی خدمات - سعید رحمانی‌جو** ۳۲
- **بررسی مقایسه‌ای کیفیت پساب تصفیه‌خانه قدیم آبادقزوین با منابع آب‌شرب جهت استفاده در کشاورزی- علی سمیعی، اکبر مقدم، محمدجواد پوراغنیایی** ۳۵

هیأت داوران:
مهندس پورنگ پاینده، مهندس مسعود حبیبا...زاده، مهندس فتانه دوستدار، مهندس رضا رضوی، مهندس داودزاور، مهندس محمدحسن زرگرشوشتری، مهندس فرهاد شاهمنصوریان، مهرداد صارمی، دکتر همایون صحیحی، دکتر جعفر عسگری، مهندس امیرهمایون فتحی، مهندس بهرام کرمانی، مهندس علی‌اصغر کسائیان، مهندس محسن کمالی‌زاده، مهندس وحید مرتضوی، مهندس مهرداد مستقیمی، مهندس الهام‌ملکی، مهندس محمدرضا نصرالهی، مهندس رسول نحوی‌زاده مهندس بهروز هنری.

این نشریه از طریق اینترانت قدس‌نیرو در دسترس همکاران می‌باشد. ارتباط مستقیم با مقاله‌دهندگان از طریق Email یا فاکس آنان در انتهای هر مقاله و همچنین ارائه نظرات، پیشنهادات و سؤالات احتمالی خوانندگان گرامی از طریق اینترانت قدس‌نیرو و یا شماره تلفن نشریه ۸۸۴۴۲۴۸۲ امکان‌پذیر می‌باشد.

سیستم‌های انتقال فشار قوی جریان مستقیم (HVDC)

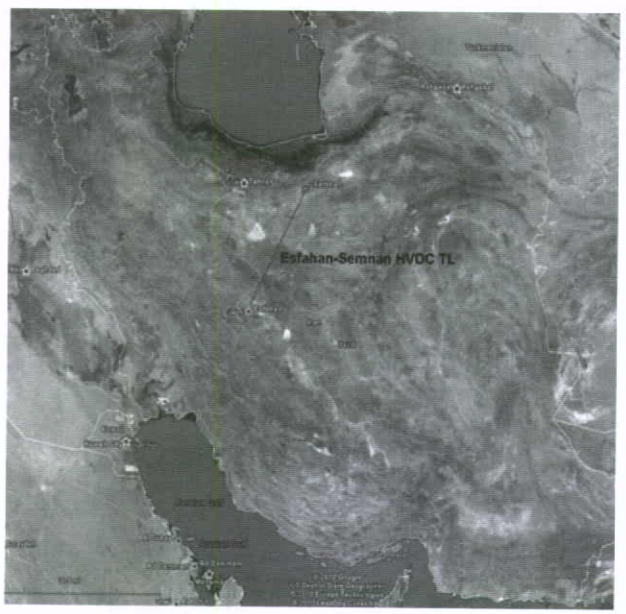
گروه تخصصی خطوط انتقال نیرو-SBU خط

۱- مقدمه

با توجه به ابلاغ مرحله مطالعات احداث اولین سیستم انتقال نیروی فشارقوی HVDC کشور، بین استان سمنان به اصفهان از سازمان توسعه برق ایران، گروه تخصصی خطوط انتقال نیرو در SBU شبکه‌ها، فعالیت گسترده‌ای را از تابستان ۸۹ آغاز نمود (شکل ۱). مطالعات وسیعی پیرامون مبانی طراحی این سیستم‌ها، پروژه‌های انجام شده خارجی، منابع و مراجع عملیاتی جهت تدوین یک دستورالعمل طراحی در این خصوص انجام گردید تا با بکارگیری آن در طرح یک پروژه واقعی، به نخستین مرجع طراحی خطوط HVDC در ایران تبدیل گردد. گروه تخصصی خطوط انتقال شرکت مهندسی قدس‌نیرو تا کنون با صرف بیش از ۱۰۰۰ نفر ساعت کار کارشناسی، علیرغم عدم وجود منابع معتبر عملیاتی و تجربه مشابه در کشور، موفق به تدوین HVDC System Design Procedure گردید و بر همین اساس و پس از انجام مطالعات امکان‌سنجی، اقتصادی و طراحی پایه پروژه در حوزه‌های برق، مکانیک، سازه، ساختمان نسبت به طراحی کامل نخستین سیستم انتقال HVDC کشور جهت انتقال توان بین دو استان سمنان و اصفهان اقدام نمود. مجموعه حاضر جهت شرح سیستم‌های HVDC و مطالعات انجام شده، به اختصار تهیه گردیده است.

۲- معرفی سیستم‌های انتقال HVDC

از احداث اولین سیستم‌های انتقال HVDC در جهان حدود ۶۰ سال می‌گذرد. اولین سیستم انتقال HVDC در سال ۱۹۵۱ بین مسکو و کاشیرا با توان انتقالی ۳۰ مگاوات و ولتاژ ۱۰۰± کیلوولت در روسیه احداث گردید تا توان الکتریکی مورد نظر را به فاصله ۱۰۰ کیلومتری منتقل کند. پس از آن در سال ۱۹۵۴ ، پروژه گتلند (GOTLAND I) در کشور سوئد به بهره‌برداری رسید و انتقال توان ۲۰ مگاوات با ولتاژ ۱۰۰± کیلوولت به فاصله ۹۶ کیلومتری را میسر ساخت.

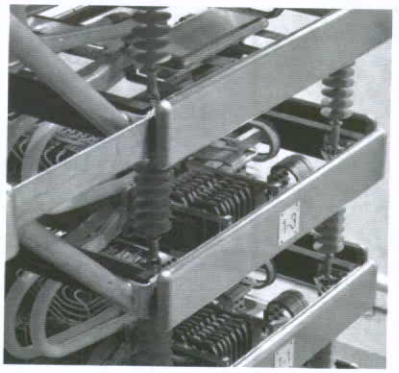


شکل (۱)

با پیشرفت تکنولوژی در زمینه الکترونیک قدرت و معرفی تایرستورها ،سیستم‌های انتقال HVDC وارد عرصه جدیدی گردیدند. اولین سیستم مبتنی بر استفاده از تایرستور در سال ۱۹۷۰ و در طرح توسعه پروژه گتلند(GOTLAND) به بهره‌برداری رسید. امروزه استفاده از تایرستورها در مبدل‌های DC به AC و AC به DC یک تکنولوژی کلاسیک به حساب می‌آید و تعدادی از سازندگان سیستم‌های HVDC شروع به استفاده از ادواتی همچون IGBT در مبدل‌ها نموده‌اند تا به مبدل‌های کنترل شونده توسط ولتاژ دست یابند.

مزایای سیستم‌های انتقال HVDC نسبت به سیستم‌های HVAC ، به ویژه در مواقعی که انتقال توان الکتریکی زیاد به مسافت‌های طولانی مورد نظر باشد سبب گردیده است که استفاده از این سیستم‌ها در بدنه اصلی شبکه‌های انتقال همواره مورد نظر باشد. تلفات الکتریکی کم،کاهش حریم، پایداری، قابلیت اطمینان بالا و کنترل‌پذیری مناسب از جمله ویژگی‌های سیستم‌های HVDC می‌باشند.

هسته مرکزی یک سیستم انتقال HVDC در واقع مبدل‌های DC به AC و AC به DC هستند. بنابراین بررسی نحوه عملکرد مبدل‌ها و تکنولوژی استفاده شده در آنها تأثیر ویژه‌ای در طراحی سیستم انتقال HVDC خواهد داشت. همچنین نحوه کنترل توان الکتریکی تزریق شده به سیستم انتقال HVDC و تأثیرپذیری آن توسط پارامترهای مختلف سیستم باید مد نظر قرار گیرد. امروزه علاوه بر روش کلاسیک تولید مبدل‌ها که بر پایه استفاده از تایرستورها بنا نهاده شده است (مبدل‌های کنترل شونده توسط جریان)، از IGBT ها برای تولید مبدل‌های کنترل شونده توسط ولتاژ (VSC) استفاده می‌شود. هر یک از این روش‌ها معایب و مزایای خاص خود را دارند.



شکل(۲)

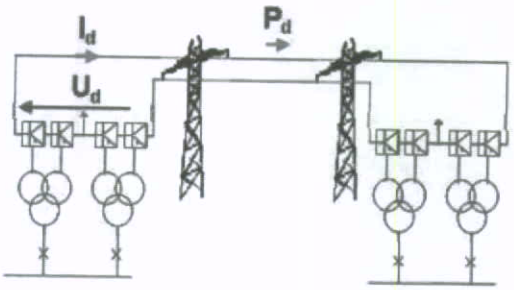
۳- انتخاب طرح مناسب سیستم انتقال HVDC

اولین گام در طراحی یک سیستم HVDC اقتصادی انجام مطالعات سیستم شبکه، بررسی توان تزریقی به شبکه AC و پایداری شبکه AC می‌باشد .در این رابطه تقابل بین سیستم‌های AC در دو طرف، تولید توان راکتیو، اضافه ولتاژها و سطوح جریان اتصال کوتاه باید مد نظر قرارگرفته و در پی آن مقایسه سطوح مختلف ولتاژ برای انتقال توان مورد نظر و مقایسه تلفات الکتریکی و هزینه‌های اقتصادی در سطوح مختلف ولتاژ انجام می‌شود. پس از آن ترکیب و آرایش سیستم که شامل آرایش ایستگاه‌های تبدیل و خطوط انتقال می‌باشد، با توجه به فن‌آوری‌های موجود در سیستم‌های انتقال HVDC و نحوه عملکرد و کنترل این سیستم‌ها، انتخاب می‌شوند.

شکل(۳)

۴- انتخاب هادی و آرایش آن و سطح ولتاژ DC با توجه به توان انتقالی

با توجه به توان انتقالی و سطوح مختلف ولتاژ انتخابی در مراحل اولیه، کلیه محاسبات افت توان اعم از تلفات کرونا و تلفات حرارتی با به کارگیری هادی‌ها و باندل‌های مختلف صورت می‌پذیرد تا در نهایت انتخاب بهینه هادی و تعداد باندل با توجه به نحوه عملکرد سیستم در حالت عادی و شرایط اضطراری، که به آرایش سیستم نیز وابسته است، انجام گردد. علاوه براین، ملاحظات اقتصادی برای تعیین سطح مقطع هادی بهینه نیز صورت می‌گیرد.



شکل(۴)

۵-اثرات کرونا

تداخل رادیویی Radio Interference و نویز شنیداری Audible Noise از جمله اثرات پدیده کرونا هستند که در خطوط انتقالHVDC نیز مانند خطوط HVAC وجود دارند ولی میزان و نحوه کنترل آنها در خطوط HVDC با خطوط HVAC متفاوت خواهد بود. نکته اول در این رابطه این است که در حالی که در خطوط AC هر سه فاز نقش مهمی در میزان RI , AN کل خط دارند، در خطوط DC تنها قطب مثبت خط تعیین‌کننده میزان

شرکت مهندسی کتابخانه

AN , RI است. ثانیاً میزان AN , RI در خطوط DC تحت شرایط جوی بارانی و مرطوب کمتر از میزان AN , RI در شرایط جوی معتدل است و این دقیقاً بر خلاف خطوط AC است. این دو قاعده نقش مهمی را در پیش‌بینی عملکرد AN , RI در خطوط DC و در نهایت تعیین داده‌های طراحی و انتخاب هادی ایفا می‌کنند.

تلفات کرونا ناشی از به وجود آمدن و حرکت یون‌ها بر روی هادی می‌باشد و تداخل با امواج رادیوی و ایجاد صدا به دلیل حالت‌های مختلف پالس دشارژ کرونایی به وجود می‌آیند. پالس‌های جریان که در هادی‌ها القاء می‌شوند و در طول خط انتشار می‌یابند تولید RI می‌کنند در حالی که پالس‌های آکوستیک که توسط این حالت‌های پدیده کرونا ایجاد می‌شوند در هوا انتشار یافته و ایجاد صدا می‌کنند (AN). خصوصیات AN , RI ناشی از کرونا در خطوط DC با آنچه در خطوط AC رخ می‌دهد متفاوت است.

شکل(۵)

۶- میدان الکتریکی در سطح زمین و جریان یونی (Ion Current)

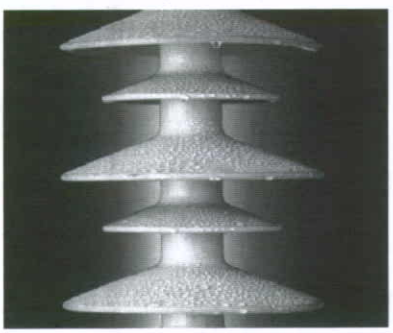
تأثیرات القایی زیر خطوط انتقال AC توسط اندازه و فرکانس میدان‌های الکتریکی متناوب ایجاد شده در سطح زمین تعریف می‌شوند. درحالیکه در مورد خطوط انتقال HVDC اندازه میدان الکتریکی و جریان‌های یونی تولید شده بر اثر کرونا در سطح زمین، لازمه توصیف کردن اثرات القایی می‌باشند. بار یونی تولید شده بر اثر کرونا تمامی فضای بین هادی‌ها و سطح زمین را اشغال می‌کند. در خطوط Bi polar همانند خطوط Mono polar تنها بارهای مثبت یا منفی در سطح زمین وجود دارند.

ترکیب میدان الکتریکی DC و بارهای یونی در فضا عموماً به میدان بار فضایی معروف است. در غیاب پدیده کرونا روی هادی‌ها، هیچ بار فضایی ایجاد نخواهد شد و میدان الکتریکی زیر یک خط DC با ملاحظات الکترو استاتیکی قابل محاسبه است. میدان الکتریکی عاری از بارهای فضایی در هر نقطه دلخواه روی زمین به ولتاژ خط، ارتفاع هادی، فاصله قطب‌ها، فاصله جانبی از محور خط و شعاع معادل باندل بستگی دارد.

بر این اساس طراحی به نحوی انجام می‌شود که در شرایط جوی مطلوب مقادیر میدان الکتریکی و چگالی جریان یونی در سطح زمین به مقادیر آستانه تحمل انسان، که طبق آزمایشات معتبرحاصل آمده است، محدود شوند.

۷- ایزولاسیون

خطوط HVDC تحت تأثیر ولتاژهای عملکرد، اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه و اضافه ولتاژهای ناشی از خطاهای القایی قرار دارند. اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه و اضافه ولتاژهای ناشی از خطاهای القایی، مبنای طراحی اولیه طول زنجیر مقره و فاصله هوایی می‌باشند. میزان آلودگی مسیر خط در ولتاژ عملکرد مبنایی برای به دست آوردن فاصله خزشی می‌باشد. خطاهای القایی در سیستم‌های DC عموماً از امواج کلیدزنی (Switching) در سیستم‌های AC کمتر است و این به دلیل وجود خاصیت میرایی در ایستگاه مبدل (Converter) است. حتی در خطوط بسیار بلند هم این اضافه ولتاژها از ۱/۸ پریونیت بیشتر نمی‌شوند. میزان تجمع آلودگی روی خطوط HVDC چندین برابر بیشتر از خطوط AC است. بنابر این در طراحی مقره‌ها، میزان آلودگی به مراتب برای مقره‌های DC از مقره‌های AC بیشتر است. (حتی ۱۰ تا ۱۰۰ برابر بیشتر). به همین لحاظ استفاده از مقره‌هایی با فاصله خزشی زیاد برای کوتاه کردن طول زنجیر مقره باید مد نظر قرار گیرد. تأثیر صاعقه بر روی خطوط HVDC همانند تأثیر آن بر روی خطوط AC می‌باشد. عواملی همچون انتخاب مسیر، شیلدینگ (حفاظت توسط سیم هوایی)، ایزولاسیون و امپدانس پای برج باید در طراحی خطوط HVDC همانند خطوط AC مد نظر قرار خواهند گرفت.

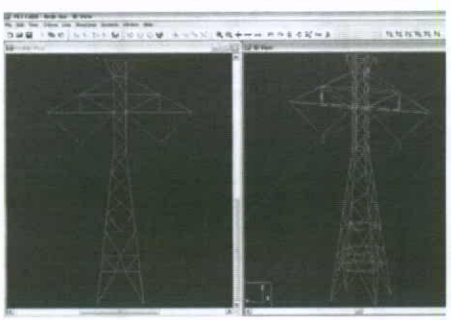


شکل(۶)

۸- طراحی برج

- طراحی الکتریکی

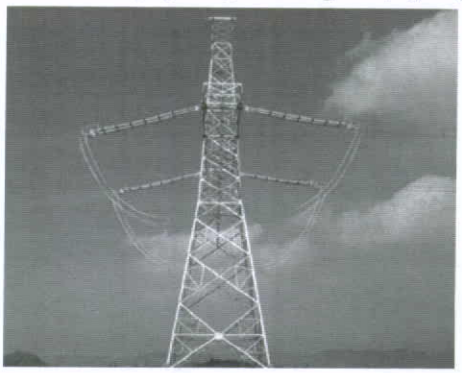
طراحی الکتریکی برج‌های خط انتقال HVDC با توجه به فواصل مجاز الکتریکی بدست آمده در محاسبات ایزولاسیون صورت می‌پذیرد. پس از تعیین طول و آرایش زنجیره مقره و همچنین با توجه به آرایش خط انتقال و زوایای حفاظت الکتریکی مدل الکتریکی – هندسی برج ایجاد می‌گردد.



شکل(۷)

- طراحی مکانیکی

مدل هندسی و الکتریکی به دست آمده با توجه به شرایط بارگذاری پروژه توسط نرم‌افزار PLS TOWER مدل‌سازی شده و با اعمال بارگذاری مناسب در اسپن طراحی و اعمال ضرایب ایمنی مناسب، مدل سازه‌ای برج بهینه بدست می‌آید. برای کاهش هزینه ساخت برج، نبشی‌های مختلف توسط نرم‌افزار امتحان می‌شوند تا برجی با بهترین خصوصیات فنی – اقتصادی حاصل گردد.



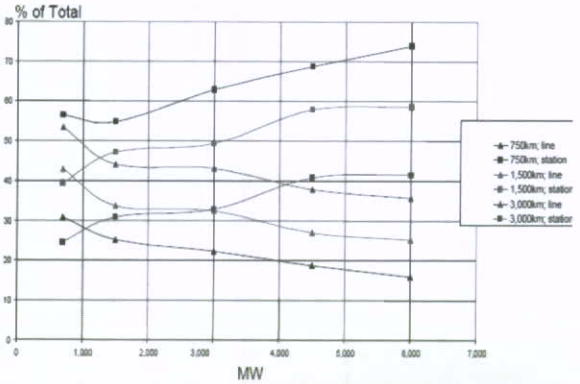
شکل (۸)

۹- ملاحظات اقتصادی

کلیه هزینه‌های احداث یک سیستم HVDC با توجه به دستورالعمل‌های معتبر بین‌المللی مورد بررسی قرار گرفته و مقایسه‌ای بین گزینه‌های احتمالی موجود صورت می‌پذیرد تا راهکار بهینه انتخاب شود. این هزینه‌ها شامل موارد زیر می‌باشد:

- هزینه احداث خط انتقال
- هزینه تلفات ژول (حرارتی) و کرونا
- هزینه ایستگاه‌های مبدل و تجهیزات آنها
- هزینه بهره‌برداری و تعمیرات
- نرخ بهره در طول عملیات اجرایی

هر یک از هزینه‌های فوق توسط فرمول‌ها و منحنی‌های مرجع محاسبه گردیده و در پایان نتایج محاسبات با توجه به میزان توان انتقالی، سطوح ولتاژ مختلف، طول خط انتقال و ... مقایسه خواهند شد.



شکل (۹)

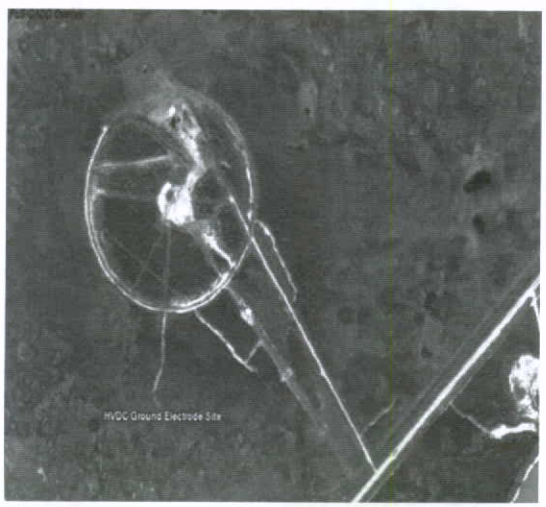
۱۰- الکترود

یکی از مزایای انتقال توان به روش HVDC امکان استفاده از زمین به عنوان مسیر برگشت جریان است. امکان استفاده یک سیستم Bi Polar هنگام بروز خطا در یک قطب از مسیر برگشت زمین، سیستم انتقال مطمئن‌تری با تلفات کمتر نسبت به سیستم انتقال AC فراهم می‌سازد. بدین‌منظور دو سایت الکترود در اطراف دو ایستگاه مبدل طراحی می‌شود. معمول‌ترین آرایش الکترودهای زمینی شکل حلقه‌ای با شعاع بین ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ متر می‌باشد.

خصوصیاتی نظیر مقاومت الکتریکی خاک، هدایت دمایی و ظرفیت حرارتی خاک منطقه، دمای محیط و میزان رطوبت خاک در انتخاب سایت دارای اهمیت هستند.

فرآیند انتخاب و طراحی الکترود تا مرحله اجرا بر روی یک سیستم HVDC نیازمند هماهنگی‌های لازم جهت اعمال تأثیرات ژئوفیزیکی و ژئوتکنیکی و ملاحظات مهندسی برق، عمران و نقشه‌برداری است. فرآیند کامل ممکن است چندین سال به طول انجامد و طرح و برنامه‌ریزی آن باید کاملاً از ابتدا مشخص باشد. همچنین لازم است ملاحظات فنی- اقتصادی خاص در ارتباط با جنس الکترودها، طول عمر الکترودها، گرادیان سطحی و ولتاژ قدم روی زمین در محوطه سایت الکترود، چگالی جریان، حفاظت لوله‌ها و فونداسیون‌ها از خوردگی و جلوگیری از نفوذ جریان‌های سرگردان در خطوط انتقال و خطوط تلفن صورت پذیرد.

در صورتیکه از زمین به عنوان مسیر برگشت زمین استفاده نشود، باید تمهیدات خاص مکانیکی و الکتریکی نظیر تقویت برج‌ها و ایزولاسیون اضافی برای استفاده از یک هادی به عنوان مسیر برگشت روی سیستم انتقال در نظر گرفته شود. هر چند استفاده از روش Metallic Return عموماً برای مسیرهای طولانی توجیه اقتصادی ندارد.



شکل (۱۰)

کاربرد رله حفاظتی در سیستم‌های الکتریکی

کاوس قصبه

سرپرست گروه تخصصی برق- SBU نیروگاه

چکیده

در سیستم‌های الکتریکی خطاهای متعددی پدید می‌آیند که دارای اثرات مخربی بر سیستم و تجهیزات آن می‌باشند. این خطاها بایستی در اسرع وقت تشخیص و رفع گردند تا از زیان‌های احتمالی جلوگیری نموده و یا آنرا به حداقل رسانند. این مهم بعهده رله‌های حفاظتی قرار دارد. در این مقاله انواع خطاهای ممکن و اثرات مخرب آنها مورد بررسی قرار گرفته و رله‌های لازم جهت تشخیص آنها معرفی می‌شوند.

۱- اثرات مخرب خطاها

عمده‌ترین خطاهای الکتریکی، افزایش جریان و ولتاژمی‌باشند که همراه با اثرات مخرب آنها مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱-۱- جریان

طراحی تجهیزات الکتریکی برای کار دائم با جریان نامی[1] صورت می‌گیرد و مضافاً قادر هستند بطور کوتاه مدت جریان بیشتری[2] را تحمل کنند. اکثر خطاها بصورت افزایش جریان ظاهر می‌شوند مانند اتصال کوتاه، اتصال فاز به زمین، اتصال بدنه و اضافه بار که عواقب آن افزایش دما و افزایش نیروهای الکترومغناطیسی وارد بر تجهیزات می‌باشد.

جریان خطا می‌تواند عاملی برای ایجاد جرقه و نتیجتاً آتش‌سوزی باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که ایجاد توان حرارتی بیش از ۱۰۰ وات در سطح کوچک چند میلی‌متر مربع و بعبارت دیگر تولید جریان خطا حدود ۵۰۰ میلی‌آمپر و به بالا، احتمال ایجاد جرقه و نتیجتاً آتش‌سوزی را به وجود می‌آورد.

۱-۲- ولتاژ

تجهیزات الکتریکی برای کار دائم با ولتاژ نامی و کار کوتاه مدت با ولتاژهای بیشتر طراحی می‌شوند. کار با دامنه و زمان تداوم ولتاژ بیش از آنچه در استانداردها پیش‌بینی شده سبب افزایش تنش الکتریکی بر عایق، افزایش شار مغناطیسی و نتیجتاً افزایش تلفات فوکو و هیستر سه در ماشین‌ها و ترانسفورمر می‌گردد.

کاهش ولتاژ برای عایق تجهیزات خطری ایجاد نمی‌کند ولی در کارکرد آنها مؤثر است، مثلاً کاهش ولتاژ موتور الکتریکی باعث کاهش گشتاور، افزایش جریان و دما می‌گردد، لامپ روشنایی و هیتر الکتریکی با کاهش نور و کاهش توان روبرو می‌شوند. خطای ولتاژ و اثرات مخرب آن در بند (۴) بررسی می‌گردد.

۱-۳- فرکانس

فرکانس از جمله کمیات الکتریکی است که تغییر آن بر کارکرد تجهیزات تأثیر زیادی دارد.

- **ژنراتور سنکرون:** افزایش فرکانس سبب افزایش تلفات هسته (با قوه دوم) و نتیجتاً کاهش راندمان می‌گردد. کاهش فرکانس سبب افزایش شار مغناطیسی و اشباع هسته می‌شود.
- **موتور اندوکسیونی:** افزایش فرکانس سبب کاهش گشتاور و جریان راه‌اندازی می‌گردد. کاهش فرکانس سبب کاهش سرعت موتور می‌گردد که نتیجتاً از کارائی تجهیزات متصل به محور نظیر فن و پمپ کاسته می‌گردد.
- **ترانسفورمر:** افزایش فرکانس سبب افزایش تلفات هسته (قوه دوم) و کاهش آن سبب افزایش شار مغناطیسی و اشباع هسته می‌گردد.

۱-۴- نامتعادلی ولتاژ و جریان

نامتعادلی یک سیستم سه فاز ولتاژ یا جریان به شرایطی اطلاق می‌گردد که دامنه و اختلافات فاز ولتاژها یا جریان‌ها برابر نباشد. این نامتعادلی می‌تواند به دلایل متعددی پدید آید که همراه با اثرات مخرب و نحوه حفاظت در بند (۶) ارائه می‌گردد.

1- Nominal (Rated) Current
2- Short – Time Current

۱-۵- افزایش شار مغناطیسی

در طراحی ماشین الکتریکی و ترانسفورمر، شار مغناطیسی هسته در حدی انتخاب می‌گردد که هسته اشباع نشود. اشباع هسته سبب افزایش تلف فوکو می‌شود. از آنجا که شار با نسبت ولتاژ به فرکانس رابطه مستقیم دارد، از رله با کد ۲۴ استفاده می‌شود که نسبت ولت بر هرتز را تشخیص می‌دهد.

۱-۶- هارمونیک

وجود هارمونیک‌های ولتاژ و جریان درسیستم الکتریکی را نمی‌توان جزو خطاهای الکتریکی بحساب آورد زیرا یک خطای ناخواسته سبب پدید آمدن آن نمی‌شود، بلکه اشکال در طراحی سیستم است و بایستی میزان آنرا در حد مجاز نگه داشت تا صدمه به تجهیزات وارد نشود.

تجهیزات الکتریکی متداول جهت کار با کمیات سینوسی ولتاژ و جریان طراحی می‌شوند و بمقدار محدودی قابلیت تحمل هارمونیک را دارند. با توجه به مقوله کیفیت برق[1] (یکی از کمیات مهم کیفیت برق، میزان هارمونیک است)، هم تولید کننده (شبکه) موظف به محدود نمودن میزان هارمونیک برق تحویلی به مشترکین خود است و هم مشترکین (مصرف‌کننده) موظف هستند ضوابط کاهش تولید هارمونیک را رعایت کنند.

هارمونیک جریان توسط مشترکین، یعنی توسط بارهای غیر خطی نظیر محرک با سرعت قابل تنظیم[2]، منابع تغذیه الکترونیکی، رایانه، یکسوکننده، بالاست الکترونیکی لامپ‌های فلورسنت، منبع تغذیه بی‌وقفه[3]، تولید می‌گردد که به شبکه تزریق می‌شوند. از تأثیر این هارمونیک بر امپدانس شبکه، هارمونیک ولتاژ در شبکه ایجاد و سبب اعوجاج[4] ولتاژ می‌شود.

در ترانسفورمرهای سه فاز با هسته مغناطیسی مستقل (مدار مغناطیسی نوع هسته‌ای)، به سبب وجود هارمونیک در جریان مغناطیس‌کننده، ولتاژ فازها عمدتاً دارای هارمونیک سوم می‌گردند. استفاده از اتصال مثلث برای یکی از دو سیم پیچ اولیه یا ثانویه، یا استفاده از سیم‌پیچ ثالثیه، سبب حذف هارمونیک می‌گردد [۴].

وجود هارمونیک در شبکه، می‌تواند اثرات نامطلوب ذیل را بهمراه داشته باشد:

افزایش دمای کابل، ترانسفورمر و ماشین الکتریکی، عملکرد نابجای رله‌های حفاظتی، کاهش دقت وسایل اندازه‌گیری، عملکرد نابجای سیستم‌های کنترل و تجهیزات تحت کنترل رایانه، ایجاد تشدید هارمونیکی[5].

کنترل میزان هارمونیک جریانی که مشترکین تولید می‌کنند توسط فیلترهای خاصی صورت می‌گیرد که در بارهای غیر خطی نصب می‌شود.

۲- خطای زمین

آمار نشان می‌دهد که بیشترین نوع خطا، خطای زمین است که می‌تواند بدو صورت اتصال یک فاز به زمین (خطای فاز ـ زمین)[6] یا اتصال یک فاز به بدنه فلزی تجهیزات برقی (خطای بدنه)[7]، پدید آید.

۲-۱- اتصال فاز به زمین

۲-۱-۱- اثرات خطای فاز زمین: در اتصال یک فاز به زمین، بسته به نوع زمین شدن نقطه خنثی (N)، اشکالات ذیل در سیستم پدید می‌آید:

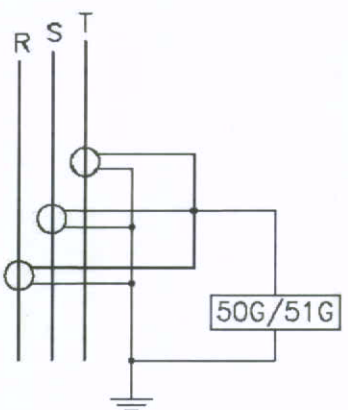
۲-۱-۱-۱- نقطه خنثی زمین نه شده (ایزوله): در این سیستم، اتصال فاز به زمین می‌تواند تخریب عایقی بهمراه داشته باشد، زیرا پتانسیل دو فاز سالم تا $\sqrt{3}V_o$ و پتانسیل نقطه خنثی N تا V_o برابر نسبت به پتانسیل زمین (پتانسیل صفر) افزایش می‌یابند که نتیجه آن نامتعادلی ولتاژ فازها و افزایش تنش الکتریکی بر عایق تجهیزات است. V_o ولتاژ فاز سیستم است. جریان خطائی که در این شرایط برقرار می‌گردد ناچیز و محدود به جریان شارژ خازنی کابل‌ها، ارستر و Surge Capacitor است و لذا تخریب جریانی (بند ۱-۱) بهمراه ندارد.

۲-۱-۱-۲- نقطه خنثی مستقیماً زمین شده: خطای فاز-زمین سبب اتصال کوتاه شدن دو سر یک فاز تغذیه توسط مسیر کم مقاومت زمین می‌گردد و نتیجتاً جریان خطای بسیار زیاد I_f تولید می‌گردد که تخریب جریانی بهمراه دارد. مضافاً اینکه پتانسیل نقطه خنثی باندازه $R_B.I_f$ (R_B مقاومت شبکه زمین) نسبت به پتانسیل صفر زمین افزایش یافته و این پتانسیل را از طریق هادی حفاظتی PE که به نقطه خنثی متصل است به بدنه تجهیزات منتقل می‌کند و ولتاژ تماس خطرناکی بوجود می‌آورد.

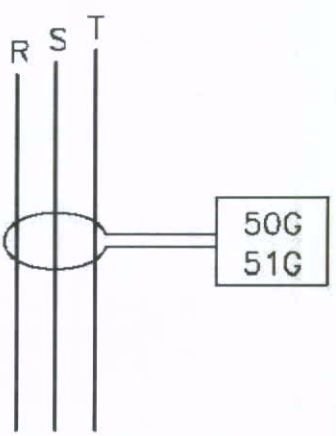
1- Power Quality
2- Adjustable Speed Drive
3- Uninterruptable Power Supply
4- Voltage Disturtion
5- Harmonic Resonant
6- Earth Fault
7- Frame Fault, Internal Fault

۲-۱-۲- حفاظت از خطای فاز ـ زمین: رله‌های بکار رفته برای این حفاظت، بسته به نوع زمین شدن نقطه خنثی سیستم، می‌تواند از نوع جریانی یا ولتاژی باشند. در این مقاله از حرف N برای رله زمین واقع در مسیر اتصال نقطه خنثی به زمین استفاده می‌شود و از حرف G برای رله زمین که از جریان فاز استفاده می‌کند.

۲-۱-۲-۱- در سیستم با نقطه خنثی مستقیماً زمین شده، جریان خطا زیاد است و از رله جریانی ۵۰G /۵۱G طبق شکل (۱) استفاده می‌شود. در شکل (۱)، رله در مدار نول ثانویه CT ها قرار دارد و در شکل (۲)، رله در خروجی یک ترانس حلقوی[1] قرار گرفته که از دورن پنجره آن هر سه فاز (و سیم نول در صورت وجود) عبور داده می‌شوند. حفاظت شکل (۲) بر شکل (۱) ارجح است زیرا عملکرد ناخواسته رله هنگام عبور جریان گذرا (مثلاً راه‌اندازی موتور) صورت نمی‌گیرد.

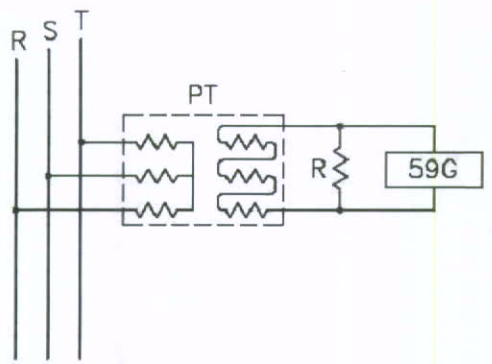


شکل (۱) : حفاظت از خطای زمین با رله جریانی



شکل (۲) : حفاظت از خطای زمین با ترانسفورمر حلقوی

۲-۱-۲-۲- در سیستم با نقطه خنثی زمین نه شده یا زمین شده با مقاومت زیاد، جریان خطا کم است (جریان شارژر خازنی کابل‌ها) و لذا از رله ولتاژی ۵۹G[2] استفاده می‌شود. این رله طبق شکل (۳) در ثانویه اتصال مثلث باز[3] یک ترانس ولتاژ قرار می‌گیرد. همانطور که در بند ۲-۱-۱-۱ اشاره شد، اتصال فاز به زمین سبب نامتعادلی ولتاژ فازها می‌گردد بطوریکه جمع‌برداری ولتاژها که در کار نرمال در دو سر باز اتصال مثلث سیم‌پیچ ثانویه برابر صفر است، مخالف صفر و برابر V_0 ۳ می‌گردد و رله ولتاژ ۵۹G آنرا تشخیص می‌دهد. جهت جلوگیری از پدیده فرو رزونانس، یک مقاومت اهمی[4] بموازات رله نصب می‌شود.

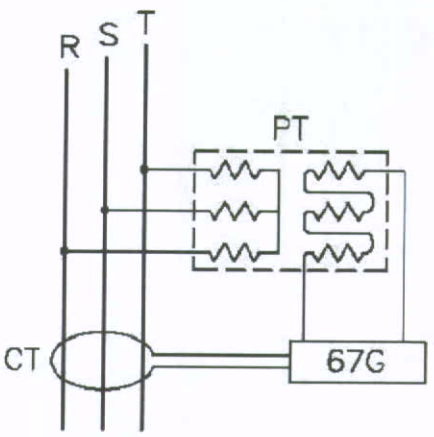


شکل (۳) : حفاظت از خطای زمین با رله ولتاژی

۲-۱-۲-۳- استفاده از رله جهت‌یاب ۶۷G : این رله علاوه بر تشخیص جریان خطای فاز به زمین، جهت آنرا نیز تشخیص می‌دهد. طبق شکل (۴) نیاز به کمیت ورودی جریان و ولتاژ دارد که هر دو از نوع پس‌ماند[5] می‌باشند [۲]. با تشخیص جهت جریان، هماهنگی حفاظتی در فیدرها برقرار می‌گردد و اتصالی در یک فیدر سبب قطع فقط همان فیدر می‌گردد.

۲-۱-۲-۴- استفاده از رله حفاظت جان[6]: در مدارهای ولتاژ کم جهت حفاظت از برق‌گرفتگی از رله با حساسیت بسیار زیاد (در حد میلی‌آمپر) استفاده می‌شود که در خروجی ترانس حلقوی (مشابه شکل ۲) قرار گرفته و قادر به تشخیص اتصال فاز به زمین، اتصال بدنه و تماس مستقیم انسان با هادی برقدار می‌باشد. در برخی از کشورها نصب این رله در مدار پریزهای پائین ۳۲ آمپر اجباری است.

1- Ring CT, Core Balance CT, Residual Current Device (RCD)
2- Zero Sequence Voltage Relay
3- Broken Delta Connection
4- Stabilizing Resistance
5- Residual, Zero Sequence
6- RCD (Residual Current Device), Earth Leakage Current Relay



شکل (۴) : حفاظت از خطای زمین با رله جهت‌یاب

۲-۱-۲-۵- دستگاه سنجش مقاومت عایقی[1]: از این دستگاه در سیستم‌های AC و DC زمین نشده جهت تعیین مقاومت عایقی بین هادی برقدار و زمین استفاده می‌شود. در صورت کاهش مقاومت از حد معین (مثلاً ۵۰ KΩ) که نشان‌دهنده خرابی عایق یا اتصال زمین است، آلارم ظاهر می‌گردد. از این دستگاه با کد۶۴ می‌توان استفاده نمود.

۲-۲- خطای بدنه

در خطای بدنه، یک فاز برقدار با بدنه فلزی تجهیز تماس برقرار می‌سازد که علت آن در اکثر مواقع خرابی عایق‌بندی می‌باشد. در این نوع خطا علاوه بر امکان ایجاد جریان زیاد که تخریب جریانی (بند ۱-۱) را بهمراه دارد، ولتاژ تماس خطرناک در بدنه نیز می‌تواند پدید آید. این خطا بایستی در محدوده زمانی تعیین شده در استاندارد برطرف گردد.

۲-۲-۱- اثرات خطای بدنه

۲-۲-۱-۱- در سیستم با نقطه خنثی ایزوله، بدنه فلزی که توسط هادی حفاظتی[2] زمین شده است هنگام اتصال بدنه برقدار می‌گردد ولی مقدار ولتاژ تماس در حد خطرناک قرار ندارد زیرا جریان ایجاد شده I_f مربوط به شارژ خازنی است که در حد چند آمپر قرار دارد و ولتاژ تماسی برابر $I_f.R_A$ تولید می‌کند (R_A مقاومت الکترود زمین بدنه) که در سیستم ۲۳۰ ولت در حدود چند ولت می‌گردد. شرایط خطرناک این سیستم مربوط به حالتی است که اتصال بدنه در دو تجهیز مختلف و در دو فاز متفاوت بطور همزمان ایجاد می‌شود که منجر به اتصال بین دو فاز شده و با عبور جریان زیاد I_f، ولتاژ تماس خطرناکی ایجاد می‌کند.

۲-۲-۱-۲- در سیستم با نقطه خنثی مستقیماً زمین شده، جریان خطا که از مسیر کم مقاومت مشتمل بر هادی حفاظتی، مسیر زمین، و نقطه خنثی زمین شده عبور می‌کند، دارای مقدار بالایی است و باعث ایجاد ولتاژ تماس خطرناک در بدنه می‌شود.

۲-۲-۱-۳- در ماشین‌های الکتریکی خطای بدنه عموماً به سبب خرابی عایق سیم‌پیچ صورت می‌گیرد. در این حالت جریان خطا از هسته مغناطیسی عبور کرده و به آن صدمه می‌زند. بهمین علت نقطه خنثی سیم‌پیچ ژنراتورهای بزرگ از طریق مقاومت زمین می‌شود تا جریان خطا کمتر از ۱۰ آمپر گردد و صدمه به هسته کاهش یابد. نقطه خنثی سیم‌پیچ موتورها عموماً ایزوله است و زمین نمی‌شود.

۲-۲-۲- حفاظت از خطای بدنه

درصورتیکه خطای بدنه سبب عبور جریان خطای زیاد گردد، مثلاً در سیستم با نقطه خنثی مستقیماً زمین شده، از رله جریانی ۵۰N استفاده می‌شود. حفاظت ترانسفورمر با اتصال ستاره زمین شده توسط رله ۵۰N واقع در مسیر اتصال نقطه خنثی به زمین صورت می‌گیرد. این رله، حفاظت خطای بدنه موتورهای الکتریکی پائین دست را نیز بعهده دارد. در ترانسفورمرهای بزرگتر از رله ۶۴REF استفاده می‌شود. این رله از نوع دیفرانسیل است و CTهای دو طرف آن یکی در مسیر اتصال نقطه خنثی سیم‌پیچ اتصال ستاره به زمین قرار دارد و CTهای دیگر در ترمینال این سیم‌پیچ واقع‌اند. برای حفاظت از خطای بدنه سیم‌پیچ اتصال مثلث از رله ۵۹G استفاده می‌گردد. ژنراتورهای کوچک مثلاً دیزل ـ ژنراتور، که مستقیماً زمین شده‌اند از ۵۱N استفاده می‌کنند، در حالیکه ژنراتورهای بزرگ توسط مقاومت زیاد زمین می‌شوند و از رله ولتاژی ۵۹N واقع در دو سر مقاومت، استفاده می‌کنند. در سیستم DC زمین نه شده از رله ۶۴ (بند ۲-۱-۲-۵) استفاده می‌گردد.

۳- خطای اتصال کوتاه

اتصالی سه فازه و دو فازه را خطای اتصال کوتاه[3] می‌نامیم. خطای فاز به زمین، جداگانه در بند ۲ بررسی گردیده زیرا نحوه حفاظت آن متفاوت از خطای اتصال کوتاه است.

1- Insulation Monitoring Device
2- Protective Conductor (PE)
3- Short – Circuit Fault

۳-۱- اثرات خطای اتصال کوتاه

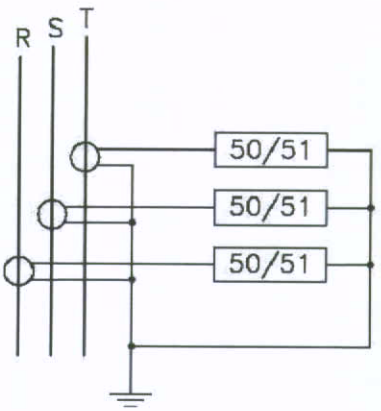
هنگام اتصال کوتاه جریانی بمراتب بیشتر از اسمی ایجاد می‌شود که می‌تواند سبب تخریب جریانی (بند ۱-۱) گردد، لذا بایستی توسط رله‌های حفاظتی در اسرع وقت تمیز داده شده و سبب قطع تغذیه شوند.

۳-۲- حفاظت از اتصال کوتاه

رله‌های متعددی جهت حفاظت از اتصال کوتاه بکار می‌رود که انتخاب آن بستگی به نوع سیستم و اهمیت تجهیز دارد.

۳-۲-۱- رله‌های جریان زیاد ۵۱/۵۰

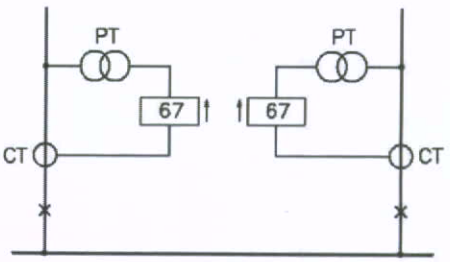
آرایش رله‌ها طبق شکل (۵) متشکل از سه CT واقع در فازها و سه رله ۵۰ [1] و ۵۱ [2] می‌باشد.



شکل (۵) : حفاظت از اتصال کوتاه با رله جریانی

۳-۲-۲- رله جهت‌یاب ۶۷

در فیدرهائی که بصورت موازی یک باس را تغذیه می‌کنند از رله جهت‌یاب ۶۷ استفاده می‌شود تا علاوه بر حفاظت از اتصال کوتاه، هماهنگی حفاظتی نیز برقرار گردیده و خطا در یک فیدر سبب قطع نابجای سایر فیدرها نگردد. این رله طبق شکل (۶) دارای دو ورودی جریان و ولتاژ فازها می‌باشد.

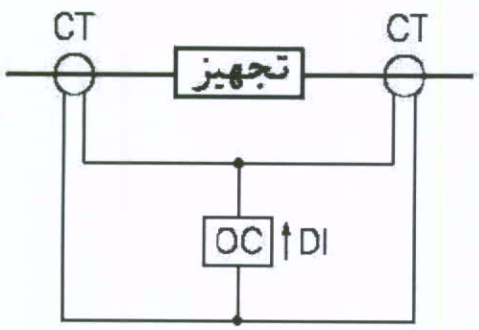


شکل (۶) : حفاظت از اتصال کوتاه با رله جهت‌یاب

۳-۲-۳- رله دیفرانسیل ۸۷

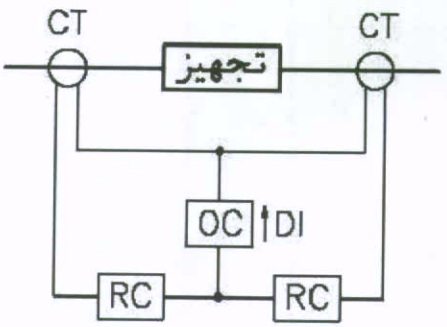
برای تجهیزات با قدرت بالا که ارزش مالی بیشتری دارند علاوه بر رله ۵۰/۵۱ از رله دیفرانسیل نیز استفاده می‌شود، مثلاً برای ماشین‌های الکتریکی بالای 1MW و ترانسفورمرهای بالای 2/5MVA . این حفاظت محدوده خاص واقع بین دو CT (شکل‌های ۷ و ۸) را پوشش می‌دهد و مزیت آن در سرعت عمل بالا (کمتراز ۴۰ میلی‌ثانیه) است. رله دیفرانسیل می‌تواند خطای فاز به زمین را نیز تشخیص دهد، مشروط بر اینکه جریان خطای زمین بیشتر از تنظیم رله باشد. در سیستم زمین ایزوله جریان خطای زمین کم است و توسط رله ۸۷ دیده نمی‌شود.

دو نوع رله دیفرانسیل یکی نوع درصدی [3] و دیگری نوع امپدانس زیاد [4] وجود دارد. در رله امپدانس زیاد طبق شکل ۷ فقط یک بوبین عملکرد [5] وجود دارد که با عبور جریان تفاضلی DI از آن سبب تحریک رله می‌شود، در حالیکه در رله درصدی، دو بوبین مقاوم [6] نیز طبق شکل (۸) وجود دارد که سبب پایداری رله هنگام خطای خارج از محدوده حفاظتی می‌گردد و مزیتی بر رله امپدانسی است.



شکل (۷) : رله دیفرانسیل امپدانسی

1- Instantaneous Over Current
2- Inverse Time Lag Over Current
3- Percentage D.R., Restrained D.R., Biased D.R.
4- High Impedance D.R.
5- Operating Coil (OC)
6- Restraining Coil (RC)



شکل (۸) : رله دیفرانسیل درصدی

۳-۲-۴- رله V ۵۱

امپدانس ژنراتور سنکرون (X_S) حداقل برابر .2.P.U و نتیجتاً جریان اتصال کوتاه آن حدود In/2 است. این جریان کم توسط رله ۵۰/۵۱ که برای چندین برابر In تنظیم می‌شود، قابل تشخیص نیست. از آنجا که هنگام اتصال کوتاه، ولتاژ نیز افت می‌کند از رله ۵۱V که دارای دو ورودی ولتاژ و جریان است استفاده می‌شود و در صورت وجود جریان همراه با کاهش ولتاژ، اتصالی را تشخیص می‌دهد.

۴- خطای ولتاژ

افزایش یا کاهش ولتاژ بیش از حد قابل تحمل تجهیزات را خطای ولتاژ می‌نامیم. تغییرات ولتاژ از جنبه دامنه، فرم، فرکانس بصور ذیل صورت می‌گیرد (مرجع ۳).

- افزایش ولتاژ فرکانس صنعتی (۵۰ هرتز): این نوع اضافه ولتاژ که دارای فرم سینوسی است به عللی نظیر خطای فاز ـ زمین، فرورزونانس، قطع بار[1] و پدیده فرانتی[2] پدید می‌آید و دامنه آن در حد چند درصد الی دو برابر ولتاژ اسمی قرار دارد.
- ولتاژ گذرای صاعقه[3] : این نوع اضافه ولتاژ دارای فرم غیر سینوسی با فرکانس بسیار بالا بوده و دامنه آن در حد ۲ الی ۶ برابر ولتاژ اسمی و زمان تداوم آن بسیار کوتاه است.
- ولتاژ گذرای کلید زنی[4]: تغییر وضعیت یک سیستم الکتریکی همواره تولید اضافه ولتاژ گذرا را به همراه دارد. دامنه و فرکانس این ولتاژ به کمیت‌های C, L, R مدار بستگی دارد. این تغییر وضعیت عموماً توسط قطع و وصل کلید، کنتاکتر و فیوز صورت می‌گیرد و اضافه ولتاژ کلید زنی نامیده می‌شود. دامنه این نوع اضافه ولتاژ درحد ۲ الی ۴ برابر ولتاژ اسمی و فرکانس آن در حد ۰/۱ الی ۳ کیلوهرتز قرار دارد.

۴-۱- اثرات خطای ولتاژ

۴-۱-۱- اضافه ولتاژ صاعقه بعلت تجمع بار الکتریکی ناشی از برخورد صاعقه به خط انتقال پدید می‌آید. بارهای منتقل شده، در محل برخورد بدو موج متحرک جریان تقسیم می‌شوند که با سرعت $1/\sqrt{LC}$ بدو سمت خط منتشر می‌گردند. هر موج جریان یک موج ولتاژ V = I.Z ایجاد می‌کند که در آن $Z = \sqrt{LC}$ امپدانس موجی نام دارد. برخورد موج ولتاژ با تجهیزات، سبب افزایش تنش الکتریکی و نتیجتاً شکست عایقی می‌شود. اضافه ولتاژ کلیدزنی که عمدتاً توسط قطع و وصل بریکرها پدید می‌آید، امواجی مشابه صاعقه پدید می‌آورد. اضافه ولتاژ صنعتی تهدید آنی برای تجهیزات به حساب نمی‌آید زیرا طبق استاندارد تحت تست روتین دو برابر ولتاژ اسمی بمدت یک دقیقه قرار می‌گیرند.

۴-۱-۲- کاهش ولتاژ اثر نامطلوب بر عایق ندارد ولی بسته به نوع تجهیز، مشکلات ذیل را بهمراه دارد:

کارکرد تجهیزاتی نظیر کنتاکتور، موتور الکتریکی، لامپ روشنائی در کار با ولتاژ اسمی با یک تولرانس معین تضمین می‌شود، مثلاً در موتور الکتریکی، کاهش ولتاژ سبب افزایش جریان، کاهش سرعت، کاهش گشتاور (با مجذور ولتاژ) می‌گردد که تأثیر نامطلوب بر کار خود موتور و بر کارائی فن و پمپ متصل به آن خواهد داشت.

۴-۲- حفاظت از خطای ولتاژ

- افزایش ولتاژ فرکانس صنعتی توسط رله ۵۹ تشخیص داده می‌شود. یادآوری می‌گردد که طبق استاندارد تجهیزات الکتریکی قادر به تحمل دو برابر ولتاژ اسمی بمدت یک دقیقه می‌باشند.
- کاهش ولتاژ فرکانس صنعتی توسط رله ۲۷ حفاظت می‌گردد. هنگام باس ترانسفر نوع کند[5]، ولتاژ باس بایستی قبل از برقدار شدن کمتر از ۳۰ درصد ولتاژ اسمی باشد که برای این منظور از رله ۲۷ استفاده می‌شود. رله ۲۷ با تأخیر زمانی عمل می‌کند تا از عملکرد نابجا هنگام ایجاد افت ولتاژ گذرا (راه‌اندازی موتور اندوکسیونی) جلوگیری شود.

1- Load Shedding
2- Ferranti Effect
3- Lightning Over Voltage
4- Switching Over Voltage
5- Slow Bus Transfer

- حفاظت از اضافه ولتاژ صاعقه توسط برقگیر، سیم محافظ هوائی، Spark Gap صورت می‌گیرد. برقگیر نوع ZnO [1] که بین فاز و زمین قرار دارد هنگام برخورد موج ولتاژ، مقاومت کمی از خود ظاهر نموده و سبب هدایت موج به زمین می‌گردد.
- حفاظت از اضافه ولتاژ کلیدزنی بکمک کلیدهای عاری از قوس مجدد [2] زمین کردن نقطه خنثی سیستم، ارستر و خازن محدود کننده صورت می‌گیرد. خازن محدود کننده [3] که از سری شدن مقاومت R و خازن C تشکیل شده، سبب کاهش دامنه ولتاژ می‌گردد. مقادیر C و R متعادل با امپدانس اندوکتیو بار انتخاب می‌گردد $LI^2=\frac{1}{2}\ CV^2$ تا کاهش امپدانس موجی و نتیجتاً کاهش ولتاژ را بهمراه داشته باشد.

۵- اضافه بار

افزایش جریان تجهیزات الکتریکی در حد ۱۰ الی ۲۰ درصد جریان اسمی را اضافه بار [4] می‌نامیم. مصارف الکتریکی بسته به نوع بار بدو دسته استاتیکی و غیر استاتیکی تقسیم می‌شوند. بارهای استاتیکی مانند روشنایی و هیتر دارای مقاومت داخلی ثابتی می‌باشند و نتیجتاً اضافه بار شدن آنها می‌تواند به سبب افزایش ولتاژ تغذیه باشد که توسط حفاظت اضافه ولتاژ ۵۹ دیده می‌شود و لذا نیازی به حفاظت اضافه‌بار ۴۹ ندارند. از جمله بارهای غیر استاتیکی موتور الکتریکی است که بعللی نظیر قطع یک فاز تغذیه و اشکال مکانیکی، جریانی بیش از مقدار نرمال اخذ نموده و اضافه بار می‌شوند.

۵-۱- اثرات اضافه بار

اثرات اضافه بار بطور کلی سبب افزایش دما و نتیجتاً کاهش عمر مفید عایق‌بندی می‌گردد. یادآور می‌شود که بازاء هر ۶ درجه سانتیگراد افزایش دمای عایق نسبت به دمای مجاز، عمر عایق نصف می‌گردد.

۵-۲- حفاظت از اضافه بار

حفاظت از اضافه بار توسط رله [5] ۴۹ صورت می‌گیرد. رله ۵۱ نیز قادر به تشخیص اضافه بار است. رله ۴۹ حساس به دما می‌باشد و در سه نوع بی متال، مغناطیسی و الکترونیکی وجود دارد. در نوع اول از سه المان بی‌متال بطور سری در فازها استفاده می‌شود که هنگام اضافه بار به سبب افزایش دما انحناء پیدا نموده و سبب عملکرد رله می‌شود. رله الکترونیکی، جریان فازها را از طریق CT دریافت و به سیگنال‌هایی که از آن جهت شبیه‌سازی مدل حرارتی تجهیز استفاده می‌شود، تبدیل می‌کند. مزایای آن در پاسخ سریعتر، تشخیص قطع یک فاز، قابل تنظیم بودن منحنی زمان/ جریان رله است.

۶- نامتعادلی ولتاژ و جریان

نامتعادل شدن سیستم‌های سه فاز ولتاژ و جریان اثرات سوئی بر کارکرد تجهیزات الکتریکی دارد که بایستی در انتخاب سیستم حفاظتی مدنظر قرار گیرد. نا متعادلی یک سیستم سه فاز ولتاژ یا جریان به شرایطی اطلاق می‌گردد که دامنه و اختلاف فاز کمیات برابر نباشند. یک سیستم سه فاز نا متعادل متشکل از سه سیستم سه فاز متعادل توالی مثبت [6]، توالی منفی [7] و توالی صفر [8] است که هر یک از آنها پدیده‌های خاصی را ایجاد می‌کنند.

۶-۱- نامتعادلی ولتاژ

نامتعادلی ولتاژ می‌تواند به دلایلی مانند قطع یک فاز تغذیه یا اتصال فاز به زمین پدید آید. حد مجاز تحمل این نامتعادلی برای موتور اندوکسیونی و ماشین سنکرون در استاندارد تعیین شده است (مرجع ۵) و اثرات نامطلوب وجود آن بشرح ذیل است:

سیستم توالی منفی ولتاژ در ماشین‌های الکتریکی، توالی منفی جریان را ایجاد می‌کند که با ایجاد میدان مغناطیسی دوار با سرعت سنکرون ولی در جهت عکس دوران روتور، جریان با فرکانس حدود ۱۰۰ هرتز در روتور ارتقاء می‌کند. اثر حرارتی شدید این جریان فرکانس بالا، می‌تواند سبب سوختن روتور گردد [۱].

وجود بار تک‌فاز در ثانویه ترانسفورمر سه فاز با هسته مغناطیسی مستقل، باعث نامتعادلی ولتاژ فازها می‌گردد [۴]. حفاظت از نامتعادلی ولتاژ با رله۴۷ صورت می‌گیرد که یک رله ولتاژی است و روی باس تغذیه کننده موتورهای الکتریکی نصب می‌شود تا هم نامتعادلی ولتاژ باس (مثلاً قطع یک فاز فیدر تغذیه باس) و هم جابجایی دو فاز [9] در فیدر تغذیه باس که سبب چپ‌گرد شدن موتورها می‌گردد را تشخیص دهد.

1- Zinc Oxide Arrester
2- Restrike Free C.B.
3- Surge Limiter (Surge Suppressor)
4- Overload
5-Thermal Over Load Relay
6- Positive Sequence
7- Negative Sequence
8- Zero Sequence
9- Phase Sequence, Phase Reversal

توجه شود که نصب این رله روی باس تغذیه، کافی برای حفاظت موتورهای متصل به این باس در برابر جریان منفی نمی‌باشد زیرا قطع یک فاز فیدر موتور را تشخیص نمی‌دهد، لذا برای حفاظت جریان منفی موتورها، نصب رله جریانی ۴۶ در ابتدای فیدر موتور لازم است.

۶-۲- نامتعادلی جریان

نامتعادلی جریان به سبب نامتعادل بودن ولتاژ منبع تغذیه یا قطع یک فاز تغذیه صورت می‌گیرد و اثر نامطلوب خود را خصوصاً در موتورهای الکتریکی (بند ۶-۱) ظاهر می‌سازد. حد مجاز این نامتعادلی برای ماشین‌های الکتریکی در استاندارد [۵] تعیین شده و اطلاعات کامل‌تری در این زمینه در [۱]، ارائه شده است.

حفاظت در برابر جریان منفی توسط رله جریانی ۴۶ صورت می‌گیرد و کاربرد آن در ماشین‌های الکتریکی می‌باشد. قطع تغذیه یک فاز موتور که تک‌فاز شدن[1] نامیده می‌شود بیشترین اثر نامطلوب بر کار ماشین را دارد و توسط رله ۴۶ تشخیص داده می‌شود.

۷- رله‌های غیر الکتریکی

رله‌هائی که تاکنون مورد بررسی قرار گرفته‌اند از کمیات ورودی الکتریکی استفاده می‌کنند. تجهیزات حفاظتی دیگری با کمیت ورودی غیر الکتریکی وجود دارند که بشرح ذیل می‌باشند:

۷-۱- رله بوخهکتز

کمیت ورودی این رله گاز است و عمدتاً در ترانسفورمر روغنی بکار می‌رود. هر نوع خطای داخلی (اتصال حلقه‌ها، اتصال فاز ـ فاز، اتصال بدنه، صدمه به عایق بین ورقه‌های هسته) سبب افزایش دما (ایجاد نقطه داغ) و نتیجتاً شکست عایقی و تجزیه روغن می‌گردد. گاز آزاد شده از تجزیه روغن از طریق رله بوخهکتز به بالا صعود می‌کند و بسته به شدت فلو، سبب آلارم یا تریپ می‌گردد.

۷-۲- رله فشاری[2]

در صورتیکه فشار و حجم گاز تولید شده در داخل ترانسفورمر ازحد مجازی بیشتر شود، رله فشاری که در سطح فوقانی تانک روغن نصب شده، سریعاً باز شده و فشار را به خارج هدایت می‌کند تا از صدمه بیشتر جلوگیری کند.

1- Single Phasing
2- Pressure Relief Relay

مراجع

۱- کتاب مبانی طراحی الکتریکی، کاوس قصبه ۱۳۸۴
۲- حفاظت الکتریکی نیروگاه گازی، کاوس قصبه، نشریه فنی قدس‌نیرو، شماره ۳۲، زمستان ۱۳۸۸
۳- اضافه ولتاژ در سیستم‌های الکتریکی، کاوس قصبه، نشریه فنی قدس‌نیرو، شماره ۲۲، تابستان ۱۳۸۶
۴- تأثیر مدار مغناطیسی بر کارکرد ترانسفورمر، کاوس قصبه، نشریه فنی قدس‌نیرو، شماره ۳۱، پائیز ۱۳۸۸
۵- استاندارد Electrical Machine, IEC 60634-1, 2004
۶- استاندارد ANSI/IEEE Device Function No. C37.2, 2008

بیوگرافی

آقای کاوس قصبه دارای فوق لیسانس مهندسی برق از آلمان (سال ۱۳۴۵) و دکترای مهندسی برق از انگلستان (سال ۱۳۵۳) می‌باشد. ایشان تا سال ۱۳۶۲ به تدریس در دانشگاه صنعتی شریف پرداخته و ۲۹ سال در شرکت قدس نیرو سابقه کارشناسی و سرپرستی دارد.

زمینه فعالیت آقای قصبه، بطور کلی سیستم‌ها و تجهیزات برق نیروگاه بوده و زمینه تخصصی و علاقمندی ایشان ماشین‌های الکتریکی و ترانسفورمرها می‌باشد.

Email:
kghassabei @ ghods-niroo.com

نگارنده مقاله از همکاری آقای مهندس ایمان طباطبائی سپاسگزاری می‌نماید.

جدول (۱) : لیست رله‌های حفاظتی الکتریکی

کد رله / نام رله	آدرس	توضیح
21 Distance		رله دیستانس: جهت حفاظت از اتصال کوتاه در پست و خطوط کاربرد عمده دارد. در ژنراتورهای نیروگاهی از آن بعنوان حفاظت پشتیبان در برابر اتصال کوتاه در پست استفاده می‌گردد.
24 Over Fluxing (V/HZ)	بند ۱-۵	رله ولت بر هرتز: شار مغناطیسی در هسته ماشین الکتریکی و ترانسفورمر بایستی در محدوده مجازی قرار گیرد. شار نسبت مستقیم با ولتاژ و نسبت عکس با فرکانس دارد و لذا ولت بر هرتز نام دارد. رله 24 این نسبت را تشخیص می‌دهد.
27 Under Voltage	بند ۴-۲	کاهش ولتاژ را تشخیص می‌دهد.
32 Reverse Power	—	رله برگشت وات: این رله توان اکتیو و جهت آنرا می‌بیند و لذا برگشت وات را تعیین می‌کند. ژنراتور سنکرون متصل به شبکه، در صورت بروز اشکال در سیستم محرک (توربین، دیزل) و عدم تولید گشتاور، بصورت موتور عمل نموده و با اخذ توان از شبکه می‌تواند به محرک صدمه وارد کند.
37 Under Current	—	رله جریان کم: از کاهش جریان موتور جهت حفاظت پمپ در برابر گردش خشک، پاره شدن تسمه و ... استفاده می‌شود.
40 Loss of Fied, Loss of Excitation	—	قطع تحریک: حفاظت ماشین الکتریکی در برابر عواقب قطع تحریک را به عهده دارد. ژنراتور سنکرون در صورت قطع تحریک به ژنراتور اندکسیونی تبدیل می‌گردد. در این حالت کار، امپدانس آن متغیر است و لذا از یک رله امپدانس جهت تشخیص خطا استفاده می‌شود.
46 Negative Seq. Current, Phase Balance Current, Reverse Phase Current	بند ۶-۲	نا متعادلی جریان: حفاظت ماشین الکتریکی در برابر عواقب جریان توالی منفی را بعهده دارد.
47 Negative Seq. Voltage, Phase Balance Voltage, Phase Seq. Voltage	بند ۶-۱	نا متعادلی ولتاژ: حفاظت در برابر عواقب نامتعادلی ولتاژ و جابجائی فازها را بعهده دارد.
49 Thermal Relay	بند ۵	رله حرارتی: حفاظت تجهیزات الکتریکی در برابر اضافه‌بار را از طریق حرارت ایجاد شده بعهده دارد.
50, 50N, 50G Instantaneous over Current	بند ۳-۲-۱ بند ۲-۱-۲ بند ۲-۲-۲	رله جریان آنی: حفاظت در برابر اتصال کوتاه و اتصال زمین
50 BF Breaker Failure	—	رله خطایاب بریکر: در صورت صدور فرمان تریپ، اگر بعللی، نظیر خرابی مکانیزم قطع یا قطع بودن مدار تریپ، بریکر قادر به باز شدن نباشد، رله BF ۵۰ فرمان قطع بریکر بالادست را صادر می‌کند.
51, 51N, 51G Inverse Time Over Current	بند ۳-۲-۱ بند ۲-۱-۲ بند ۲-۲-۲	رله جریان زیاد تأخیری: حفاظت در برابر اتصال کوتاه و اتصال زمین
51LR Locked Rotor	—	روتور قفل شده: موتور اندوکسیونی بعد از اعمال ولتاژ ممکن است به عللی نظیر قطع یک فاز، اشکال مکانیکی یا کم بودن دامنه ولتاژ، قادر به استارت نباشد در حالیکه جریان زیادی از آن عبور می‌کند. رله ۵۱LR با سنجش جریان و زمان تداوم آن حفاظت موتور را بعهده دارد.
50/27 Inadvertent Energizing	—	پاراللشدن سهوی: به عللی نظیر وجود اشکال در مدارات کنترل یا وجود جرقه بین دو سر باز کنتاکت‌های بریکر، امکان دارد که قبل از برقراری شرایط سنکرون، اتصال ژنراتور به شبکه برقدار بطور سهوی صورت گیرد. رله‌های ۵۰/۲۷ این شرایط را شناسائی و فرمان قطع بریکر بالادست را صادر می‌کنند.
51V Voltage Restraint Over Current	بند ۳-۲-۴	جریان زیاد با کنترل ولتاژ: جهت حفاظت ژنراتور سنکرون در برابر اتصال کوتاه بکار می‌رود.
59 Over Voltage	بند ۴	اضافه ولتاژ: رله ولتاژی است و افزایش ولتاژ را تشخیص می‌دهد.
59 G Zero Seq, Voltage, Neutral Displacement, Residual Voltage	بند ۲-۱-۲-۲	ولتاژ پس‌ماند: رله ولتاژی است و خطای فاز به زمین در سیستم زمین نه شده را تشخیص می‌دهد.
64 Ground Detector	بند ۲-۱-۲-۵	تشخیص خطای زمین: جهت تشخیص خرابی عایق که به اتصال زمین منجر شود بکار می‌رود. از این کد برای رله‌هائی که در ثانویه CT واقع در سیستم زمین شده قرار دارند استفاده نمی‌شود و از کد ۵۰/۵۱ با حروف N یا G استفاده می‌شود.
64 REF Restricted Earth Fault	بند ۲-۲-۲	حفاظت زمین محدود: یک نوع رله دیفرانسیل است و برای حفاظت از اتصال بدنه در سیم‌پیچ اتصال ستاره ترانسفورمر بکار می‌رود.

ادامه جدول (۱)

کد رله / نام رله	آدرس	توضیح
66 Successive Start	—	استارت مکرر: تعداد استارت پشت سر هم موتور اندوکسیونی محدود است زیرا در هر استارت تنش حرارتی و مکانیکی زیادی وارد می‌شود. رله ۶۶ تعداد استارت‌ها را به حافظه سپرده و در صورت تجاوز از حد مجاز در یک زمان معین، مانع استارت موتور می‌گردد.
67 Directional Over Current	بند ۳-۲-۲	رله جریان زیاد جهت‌یاب: جهت تشخیص خطای اتصال کوتاه در فیدرهای پارالل شده بکار می‌رود.
67G Directional earth Fault	بند ۲-۱-۲-۳	خطای زمین جهت‌یاب: تشخیص خطای زمین همراه با جهت آن توسط رله ۶۷G صورت می‌گیرد.
78PS Pole Slip, Out of Step	—	رله لغزش قطب: کار پایدار ماشین سنکرون، در شرایط سنکرون یعنی برابر و هم جهت بودن سرعت میدان مغناطیسی دوار استاتور (سرعت سنکرون) با سرعت مکانیکی روتور میسر است. در شرایط گذرا، روتور از سرعت سنکرون خارج می‌شود، مثلاً بعلت قطع یا تغییر ناگهانی بار. در این شرایط روتور حول سرعت سنکرون نوسان (Swing) خواهدداشت که نتیجه آن نوسان کمیات گشتاور، قدرت، جریان و ضریب قدرت می‌باشد. در صورت عدم میرا شدن نوسان، ماشین از کار می‌افتد. برای حفاظت از لغزش قطب، از رله امپدانس ۷۸ PS استفاده می‌شود.
81 Frequency	—	رله فرکانسی: جهت تشخیص افزایش / کاهش فرکانس بکار می‌رود.

افزایش ظرفیت انتقال جریان کابل های خطوط انتقال نیروی زمینی از طریق اتصالات شیلد کابل‌ها

کیوان کنعانی

سرپرست پروژه‌های خطوط -SBU خط

کلید واژه: خطوط انتقال نیروی زمینی، کابل، ظرفیت انتقال جریان، اتصال شیلد، ولتاژ القایی

چکیده

افزایش ظرفیت انتقال جریان و کاهش تلفات انتقالی از جمله مواردی است که همواره در خطوط انتقال نیرو مورد توجه قرار گرفته است. در خطوط انتقال نیروی زیر زمینی با ولتاژهای بالاو متوسط نیز این امر از پارامترهای مهم طراحی و بهره‌برداری از کابل‌ها بوده است. یکی از مهمترین پارامترها در تلفات کابل های تک هسته‌ای درخطوط انتقال نیرو، تلفات درشیلد می‌باشد. در حقیقت پس ازمقاومت حرارتی و ظرفیت مبادله حرارت کابل با محیط، تلفات در شیلد و چگونگی اتصالات شیلد بیشترین اثر در افزایش یا کاهش ظرفیت انتقال جریان کابل را خواهد داشت.

اگرچه کاربرد این روش ها و اتصالات شیلد (به یکدیگر و یا زمین) در خطوط انتقال نیروی زیرزمینی باولتاژ های بالا و متوسط بخصوص درطول‌های زیاد در بسیاری از کشورها به عنوان استاندارد پذیرفته شده است، در ایران سابقه کاربرد چندان طولانی نداشته و در بسیاری موارد به درستی اجرا نمی گردد. به همین جهت در این گفتار ضمن معرفی روش های مختلف کاربردی اتصالات شیلد کابل‌ها در خطوط انتقال و مقایسهٔ مختصر آنها با یکدیگر، به نحوه انتخاب و کاربرد هریک اشاره خواهد شد.

۱- مقدمه

تلفات در کابل های تک هسته‌ای[1] به عوامل مختلفی بستگی دارد و با افزایش طول مسیر درخطوط انتقال نیروی زیرزمینی با ولتاژهای بالا و متوسط این تلفات به شدت افزایش می‌یابند و سبب افزایش هزینه‌ها و کاهش ظرفیت انتقال جریان کابل می‌گردند.

یکی از مهمترین پارامترها در تلفات کابلهای تک هسته‌ای تلفات در شیلد[2] کابل می باشد. در حقیقت پس از مقاومت حرارتی و ظرفیت مبادله حرارت کابل ها با محیط، چگونگی اتصالات شیلدها (به یکدیگر و یا زمین) و تلفات شیلد بیشترین اثر در افزایش یا کاهش ظرفیت انتقال جریان[3] کابل را خواهد داشت. از اینرو پس از بررسی مختصر تلفات شیلد و اثرات آن بر ظرفیت انتقال جریان کابل روش‌هایی جهت کاهش این تلفات و نیز افزایش ظرفیت انتقال جریان کابل‌ها ارائه شده و با مقایسه آنها با یکدیگر، به اختصار به نحوه انتخاب هر یک از این روش‌ها اشاره می‌گردد.

۲- تلفات در شیلد

تلفات در شیلد کابل ها عمدتا" ناشی از دو عامل زیر می‌باشد.

۱. جریان های گردابی[4]

۲ .جریان های القایی در شیلد[5]

تلفات جریان‌های گردابی در سطح پوشش فلزی نزدیک به هادی رخ می‌دهد و با توجه به مشخصات کابل های فشار قوی چندان قابل ملاحظه نخواهد بود.

تلفات جریان‌های القایی، ناشی از القاء ولتاژ در شیلد خواهد بود به این ترتیب که با عبور جریان متناوب از هادی کابل، میدان مغناطیسی متغیری در اطراف آن ایجاد می‌گردد که نتیجه آن القاء ولتاژ در امتداد شیلد و پوشش فلزی کابل خواهد بود.

1- Single-Core cable
2- Sheath losses
3- Ampacity(Current Carrying Capacity)
4- Eddy current
5- Induced sheath currents

مقدار این ولتاژ بستگی به جریان هادی، اندوکتانس متقابل هادی و شیلد، طول کابل و فاصله بین کابل‌های مجاور و ... دارد و بین ۵۰ تا ۱۵۰ ولت بر کیلومتر (V/Km) به ازاء هر کیلو آمپر جریان عبوری از هادی می‌باشد که می تواند باعث تخریب پوشش خارجی روی شیلد و عایق کابل گردد.

مقدار تقریبی ولتاژ القایی[1] در شیلد با رابطه زیر قابل محاسبه خواهد بود.

$$V = X.I$$
$$X = \omega M$$
$$\omega = 2\pi f$$
$$M = 2\times10^{-7} Ln\frac{a}{r}$$

V ولتاژ القایی در شیلد (V)

X راکتانس متقابل هادی / شیلد(Ω/m)

a فاصله بین مرکز دو کابل (دو فاز)(m)

r شعاع متوسط شیلد (m)

به منظور کاهش تلفات و آسیب دیدگی عایق کابل و محدود کردن ولتاژ القایی در شیلد می توان از آرایش مثلثی[2] کابل‌ها استفاده نمود. به این ترتیب ولتاژ القایی در شیلد کاهش خواهد یافت ولی در مقابل با کاهش فاصله بین کابل‌ها و کاهش سطح موثر تماس با محیط جهت تبادل حرارت و افزایش دمای محیط اطراف کابل تبادل حرارتی به سختی انجام شده و دمای کابل‌ها افزایش می‌یابد (در کابلهای دفنی این پدیده باعث کاهش رطوبت خاک اطراف کابل‌ها و در نتیجه افزایش مقاومت حرارتی خاک می‌گردد) که خود منجر به کاهش ظرفیت انتقال جریان کابل خواهد شد.

از اینرو در ولتاژهای بالا از آرایش مسطح[3] فازها استفآاده می شود و برای کاهش ولتاژ القایی در شیلد، شیلدها به یکدیگر و یا زمین متصل خواهند شد.

راهکارهای متعددی برای اتصال شیلدها (به یکدیگر و یا زمین) می‌توان بکار برد که مهمترین آنها عبارتند از:

۱. سیستم اتصال یکپارچه کابل‌ها[4]

۲. سیستم‌های ویژه اتصال[5]

که هر یک به تفصیل شرح داده خواهندشد.

۳- سیستم اتصال یکپارچه

در این روش هر دو سر شیلد از طریق سر کابل‌ها و در دو انتهای خط زمین شده و در محل مفصل‌ها، به طور پیوسته (یکپارچه) به یکدیگر متصل می‌شوند به این ترتیب یک حلقه بسته جهت عبور جریان از شیلد ساخته می شود و سطح ولتاژ در شیلد کاهش داده خواهد شد.

با اتصال دو سر شیلدکابل به زمین و تشکیل حلقه بسته جهت عبور جریان، جریان گردشی از شیلد عبور خواهد نمود. عمده‌ترین اشکال این روش اتصال شیلد کابل‌ها این است که عبور جریان گردشی از شیلد باعث افزایش حرارت کابل و ایجاد تلفات خواهد شد.

در این حالت در صورتی که مقاومت واحد طول شیلد کابل مشخص باشد جریان عبوری از شیلد به کمک رابطه (۵) قابل محاسبه خواهد بود:

$$I_M = \frac{U_i}{Z_M}$$
$$Z_M = \sqrt{R_M^2 + X_M^2}$$
$$X_M = \omega \times .2Ln\frac{2S_x \times 10^{-3}}{d_M}$$

X_M راکتانس متقابل شیلد (Ω /Km)

S_X فاصله بین محور کابل ها (mm)

d_M قطر متوسط شیلد (mm)

Ui ولتاژ القایی در شیلد (Kv)

Z_M امپدانس شیلد (Ω/km)

I_M جریان (KA)

عبور جریان گردشی از شیلدکابل با تلفاتی همراه خواهد بود که این تلفات بطور قابل ملاحظه‌ای بر ظرفیت انتقال جریان کابل تاثیر خواهد گذاشت. این سیستم بیشتر در مدارهای با ولتاژهای تا ۶۳ کیلوولت کاربرد دارد جهت کاهش و یا حذف جریان گردشی و قطعاً کاهش تلفات کابل و افزایش ظرفیت انتقالی کابلها بخصوص در ولتاژهای بالا از سیستم‌های ویژه اتصال شیلدها استفاده می‌شود.

1- Induced voltage
2- Trifoil formation
3- Flat formation
4- Solidly Bonded Systems
5- Specially Bonded Systems

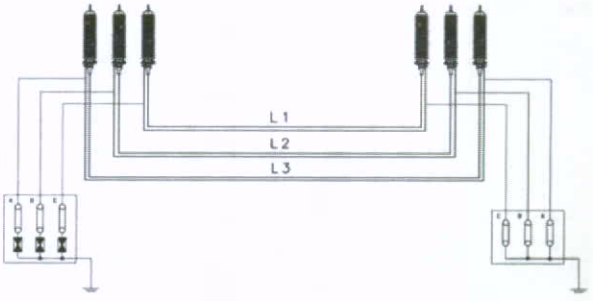
۴- سیستم‌های ویژه اتصال

همانطور که اشاره شد جهت حذف و یا کاهش جریان گردشی در شیلد از سیستم های ویژه اتصال شیلد کابل‌ها استفاده می‌شود. این نوع اتصال شیلد ها را می توان به سه روش اصلی اتصال یکطرفه[1] ، اتصال متقاطع یا ضربدری[2] و جابجایی دوره‌ای کابل‌ها[3] طبقه‌بندی نمود. که هر یک با توجه به شرایط پروژه، مشخصات کابل، طول مسیر و تعداد مفصل‌های مورد استفاده، چگونگی آرایش کابل‌ها و قرارگیری آنها در کنار هم، فاصله کابلها از هم و ... کاربرد پیدا کرده و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۵- سیستم اتصال یکطرفه

این سیستم در خطوط انتقال نیرو با ولتاژهای بالا یا متوسط و طول کم و متوسط (ترجیحا" بدون مفصل در طول کابل و یا طول یک قرقره کابل) کاربرد دارد. در این روش شیلد کابل از یک طرف در انتها و محل سرکابل زمین می شود و انتهای دیگر کابل ایزوله شده و یا از طریق SVL [4] زمین خواهد شد. به این روش گاهی اتصال زمین انتهایی نیز گفته می‌شود.

شمای کلی این سیستم در شکل(۱) نشان داده شده است.



شکل (۱) : (سیستم اتصال یکطرفه)

به این ترتیب ضمن کاهش ولتاژ القایی مانع عبور جریان گردشی در شیلد شده و تلفات شیلد کابل کاهش خواهد یافت. خاطرنشان می‌سازد این روش فقط در طول های کم و متوسط که کاربرد سیستم‌های دیگر از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نباشد قابل اجرا است . ماکزیمم افزایش پیشنهادی طول کابل در این سیستم به اندازه طول دو قرقره کابل می باشد به نحوی که فقط یک مفصل در طول خط انتقال نیرو قرارگیرد، در این حالت می توان با توجه به شرایط پروژه و مشخصه‌های خط انتقال به خصوص طول قرقره‌ها، اتصال به زمین را در نقطه وسط کابل و مفصل انجام داد و دو انتهای کابل را عایق نموده و یا از طریق SVL به زمین متصل کرد.

در این حالت به این سیستم، گاهی سیستم اتصال میانی[5] نیز گفته می‌شود.

وجود یک هادی به عنوان سیم زمین در طول مسیر کابل‌ها و جابجایی آن در نقطه وسط مسیر می‌تواند سبب یکنواختی ولتاژ القایی و کاهش آن در طول مسیر گردد.

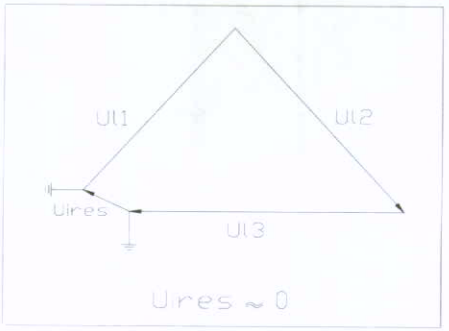
۶-اتصال متقاطع یا ضربدری

این روش در خطوط انتقال نیرو با طول‌های زیاد بکار برده می‌شود. این سیستم شامل تقسیم نمودن شیلد کابل‌ها به بخش‌های اصلی[6] و بخش‌های فرعی[7] و اتصال متقاطع و یا ضربدری آنها به یکدیگر (و یا زمین) و در نتیجه خنثی نمودن و حذف تقریبی ولتاژ القایی در طول کابل می‌باشد، به این ترتیب با حذف ولتاژ القایی و افزایش فاصله بین کابل‌ها، تبادل حرارتی نیز بهبود یافته و ظرفیت انتقال جریان خط انتقال نیرو افزایش می‌یابد بعلاوه به دلیل عدم وجود جریان گردشی در شیلد کابل، تلفات در شیلد کاهش خواهد یافت.

در آرایش مثلثی کابلها (در صورت اجرای صحیح چیدمان کابل‌ها و رعایت فواصل بین آنها)، ولتاژ القایی در هر یک از سه فاز از نظر مقدار با هم برابر بوده و فقط با هم اختلاف فاز ۱۲۰ درجه خواهند داشت از اینرو با اتصال شیلدها بصورت ضربدری و جابجایی آنها جمع‌برداری ولتاژهای القایی برابر صفر خواهد شد در حالیکه در آرایش مسطح، ولتاژ القایی در کابل وسط بیشتر از ولتاژ

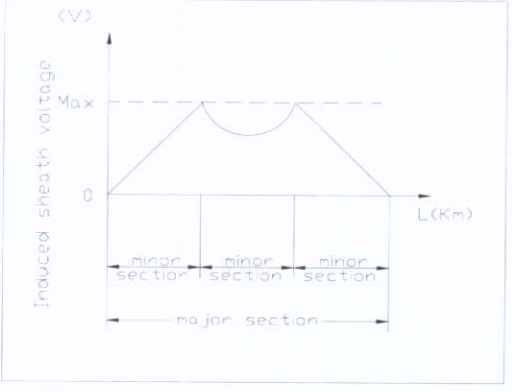
1-Singl point bobded system
2- Corss bonded system
3- cyclic transposition of cables system
4- Sheath Voltage Limiter
مقاومت‌غیرخطی‌است که درولتاژپایین وحالت پایدار دارای مقاومت بالابوده وعملاً مشخصه مداربازرادارد درحالیکه درولتاژهای بالا وشرایط گذرا مقاومت پایین بوده و بصورت اتصال کوتاه عمل کرده سبب عبور جریان‌های گذرا و در نتیجه محدود کردن و کاهش ولتاژ شیلددرشرایط گذرا خواهد شد.
5-Mid point bonded system
6-Major sections
7-Minor sections

القـایی در کابلهـای اطـراف خواهـد بـود. از اینـرو در ایـن سیستم کابلها در محل مفصل ها جابجا شده و شیلدها نیـز بصورت ضربدری و در خلاف جهت جابجایی فازهـا، جابجـا شده و به هم متصل می‌گردند. در ایـن حالـت هـر یـک از مدارهای ولتاژ القایی شامل یک بخش از هر فاز مـی شـود، به این ترتیب ولتاژ القایی در شـیلد در سـه بخـش متـوالی مجددا" برابر صفر (و یـا بسـیار نـاچیز) خواهـد بـود. بـردار ولتاژهای القایی در سه بخش فرعی متوالی یـک فـاز (یـک بخش اصلی) در شکل (۲) نشـان داده شـده اسـت.



شکل (۲)

Uires جمع برداری ولتاژهای القایی در سه بخش متوالـی U_{L1} $U_{L2}$$U_{L3}$، ولتاژهای القایی‌درهریک ازبخش‌های فرعی در این صورت نمودار ولتاژ شیلددر سه بخش فرعی متوالی (یک سکشن) بصورت نمودار شکل(۳) خواهد بود.



Variation of sheath voltage to earth on a Cross- bonded system

شکل (۳): نمودار ولتاژ القایی درهر یک از بخش‌های شیلددر اتصال متقاطع

همانطور که مشاهده می‌شود ماکزیمم مقدار ولتـاژ، در هـر یک از بخش های فرعی ظاهر خواهـد شـد (کـه مقـدار آن متناسب با ولتاژ نامی خط و جریان عبوری، چیدمان کابل‌ها و مشخصه های اجرایی پروژه می باشد) ولی مجمـوع ولتـاژ القایی در سه بخش فرعی متوالی (یک بخش اصـلی) برابـر صفر خواهد بود.

اجرای سیستم های ویژه اتصال شیلدها به خصوص سیستم اتصال ضربدری یا متقاطع نیاز به تجهیزات و لـوازم جـانبی خاصی جهت اتصـــالات شیـــــــلدها دارد از جمله ایـن تجهیـــــزات می توان بـه Link ، SVL، Grounding Box Box،کابل‌هـای ویـژه[1] بـرای خـروج شـیلدها از مفصـل و مفصل های ویژه با قابلیت خروج شیلد از آنها را نام برد کـه هر یک از اجزاء و تجهیزات فوق بـا توجـه بـه ولتـاژ خـط، طول خـط، تعـداد مفصـل هـا، نحـوه چیـدمان کابـل هـا، مشخصه های کابل، شرایط گذرای سیستم و ...، متناسـب با مشخصات رله‌ها و شبکه طراحی می‌گردند.

اجرای این سیستم به دو روش امـکان پذیـراست:

۱- اتصال ضربدری پیوسته[2]
۲- اتصال ضربدری چند بخشی[3]

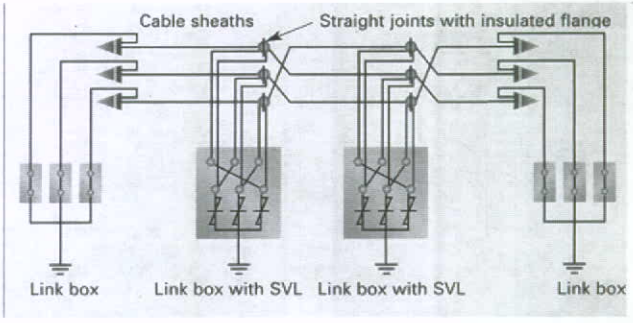
۷-اتصال ضربدری پیوسته

در این سیستم طول کابل ها به سه بخش تقریبا" مسـاوی تقسیم می شوند و دردو نقطه میانی شیلدها جابه‌جا شده و با اســـتفاده از Link box بـه صـورت ضـربدری بـه هـم متصل شده از طریق SVL ارتبـاط بـا زمـین نیـز بـر قـرار می‌گردد.

در دو انتها در محل سر کابلهـا، شـیلدها مسـتقیما" زمـین خواهنـد شـد حـداکثرطول پیشـنهادی بـرای هـر یـک از بخش‌ها برابر طول دو قرقره کابل می باشد ، به این ترتیـب در هر بخـــش حداکثر یک مفصـل وجـود خواهـد داشـت دراین حالت ارتباط شیلد ها در مفصل های میانی بصـورت یکپارچـه و پیوسـته بـوده و شـیلدها مسـتقیما" در داخـل مفصل به هم وصل خواهند شد.

در طول‌های بیشتر و با افزایش تعداد مفصـل‌هـا، جابجـایی شیلدها در تمام مفصل ها انجام می شود در این صورت در تعیین مشخصـات لینـک بـاکس‌هـا،SVL هـا و کابـل‌هـای ارتباطی شیلدها باید این افزایش طـول در نـــظر گرفتـه شود به این ترتیب مشخصات ولتـاژی SVL و نیـز سـطح مقطع کابـل های ارتبـاطی افزایـــش یافته و در نتیجه قیمت تجهیزات جانـبی نیز افـزایش چشـمگیری خواهنـد داشت .

در شکل (۴)دیاگرام این سیستم نشان داده شده است .



شکل (۴): سیستم اتصال ضربدری پیوسته
(Continuous cross bonding)

۸- اتصالات ضربدری چند بخشی

این روش در واقع ترکیب دو یا چند بخش از روش قبلی (سیستم اتصال ضربدری پیوسته) می باشد . در این روش طول خط انتقال به دو یا چند بخش اصلی(سکشن) تقسیم می‌گردد و هر یک از بخش های اصلی نیزبه تعدادی بخش‌های فرعی قسمت می شوند.این تقسیم بندی معمولا" به گونه‌ای است که هر یک از بخش های اصلی شامل سه بخش فرعی مساوی با طول یک قرقره کابل بوده که دارای مفصل نیست .

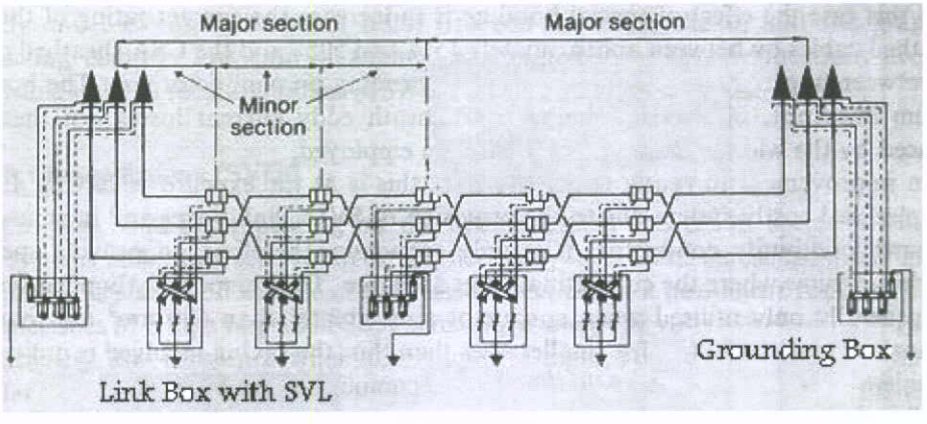
در محل اتصال هر یک از بخشهای اصلی و در دو انتهای خط، شیلد کابلها مستقیما" به زمین متصل خواهند شد .

برتری این سیستم نسبت به روش قبلی (اتصال ضربدری پیوسته) این است که علاوه بر کاهش تلفات و افزایش ظرفیت انتقال جریان خط ، تجهیزات جانبی نظیر Link Box , SVL کابلهای ارتباطی و . . . دارای سطوح ولتاژپایین‌تری خواهند بود و هزینه های تجهیزات جانبی کاهش خواهد یافت . اجرای این سیستم در طول‌های زیاد و ولتاژهای بالا کاربرد داشته و مقرون به صرفه‌خواهد بود.

شکل (۵) چگونگی اتصالات در این سیستم را نشان میدهد.

۹-سیستم جابجایی دوره‌ای کابلها

در این سیستم طول کلی خط انتقال به سه بخش تقریبا" مساوی تقسیم می‌گردد در دو انتهای خط انتقال، شیلدها به زمین متصل شده و در نقاط میانی فقط کابل‌ها جابجا می‌گردند و اتصال شیلدها بصورت یکپارچه انجام شده و در آن جابجایی صورت نخواهد گرفت.



شکل (۵): اتصالات ضربدری چند بخشی (Swctionalized cross bonding)

به این ترتیب با جابجایی کابل ها ، جمع‌برداری ولتاژهای القایی در شیلدها در سه بخش متوالی کاهش یافته و بسیار کم خواهد شد.

با این حال به دلیل وجود مدار بسته در شیلد کابل‌ها و وجود ولتاژ القایی (هر چند بسیار کم) ، جریان گردشی در شیلد جاری خواهد شد این جریان گردشی نسبت به حالت اتصال یکپارچه کمتر بوده و کاهش چشمگیری دارد از این رو تلفات نیز به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد. این سیستم در ولتاژهای متوسط و با طول متوسط که کاربرد سیستم‌های دیگر از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نباشد و یا به دلایلی (از جمله عوامل اجرایی) امکان فراهم نمودن و یا نصب تجهیزات و لوازم جانبی میسر نگردد بکار برده می‌شود کاهش هزینه‌ها و عدم نیاز به تجهیزات خاص و ویژه و در عین حال کاهش تلفات از مزایای عمده این سیستم می‌باشد.

۱۰- مقایسه سیستم های اتصال زمین

هر یک از سیستم‌های ویژه اتصالات شیلد ها مزایا و معایب خاص خود را دارند در مجموع می توان فواید و معایب استفاده از سیستم‌های ویژه اتصال زمین در مقایسه با سیستم اتصال یکپارچه را به شرح ذیل برشمرد:

۱۰-۱- مزایا

۱- در هریک از روش های مذکور متناسب با نحوه کاربرد سیستم ، تلفات شیلد کاهش یافته و در نتیجه نیاز به تأمین نیروی کمتری توسط سیستم خواهد بود بنابراین راندمان خط انتقال افزایش خواهد یافت.

۲- حرارت کابل ها ناشی از تلفات شیلد کاهش یافته و ظرفیت انتقال جریان کابل‌ها افزایش می‌یابد و از اینرو در بسیاری موارد می‌توان از هادی با سطح مقطع کوچکتر استفاده نمود و یا جریان بیشتری از هادی با سطح مقطع ثابت عبور داد.

۳- در آرایش مسطح با توجه به حذف ولتاژهای القایی، امکان افزایش فاصله بین کابل های یک مدار فراهم شده و به این ترتیب تبادل حرارتی کابل ها افزایش یافته و متقابلاً دمای کابل ها کمتر خواهدشد. بعبارت دیگر ضمن کاهش تلفات در کابل ظرفیت انتقال کابل‌ها افزایش می‌یابد در حالیکه در سیستم اتصال یکپارچه فواید حاصل از بهبود تبادل حرارتی با کمک افزایش فاصله بین کابل‌ها و نصب آنها در فضای عریض با افزایش جریان گردشی شیلد (افزایش ولتاژ القایی) و در نتیجه ازدیاد تلفات ناشی از جریان گردشی خنثی خواهد شد و حتی در برخی موارد نتیجه معکوس خواهد داد.

۴- کاهش سطح مقطع هادی و بالطبع کاهش سطح مقطع کابل سبب کاهش هزینه‌ها خواهد گردید.

۵- به دلیل کاهش ولتاژ القایی و نیز حذف جریان گردشی شیلد و به تبع آن کاهش دمای کابل ها طول عمر کابل‌ها افزایش خواهد یافت.

۶- به دلیل افزایش ظرفیت انتقال جریان کابل‌ها، هزینه‌های بهره‌برداری ، نگهداری و تعمیرات در شرایط یکسان جریان و بار کاهش خواهد یافت.

۷- پایداری خطوط انتقال نیرو و ضریب اطمینان آن افزایش خواهد یافت.

۱۰-۲- معایب

۱- بخشهای مختلف کابل ها و مفصل ها باید مجهز به سیستم عایق‌بندی بوده و شیلد قطعات از هم ایزوله گردند.

۲-جهت اجرای این سیستم ها تجهیزات و لوازم جانبی خاصی از جمله Grounding Box, Link Box , SVL کابل های ویژه و نیز مفصل‌های خاص با قابلیت خروج شیلد مورد نیاز است.
که این امر تا حدی باعث پیچیدگی سیستم شده و مستلزم انجام محاسبات دقیق براساس شرایط پروژه بوده و زمان طراحی سیستم و نیز هزینه‌های اولیه احداث خط انتقال را افزایش خواهد داد.

۳-کاهش سطح مقطع هادی در برخی موارد سبب افزایش تلفات در هادی خواهد شد.

۱۱- نحوه انتخاب سیستم اتصال زمین

همانطور که اشاره شد هریک از روش های اتصالات شیلد کابل ها (به یکدیگر و یا زمین) به عنوان سیستم اتصال

زمین خط انتقال نیرو دارای مزایا و معایب خاص می‌باشد و انتخاب سیستم اتصال زمین مناسب ، نقش بسزایی در کاهش تلفات، افزایش ظرفیت انتقال جریان، سهولت بهره برداری ، کاهش ینه های نگهداری و بهره برداری و همچنین افزایش طول عمر کابل ها دارد.

ازاینرو انتخاب سیستم اتصال زمینی که علاوه بر جنبه‌های فنی به لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشد، مستلزم در نظر گرفتن کلیه جنبه های فنی و اجرایی پروژه و محاسبه دقیق ولتاژهای القایی و جریان های عبوری در شرایط مختلف بهره برداری از خط انتقال، براساس شرایط پروژه و همچنین انجام برآوردهای مالی و تعیین هزینه‌های احداث خط (با در نظر گرفتن هزینه تجهیزات جانبی و تغییرات مورد نیاز در کابل ها، سرکابل‌ها، مفصلها و...) و هزینه‌های تلفات و نگهداری در طول مدت بهره برداری از خط می باشد.

به این منظور اندازه گیری و تعیین دقیق مشخصه ها و شرایط پروژه از جمله نحوه اجرای خط انتقال کابلی و شرایط نصب (دفنی،کانالی و . . .)، مشخصه های محیطی (دما، رطوبت، جنس خاک و لایه‌های پرکننده و . . .)، نحوه چیدمان کابل ها، ولتاژ بهره برداری، سطح ولتاژ اتصال کوتاه، چگونگی بهره برداری و جریان‌های عبوری از خط (جریان های عادی و گذرا)و. . . به عنوان داده‌های اولیه، قبل از انجام محاسبات و طراحی های پروژه و در نهایت انجام محاسبات و طراحی براساس شرایط و مشخصه‌های پروژه و برآورد مالی و تعیین هزینه‌های اجرا و احداث خط و همچنین بهره‌برداری جهت تعیین نوع سیستم اتصال زمین بسیار ضروری بوده و از اهمیت بسزایی برخوردار است.

از جمله دیگر پارامترهای مؤثر در نحوه اجرای سیستم اتصال زمین، مشخصات فنی و ابعادی کابل‌ها می باشد و در نظر گرفتن مشخصه‌های لایه های مختلف کابل از نظر الکتریکی و ابعادی بسیار ضروری است .

لازم به ذکر است که در بسیاری موارد با توجه به مشخصه‌ها و پارامترهای خط انتقال به خصوص در سطوح ولتاژی متوسط و فوق توزیع(به ویژه خطوط ۶۳ کیلوولت) اجرای سیستم های مذکور تاثیر چندانی درافزایش کارایی خط نداشته و فقط باعث افزایش هزینه های اولیه و مشکلات اجرا و بهره‌برداری خواهد شد. از اینرو اجرای سیستم‌های ویژه اتصالات شیلد ها در تمامی شرایط ضروری نیست.

پس از انتخاب نحوه اجرای سیستم اتصال زمین پروژه، بررسی عملکرد خط در شرایط مختلف بهره برداری به منظور بهینه‌سازی مشخصه‌های تجهیزات جانبی به خصوص کابل‌ها و همچنین مشخصه‌های اجرایی ، نقش بسزایی در کاهش هزینه های تمام شده پروژه دارد.

عدم رعایت موارد فوق و جنبه های فنی و اجرایی در انتخاب سیستم اتصال زمین، علاوه بر تحمیل هزینه های اضافی به پروژه ، پیچیدگی عملیات اجرایی و طولانی شدن زمان اجرای پروژه ، سبب بروزمشکلات و معضلات عدیده در زمان بهره برداری و نگهداری از خط انتقال شده و در بسیاری موارد باعث بروزخطا و قطعی‌های مکرر در سیستم خواهد شد.

۱۲- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در مجموع با توجه به مزایا و قابلیت های سیستم‌های ویژه اتصال زمین و کاهش چشمگیر تلفات و افزایش ظرفیت انتقال جریان، اجرای این سیستم‌ها به خصوص در خطوط انتقال نیروی‌زمینی با ولتاژهای بالا و متوسط با طول‌های زیاد پیشنهاد می‌گردد.

نکته مهم در انتخاب هر یک از روش‌های اتصالات شیلد کابل‌ها ، درنظرگرفتن جنبه‌های فنی، اجرایی و اقتصادی و تعیین مشخصات و پارامترهای تجهیزات جانبی بکار برده شده براساس نتایج محاسبات و طراحی های منتج از داده های اولیه و شرایط پروژه می باشد.

در بسیاری از موارد عدم اجرای صحیح، اجرای ناقص سیستم اتصال زمین و یا انتخاب سیستم ناکارآمد و نامناسب با شرایط پروژه نه تنها در بهبود راندمان و بهره‌برداری از خط تاثیر ندارد، بلکه سبب تحمیل هزینه‌های اضافی به پروژه، سختی عملیات اجرایی و از همه مهمتر کاهش راندمان و ضریب اطمینان خط انتقال، بروز خطاهای مکرر و قطعی خط و در نتیجه آسیب دیدگی و کاهش عمر مفید کابل‌ها می‌گردد.

بیوگرافی

آقای کیوان کنعانی دارای مدرک لیسانس مهندسی برق از دانشگاه سراسری مازندران بوده و ۱۱ سال سابقه کار دارد که تماماً در قدس نیرو می‌باشد. زمینه علاقمندی ایشان طراحی خطوط کابلی می‌باشد.

Email: *Kkanani @ ghods-niroo.com*

مروری بر مدل‌های بلوغ مدیریت فرایندهای کسب و کار و معرفی مدل فیشر[1]

راحله نعمتی

کارشناس برنامه‌ریزی و کنترل پروژه - SBU آب

کلمات کلیدی : فرایندهای کسب و کار، فرایند محوری، بلوغ، مدیریت فرایندهای کسب و کار، مدل‌های بلوغ مدیریت فرایندهای کسب و کار

چکیده

مدیریت فرایندهای کسب و کار یک فعالیت مدیریتی پیچیده می‌باشد که بیشتر سازمان‌ها اجرای آن و پیشرفت به سطح بالاتری از بلوغ را بسیار مشکل می‌دانند. در این راستا مدل‌های بلوغ مدیریت فرایندهای کسب و کار به عنوان ابزاری هستند که به سازمان‌ها کمک می‌کنند تا در اجرای مدیریت فرایندهای کسب و کار موفق باشند و به تبع آن به منافع بالاتری از عملکرد تجاری و عملیاتی دست پیدا نمایند. بنابراین در این مقاله تعاریف، مفاهیم، تاریخچه و انواع مدل‌های موجود بلوغ مدیریت فرایندهای کسب و کار معرفی شده و در ادامه مدل فیشر توضیح داده شده است.

۱- مقدمه

تحقیقاتی که در زمینه مدیریت فرایندهای کسب و کار انجام شده است نشان می‌دهد که ۹۷ درصد از سازمان‌های اروپایی مدیریت فرایندهای کسب و کار را برای سازمان مهم می‌دانند و تنها ۳ درصد به فعالیت‌های مدیریت فرایندها اشاره نکرده‌اند. علیرغم اهمیت مدیریت فرایندهای کسب و کار که توسط سازمان‌ها به آن اشاره شده است ۷۳ درصد سازمان‌ها در مراحل اولیه بلوغ می‌باشند.

تحقیق دیگری که توسط مدیران گارتنر[2] انجام شده نشان می‌دهد که موضوع مهم در سال ۲۰۰۵ برای مدیران، مدیریت فرایندهای کسب‌وکار بوده است. متخصصان مدیریت فرایندهای کسب‌وکار معتقدندکه پیچیدگی مدیریت فرایندهای کسب‌وکار ممکن است سبب شودکه سازمان‌ها نتوانند به منافع سودمند آن دست پیدا نمایند [2] .

بنابراین باید از ابزارهایی استفاده شود تا به سازمان‌ها کمک کند تا در مدیریت فرایندهای کسب وکار موفق باشند. یکی از این ابزارها مدل‌های بلوغ مدیریت فرایندهای کسب و کار می‌باشند که در این مقاله این موضوع مورد بررسی قرار گرفته و مدل پیشنهادی تحت عنوان "مدل بلوغ فرایند و سازمان توسعه یافته" ارائه گردیده است.

۲- تعریف بلوغ

مفهوم بلوغ در رویکردهای مدیریتی به عنوان راهی برای ارزیابی «وضعیت کامل‌بودن، بی‌نقص‌بودن یا آماده‌بودن» و «تکامل، تکمیل رشد و توسعه» پیشنهاد شده است (Oxford University Press 2004). بلوغ به عنوان شاخص اندازه‌گیری توانایی سازمان با استفاده از قواعد مشخص از زمانی که CMM [3] توسط موسسه مهندسی نرم‌افزار در دانشگاه کارنگ مل[4] به منظور ارزیابی فرایند توسعه نرم‌افزار پیشنهاد گردید عمومیت یافت [8].

۳- تعریف مدل‌های بلوغ

مدل‌های بلوغ به عنوان مبنای ارزیابی و مقایسه‌ای برای بهبود مورد استفاده قرار می‌گیرند [1,5] و رویکرد مناسبی را برای افزایش قابلیت‌ها در سازمان‌ها ارائه می‌دهند. مدل‌های بلوغ به منظور ارزیابی بلوغ (یعنی رقابت، قابلیت، سطح مهارت) بخش‌هایی از سازمان و براساس تعدادی معیار مفهومی طراحی شده‌اند. به طور کلی مدل‌های بلوغ به سه منظور به کار گرفته می‌شوند:

1- Fisher
2- Gartner
3- Capability Maturity Model
4- Carnegie Mell

- ابزار توصیفی که ارزیابی "وضعیت موجود" از نقاط قوت و ضعف را امکانپذیر می‌نماید.
- ابزار تجویزی که توسعه راه نقشه بهبود را امکانپذیر می‌نماید.
- ابزار مقایسه‌ای که الگوبرداری از استانداردهای صنعت و سایر سازمان‌ها را امکانپذیر می‌نماید.[2]

۴- تعریف مدیریت فرایندهای کسب و کار

مدیریت فرایندهای کسب و کار(BPM) مانند سایر مخففهای سه‌حرفی در سال‌های اخیر مثل CRM وERP دچار ابهام در معانی و مفهوم می‌باشد. اخیراً حرکت‌هایی به سمت توافق در زمینه مفهوم مدیریت فرایندهای کسب و کار به عنوان مدیریت نمودن فرایندهای کسب و کار دیده میشود. پل هارمن[1] در مجله «روند فرایندهای کسب و کار[2]» مطرح کرده است که «مدیریت فرایندهای کسب و کار به عنوان یک اصل مدیریت، بر بهبود عملکرد سازمان از طریق مدیریت نمودن فرایندهای کسب و کار تاکید دارد».

با در نظر گرفتن این نکته، تعریفی که از مدیریت فرایندهای کسب و کار و همچنین فرایند ارائه می‌شود و در این مقاله مورد تأکید است به شرح ذیل می‌باشد:

مدیریت فرایندهای کسب و کار: «رسیدن به اهداف سازمان از طریق بهبود، مدیریت و کنترل فرایندهای کلیدی کسب و کار.»[2]

فرایند: «یک‌سری فعالیت‌های به هم مرتبط که برای رسیدن به هدفی خاص انجام می‌شوند. فرایند را می‌توان یک زنجیره ارزش دانست که هر مرحله ارزشی به مرحله قبل می‌افزاید. بنابراین فرایندهای کسب و کار عبارتند از فعالیت‌های اساسی در سازمان که محدود به مرزهای وظیفه‌ای نیستند و منابع انسانی، مهارت‌های مدیریتی و تکنولوژی را به منظور تمرکز سازمان بر استراتژی ایجاد ارزش برای ذینفعان و بخصوص مشتریان به هم مرتبط می‌کند[۴].

۵- تعریف مدل‌های بلوغ مدیریت فرایندهای کسب و کار

همانطور که فیلکروسبی (Phicrosby) در سال ۱۹۷۹ در کتاب خود برای اولین بار مطرح کرد که «کیفیت رایگان است»، استفاده مدرن از مدل‌های بلوغ با ابتکار واتس هامفری[3] شروع شد که بر اساس ایده‌ای بود که با گروهی از دانشجویان IBM توسعه داد. چارچوب پیشنهادی هامفری تبدیل به «مدل بلوغ توانایی برای نرم‌افزار» گردید و در نهایت به «یکپارچگی مدل بلوغ توانایی» توسعه داده شد. این مدل به استاندارد سرآمد برای ارزیابی توانایی سازمان‌هایی که سیستم‌های فشرده نرم‌افزاری را توسعه می‌دهند تبدیل شد. اصول پایه مدل مذکور به شرح ذیل می‌باشد:

- مشخصه‌های یک فرایند به منظور تعیین توانایی آن جهت کمک به تحقق اهداف سازمانی قابل ارزیابی می‌باشد.
- تا زمانی که سازمان‌ها به اندازه کافی بالغ نباشند که از فرایندهای توانمند حمایت کنند، این فرایندهای توانمند نمی‌توانند دوام بیاورند.
- بهبود فرایندی به عنوان برنامه تغییر سازمان‌ها در نظر گرفته شده و بهبودها را مرحله‌بندی می‌کند تا به طور موفقیت‌آمیز به مراحل قابل پیش‌بینی از توانایی سازمان دست پیدا کند.
- هر مرحله یا سطح بلوغ پایه و اساسی دارد که امکان ایجاد بهبودهای آتی را فراهم می‌کند.

مدل‌های بلوغ مدیریت فرایندهای کسب و کار تا حد زیادی از قواعد چارچوب بلوغ فرایندی هامفری که تحت عناوین CMM, CCM,CCMI برای کارکنان می‌باشد تبعیت می‌کنند و به عنوان ابزاری هستند که به سازمان‌ها کمک می‌کنند تا در اجرای مدیریت فرایندهای کسب و کار موفق باشند و به تبع آن به منافع بالاتری از عملکرد تجاری و عملیاتی دست یابند.[9]

۶- انواع مدل‌های بلوغ مدیریت فرایندهای کسب و کار

پالک بیان می‌کند که بهبود بلوغ سازمان‌ها در زمینه مدیریت فرایندهای کسب وکار منجر به «افزایش قابلیت‌های فرایندهای سازمان» می‌شود. در نتیجه، تعجب‌آور نیست که اخیراً تعداد زیادی مدل به منظور اندازه‌گیری بلوغ جنبه‌های مختلف مدیریت فرایندهای کسب وکار پیشنهاد شده است. پایه و اساس مشترک بیشتر این مدل‌ها «مدل بلوغ قابلیت‌ها» یا CMM می‌باشد که در ابتدا برای ارزیابی بلوغ فرایندهای توسعه نرم‌افزار ایجاد شده و بر اساس ایده سازمان‌های نرم‌افزاری بالغ و نابالغ می‌باشد. روش معمول برای ارزیابی بلوغ در بیشتر این مدل‌ها، روش پنج مرحله‌ای لیکرت می‌باشد به طوری که عدد پنج بیانگر سطح بالای بلوغ می‌باشد [2] .در میان تمام کسانی که مدل بلوغ پیشنهاد داده‌اند، هارمن مدل بلوغ مدیریت فرایندهای کسب و کار را بر اساس CMM ایجاد نمود [6]. در روشی مشابه فیشر (Fisher) نیز «پنج اهرم تغییر» را با پنج سطح از بلوغ ترکیب می‌کند [5]. اسمیت و فینگار[4] بیان می‌کنند که مدل‌های بلوغ مبتنی بر CMM که فرایندهای تکرارپذیر و به طور مناسب سازماندهی شده را الزام می‌دارند، خلاقیت و ابتکار را در فرایندهای کسب و کار در نظر نمی‌گیرند [6].

1- Paul Harmon
2- Business Process Trends
3- Watts Humphrey
4- Smith and Fingar

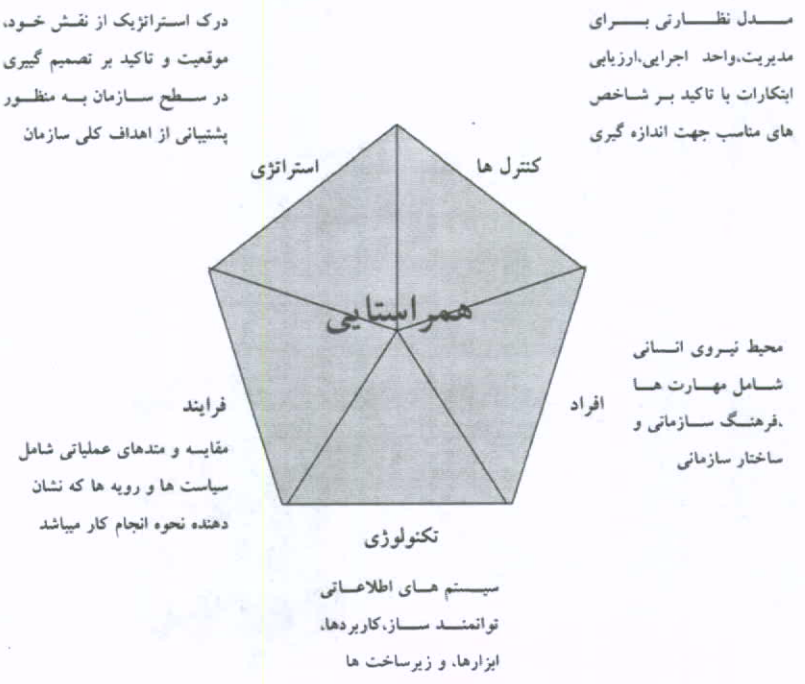
گروه نرم‌افزاری Tera Quest/Borland (Curtis et al) و گروه مدیریت فرایندهای کسب و کار (BPMG) مدل‌های بلوغ بعدی را پیشنهاد دادند [1]. علاوه بر مدل‌های مذکور تعدادی مدل پیشنهاد شده‌اند که فقط یک جنبه از مدل بلوغ مدیریت فرایندهای کسب و کار را مورد بررسی قرار داده‌اند مثل مدل بلوغ لوفتمن[1] که یک مدل بلوغ برای همراستایی استراتژیک ارائه داده است و مدل بلوغ مک کورماک[2] برای فرایند محوری که بر عملکرد فرایندها تأکید دارد [2].

راملر- براشه[3] مطالعاتی را انجام دادند که طی آن ۱۰ فاکتور بحرانی موفقیت را استفاده کردند تا بررسی کنند که سازمان‌ها چگونه فرایندهای کلیدی کسب و کار خود را مدیریت می‌کنند [3]. پیچارد و آرمیستد[4] تلاش کردند تا سازمان‌ها را بر اساس صلاحیت و میزان پیشرفت آنها در اجرای مدیریت فرایندهای کسب و کار گروه‌بندی نمایند. مل[5] نیز هنگامی که می‌خواست بلوغ در فرایندهای BPR را تعیین نماید با مشکل عدم امکان استفاده از معیارهای عینی روبرو شد. آنها سعی کردند تا از دو بعد استفاده کنند، یکی معیار عینی (مثل زمان و اندازه تیم) و دیگری « وزن برای آمادگی در برابر تغییر». این رویکرد بسیار پیچیده بود. در نتیجه آنها از رویکرد پدیداری جهت ارزیابی درک سازمان‌ها از بلوغ استفاده کردند و معیارهای عینی را به عنوان راهنما بکار گرفتند. مثال دیگر جهت تعیین بلوغ توسط مک کیب و دتورو پیشنهاد شده است که از دو بعد کارایی و اثربخشی جهت تعیین وضعیت سازمان‌ها استفاده کردند [2]. علاوه بر مدل‌های مذکور، مایکل رزمن، تونیا دی بران، برد پاور[6] در سال ۲۰۰۵ مدلی را برای ارزیابی بلوغ مدیریت فرایندهای کسب و کار ارائه دادند [2] و بعد از آن مایکل همر[7] مدل بلوغ مدیریت فرایندهای کسب و کار خود را در سال ۲۰۰۷ معرفی نمود [7].

۷- مدل Fisher

۷- ۱- مقدمه

بیشتر مدل‌های بلوغ در بازار کسب و کار یک بعدی و خطی می‌باشند و دارای یک مسیر با پنج گام می‌باشند. ولی مدل پیشنهادی توسط فیشر چند بعدی بوده و غیر خطی می‌باشد. از نقطه‌نظر ابعاد، دو بعد در نظر گرفته شده است. اولین بعد به پنج قسمت ذیل تقسیم شده است و نشان‌دهنده هسته اصلی بسیاری از سازمان‌ها می‌باشد و به عنوان "پنج اهرم تغییر" نامیده شده است (شکل ۱) .



شکل (۱) : پنج اهرم تغییر

1- Luftman
2- McCormack
3- Rummler- Brache
4- Pritchard and Armistead
5- Maull
6- Michael Rosemann, Tonia de Bruin, Brad Power
7- Michel Hammer

بعضی از سازمان‌ها فقط سه اهرم در نظر می‌گیرند. ولی دو اهرم دیگر یعنی استراتژی و کنترل‌ها جهت درک توانایی و وضعیت کلی سازمان مهم می‌باشد. اگر سه اهرم موجود در راستای استراتژی سازمان نباشند، فرایندهای کارا در سازمان ایجاد می‌شود ولی دارای خروجی‌های مناسب و مثبت نخواهند بود. بدون کنترل و نظارت نیز نتایج دلخواه حاصل نخواهد شد. کلید اصلی در این پنج اهرم توانایی سازمان جهت رسیدن به همراستایی با ثبات در بین این پنج عامل می‌باشد. وقتی این مسأله حاصل می‌شود این بدان معنا است که سازمان در سطحی فعالیت می‌کند که می‌تواند نتایج بهینه را ایجاد کند.

بعد«پنج اهرم تغییر» اجزایی هستند که کمک می‌کنند تا قابلیت‌ها در هر سازمان خاصی پدیدار گردد. با پیشرفت قابلیت‌ها سازمان می‌تواند در بعد دیگر مدل حرکت نماید که بعد دیگر مدل «وضعیت بلوغ فرایندها» می‌باشد و به شرح ذیل می‌باشد:

۱. واحدهای مجزا
۲. یکپارچگی از نظر تاکتیکی
۳. فرایند محور
۴. سازمان بهینه
۵. شبکه عملیاتی هوشمند

یک راه خطی برای رفتن از یک مرحله به مرحله بعد وجود ندارد. در واقع، موانعی که از هر مرحله به مرحله بعد وجود دارد متفاوت می‌باشد. شکل (۲) راهی را که باید سازمان‌ها جهت انتقال از یک مرحله به مرحله بعد طی نمایند نشان می‌دهد.

۷-۲- مشخصات هر یک از مراحل بلوغ

مشخصات هر یک از مراحل که شامل خصوصیات و چالش‌هایی که در هر مرحله سازمان با آن روبرو می‌باشد در ادامه آورده شده است:

۷-۲-۱- واحدهای مجزا

در مدل بلوغ فرایندها حالت پیش فرض برای سازمان‌ها «واحدهای مجزا» می‌باشد.

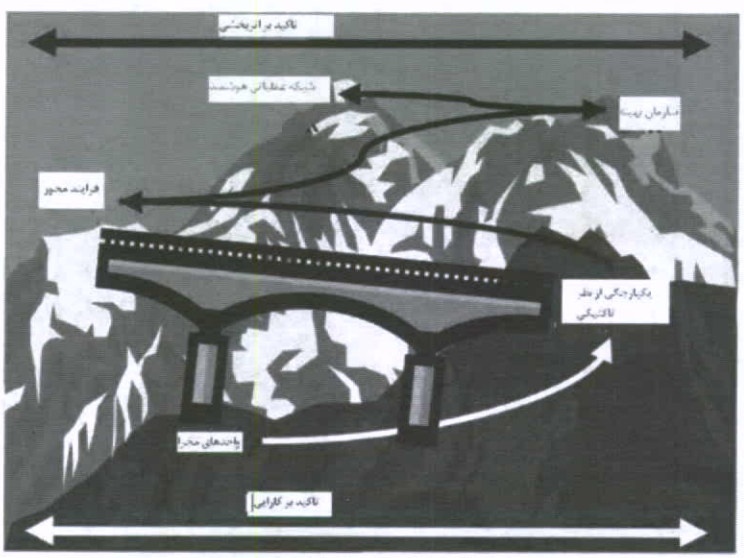
در این سازمان‌ها گروه‌های کاری سعی می‌کنند قسمت مربوط به خود را بهینه نمایند.

همراستایی با استراتژی سازمان و نظارت و کنترل در سطح سازمان جهت رسیدن به راه‌حل‌های اثربخش کمتر دیده می‌شود.

اطلاعات در هر بخشی به صورت مجزا وجود دارد. پاسخ‌های کندی نسبت به وضعیت‌های رو به تغییر بازار دارند.

۷-۲-۲- یکپارچگی از نظر تاکتیکی

گام بعدی مربوط به سازمان‌هایی است که فعالیت‌های خود را در زمینه یکپارچگی سازمان شروع کرده‌اند و رهبر اصلی در این فعالیت‌ها دپارتمان IT می‌باشد. کار منحصربفردی که IT انجام می‌دهد این است که به کارایی سطوح عملیاتی کمک می‌کند تا این کار از طریق ایجاد سیستم‌های سازمانی انجام می‌گردد که منجر به یکپارچگی داده‌ها و استانداردهای فرایندها می‌شود و در نهایت منجر به بهبود عملیاتی چشمگیر می‌شود. این تغییر به سازمان‌ها کمک می‌کند تا بدلیل کنترل بهتر داده‌ها با توجه به سیستم‌های موجود بهتر تصمیم‌گیری نمایند و کارایی خود را به دلیل اتوماسیون بسیاری از گام‌های دستی افزایش دهند.



شکل (۲) : پنج حالت بلوغ فرایندی

با این وجود، در این گونه سازمان‌ها هم‌راستایی در فرایندهای رسیدن به نتایج بهینه الزامی هستند وجود ندارد. این گونه سازمان‌ها همچنان عملیاتی می‌باشند و تنها IT این واحدهای مجزا را به هم مرتبط نموده است. IT برای شروع کار مناسب می‌باشد. IT زمانی که سعی می‌کند عملیات را به هم نزدیک کند تا تغییر در فرایندهای موجود ایجاد کند با مقاومت روبرو می‌شود. در این گونه سازمان‌ها کنترل و نظارت در سطح سازمان بسیار ضعیف و گاهی اصلاً وجود ندارد تا ساختار لازم را جهت همراستایی مرتبط به هم ایجاد نماید. افراد در این سازمان‌ها به کارایی عملیات خود فکر می‌کنند و به بهینه‌بودن فرایندهای به هم مرتبط توجه ندارند. تکنولوژی اهرمی است که سازمان‌ها را جهت حرکت از واحدهای مجزا به واحدهایی که از نظر تاکتیکی یکپارچه شده‌اند هدایت و توانمند می‌کند. ولی در عین حال IT پاسخ ناصحیحی جهت رسیدن به سطح دیگر بلوغ می‌باشد.

۷-۲-۳- فرایند محور

جهت حرکت به سطح دیگر بلوغ باید تفکر سازمان تغییر کند. هیچ میانبری برای رسیدن به فرایند محوری وجود ندارد. حرکت از مرحله قبل به مرحله فرایند محوری با موانع زیادی روبرو می‌باشد. جهت رفع موانع باید به موارد ذیل توجه کرد:

- حاکمیت بالا به پایین مورد نیاز می‌باشد.
- به رهبری نیاز است که همه سطوح را زیر نظر داشته باشد و تیمی را که مسئول بهینه‌نمودن فرایندهای به مرتبط می‌باشند را یاری نماید.
- مقاومت افراد در این مرحله طبیعی است زیرا قدرت و اختیار از واحدهای عملیاتی مجزا گرفته شده و به واحدی که بر روی کل سازمان متمرکز است داده می‌شود. واحدهای عملیاتی با بسیاری از تصمیم‌های اتخاذ شده مخالفت می‌کنند. به همین دلیل است که به یک حاکمیت با سطح مناسبی از قدرت نیاز می‌باشد. اما اگر هدف فقط کارایی نبوده و اثربخشی نیز مورد توجه باشد رهبری باید بر مدلی کل‌نگر که بر فرایندهای به هم مرتبط متمرکز است روی آورد.
- IT در این مرحله نقش کمتری دارد. به دلیل این که «تیم‌های کسب و کار» در سازمان‌ها در مقابل فعالیت‌های IT که به آنها بگویند که چگونه فرایندهای خود را اداره نمایند مقاومت می‌کنند. بدین‌منظور یک واحد سازمانی مورد نیاز می‌باشد گاهی یک واحد جدید در بیشتر سازمان‌ها و باید پرسنل با اختیارات لازم استخدام گردد تا به موفقیت نائل گردند.

۷-۲-۴- سازمان بهینه

گام بعدی، سازمان بهینه می‌باشد. این مرحله گذر از به هم مرتبط که در سطح سازمان گسترده هستند و جهت مرحله‌ای است که فقط به تغییر طرز فکر سازمان می‌پردازد و وارد شدن به مرحله‌ای است که قابلیت‌های فرایند محور را به سطح بهینه می‌رساند. مرحله سازمان بهینه تعهد به بهبود مداوم می‌باشد که از شاخص‌های تجاری محور استفاده می‌کند تا به سطح جدیدی از کارایی و اثربخشی برسد. تأکید بر فرایند در سطح سازمان ایجاد شده و نشانه‌هایی از مقاومت در سازمان دیده می‌شود. دیدگاه سازمان بهینه با توسعه حوزه اجرای فرایند ،مدیریت و بهینه‌سازی و رسیدن به فرایندهای به هم مرتبط تغییر می‌کند.

با حرکت سازمان‌ها از مرحله فرایند محوری به سازمان بهینه، عصر جدید تکنولوژی مدیریت فرایندهای کسب و کار نقش مهمی را ایفا می‌کند. سازمان‌هایی که به مرحله فرایند محوری نرسیده‌اند نمی‌توانند از این تکنولوژی استفاده نمایند. با بکارگیری این تکنولوژی جدید می‌توان میزان بلوغ در سازمان بهینه را مشخص نمود.

۷-۲-۵- شبکه عملیاتی هوشمند

چشم‌انداز در این مرحله رسیدن به نقطه‌ای است که در آنجا تمامی منافع حاصله از حرکت از یک مرحله بلوغ به مرحله دیگر با توسعه هر یک از آن خصوصیات در تمام اکوسیستم افزایش یابد. به جای توسعه توانمندی‌ها در هر یک از اهرم‌های تغییر در سازمان خود، نوعی مشارکت در تمام اکوسیستم ایجاد می‌شود که در ضمن از خصوصیات بهینه سازمان پشتیبانی می‌کند. منظور فقط یکپارچگی نقطه‌به نقطه نمی‌باشد که در گام اول مدل به راحتی قابل وصول می‌باشد. این وضعیت زمانی حاصل می‌شود که مجموعه استراتژی‌ها، کنترل‌ها، افراد، فرایندها و تکنولوژی‌ها به طور کامل به مرتبط باشند تا کارایی بهینه را در سطح زنجیره ارزش به هم مرتبط ایجاد کند و منجر به اثربخشی بهینه برای هر یک از شرکایی که در کنار سازمان فعالیت می‌کنند شود. این میزان پیوستگی باعث جریان آزاد اطلاعات زمان واقعی می‌گردد که سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا تغییرات را در وضعیت بازارها پیش‌بینی نمایند و اصلاحات را قبل از این که اتفاق ناخوشایندی بیفتد انجام دهند مانند وضعیت واکنشی که سازمان در بازار امروز با آن روبرو می‌باشد. این سطح از بلوغ باعث رسیدن به این مرحله می‌باشد.

۷-۳-کاربرد عملی مدل

مدل‌ها تا زمانی که مورد استفاده قرار نگیرند و منافع را برای سازمان ایجاد نکنند ارزشی ندارند. هدف در اینجا فقط ایجاد وسیله‌ای که سازمان‌ها پیشرفت خود را در سطح بلوغ فرایندی اندازه‌گیری نمایند نیست. بلکه هدف در اینجا کمک

به سازمان‌ها جهت انجام آنالیز شکاف و تعیین موقعیت امروز از نقطه‌نظر پنج اهرم تغییر و همچنین تعیین اقدامات لازم جهت رفع محدودیت‌ها و رسیدن به مرحله بعدی بلوغ می‌باشد. در این مرحله دو بعد به هم می‌رسند. (جدول ۱)

با تعیین مشخصات هر یک از اهرم‌های تغییر در هر یک از مراحل بلوغ، سازمان‌ها می‌توانند سریعاً ارزیابی نمایند که از نظر هر یک از اهرم‌های پنجگانه در چه مرحله‌ای از بلوغ می‌باشند.

سازمان‌ها معمولاً دارای موقعیت ثابتی در برابر هر یک از اهرم تغییر نمی‌باشند. این مسأله مشکل‌ساز می‌باشد. به منظور سود بردن از حضور در هر یک از مراحل بلوغ باید همراستایی بین اهرم‌های تغییر وجود داشته باشد.

سطوح پایین توانایی در یک یا چند اهرم تغییر امکان استفاده حداکثر از منافع حاصل از یک مرحله بلوغ را کاهش می‌دهد. بعنوان مثال، اگر یک سازمان برای استراتژی و تکنولوژی در مرحله فرایند محوری باشد ولی برای سایر اهرم‌ها در مرحله مجزا یا یکپارچگی تاکتیکی باشد (جدول ۲) این سازمان نمی‌تواند از تمامی منافع موجود در مرحله فرایند محوری استفاده نماید. این مدل دو بعدی نشان می‌دهد که سازمان به چه بهبودهایی جهت رسیدن به یک مرحله خاص نیاز دارد و مزیت مدل دقیقاً همین موضوع می‌باشد. ابتدا وضعیت موجود را از نقطه‌نظر پنج اهرم تغییر ارزیابی نمایید سپس شکاف بین وضع موجود و وضع دلخواه را شناسایی نمایید و سپس یک برنامه اقدام بالا به پایین جهت حذف شکاف‌ها و فرصت استفاده از منافع هر یک از مراحل طراحی نمایید.

با گذر سازمان از هر یک از مراحل بلوغ، آنها فرصت بدست‌آوردن کارایی، کم‌کردن هزینه‌ها، افزایش رضایت مشتری، رشد خط تولید و رسیدن به مزیت رقابتی را بدست می‌آورند. سازمان‌ها جهت رسیدن به مراحل بالای بلوغ و کسب منافع با موانع زیادی روبرو می‌شوند و آنها را از بین می‌برند و تنها راه غلبه بر موانع همراستایی سازمانی از نقطه‌نظر پنج اهرم تغییر می‌باشد که از طریق ایجاد محیطی که در سطح سازمان رفتارهای مناسب را در هر مرحله پشتیبانی نموده و قدردانی می‌کند حاصل می‌شود [5].

۸- نتیجه‌گیری

بررسی مدل‌های بلوغ مدیریت فرایندهای کسب و کار نشان می‌دهد که مدل‌های مذکور می‌توانند ابزار مناسبی جهت تقویت رویکرد فرایندگرایی در سازمان‌ها باشند. با توجه به این موضوع به نظر می‌رسدکه باید گام‌های اولیه جهت نقد مدل‌های موجود و پیشنهاد رویکردهای جایگزین و بعضاً تکمیلی برداشته شود.

مراجع

1- Curtis, Bill ; Alden, John; Business Process Improvement Guided By the BPMM , Business Process Trends.[Online], Available: http://www.bptrends.com/ Nov. 2006

2- Jeston, John; Nelis, Johan; Business Process Management, 1st edition, published by Elsevier, India :printed and bound at Rajkamal Electric Press,2006

3- Rummler Brache Group, Process Performance Index, [Online] Available :www.rummlerbrache.com

۴- سلطانی مرتضی- اسمعیل‌لو سجاد، مدیریت فرایند محور، مجله تدبیر، سال پانزدهم، شماره ۱۴۹، صفحات ۱۵-۱۴۴

5- Fisher, David M.; The Business Process Maturity Model: A Practical Approach for Identifying Opportunities for Optimization, Business Process Trends, [Online] Available: http://www.bptrends.com/ September 2004

6- Smith, Howard ; Fingar , Peter ; The Third Wave:.Process Management Maturity Models, Business Process Trends, [Online] Available: http://www.bptrends.com/ July 2004

۷- همر مایکل، ممیزی فرایند، نشریه گزیده مدیریت، ترجمه: رضایی‌نژاد عبدالرضا، سال هشتم، شماره هفتاد و یکم، ۹۷-۸۷-۱۳۸۶

8- Emann,M.&de.Bruin, T.Application of a Holistic Model for Determining BPM Maturity. Business Process Trends. February 2005

9- Curtis, B., Alden, J., The Business Process Maturity Model (BPMM): What, Why and How. Business Process Trends. February 2007

بیوگرافی

خانم راحله نعمتی دارای مدرک کارشناسی مهندسی صنایع (گرایش برنامه ریزی و تحلیل سیستمها) از دانشگاه الزهرا در سال ۱۳۸۱ و کارشناسی ارشد مهندسی صنایع (گرایش مدیریت سیستم و بهره‌وری) از دانشگاه صنعتی امیرکبیر در سال ۱۳۸۷ می‌باشد. ایشان از آبان ماه سال ۱۳۸۰ به عنوان کارشناس برنامه ریزی و کنترل پروژه با SBU آب شرکت قدس نیرو همکاری نموده اند.

ایشان علاوه بر کار در زمینه برنامه‌ریزی و کنترل پروژه طرح های سازه های آبی ،بعنوان ممیز داخلی سیستم مدیریت کیفیت، سیستم مدیریت زیست محیطی و سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت‌حرفه ای (HSE) در شرکت قدس نیرو فعالیت کرده اند.

علاقمندی خانم نعمتی پیاده سازی سیستم‌های مدیریتی و تحقیق و بررسی در زمینه مدیریت استراتژیک، مدیریت فرایندهای کسب و کار (BPM) و مهندسی مجدد فرایندهای کسب و کار (BPR) می‌باشد.

Email: *Rnematii @ ghods-niroo.com*

جدول (۱) : مدل بلوغ فرایندهای کسب و کار (ترکیب اهرم‌های تغییر و حالت‌های بلوغ)

	واحدهای مجزا	یکپارچگی تاکتیکی	فرایند محور	سازمان بهینه	شبکه عملیاتی هوشمند
۱-استراتژی	♦ انفعالی در برابر تغییرات بازار طی یک یا دو سال، معمولاً دنباله روی رقیب ♦ یکپارچگی در درون عملیات ها ♦ هدایت شده با هزینه و کارایی	♦ انطباق/ واکنش در برابر تغییرات بازار طی ۱۲ ماه ♦ یکپارچگی در سطح عملیات ها جهت حل برخی از مشکلات ♦ شروع مقدماتی یکپارچگی با شرکا به صورت نقطه به نقطه	♦ انطباق/ واکنش در برابر تغییرات بازار طی ۳ تا ٦ ماه. ♦ ایجاد رهبری فرایندها در سطح سازمان ♦ فرایندهای کسب و کار بعنوان عنصر اصلی در سازمان	♦ واکنشی در برابر تغییرات بازار طی هفته ها ♦ سازماندهی کامل سازمان بر اساس فرایندها ♦ فرایند های بهینه و اجرای آنها منجر به مزیت رقابتی میشود	♦ توانایی پیش بینی و رهبری بازار ♦ پیوسته انفعالی در برابر تغییرات بازار در زمانهای نسبتاً واقعی ♦ سازمان و شرکا بر اساس فرایندها سازماندهی میشوند ♦ مزیت رقابتی ایجاد شده و با شرکا تسهیم شده است
۲-کنترلها	♦ اختیارات در سطح داخلی و عملیاتی ♦ عدم وجود استانداردهای کنترل در سطح سازمان ♦ عدم وجود برنامه رسمی اندازه گیری ارزش	♦ ساختار مدیریتی سلسله مراتبی ♦ تصمیم های دپارتمانی عملیاتی مستقل ♦ استانداردها و کنترلهای محدود در سطح سازمان	♦ رهبری فرایند به طور رسمی در اولویت قرار میگیرد ♦ موارد کسب . کار منجر به پروژه میشود ♦ شاخص های فرایندی به عملکرد تیم یا فرد وابسته است	♦ تیم های فرایندی مسئول عملکرد کلی میباشند ♦ ایجاد شاخص های مرتبط با فرایند به عنوان معیارهای اصلی عملکرد .	♦ در نظر گرفتن عملکرد تیم های فرایندی در داخل سازمان ♦ استفاده از شاخص های مرتبط با فرایند جهت اندازه گیری عملکرد دو طرفه شرکا
۳-فرایند	♦ فرایندهای کسب و کار استاتیک ♦ مجزا از نظر عملیاتی ♦ مجزا از نظر جغرافیایی ♦ ارتباطات غیر رسمی بین دپارتمان ها	♦ انجام برنامه مهندسی مجدد به طور محدود و همکاری فرایندها/ عملیات ها در سطح سازمان ♦ سیستمها مفاهیم فرایندی پایه را ایجاد میکنند	♦ کاملاً از عملیاتی محور به فرایند محور تغییر کرده است. که شامل ساختار مدیریتی ،اجرا و ارزیابی عملکرد میباشد ♦ BPO هدفگذاری شده است	♦ یکپارچگی جامع فرایندها در سطح سازمان ♦ متعهد به برنامه بهبود مستمر ♦ برون سپاری فرایندهای غیر اصلی(کاهش هزینه، افزایش قیمت)	♦ یکپارچگی جامع فرایندها در سطح اکوسیستم ♦ فرایندهای کلیدی در سطح سیستم های امنیتی سخت افزاری به صورت یکپارچه جریان دارند

ادامه جدول (۱) : مدل بلوغ فرایندهای کسب و کار (ترکیب اهرم‌های تغییر و حالت‌های بلوغ)

شبکه عملیاتی هوشمند	سازمان بهینه	فرایند محور	یکپارچگی تاکتیکی ۰	واحدهای مجزا	
♦ انتخاب شریک بر اساس مشخصات فرایندها و فرهنگ ♦ آموزش پیوسته فرایندها برای کارکنان و شرکا	♦ سازمان ناب بر بهبود، تعریف و اجرای فرایندها تاکید دارد ♦ آموزش پیوسته فرایندها برای کارکنان	♦ رهبران فرایندها، فرایندهای اصلی را تعریف نموده، جاری می سازند، بهبود داده و نگهداری میکنند. ♦ تیم های عملیاتی بر اجرای با کیفیت تاکید دارند.	♦ اعضای تیم فرایندها /در سطح عملیاتی معمولاً توسط IT هدایت میشوند ♦ درک محدود از نیازها و وابستگی ها ی فرایندهای بین دپارتمان ها	♦ متخصص در یک موضوع خاص ♦ فرهنگ دشمن منشانه و عدم اعتماد دو طرفه ♦ عدم وجود رویکرد رسمی مدیریت تغییر ♦ من کار خود را انجام میدهم شما نیز کار خودتان	**٤-کارکنان**
♦ بکارگیری راه حل های BPM جهت اتوماسیون نمودن اجرای فرایندها ،پایش و کنترل در سطح اکوسیستم	♦ بکارگیری راه حل های BPM جهت اتوماسیون نمودن اجرای فرایندها ،پایش و کنترل در سطح سازمان	♦ IT تیمهای رهبری فرایند را در فعالیتهای مقدماتی پشتیبانی میکند ♦ ترکیب سیستم و شی(در برنامه نویسی شی گرا) جهت موثر نمودن فرایندها و مدیریت اطلاعات	♦ ایجاد سیستم ERP برای یکپارچگی در سطح عملیات ها ♦ ایجاد یکپارچگی نقطه به نقطه شرکا ♦ IT به ابتکارات در سطح عملیاتی کمک میکند(سیستم محور)	♦ سیستم های مستقل ♦ اتوماسیون جزیره ای ♦ یکپارچگی فقط در عملیات ها ♦ سیستم های سازمانی منسوخ و به ارث رسیده	**٥-تکنولوژی اطلاعات**

جدول (۲) : مدل بلوغ فرایندهای کسب و کار در عمل

	واحدهای مجزا	یکپارچگی تاکتیکی	فرایند محور	سازمان بهینه	شبکه عملیاتی هوشمند
استراتژی	♦ واکنشي در برابر تغييرات بازار طي يکه يا دو سال،معمولاً نتيجه روي رقيب ♦ يکپارچگي در درون عمليات ها ♦ هدايت شده با هزينه و کارايي	♦ انطباق/واکنش در برابر تغييرات بازار طي ۱۲ ماه ♦ يکپارچگي در سطح عمليات ها جهت حل برخي از مشکلات ♦ شروع مقدماتي يکپارچگي با شرکا به صورت نقطه به نقطه	♦ انطباق/واکنش در برابر تغييرات بازار طي ۳ تا ۶ ماه. ♦ ايجاد رهـ ـازمان ♦ فرايـ ـير اصلي در سازمان	♦ واکنشي در برابر تغييرات بازار طي هفته ها ♦ سازمانـدهي کامل سازمان بر اساس فرايندها ♦ فرايند هاي بهينه و اجراي آنها منجر به مزيت رقابتي ميشود	♦ توانايي پيش بيني و رهبري بازار ♦ پيوسته واکنشي در برابر تغييرات بازار در زمانهاي نسبتاً وقعي ♦ سازمان و شرکا بر اساس فرايندها سازمانـدهي ميشوند مزيت رقابتي ايجاد شده و با شرکا تسهيم شده است
کنترلها	♦ اختيارات در سطح داخلي و عملياتي ♦ عدم وجود استانداردهاي کنترل در سطح سازمان ♦ عدم وجود برنامه رسمي اندازه گيري ارزش	♦ ساختار مديريتي سلسه مراتبي ♦ ـستقل ♦ ـح سازمان	♦ رهبري فرايند به طور رسمي در اولويت قرار ميگيرد ♦ موارد کسب . کار منجر به پروژ شاخص هاي فرايندي به عملکرد نيم	♦ نيم هاي فرايندي مسئول عملکرد کلي ميباشند ♦ ايجاد شاخص هاي مرتبط با فرايند به عنوان معيارهاي اصلي عملکرد .	♦ عملکرد نيم هاي فرايندي داخل سازمان در نظر گرفته ميشود. ♦ استفاده از شاخص هاي مرتبط با فرايند جهت اندازه گيري عملکرد دو طرفه شرکا
فرايند	♦ فرايندهاي کسب و کار استاتيکه ♦ مجزا از نظر عملياتي ♦ مجزا از نظر جغرافيايي ارتباطات غير رسمي بين دپارتمان ها	♦ انجام برنامه مهند ـجدد به طور محدود و همکاري ـا در سطح سازمان ـ ميکنند	♦ کاملاً از عملياتي محور به فرايند محور تغيير کرده است،که شامل ساختار مديريتي،اجرا ـزيابي عملکرد ميباشد ♦ BPO هدفگذاري شده است	♦ يکپارچگي جامع فرايندها در سطح سازمان ♦ متعهد به برنامه بهبود مستمر ♦ برون سپاري فرايندهاي غير اصلي(کاهش هزينه افزايش قيمت)	♦ يکپارچگي جامع فرايندها در سطح اکوسيستم ♦ فرايندهاي کليدي در سطح سيستم هاي امنيتي سخت افزاري به صورت يکپارچه جريان دارند
کارکنان	♦ متخصص در يکه موضوع خاص ـاعتماد دو طرفه ـيت نفير ـم شما نيز کار خودتان	♦ اعضاي نيم فرايندها در سطح عملياتي معمولا بين دپارتمان ها	♦ رهبران فرايندها فرايندهاي اصلي را تعريف نموده جاري مي سازند بهبود داده و نگهداري مي ♦ نيم هاي عملياتي بر اجراي با کيفيت	♦ سازمان ناب بر بهبود تعريف و اجراي فرايندها تاکيد دارد ♦ آموزش پيوسته فرايندها براي کارکنان	♦ انتخاب شريکه بر اساس مشخصات فرايندها و فرهنگ ♦ آموزش پيوسته فرايندها براي کارکنان و شرکا
IT	♦ سيستم هاي مستقل ♦ اتوماسيون جزيره اي ♦ يکپارچگي فقط در عمليات ها ♦ سيستم هاي سازماني منسوخ و به ارث رسيده	♦ ايجاد سيستم ERP ـي يکپارچگي در سطح ـيات ها ♦ ايجاد يکپارچگي نقطه به نقطه شرکا ♦ IT به اينکارات در سطح عملياتي کمکه ميکند(سيستم محور)	♦ IT نيمهاي رهبري فرايند را در فعاليتهاي مقدماتي پشتيباني ميکند ♦ ترکيب سيستم و شي(در برنامه موثر نمودن فرايندها و مديريت	♦ بکارگيري راه حل هاي BPM جهت اتوماسيون نمودن اجراي فرايندها پايش و کنترل در سطح سازمان	♦ بکارگيري راه حل هاي BPM جهت اتوماسيون نمودن اجراي فرايندها پايش و کنترل در سطح اکوسيستم

بازاریابی خدمات [1] (Service Marketing)

سعید رحمانی‌جو

کارشناس ارشد بازاریابی - مدیریت ارشد بازرگانی

واژگان کلیدی: بازاریابی خدمات، ماهیت خدمات [2]

چکیده

در آغاز هزارهٔ سوم، اقتصاد نقش بسیار مهم و سازنده‌ای در ایجاد پایداری یک زندگی مطلوب و بی‌دغدغه ایفا می‌کند. در نتیجه ایجاد رقابت تجاری سازنده، براساس مکانیزم‌های کارا و لازم اطلاع‌رسانی، شناخت صحیح بازار و تعیین دقیق مخاطب و همچنین شناخت نقاط قوت و ضعف هر یک از سازمان‌هایی که در محیط کسب و کار رقابتی فعالیت می‌کنند بسیار مهم و تعیین‌کننده شده است. در این زمینه بدون شک دسترسی و بهره‌گیری از تحقیقات علمی بازاریابی جایگاه ویژه و تعیین‌کننده خود را دارد. در این مقاله سعی شده است تا ماهیت خدمات در شرکت‌هایی که فروش خدمات ارائه می‌نمایند و همچنین ویژگی‌های خدمات را مورد بررسی قرار داده و این موضوع را به نوعی با خدمات ارائه شده توسط شرکت‌های مهندسی مقایسه کرده و نیز راهکارهایی موجود در جهت بهبود ارائه خدمات پیشنهاد می‌شود.

امید است با مطالعه این مقاله اهمیت بازاریابی خدمات برای خوانندگان محترم شفاف‌تر گردد.

۱- مقدمه

افزایش رقابت در محیط کسب و کار شرکت‌ها را بر آن داشته تا با بهره‌گیری فنون بازاریابی در ارائه خدمات خود از رقیبان پیشی بگیرند و این امر می‌تواند عامل بسیار تعیین‌کننده‌ای در موفقیت و یا عدم موفقیت این شرکت‌ها باشد. شرکت‌هایی که خدمات مهندسی ارائه می‌نمایند می‌بایست به بهترین شکل منابع خود را که همان نیروی انسانی متخصص می‌باشد طوری مدیریت کنند که در ارائه خدمت به مشتری علاوه بر تأمین انتظارات مشتری در حوزه تخصصی، آمادگی لازم برای ورود به حوزهٔ جدید را نیز داشته باشند.

۲- تعریف بازاریابی

بازاریابی فرآیندی مدیریتی- اجتماعی است که به وسیله آن افراد و گروه‌ها از طریق تولید و مبادله کالا با یکدیگر به امر تأمین نیاز و خواسته‌های خود اقدام می‌کنند.

تعریف فوق یک تعریف جامع از آقای فیلپ کاتلر می‌باشد. آقای کاتلر بعنوان پدر مدیریت بازاریابی اعتقاد دارد که تأمین نیازها و خواسته‌های مشتری یکی از مهمترین عوامل و راز موفقیت یک سازمان می‌باشد، بنابراین براساس این تعریف می‌توان گفت تشخیص نیازهای مشتریان در شرکت‌هایی که خدمات مهندسی ارائه می‌کنند بسیار اهمیت دارد، برای مثال درنظر بگیریم که یک شرکت خدمات مهندسی بخواهد در یک مناقصه جهت ارائه پیشنهاد و برنده‌شدن در آن شرکت نماید. این شرکت باید مکانیزمی برای شناسائی و تشخیص الزامات و انتظارات کارفرما داشته باشد و بتواند این انتظارات و خواسته‌های مشتری را در جهت برنده‌شدن در مناقصه در نظر گرفته و پس از برنده‌شدن در مناقصه آن را به تیم اجرایی پروژه منتقل کند، شاید بنظر برسد (در زمان اجرا) این فعالیت در شرح وظایف دفتر مدیریت پروژه [3] باشد، درست است ولی با توجه به اهمیت موضوع این مسأله می‌بایست توسط تیم جمع‌آوری اسناد مناقصه مدنظر قرار گیرد. حال این سؤال پیش می‌آید که این همه حساسیت برای چیست؟

1- Service Marketing
2- Service Specificity
3- Project Management Office (PMO)

پاسخ این سؤال در ماهیت خدمات نهفته است که همان ویژگی‌های چهارگانه است که در ارائه خدمات با آن روبرو می‌شویم و آن را از بازاریابی محصولات تولیدی متمایز می‌کند که عبارتند از:

۲-۱- نامحسوس بودن خدمات

بسیاری از خدمات ارائه شده اصولاً نامحسوس بوده و نمی‌توان قبل از خرید خدمات آن را دید، شنید و یا لمس کرد.

بسیاری از خدماتی که توسط شرکت‌های مهندسی خدمات ارائه می‌شوند نامحسوس می‌باشند. برای مثال خدمات نظارت در سایت و یا حتی بعضی از فعالیت‌ها در مدیریت مهندسی می‌توان گفت تا قبل از ارائه خدمت محسوس نمی‌باشند. قضاوت مشتری در زمان ارائه خدمت اعلام می‌گردد. درنظر بگیرید شخصی بعنوان مدیر پروژه و یا مدیر مهندسی در یک جلسه شفاف‌سازی[1] در زمان مناقصه و یا در جلسهٔ موارد ادعایی[2] پیمانکار درزمان اجرای پروژه بدون تجربه کافی در زمینه پروژه مزبور شرکت نماید. قضاوت مشتری (کارفرما) از خدمت ارائه شده در همان زمان ارائه در جلسه از آن مدیر می‌باشد. این مورد یکی از چالش‌هایی است که می‌بایست آن را شناخت، مدیریت نمود و مدنظر قرار داد.

• مورد کاوی - نامحسوس بودن

شرکتی را درنظر بگیرید که می‌خواهد این ذهنیت را در مشتری ایجاد کند که دارای خدماتی با استانداردهای بین‌المللی و عالی است. این شرکت باید چه ویژگی‌هایی را در سطوح تماس با مشتری محسوس گرداند؟

در خصوص بررسی موضوع فوق می‌توان موارد ذیل را مورد بررسی قرار داد.

۱- ظاهر بیرون و درون شرکت (دفاتر و کمپ‌های ایجاد شده در سایت پروژه‌ها نیز شامل می‌باشد)
۲- برخورد با مشتریان
۳- وضعیت کارکنان
۴- ابزار و وسایل مورد استفاده (کامپیوتر، میز، صندلی و ...)
۵- آگهی‌های تبلیغاتی
۶- نام و علامت شرکت
۷- نرخ خدمات

همانگونه که ملاحظه می‌فرمائید شواهد فیزیکی[3] بسیار با اهمیت بوده و می‌تواند قضاوت مشتری را نسبت به خدمات ارائه شده تغییر داده و نقش تعیین‌کننده‌ای در وفاداری مشتریان برای خریدهای بعدی و گرفتن خدمات جدید ایفا می‌کند.

۲-۲- تفکیک‌ناپذیری خدمات

اصطلاحاً می‌گویند تولید و مصرف خدمات جدا از یکدیگر نمی‌باشند و بسیاری از خدمات از لحظهٔ تولید، مصرف می‌شوند که مثال بالا نیز در این رابطه در مورد مدیر پروژه صادق است. اتفاقی که می‌افتد این است که ممکن است کیفیت خدمات در هنگام ارائه کم رنگ شود و این چالش بسیار مهمی است که در هنگام ارائه خدمات اتفاق می‌افتد. در مثال بالا در صورتی که مدیر پروژه نتواند از منافع مشتری (کارفرما) در مقابل ادعاهای پیمانکار دفاع کند کارفرما دچار زیان شده و پروژه با مشکل مواجه خواهد نمود.

۲-۳- تغییرپذیری خدمات

کیفیت خدمات بسیار متغیر است، یعنی از فرد به فردی دیگر از زمان به زمان، از یک روش به روش دیگر و از یک مکان به مکان دیگر تغییر می‌کند. کیفیت یک خدمت بستگی دارد به:

- ✓ شخص ارائه‌کننده خدمت
- ✓ زمان
- ✓ مکان
- ✓ نحوه ارائه خدمت

شخص ارائه‌کننده خدمت در شرکت‌هایی که خدمات نظارت و یا MC و حتی مهندسی انجام می‌دهند بسیار نقش مهمی ایفا می‌کند. اینکه شخص با ادبیات استاندارد موضوع[4] آن حوزه که خدمت را ارائه می‌کند آشنایی و تجربه کافی داشته باشد می‌تواند ارتباط مؤثرتری را با کارفرما و پیمانکار برقرار نموده و کیفیت ارائه خدمات خود را بالا ببرد. زمان و مکان ارائه خدمات نیز بسیار اهمیت دارد مدیر یک پروژه باید بداند مکان و زمان جلسات را طوری تنظیم نماید که بیشترین راندمان را داشته باشد برای مثال زمان جلسات مهم نباید در پایان هفته و در ساعات پایانی تشکیل گردد حتی چیدمان نفرات در جلسه و ایجاد فضای مناسب به لحاظ درجه حرارت و آرامش محیط بسیار مهم می‌باشد. یک مدیر می‌بایست علاوه بر دانستن ادبیات موضوع مهارت ارائه و انتقال اطلاعات را نیز داشته باشد و سعی کند از ابزارهای مناسبی برای ارائه خدمت استفاده نماید. تهیه دستور جلسه[5] و توزیع آن قبل از جلسات و ارائه مطالب با استفاده از ابزار Power Point می‌تواند باعث انتقال سریع و بالا رفتن راندمان و کیفیت خدمات ارائه شده گردد.

1- Clarification Meeting
2- Claim
3- Physical Evidences
4- Terminology
5- Agenda

۲-۴- فناپذیری خدمات

خیلی از خدمات فناپذیر بوده و از بین می‌روند یعنی اینکه بیشتر خدمات قابل انبار کردن برای مصارف بعدی نیست. این یک چالش بزرگ است که ارائه خدمات را به شخص ارائه‌کننده وابسته می‌کند. برای مشتری بسیار مهم است که چه کسی خدمات را ارائه می‌کند. بعضاً دیده شده که با عوض‌شدن مدیران پروژه کارفرما نسبت به کیفیت ارائه خدمات رویکرد و قضاوت متفاوتی دارند، البته این رویکرد می‌تواند هم مثبت باشد و هم منفی، ولی در هر دو صورت نشان‌دهنده اهمیت شخص ارائه کننده خدمات می‌باشد.

برای **جبران چالش، چهار ویژگی اشاره شده در بالا از مدل 4p[1] استفاده می‌کنیم:**

- راهکار مقابله با چالش نامحسوس‌بودن خدمات

برای مقابله با چالش نامحسوس‌بودن خدمات باید بر روی شواهد فیزیکی تمرکز داشته و محیط ارائه خدمات را مناسب با حوزهٔ فعالیت شرکت آماده سازیم.

- راهکار مقابله با چالش تفکیک‌ناپذیری خدمات

برای مقابله با چالش تفکیک‌ناپذیری خدمات می‌بایست دو فاکتور را در نظر گرفت، اول کیفیت خدمات و دوم بهره‌وری خدمات، کیفیت خدمات را با استفاده از دستورالعمل‌ها و الزامات استاندارد می‌توان تا حدود زیادی کنترل کرد. برای بالابردن بهره‌وری و چالش وابسته‌شدن خدمت به شخص ارائه‌کننده می‌توان از نفراتی که توانایی بالایی در ارائه خدمات دارند خواست که تجربیاتشان را به نفرات کم‌تجربه و جوان‌تر منتقل کنند (جانشین‌پروری) و همچنین آموزش متناسب با استانداردهای مورد نیاز نیز می‌تواند بهره‌وری را بالا ببرد. با این روش می‌توان امیدوار بود در صورتی که نفرات شرکت را ترک کنند در کیفیت ارائه خدمات مشکل چندانی نداشته باشیم، ولی باید درنظر داشت نباید بهره‌وری را فدای کیفیت کرد و این فاکتورها می‌بایست با مطالعه و با دقت ارزیابی و مورد استفاده قرار گیرد.

- راهکار مقابله با چالش تغییرپذیر بودن خدمات

برای مقابله با چالش تغییرپذیر بودن خدمات می‌بایست سعی کنیم تغییرپذیری را در ارائه خدمات کم کنیم و با آموزش‌هایی که به پرسنل می‌دهیم فرهنگ ارائه خدمت را به گونه‌ای استاندارد کنیم، یکی دیگر از راهکارها توجه به نظام استخدام و پاداش‌دهی بر اساس قابلیت‌هاست. با طراحی مناسب چگونگی ارزیابی متقاضیان استخدام و شرح وظایف پرسنل می‌توان تا حدودی از اثرات چالش تغییرپذیری خدمات جلوگیری نمود. استخدام می بایست بصورتی باشد که افراد با قابلیت‌های مورد نیاز برای اهداف از قبل پیش‌بینی شده استخدام شود و در نظام پاداش‌دهی نیز می‌بایست به گونه‌ای عمل نماییم که نفراتی که ارائه خدمت آنها بر اساس استانداردهای تدوین‌شده مطابقت دارد مورد ارزیابی قرار گرفته و برای آنان پاداش در نظر گرفته شود.

- راهکار مقابله با چالش فناپذیری خدمات

برای مقابله با چالش فناپذیری خدمات می‌توان از استانداردسازی و مدیریت دانش در فرایند ارائه خدمت در شرکت استفاده کرد، این کار تا حدودی می‌تواند اثر چالش موجود را کاهش داده و موجب یکنواخت‌شدن در کیفیت ارائه خدمات به مشتری گردد.

مراجع

1- Text by Profs.Chrtopher Lovlocck & Joch.Writz

۲- مدیریت بازاریابی - فیلیپ کاتلر ترجمه بهمن فروزنده

3- Marketing Research – David A. Aacker

4- Organizational Behavior Stephen P. Robbins

بیوگرافی

آقای سعید رحمانی‌جو دارای مدرک کارشناسی مهندسی برق الکترونیک و کارشناسی ارشد مدیریت بهره‌وری سیستم بوده و حدود ۱۷ سال سابقه کار دارد.

زمینه‌های علاقمندی آقای مهندس رحمانی‌جو تحقیق و کار در زمینه تحقیقات بازاریابی حوزه انرژی و پیاده‌سازی تدوین، مدیریت پروژه‌های EPC ، تحلیل سیستم و عارضه‌یابی می‌باشد.

Email:
s.rahmanijoo@gmail.com

1- 4P: Physical Evidences, Productivity & Quality, People, Process

بررسی مقایسه ای کیفیت پساب تصفیه خانه قدیم آباد قزوین با منابع آب شرب جهت استفاده در کشاورزی

علی سمیعی

کارشناس ارشد محیط زیست- SBUآب

اکبر مقدم

کارشناس هیدرولوژی- SBUآب

محمدجوادپوراغنیایی

کارشناس منابع‌طبیعی‌وآبخیزداری- SBUآب

کلمات کلیدی: قزوین، تصفیه خانه، قدیم آباد، پساب، کیفیت،بایه، استاندارد

چکیده

در دشت پهناور قزوین مانند بسیاری از مناطق کشور، مشکل کم آبی باعث گردیده که پساب فاضلاب شهری به عنوان یک منبع آبی جهت کشت و کار محصولات کشاورزی مورد توجه قرار گیرد. این موضوع با توجه به گرم وخشک بودن اقلیم منطقه منجر به استفاده بهینه از منابع آبی شده و از طرف دیگر ممکن است منجر به ایجاد مشکلاتی در زمینه های حفظ کیفیت محیط زیست گردد. در این مقاله با توجه به نمونه برداری و انجام آزمایشات کیفی برروی پساب تصفیه خانه قدیم آباد شهر قزوین و منابع آبی شرب و کشاورزی در دشت قزوین، کیفیت پساب خروجی تصفیه خانه با کیفیت منابع آبی شرب (آب شرب روستای بایه در مجاورت محل استفاده از پساب مذکور) و همچنین استانداردهای موجود مورد مقایسه قرار گرفته و در نهایت تحلیلهای مربوطه ارائه گردیده است.

۱- مقدمه

رشد جمعیت، توسعه صنعت و نیاز به توسعه بیشتر زمینهای کشاورزی با احداث سدهای بزرگ و پروژه های انحراف آب منجر شده است که کیفیت و مقدار آب تحت تاثیرقرار گیرد. بنابراین نیاز به منابع آب برای مصارف خانگی، تجاری، صنعتی و کشاورزی با گسترش بیش از اندازه ای مواجه شده است. جمعیت جهان در نیمه دوم قرن حاضر ۱/۵ برابر می گردد ولی استفاده از آب بیشتر از سه برابر رشد جمعیت می گردد. در بیشتر کشورها جمعیت در حال رشد است در حالیکه منابع آب در دسترس آنها رشدی ندارد، بنابراین سرانه آب در دسترس کاهش می یابد. از بین صد کشوری که توسط موسسه جهانی منابع آب در سال ۱۹۸۶ مورد بررسی قرار گرفت، بیش از نیمی از آنها دارای دسترسی اندک یا بسیار اندک به منابع آب هستند[11].

در دو تا سه دهه اخیر نیاز به آب با رشد جمعیت و شهرنشینی، پیشرفت تکنولوژی منجر به بررسی‌های موشکافانه و استراتژی‌های مختلف استفاده از آب موجود گردیده است. بنابراین استفاده مجدد از فاضلاب جهت فعالیت هایی که به آب نیاز دارد به دلیل محدودشدن منابع آب اهمیت یافته است. مطالعات و تحقیقات انجام گرفته همگی به سودمند بودن نتیجه استفاده از فرایندهای تکنولوژی احیای آب و استفاده مجدد از آن اطمینان دارند. اگرچه در ابتدا بیشتر فعالیت‌ها در استفاده از این آبها جهت مصارف کشاورزی و غیرشرب تاکید داشتند اما امروزه بیشتر پروژه‌ها به موفقیت‌هایی در زمینه استفاده مستقیم و غیرمستقیم از فاضلاب جهت شرب دست یافته‌اند[11].

اجرای طرحهای جمع آوری و تصفیه فاضلاب از دیدگاه های مختلف از قبیل حفظ محیط زیست ، تغذیه آبهای زیر زمینی، جلوگیری از بالا آمدن سطح آب های زیرزمینی ، توسعه اقتصادی ، درآمدهای جانبی حاصل از استفاده مجدد از پساب و کود در کشاورزی ، فروش انشعاب، اشتغال زایی و کمک به رفع آلودگی هوا در اثر توسعه فضای سبز و غیره اهمیت زیادی دارد.

در کشور ما افزایش جمعیت شهرها و در نتیجه بالا رفتن میزان مصرف آب سبب تولید روز افزون فاضلاب گردیده است که خود موجب بروز اشکالات و نارسایی هایی در جوامع شهری و حتی روستایی کشورمان شده و روز به روز در حال ازدیاد است. این

اشکالات عموماً مسایل بهداشتی و آلودگی محیط ، بـه هـم خـوردن رابطه طبیعی بـیلان آب و بـالا آمـدن سـطح آبهـای زیـر زمینـی و آلودگی منابع مختلف پذیرنده می باشد[۸] .

بـالا آمـدن سـطح آبهـای زیرزمینـی در منـاطق جنـوبی برخـی از شهرهای کشور وجود نیتـرات بـیش از انـدازه در آبهـای زیرزمینـی برخی شهرها بر اثر آبیاری با فاضلاب‌هـا نمونـه هـایی از ایـن قبیـل مسایل هستند که سال به سال حادتر شده و هـر چـه دیرتـر اقـدام موثر صورت گیرد مشکلات بزرگتر خواهد بود[۸] .

میزان فاضلابهای شهری و صـنعتی کشـور در سـال ۱۳۹۰ حـداقل حدود ۶ میلیارد متر مکعب خواهد بود که با توجه بـه ایـن کـه هـر مترمکعب فاضلاب تصفیه شده حدود ۴۰ متر مکعب آب را به شدت آلوده می نماید ، لذا این میزان فاضلاب در صورتی که جمع آوری و تصفیه نگردد . منبـع آلـودگی عظیمـی خواهـد بـود کـه نهایتـاً بـه پذیرنده‌های سطحی و زیرزمینی کشور تحمیل خواهد شد، از این رو به عنوان بخشی از اسـتراتژی ملـی بـرای حفـظ سـلامتی و محـیط زیست و اقتصادی ترین استفاده از منابع آب موجود بایستی با ایجاد تأسیسـات لازم بـرای جمـع آوری و تصـفیه فاضـلابهای شـهری و صنعتی روند آلوده‌سازی محیط را به سمت بهبود سوق داد[۸] .

۲- مواد و روش ها

هدف از این پژوهش مقایسـه ویژگـی هـای فاضـلاب تصـفیه شـده تصفیه خانه قدیم آبـاد بـا مشخصـات آب شـرب و کشـاورزی مـورد اسـتفاده در دشـت قـزوین (آب چـاه شـرب و کشـاورزی روسـتای بایه)وهمچنـین اسـتانداردهای ملـی و بـین المللـی موجـود جهـت استفاده در مصـارف مختلـف از جملـه کشـاورزی، صـنعت، تفـرج و تغذیه آب زیرزمینی است.

۲-۱- ویژگی های منطقه

دشت قزوین به عنوان یک اکوسیستم کشاورزی در مجاورت صنایع و کارخانجات و مناطق مسکونی شهری و روستایی قرار داردو بطور مستقیم و یا غیرمستقیم از طریق رودخانه‌های مشرف به دشت در معرض انواع آلودگیها می‌باشد. در دشت موارد مطالعه منابع انتشار آلاینده‌های صنعتی و شهری- روستایی نسبت به منابع انتشار کشاورزی مشهودتر بوده و در درجه اول اهمیت آلودگی قرار دارند. رودخانه‌های مشرف به دشت عمومی‌ترین پذیرنده آلاینده‌ها بوده که به دلیل تمرکز و تجمع کارخانجات و فعالیتهای کشاورزی در انتقال و هدایت آلاینده‌های مختلف به قسمتهای میانی و انتهایی دشت نقش مهمی دارند. منابع خاک دشت نیز در اثر ورود فاضلابهای شهری و صنعتی در بعضی مناطق آلوده گشته و موجبات آلودگی آبهای زیرزمینی را در درجات بعد فراهم می‌آورند.

در برخی نقاط دشت که امکان استفاده از پسابهای شهری و صنعتی وجود دارد، در فصول کم آبی زارعان اقدام به برداشت از این پسابها نموده و در برخی مناطق دشت توسط انحراف مسیر از طریق نهرهای موجود و یا پمپاژ از کانال های زیر زمینی مقداری از پسابها را جهت آبیاری اراضی کشاورزی خود بکار می‌برند.

استفاده از پساب تصفیه‌خانه قدیم آباد در بخشی از اراضی کشاورزی دشت قزوین نمونه‌ای از موارد استفاده پساب تصفیه شده در این دشت می‌باشد. تصفیه‌خانه قدیم آباد واقع در دهستان قدیم آباد استان قزوین می‌باشد. این استان در دامنه جنوبی البرز واقع شده و آب و هوای قسمتهای شمالی، غربی و جنوبی آن کوهستانی است. ناحیه شمالی، زمستان‌های سرد و پر برف و تابستان‌های معتدل دارد. نواحی دشت استان قزوین دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم و خشک است. میانگین دمای سالانه آن ۱۳/۲ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه آن۳۰۴ میلی‌متر است. براساس نتایج سرشماری سال ۱۳۸۵ کشور، استان قزوین ۱۱۴۳۲۰۰ (شهر قزوین۳۲۰۴۰۰نفر) جمعیت دارد که سهم استان ۱/۶۲ درصد از جمعیت کل کشور است. براساس سرشماری سال ۸۵ متوسط رشد سالیانه جمعیت در استان قزوین بین سال‌های ۸۵-۷۵ به میزان ۱/۶۷ درصد می‌باشد که از متوسط کل کشور بیشتر است. در مجموع استان قزوین از لحاظ جمعیتی در کل کشور رتبه بیستم را دارا می‌باشد.

۲-۲- مشخصات طرح تصفیه فاضلاب

در تصفیه‌خانه قدیم‌آباد بـا اسـتفاده از برکـه‌هـای تثبیـت، فاضـلاب شهری قزوین مورد تصفیه قرار می‌گیرد. این تصـفیه‌خانـه در چهـار مدول به ظرفیت ۲ مترمکعب در ثانیـه احـداث خواهـد شـد کـه در شـرایط موجـود یـک مـدول آن معـادل ۵۰۰ لیتـر در ثانیـه مـورد بهـره‌بـرداری قـرار گرفتـه اسـت. در شـرایط موجـود آب خروجـی تصفیه‌خانه توسط یک کانال بتنی به خـارج تصـفیه‌خانـه هـدایت و سپس با یک کانال خاکی به اراضی کشاورزی پـایین‌دسـت شـهرک صنعتی لیا واقع در ۵ کیلومتری تصفیه‌خانه منتقل می‌شود.

۲-۳- روش بررسی

در این مقاله خصوصیات فاضلاب تصفیه شده تصفیه خانه فاضلاب قدیم آباد براساس طرح شبکه جمـع آوری و تصـفیه فاضـلاب شـهر قزویـن مـورد بررسی قرار گرفته و با آب مـورد اسـتفاده شـرب روسـتای بایـه جهـت استفـاده در مصارف مختلـف از قبیل کشاورزی، صنعتـی، تفـرج و تغذیه آب زیرزمینی با استانداردهای ملـی و بـین المللـی موجـود بـه ترتیب ذیل مورد مقایسه قرارگرفته است.

۲-۳-۱- مقایسـه نمونـه آب روسـتای بایـه و فاضـلاب خروجـی تصفیه‌خانه قدیم آباد

مقادیر متوسط نمونه های پساب تصفیه شده خروجی تصفیه خانه فاضلاب قدیم آباد با نمونه های آب شرب روستای بایه کـه ازطریـق چاه تامین می گردد، مورد مقایسه قرار گرفته اسـت کـه در جـدول شماره (۱) آمده است.

جدول (۱) : مقادیر متوسط پارامترها

پارامتر	واحد اندازه گیری	تصفیه خانه قدیم آباد	آب شرب روستای بایه
pH		8.1	7.4
رنگ	Pt-Co	-	15.0
بو	TON	-	1.6
کدورت	NTU	62.3	0.9
هدایت الکتریکی	µmohs/cm	1124	697
باقیمانده خشک در ۱۰۵°C	mg/L	861	449
جامدات معلق	mg/L	87	7
جامدات محلول	mg/L	808	442
سختی کل	mg/L as $CaCO_3$	135	97
قلیائیت کل	mg/L as $CaCO_3$	331	162
اکسیژن محلول	mg/L	8.9	2.8
اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی	mg/L	103.8	4.0
اکسیژن مورد نیاز شیمیایی	mg/L	181.5	19.5
کربن آلی کل	mg/L	62.5	0.4
دی اکسید کربن	mg/L	18.2	18.0
کلر آزاد باقیمانده	mg/L	0.0	0.4
دترجنت ها	mg/L	3.6	0.0
چربی و روغن	mg/L	18.3	0.0
فلوراید	mg/L	0.9	0.4
کلراید	mg/L	99.0	42.3
بروماید	mg/L	0.14	0.03
سولفات	mg/L	75	116
نیتروژن کل	mg/L	-	-
نیترات	mg/L	60.0	33.5
نیتریت	mg/L	18.0	0.3
کربنات	mg/L	119.3	0.0
بیکربنات	mg/L	283.8	154.8
فسفر کل	mg/L	19.0	0.1
فسفات	mg/L	10.0	0.1
کلسیم	mg/L	95.8	72.8
منیزیم	mg/L	34.0	32.3
سدیم	mg/L	97.0	79.0
پتاسیم	mg/L	11.0	1.1
آمونیاک	mg/L	24.2	0.0
سرب	Ppb	35.0	35.0
روی	Ppb	21.8	30.0
منگنز	Ppb	65.0	17.5
مس	Ppb	127.5	127.5
آهن	Ppb	85.0	40.0
جیوه	Ppb	0.02	0.02
کادمیوم	Ppb	19.25	16.50
کروم	Ppb	20.25	17.50
آرسنیک	Ppb	34.25	4.25
مالاتیون	Ppb	1.00	1.00
پاراتیون	Ppb	1.25	1.00

۲-۳-۲- استفاده در کشاورزی

مصرف پساب تصفیه شده جهت آبیاری اراضی کشاورزی بسته به نوع محصول، کیفیت پساب تصفیه شده و طریقه مصرف آن توسط انسان یا دام فرق کرده و برای آبیاری هر نوع محصول رعایت معیارهای خاصی مدنظر است، بطوریکه از طریق اجرای مراحل مختلف تصفیه، قابلیت مصرف داشته باشد. در جدول شماره (۲) درجه تصفیه لازم برای فاضلاب های شهری جهت استفاده در آبیاری براساس راهنمای تهیه شده آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا در سال ۲۰۰۴ ارائه شده است. همچنین در نمودارهای شماره (۱) الی (۴)، پارامترهای خروجی تصفیه خانه قدیم آباد به ترتیب با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران(IRNDOE)، آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا(U.S. EPA)، سازمان بهداشت جهانی(WHO) و سازمان خواربار جهانی(FAO) که در جدول (۳) ارائه شده است، مورد مقایسه قرار گرفته است.

۲-۳-۳- استفاده در صنعت

ارایه استاندارد کیفی برای استفاده پساب فاضلاب در صنعت با توجه به تنوع صنایع، فرآیندهای مختلف تولید محصول و تنوع کیفی آب مورد نیاز بسیار کار تخصصی و زمانبری است. اگر غلظت پارامترهای مورد توجه در صنعت بیش از استاندارد در نظرگرفته شده باشد سبب آسیب های جزیی تا عمده به تجهیزات و سازه های کارخانجات و کیفیت مواد تولیدی شده و برای اکثر مصارف آب صنعتی ایجاد حساسیت می نماید. در این مقاله برای استفاده از پساب ها در مصارف صنعتی از پیش نویس استاندارد ضوابط زیست محیطی استفاده مجدد از آب های برگشتی و پساب ها، نشریه شماره ۳۴۵-الف، که در جدول شماره (۴) ارائه گردیده است، استفاده شده است. براساس این استاندارد آب های خام در سه گروه به شرح زیر تقسیم بندی و شاخص های کیفی آب برای گروه های فوق ارائه می گردد:

گروه الف: این گروه به آبهایی اطلاق می شوند که برای فرآیندهایی در صنعت که به آب با کیفیت بسیار بالا نیاز ندارند، بدون تصفیه و یا با حداقل تصفیه قابل استفاده می‌باشند و برای فرآیندهای با حساسیت زیاد، باید تصفیه مورد نیاز برروی آنها صورت گیرد. این گروه از لحاظ مصارف صنعتی دارای کیفیت خوب می باشند.

گروه ب: این گروه به آبهایی اطلاق می شوند که برای فرآیندهای بدون حساسیت، بصورت بدون تصفیه و یا حداقل تصفیه قابل استفاده می باشند. اما برای فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی با توجه به نوع استفاده لازم است. این گروه از لحاظ مصارف صنعتی دارای کیفیت متوسط هستند.

گروه ج: این گروه دارای کیفیت ضعیفی بوده و برای هر مصرفی در صنعت نیازمند تصفیه هستند، لذا توصیه می شود بیشتر برای مصارف خنک کننده که نیازمند تصفیه بالایی نمی باشند بکار روند. با توجه به نیاز میزان بالای تصفیه جهت فرآیندهای حساس، استفاده از این آبها در این فرآیندها توصیه نمی گردد.

در نمودارهای شماره (۵) الی (۷) مقایسه پارامترهای خروجی تصفیه خانه فاضلاب طرح جامع تصفیه خانه قدیم آباد با استاندارد ضوابط زیست محیطی جهت مصرف صنایع(گروه الف، ب و ج) نشان داده شده است.

۲-۳-۴- استفاده در تفرج

شاخص‌های محدودیت زا در مصارف تفرجی با توجه به کیفیت پساب ها و ماهیت تفرجی شامل شاخص میکروبی، میزان جلبک و اکسیژن محلول است. شاخص های میکروبی شامل پارامترهای کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی، اشرشیاکلی و انتراکوکی می‌باشد. چون اندازه گیری پارامترهای اشرشیاکلی و انتراکوکی نسبت به دو پارامتر دیگر گرانتر بوده و در تمام مناطق کشور موجود نمی‌باشد و برای تعیین وضعیت کیفی آب انجام یکی از آزمایش ها کفایت می‌کند ولی توصیه می‌گردد که در صورت امکان اشرشیاکلی و انتراکوکی نیز آزمایش شود.

برای استفاده از پساب خروجی تصفیه‌خانه قدیم آباد در مصارف تفرجی، از پیش‌نویس استاندارد ضوابط زیست محیطی استفاده مجدد از آب‌های برگشتی و پساب‌ها، نشریه شماره ۳۴۵-الف، که در جدول شماره (۵) ارائه گردید، استفاده شده است. لازم به ذکر است بر اساس توصیه‌های استاندارد، محدوده مشخص شده برای هر پارامتر، محدوده بی خطر نمی باشد ولی احتمال ابتلا به بیماری در این محدوده کمتر است.

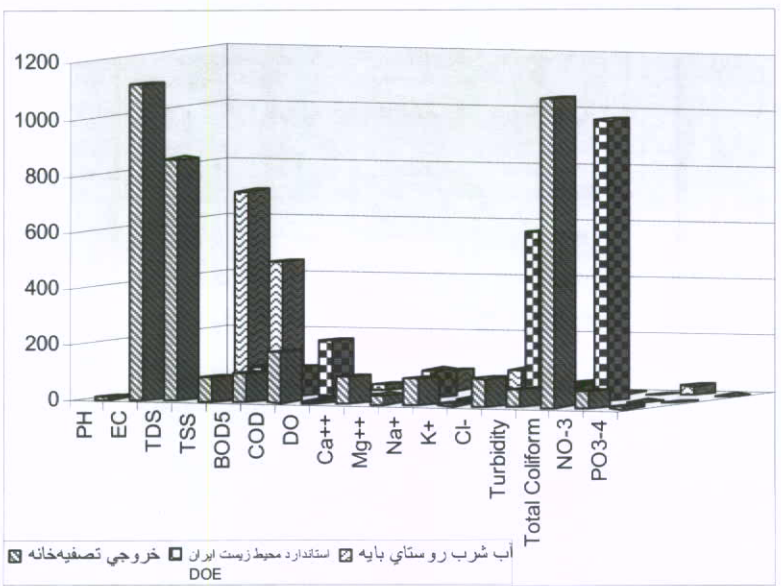
۲-۳-۵- استفاده در منابع آب زیرزمینی (تغذیه مصنوعی)

تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی توسط پساب تصفیه شده غالباً به منظور جلوگیری از کاهش سطح آب زیرزمینی، حفاظت سفره‌های آب زیرزمینی در برابر آبهای شور دریاها بخصوص در مناطق ساحلی و همچنین بالا بردن میزان ذخیره سفره‌های آب زیرزمینی است. در استفاده از فاضلاب تصفیه شده جهت تغذیه مصنوعی سفره‌های زیرزمینی، کیفیت فاضلاب از نظر مصارف بعدی آب زیرزمینی حائزاهمیت است.

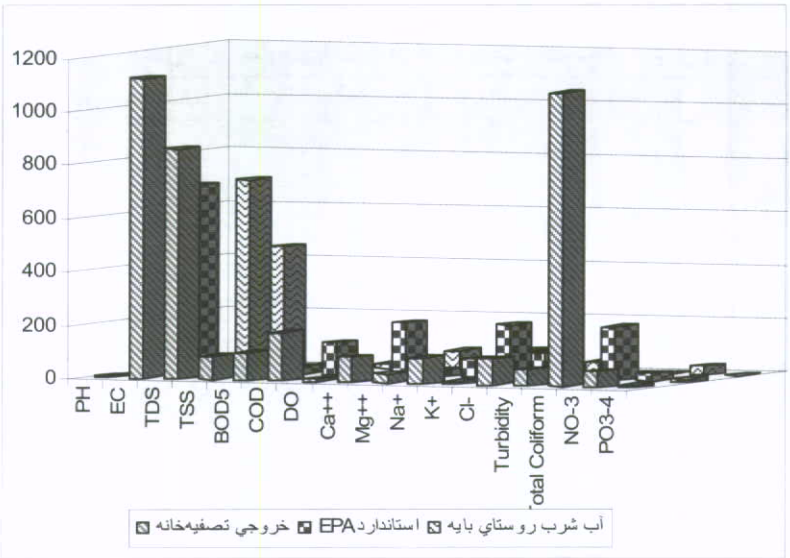
در زمینه استفاده از پساب فاضلاب تصفیه خانه قدیم‌آباد در تغذیه مصنوعی از استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست که در جدول شماره (۶) ارائه گردید، استفاده شد. با توجه به اینکه شرایط و عملکرد خاک های مناطق مختلف در پالایش فاضلاب و بهبود کیفی آن متفاوت بوده و علیرغم تاثیر مثبت در کیفیت پساب و کاهش بعضی پارامترها مانند عوامل میکروبی، موادآلی، فلزات سنگین و...، تاثیر مثبتی در کاهش شوری ندارد.

جدول (۲): معیارهای تصفیه فاضلاب جهت استفاده در آبیاری [9]

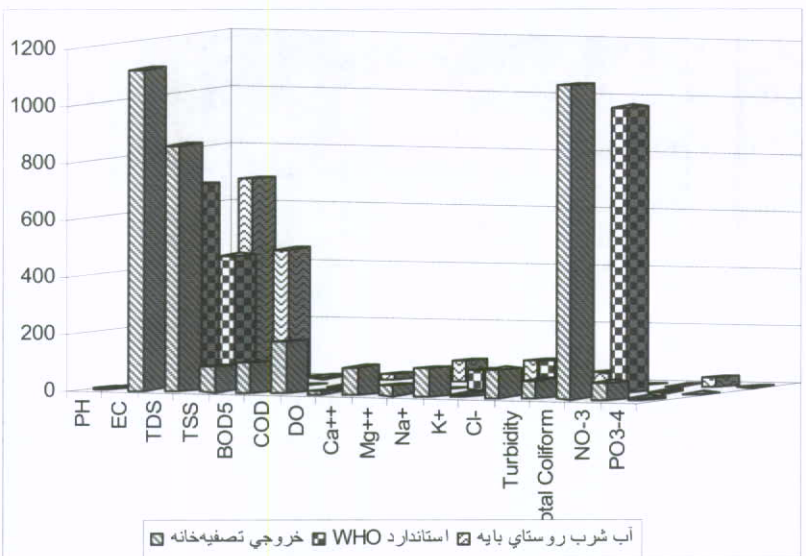
نوع استفاده مجدد پساب	نوع تصفیه	کیفیت آب
آبیاری مناطق عمومی: • پارک ها • گورستان ها • زمین های گلف • سایر زمین های دارای دسترسی عمومی آبیاری کشاورزی برای: • محصولات غذایی که به صورت تجاری فرآوری نمیشوند • هر محصولی که به صورت خام مصرف میشود	تصفیه ثانویه، فیلتراسیون و گندزدایی	• pH 6-9 • <= 10mg/L BOD • <= 2 NTU • 0 = fecal coliforms/100mL • باقیمانده کلر حداقل ۱ mg/l
آبیاری مناطق دارای دسترسی محدود: • چمنزارها • جنگل • سایر نواحی با دسترسی محدود یا بدون دسترسی عمومی آبیاری کشاورزی برای: • محصولات غذایی که به صورت تجاری فرآوری می شوند • محصولات غیر خوراکی و مراتع	تصفیه ثانویه و گندزدایی	• pH 6-9 • <= 30mg/L BOD • <= 30mg/L TSS • <= 200fecal coliforms/100mL • باقیمانده کلر حداقل ۱ mg/l



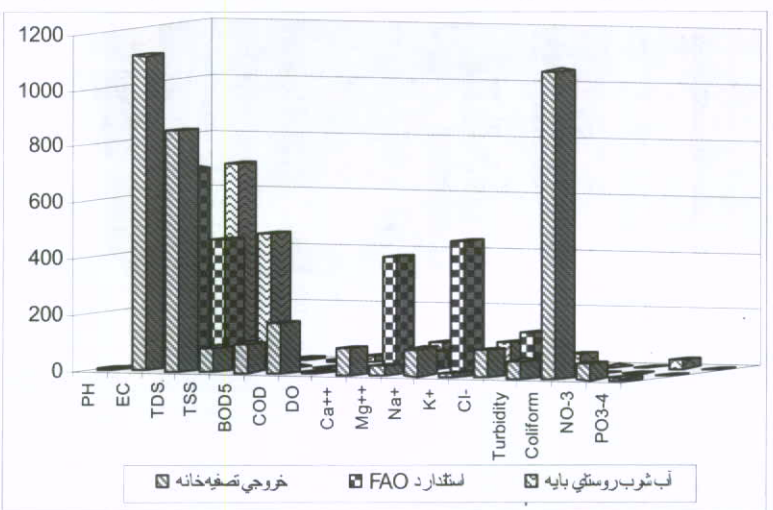
نمودار(۱): مقایسه پارامترهای خروجی تصفیه خانه فاضلاب قم با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران جهت مصارف آبیاری



نمودار(۲): مقایسه پارامترهای خروجی تصفیه خانه فاضلاب قم با استاندارد EPA جهت مصارف آبیاری



نمودار(۳): مقایسه پارامترهای خروجی تصفیه خانه فاضلاب قم با استاندارد WHO جهت مصارف آبیاری



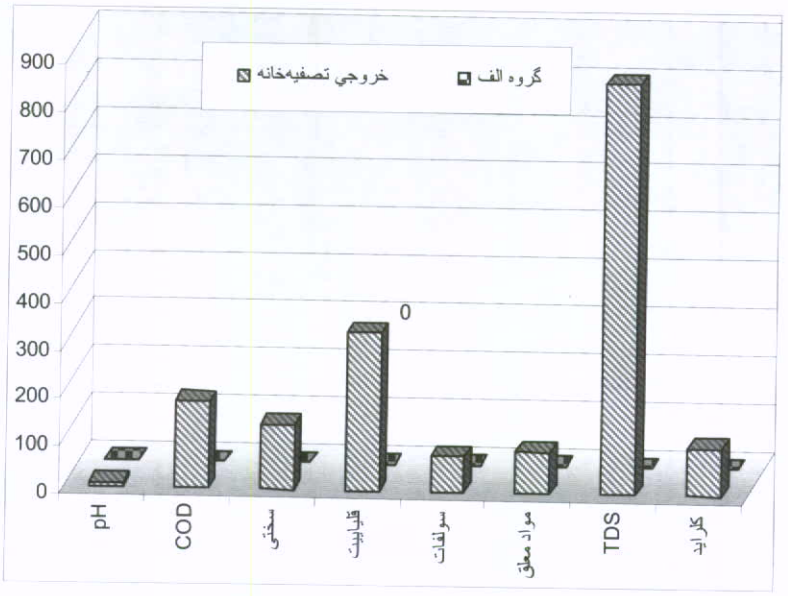
نمودار (۴): مقایسه پارامترهای خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب قم با استاندارد FAO جهت مصارف آبیاری

جدول(۳): مقایسه مشخصات پساب تصفیه شده خروجی تصفیه‌خانه قدیم آباد و آب شرب روستای بایه استانداردها[۲]

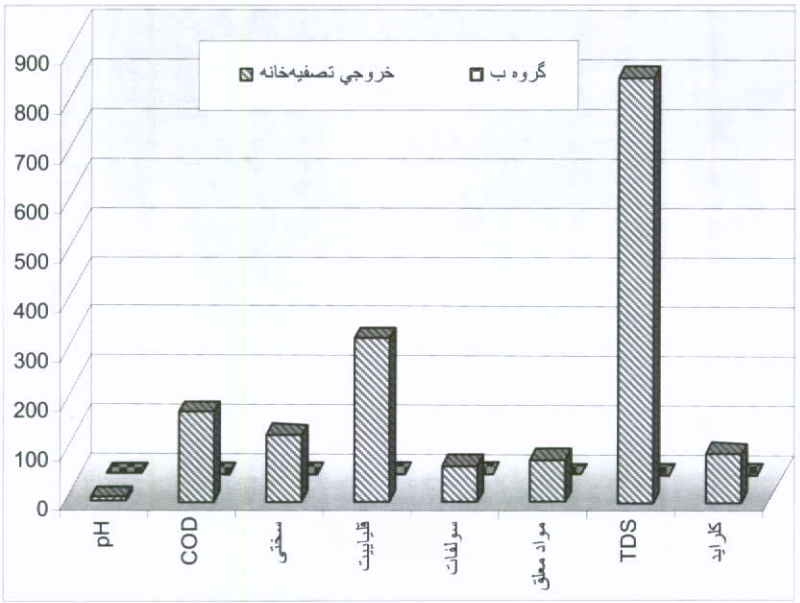
[۲]پارامتر	واحد	خروجی تصفیه‌خانه	آب شرب روستای بایه	استاندارد FAO	استاندارد WHO	استاندارد EPA	استاندارد محیط زیست ایران DOE	محدوده استاندارد
PH	----	۷/۶	۷.۴۴	۶/۵-۸	۶-۸/۵	۶/۵-۸/۴	۶-۸/۵	6-8/5
EC	µm/cm	۲۵۶۳	۶۹۷	۷۰۰	۷۰۰	۷۰۰	-	250-750:Good quality 750-2000:Acceptable 2000-3000:Questionable
TDS	Mg/l	۱۷۵۷/۳	۴۴۹	۴۵۰	۴۵۰	-	-	<450:Suitable quality 450-2000:Intermediate >2000:Severe limitation
TSS	Mg/l	۴۴/۸	۶.۷۵	-	-	۵	۱۰۰	Maximum acceptable:100
BOD_5	Mg/l	۱۵۴/۸	۴	-	-	۳۰	۱۰۰	Maximum acceptable:100
COD	Mg/l	۲۰۶/۵	۱۹.۵	-	-	۱۲۰	۲۰۰	Maximum acceptable:200
DO	Mg/l	۱/۹	۲.۷۹۵	-	-	-	۲	
Ca^{++}	Mg/l	۱۴۸	۷۲.۷۵	۴۰۰	-	۲۰۰	-	-
Mg^{++}	Mg/l	۵۹/۵	۳۲.۲۵	۶۱	-	۲۵	۱۰۰	Maximum acceptable:100
Na^{+}	Mg/l	۱۹۱	۷۹	۴۶۰	۶۹	۶۹	-	Measured whit RSC index
K^{+}	Mg/l	۲۰/۴	۱.۱	-	-	۲۰۰	-	-
Cl^{-}	Mg/l	۳۶۰.۸	۴۲.۲۵	۱۴۲	۱۰۶	۱۰۰	۶۰۰	Maximum acceptable:600
Turbidity	NTU	۷۱	۰.۹۲۵	-	-	۲	۵۰	Maximum acceptable:50
Total Coliform	MPN/100 ml	۱۱۰۰	۰	-	۱۰۰۰	۲۰۰	۱۰۰۰	
NO^{-}_3	Mg/l	۷۳/۸	۳۳.۴۵	۵	۵	۳۰	-	
PO^{3-}_4	Mg/l	۱۵/۱	۰.۰۶۵	-	-	۱۰	-	

جدول (۴): استاندارد پیشنهادی برای مصارف صنعتی از پسابها و آبهای برگشتی [۳]

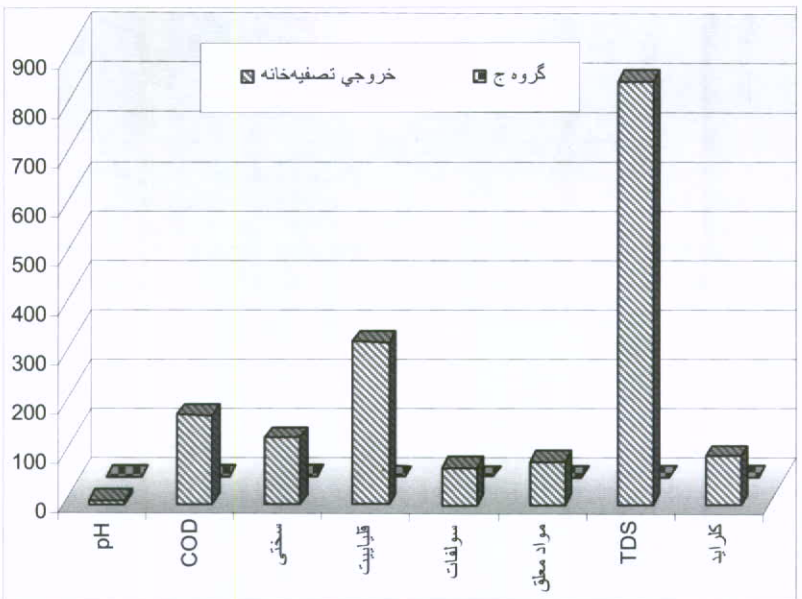
شاخص (mg/l)	گروه الف	گروه ب	گروه ج
pH	۶-۹	۶-۹	۶-۹
COD	<۲۰	<۷۵	>۷۵
سختی	<۲۵۰	<۵۰۰	>۵۰۰
قلیاییت	<۱۵۰	<۵۰۰	>۵۰۰
سولفات	<۲۵۰	<۵۰۰	>۵۰۰
مواد معلق	<۵۰	<۱۰۰	>۱۰۰
TDS	<۵۰۰	<۱۰۰۰	>۱۰۰۰
کلراید	<۲۰۰	<۵۰۰	>۵۰۰



نمودار(۵): مقایسه پارامترهای تصفیه‌خانه قدیم آباد با استاندارد ضوابط زیست محیطی جهت مصارف صنعتی(گروه الف)



نمودار(۶): مقایسه پارامترهای خروجی تصفیه خانه قدیم آباد با استاندارد ضوابط زیست محیطی جهت مصرف صنایع (گروه ب)



نمودار(۷)- مقایسه پارامترهای خروجی تصفیه خانه قدیم آباد با ضوابط زیست محیطی صنایع (گروه ج)

کتابخانه
شرکت مهندسی

جدول (۵): استاندارد پیشنهادی برای مصارف تفرجی از پسابها و آبهای برگشتی[1] [۳۱]

	شاخص های عددی	کلیفرم کل (تعداد/۱۰۰ml)	کلیفرم مدفوعی (تعداد/۱۰۰ml)	اشرشیاکلی (تعداد/۱۰۰ml)	انتراکوکی (تعداد/۱۰۰ml)	DO	pH
نوع تفرج	مستقیم[2]	۲۰۰۰	۴۰۰	۲۰۰	۵۰	>=۵	۶-۹
	مستقیم[3]	۱۰۰۰۰	۲۰۰۰	۶۰۰	۲۰۰		
	غیرمستقیم[2]	۵۰۰۰	۲۰۰۰	۶۰۰	۲۰۰		
	غیرمستقیم[3]	۱۰۰۰۰	۴۰۰۰	۱۲۰۰	۴۰۰		
تبصره: میزان جلبک نباید در حدی باشد که باعث تغییر رنگ آب گردد و همچنین میزان جلبک های شناور در آب نباید زیاد باشد (کمتراز ۱۰ میکروگرم بر لیتر کلروفیل a)، آب باید عاری از مزه و بو و شرایط آزاردهنده باشد. آب باید عاری از جامدات، مواد شناور معلق، کف، لایه روغن و لجن باشد.							

جدول (۶): استاندارد پیشنهادی برای دفع پساب ها و آبهای برگشتی به آبهای سطحی و چاه جاذب [۱]

ردیف	مواد آلاینده	تخلیه به چاه جاذب(mg/l)	ردیف	مواد آلاینده	تخلیه به چاه جاذب(mg/l)
۱	کلراید[4]	۶۰۰	۶	BOD_5[5]	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)
۲	منیزیم	۱۰۰	۷	COD[5]	۶۰ (لحظه‌ای ۱۰۰)
۳	نیترات بر حسب نیترات	۱۰	۸	مجموع مواد جامد محلول[6]	
۴	فسفات بر حسب فسفر	۶	۹	pH (حدود)	۵-۹
۵	سولفات[6]	۴۰۰	۱۰	کل کلیفرم (تعداد در ۱۰۰۰ میلی لیتر)	۱۰۰۰

در این زمینه توجه به کیفیت پسابها و همچنین کیفیت آبخوان و مصارفی که از آبخوان صورت می گیرد ضروری بوده و بایستی توجه شود که EC پساب مورد استفاده برای تغذیه مصنوعی فراتر از استاندارد کیفی مصارفی که در حال حاضر از آبخوان می شود نباشد. بعبارت دیگر موجب افزایش EC و ایجاد محدودیت برای مصارف فعلی (شرب یا کشاورزی) در آب آبخوان نگردد.

در نمودار شماره (۸) مقایسه پارامترهای خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب طرح جامع تصفیه‌خانه قدیم آباد با استاندارد سازمان محیط زیست ایران جهت تغذیه آب زیر زمینی ارائه شده است.

---

[1] حداقل تناوب نمونه گیری دو هفته یکبار می باشد.

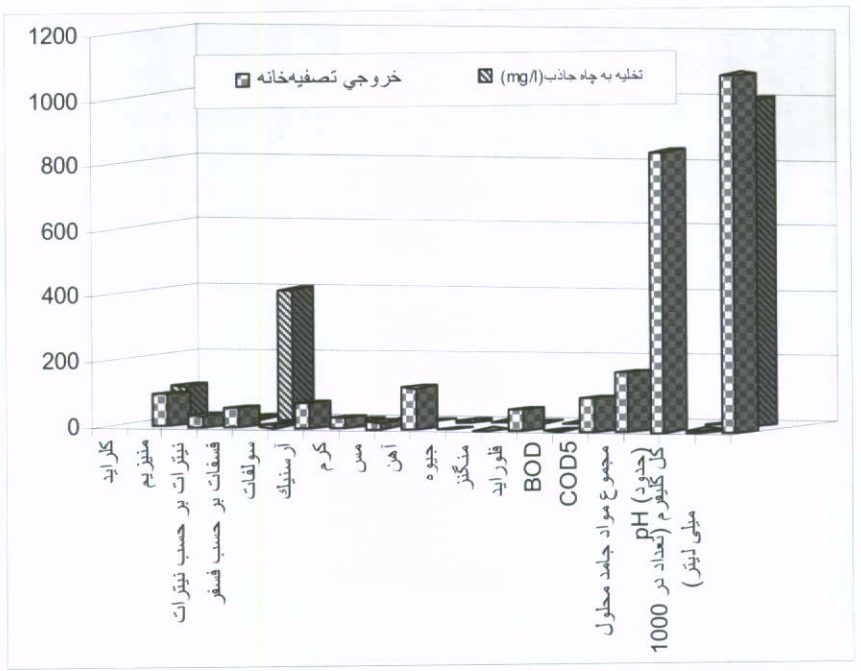
[2] اعداد مشخص شده میانگین هندسی نمونه ها در طول یک دوره ۳ ماهه می باشد.

[3] اعداد مشخص شده برای شاخص های میکروبی حداکثر میزانی است که پارامتر مشخص شده در یک نمونه می تواند برای مصرف مشخص شده داشته باشد.

[4] تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که پساب خروجی، غلظت کلراید، سولفات و مواد جامد محلول منبع پذیرنده را در شعاع ۲۰۰ متری بیش از ۱۰٪ افزایش ندهد.

[5] صنایع موجود مجاز خواهند بود BOD_5 و COD را حداکثر ۹۰٪ کاهش دهند.

[6] تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که افزایش کلراید، سولفات و مواد جامد محلول پساب خروجی نسبت به آب بیش از ۱۰٪ نباشد.



نمودار(۸)- مقایسه پارامترهای خروجی تصفیه‌خانه قدیم‌آباد با استاندارد سازمان محیط‌زیست ایران جهت تغذیه آب زیرزمینی

۳- نتیجه گیری

۳-۱- نتیجه گیری استفاده در کشاورزی

مقایسه پارامترهای خروجی تصفیه خانه فاضلاب تصفیه خانه قدیم آباد با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست کشور جهت مصارف آبیاری که در نمودار شماره (۱) ارائه شده است بیانگر آن است که به دلیل بالابودن میزان EC نسبت به استاندارد آن جهت مصارف کشاورزی و آبیاری، استفاده از آن با محدودیت نوع کشت روبرو می شود و بنابراین در کشتهایی که به شوری آب آبیاری حساسیت کمتری دارند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین میزان کلیفرم کل در خروجی فاضلاب تصفیه خانه فاضلاب تصفیه خانه قدیم آباد در مقایسه با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست میزان بیشتری را نشان می‌دهد که نوع کشت را به ویژه برای گیاهانی که به صورت خام خورده می شوند محدود نموده و همچنین برای مصرف در کشت سبزیجات و صیفی‌جات محدود می‌نماید.

مقایسه میزان پارامترهای خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب تصفیه‌خانه قدیم آباد با استانداردهای (WHO)، (EPA) و FAO نیز نشان می‌دهد که فاضلاب تصفیه شده به دلیل بالابودن میزان EC، TDS، سدیم، کلر آزاد و کلیفرم کل با محدودیت نوع کشت روبرو می‌گردد.از این رو گیاهان مناسب کشت به صورت ذیل پیشنهاد می‌گردند:

گروه غلات: درخصوص کشت محصولات دانه‌ای که مستقیما مورد استفاده قرار نمی‌گیرند مثل گندم و جو و بویژه جو (به دلیل مقاومت بیشتر در مقابل شوری) محدودیتی وجود ندارد لیکن ذرت و سورگوم که مستقیما به مصرف دام می‌رسند توصیه نمی‌شوند.

گروه حبوبات : شرایط مشابه گندم و جو را داشته و قابل کشت هستند به ویژه حبوباتی که به شوری و زیادی سدیم در آب آبیاری حساسیتی نداشته و یا حساسیت کمتری دارند.

نباتات علوفه‌ای: نباتات مصرف مستقیم آن توسط انسان و دام چه بصورت تر وخشک توصیه نمی‌شوند.

نباتات صنعتی: درکشت نباتات غده‌ای صنعتی مانند چغندر به علت تماس با خاک محدودیت داشته ولی کشت گیاهانی نظیر روناس و پنبه که به شوری نیز مقاومت دارند محدودیتی وجود ندارد.

سبزیجات و صیفی جات: این نوع محصولات عمدتاً توصیه نمی‌گردند چون از قابلیت مصرف مستقیم توسط انسان و دام برخوردار هستند.

باغات: این نباتات بیش از سایر محصولات قابل توصیه هستند لیکن میوه‌جاتی که به صورت تازه به مصرف می رسند به دلیل احتمال تماس با خاک پیشنهاد نمی‌شود. بنابراین درختان مثمر که محصولات آنها به صورت خشکبار مصرف می‌شوند، مانند بادام و پسته را می‌توان پیشنهاد نمود. از درختان چوبده نظیر کاج، سرو، افرا، بلوط و پده نیز قابلیت استفاده از فاضلاب تصفیه شده تصفیه خانه قدیم آباد را دارا می باشند.

با توجه به جمیع جهاتی که عنوان شد با وجود محدودیتهایی که برای استفاده از فاضلاب تصفیه شده وجود دارد، هنوز گروه‌هایی از گیاهان قابل کشت وجود دارند. لیکن اثرات دراز مدت جذب میکرو المانهای موجود در فاضلاب تصفیه شده از موضوعاتی است که لازم است در برنامه‌های دراز مدت تحقیقاتی مد نظر مسئولین قرار گیرد. از این دیدگاه اولویت اول با درختان چوبده و پس از آن نباتات صنعتی و در درجه سوم گیاهان دانه‌ای و درختان خشکباری مطرح هستند.

با توجه به شرایط کیفی فاضلاب تصفیه شده تصفیه‌خانه قدیم آباد، استفاده از محصولاتی نظیر"پنبه" توصیه می گردد، کشت پسته نیز به دلیل تطابق با شرایط زیست محیطی منطقه قابل توصیه است.

۳-۱-۱- محدودیتهای کیفی استفاده از پساب تصفیه‌شده تصفیه خانه قدیم آباد در اراضی کشاورزی

الف- تعیین نهایی کیفیت پساب خروجی

به منظور بهره‌برداری از پساب تصفیه‌شده روش عملی انتخاب شده اینگونه است که عملیات پالایش فاضلاب تا حدی که مناسب برای کشت بخصوصی باشد انجام گردیده و حد تصفیه فاضلاب علاوه بر انطباق آن استانداردهای مورد عمل سازمان حفاظت محیط‌زیست متناسب با نیاز اقتصادی‌ترین محصول قابل کشت باشد.

ب- تفاوت استاندارد

چون استاندارد خروجی پساب تصفیه‌شده طبق استانداردهای مصوب سازمان حفاظت محیط‌زیست برای تخلیه به آبهای سطحی با مصرف مستقیم آن در کشاورزی متفاوت است، باید توجه نمود که در این مورد در تصفیه‌خانه فاضلاب طرح جامع تصفیه خانه قدیم آباد تمهیدات خاصی اعمال گردد.

پ- نوع خاک

مناسبترین زمین در این مورد زمینی است که دارای خاکهای شنی-رسی و لومی باشد و در حالت کلی خاک‌های با دانه‌بندی بین شن تا رس مناسب است.

ت- نفوذپذیری خاک

یکی از محدودیتها نفوذپذیری کم خاک است که با شخم‌زدن عمیق و کشت محصول که موجب باقی‌ماندن ریشه گیاهان در خاک می‌شود نفوذپذیری افزایش می‌یابد.

ث- شیب زمین

تا شیب ۲۰٪ برای استفاده از پساب تصفیه‌شده قابل قبول است.

ج- فاصله از اماکن مسکونی

فاصله تا اماکن مسکونی هرچه بیشتر باشد بهتر است.

چ- بهداشت محیط

در زمینه بهداشت محیط باید به بهداشت فردی و بهداشت عمومی توجه خاص نمود.

- بهداشت فردی

با توجه به مخاطرات ناشی از میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، باکتریها، پروتوزوئرها، ویروسها، انگل‌ها و مواد شیمیایی موجود در فاضلاب باید در حفظ سلامت افرادی که تماس مستقیم با فعالیتهای مربوط به استفاده از پساب تصفیه شده فاضلاب دارند دقت کافی بکار برد. آزمایشها نشان داده است که ویروسها تا ۲ ماه، کلیفرمها تا ۳ ماه، سالمونلا تا ۶ ماه، پروتوزوئرها کمتر از ۷ روز و کرمها تا ۵ ماه در محیط زنده می‌مانند. رعایت نکات مهم بهداشت فردی از قبیل عدم تماس مستقیم دست و پا با مناطقی که با فاضلاب تصفیه شده آبیاری شده است، الزامی می‌باشد.

- بهداشت عمومی

بهداشت عمومی در زمینه استفاده از پساب تصفیه شده از طریق کنترل آلودگی محصولات کشاورزی قابل اجرا خواهد بود. جلوگیری از عفونت‌زایی محصولات کشاورزی و شیوع بیماریها از عمده‌ترین اقدامات لازم جهت استفاده بهداشتی از پسابهای تصفیه شده فاضلاب تصفیه‌خانه قدیم‌آباد است. لذا طی مطالعات اپیدمیولوژیکی می‌بایست به میزان بروز و شیوع بیماریها در منطقه واقف گردید.

وجود نماتدهای روده‌ای در فاضلابهایی که به حد کافی تصفیه نشده‌اند محرز گردیده است. همچنین وبا و حصبه نیز از طریق سبزیجاتی که با فاضلاب‌های تصفیه شده آبیاری شده‌اند به کرات دیده شده است.

۳-۱-۲- مزایای استفاده از پساب تصفیه شده در اراضی کشاورزی منطقه قم

الف – جبران کمبود منابع آب برای کشاورزی در منطقه نیمه بیابانی قم.

ب – جلوگیری از افت سطح آبهای زیرزمینی.

ج – پاسخگویی به رشد جمعیت و افزایش نیازها به آب شیرین در منطقه.

د – کاهش مصرف کودهای شیمیایی به دلیل مغذی بودن پساب تصفیه شده و بالابودن هزینه مصرف کودهای شیمیایی.

ه – مغذی بودن پسابهای تصفیه شده و تأثیر آن در افزایش تولید و عملکرد محصولات کشاورزی.

و – جلوگیری از آلودگی آب های سطحی.

ز – حفاظت از خاک و بهبود رشد گیاهان و جلوگیری از فرسایش خاک در منطقه.

ح – اشتغال‌زایی و افزایش رشد فرهنگی و اجتماعی.

ط – جلوگیری از مهاجرت روستاییان.

ی – استفاده بهینه از پسابهای تصفیه شده با توجه به بالا بودن هزینه تصفیه فاضلاب‌های شهری و جبران بخشی از این هزینه‌ها.

۳-۱-۳- ملاحظات زیست محیطی در استفاده از پساب تصفیه شده تصفیه خانه قدیم آباد

با توجه به شرایط اقلیمی، توپوگرافی و دیگر عوامل زیست محیطی منطقه قم توصیه‌های زیر جهت کنترل آلودگیهای ناشی از آبیاری اراضی کشاورزی با پساب تصفیه شده تصفیه خانه قدیم آباد ارائه می‌گردد:

- تعیین خاکهای مناسب از نظر نفوذپذیری، عمق خاک، شیب و بافت خاک.
- جلوگیری از چرای دام مگر آنکه حداقل ۲ هفته از آبیاری با پساب تصفیه شده گذشته باشد.
- مصرف محصولات کشت شده بصورت پخته
- پایش زیست محیطی جهت کنترل آلاینده‌های زیست محیطی بخصوص تعداد کلیفرم (۱۰۰۰ عدد در یکصد میلی‌لیتر) موجود در فاضلابهای تصفیه شده بصورت مستمر
- کنترل تماس مستقیم انسان با فاضلابهای تصفیه شده.
- عدم کشت محصولات علوفه‌ای که به مصرف خوراک دام می‌رسد.
- کانالهای آبرسانی فاضلاب‌های تصفیه شده باید سرپوشیده باشد تا حتی‌المقدور از استفاده پرندگان و حیات وحش از آنها جلوگیری گردد.
- تعیین الگوی کشت مناسب با توجه به کیفیت خاک و کیفیت پساب تصفیه شده.
- در صورت امکان پساب تصفیه شده با آبهای موجود در منطقه اختلاط و سپس مورد استفاده در آبیاری قرار گیرد.
- استفاده از روش آبیاری زیرزمینی[1]، که از این طریق پساب‌های تصفیه شده در عمق ۰/۵ متری زمین پخش می‌شوند و سطح زمین را مرطوب می‌سازد.

  فاصله اراضی تحت آبیاری با پسابهای تصفیه شده تا نزدیکترین منطقه مسکونی می بایست فاصله‌ای مناسب تشخیص داده شود.

  عمق آبیاری زیرزمینی در اراضی مورد آبیاری با فاضلابهای تصفیه شده حداقل باید ۱/۵ متر باشد.

  اگر پسابهای تصفیه شده تصفیه‌خانه قدیم‌آباد حاوی فاضلابهای تصفیه شده صنعتی باشد، در این صورت آلاینده‌های صنعتی از جمله فلزات سنگین و مواد شیمیایی مختلف می‌بایست حتماً مراحل پیش تصفیه را گذرانده و در نهایت در حد استانداردهای مجاز سازمان حفاظت محیط‌زیست به پسابهای تصفیه شده شهری اضافه گردد.
- در صورت اختلاط روان آبهای سطحی تصفیه خانه قدیم آباد با فاضلاب‌های شهری مشکلاتی جهت تصفیه ایجاد می‌شود که باید مدنظر و محاسبه قرار گیرند.

۳-۲- نتیجه گیری استفاده در صنعت

از جمله پارامترهایی که در استفاده از فاضلاب تصفیه شده در صنایع به عنوان شاخص هستند، می توان به pH، TDS، TSS، COD و کلر اشاره نمود. بررسی و مقایسه ویژگیهای کیفی فاضلاب تصفیه شده قم با استاندارد ضوابط زیست محیطی سازمان حفاظت محیط زیست و مدیریت نظارت راهبردی ریاست جمهوری که در نمودارهای شماره (۵) الی (۷) ارائه شده است نشان می‌دهد که فاضلاب تصفیه شده قم از بین گروههای صنایع الف ، ب و ج که دربند۲-۳-۲ عنوان شدند جزو گروه ج بوده و در مبحث استفاده در صنایع فقط بعنوان سردکننده در خنک کردن دیگهای بخار و آب، مورد نیاز در نیروگاه‌ها قابل توصیه هستند.

۳-۳- نتیجه گیری استفاده در تفرج

با توجه به جداول شماره (۱) و (۵) برای استفاده از پساب خروجی تصفیه‌خانه قدیم‌آباد در مصارف تفرجی تنها پارامترهای کل کلیفرم و pH موجود است. مقایسه این دو پارامتر با مقادیر در نظرگرفته شده در پیش‌نویس استاندارد ضوابط زیست محیطی نشانگر آن است که در استفاده مستقیم و غیرمستقیم پساب خروجی تصفیه‌خانه قدیم‌آباد جهت مصارف تفرجی هیچ گونه محدودیتی وجود ندارد.

۳-۴- نتیجه گیری استفاده در تغذیه آب زیرزمینی

بررسی و مقایسه تغذیه زیر زمینی فاضلاب تصفیه شده قم با استانداردهای تخلیه به چاه جاذب سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور که در نمودار شماره (۸) ارائه شده است، نشان می‌دهد که با توجه به شرایط خاک (نوع بافت وکیفیت خاک) لازم است ویژگی‌های خاک در منطقه مورد بررسی قرار گرفته و با توجه به ویژگی‌های خاک نسبت به تغذیه مصنوعی آبهای زیر زمینی اقدام نمود. بنابراین با توجه به موارد گفته شده استفاده از فاضلاب تصفیه شده قم جهت مصارف آبیاری و در مواقعی از سال که امکان آبیاری وجود ندارد، جهت تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی نیز می‌تواند کاربرد داشته باشد.

مراجع

[۱] سازمان محیط‌زیست ایران، مجموعه قوانین و مقررات حفاظت‌محیط‌زیست ایران،جلداول، چاپ سوم، ۱۳۷۹.

[۲] کمیته‌ملی‌آبیاری‌وزهکشی، مروری بر استانداردها و تجارب استفاده از پساب‌ها برای‌آبیاری،شماره‌انتشار ۱۰۴،۱۳۸۵.

[۳] معاونت امور آب و آبفا، وزارت‌نیرو، ضوابط زیست‌محیطی استفاده مجدد از آب‌های برگشتی و پسابها، نشریه شماره ۳۴۵-الف، ۱۳۸۸.

1- Subsurface Irrigation

[۴] پیرصاحب، مقداد، خدادادی، تارخ، شرفی، کیومرث و دوگوهر، کریم، "امکان‌سنجی استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب اولنگ مشهد برای آبیاری کشاورزی"، سومین همایش آب و فاضلاب (با رویکرد اصلاح الگوی مصرف)، تهران، اسفند ۱۳۸۸.

[۵] پیروز، بهروز، رازدار، بابک و باقرزاده، آسان، "بهره‌برداری از آب‌های غیرمتعارف و استفاده مجدد از پساب (مطالعه موردی زهکش اوشمک)"، سومین همایش آب و فاضلاب (با رویکرد اصلاح الگوی مصرف)، تهران، اسفند ۱۳۸۸.

[۶] خانی، حامد و طاهره، زویا – سماوی، "استفاده از پساب فاضلاب همدان در توسعه منطقه (با رویکرد اصلاح الگوی مصرف)"، سومین همایش آب و فاضلاب (با رویکرد اصلاح الگوی مصرف)، تهران، اسفند ۱۳۸۸.

[۷] سومین همایش آب و فاضلاب (با رویکرد اصلاح الگوی مصرف)، تهران، اسفند ۱۳۸۸.

[۸] حمادی، محمد، "اثرات زیست محیطی فاضلاب"، دانشنامه علمی، Water94.blogfa.com، ۱۳۸۵.

[9] Haering, K.C., et al, "*Water Reuse: Using Reclaimed Water for Irrigation*", Communication and Marketing, College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University, 2009.

[10] Khatib, A., Aqra, F., Yaghi, N., Subuh, Y., Hayeek, B., Musa, M., Basheer, S. and Sabbah, I., "*Reducing the Environmental Impact of Olive Mill Wastewater*", American Journal of Environmental Sciences, 5(1):1-6, 2009.

[11] Vigneswaran, S. and Sundaravadivel, M., "*Recycle and Reuse of Domestic Wastewater, in Wastewater Recycle, Reuse and Reclamation*", [Ed. Saravanamuthu (Vigi)Vigneswaran], in Encyclopedia of Life Support System(EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, [http://www.eolss.net]

بیوگرافی

آقای علی سمیعی دارای مدرک لیسانس مهندسی کشاورزی از دانشگاه ارومیه و فوق لیسانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست از دانشگاه تهران می‌باشد. ایشان دارای ۱۶ سال سابقه کار در کارهای محیط زیستی داشته و همکاری با قدس نیرو و دیگر مشاورین بنام در این زمینه می‌باشد. زمینه علاقمندی آقای مهندس سمیعی نیز کارهای زیست محیطی و به خصوص ارزیابی زیست محیطی می‌باشد.

Email:
asamiei@ghods-niroo.com

آقای اکبر مقدم دارای مدرک کارشناسی شیمی از دانشگاه زنجان و جمعاً ۲۸ سال سابقه کار می‌باشند که ۱۶ سال آن در قدس نیرو است. زمینه کاری و علاقمندی آقای مقدم هواشناسی و منابع آب می‌باشد.

Email:
amoghaddam@ghods-niroo.com

آقای محمدجواد پوراغنیایی دارای مدرک کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی وآبخیزداری ازدانشگاه تهران می‌باشد. ایشان دارای ۱۰ سال سابقه است که ۶ سال آن در قدس نیرو می‌باشد. زمینه علاقمندی آقای پوراغنیایی مدلسازی هیدرولوژیکی و محیط فیزیکی است.

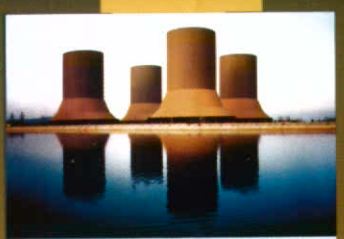
Email:
poraghniaee@ghods-niroo.com

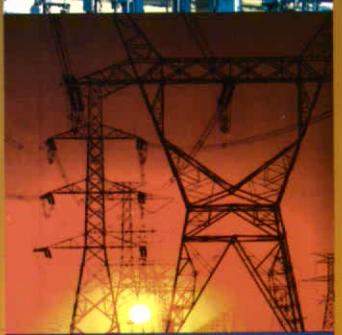
GHODS NIROO ENGINEERING COMPANY

GHODS NIROO ENGINEERING COMPANY (GNEC)

GNEC provides engineering & consultancy services, detail design, rendering technical specifications, project management and site & technical supervisory services in the following fields:

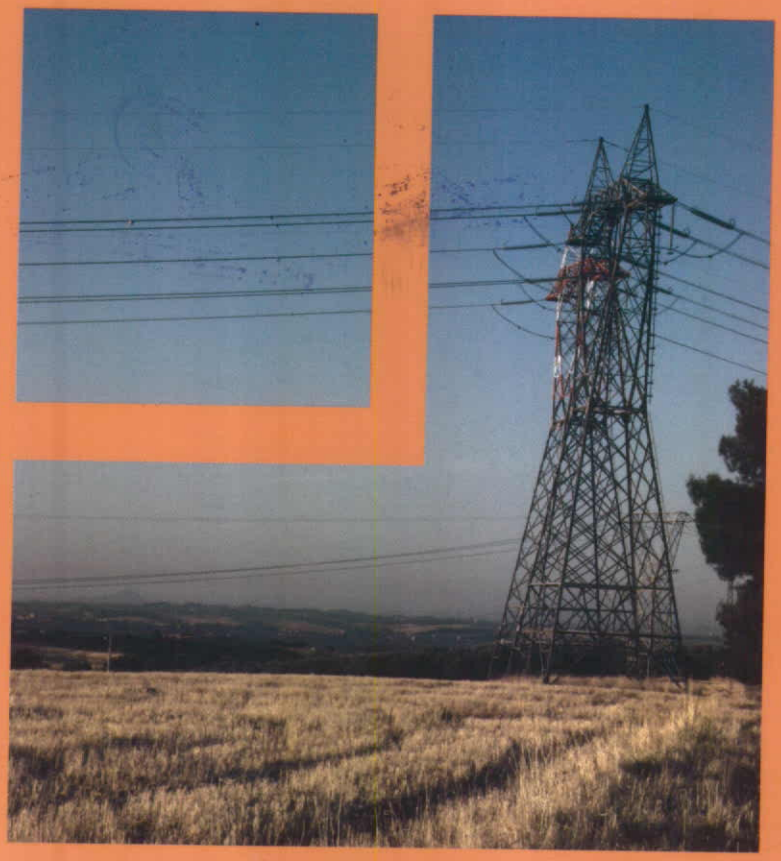
- Thermal Power Plants (Steam, Gas Turbine& Combined Cycle)
- Substation & Switch - Yards
- Transmission Lines & Distribution Networks
- Dams & Hydropower Plants, Water Transmission Lines, Irrigation& Drainage Networks
- Environmental Studies
- Cooperation with Clients in Management of Contracts.(MC)
- Participation in Major "EPC" and "MC" Contracts in Different industrial areas especially in the field of Oil and Gas.
- Renewable Energies Comprising Studies, Engineering and "EPC" Contracts





ISO 9001 DNV REGISTERED FIRM
ISO 14001 DNV REGISTERED FIRM
OHSAS 18001 DNV REGISTERED FIRM

Add: No.82, Ostad motahari Ave.
Tehran - 1566775711 - IRAN
Tel: (+9821) 82404000 - 88403613
Telfax: (+9821) 88411704
E-MAIL: INFO@GHODS-NIROO.COM
WWW.GHODS-NIROO.COM



تهران ، خیابان استاد مطهری ، چهارراه سهروردی ، شماره ۸۲
کدپستی : ۱۵۶۶۷۷۵۳۵۳
تلفن : ۸۸۴۰۳۶۱۳ - ۸۸۴۳۰۴۵۴
فکس : ۸۸۴۱۱۷۰۴

No.82 , Ostad Motahari Ave.
Tehran 1566775353 - IRAN
Tel: 88403613 - 88430454
Fax: 88411704
info@ghods-niroo.com
www.ghods-niroo.com