

## بررسی تنظیمات و بهبود کارایی رله های وصل مجدد در حالات مختلف شبکه فوق توزیع

فهیمة طاهریان<sup>۱</sup>، اصغر چیت‌گران<sup>۲</sup>، علی کمالی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>مدیر دفتر فنی انتقال، شرکت برق منطقه ای سمنان، سمنان، ftaherian1395@gmail.com

<sup>۲</sup>کارشناس مطالعات سیستم، شرکت برق منطقه ای سمنان، سمنان، Asghar\_chitgaran@yahoo.com

<sup>۳</sup>رئیس گروه مطالعات سیستم، شرکت برق منطقه ای سمنان، سمنان، ali26062@yahoo.com

### چکیده

استفاده از رله های وصل مجدد در خطوط هوایی شبکه های انتقال و فوق توزیع می تواند باعث کاهش مدت زمان قطع خطوط و افزایش پایداری شبکه شود. طبق دستورالعمل موجود، تنظیمات رله های وصل مجدد به صورت کلی ارائه شده است. ولی با توجه به شرایط شبکه و آرایش خطوط و با توجه به تجارب به دست آمده در حوادث واقعی شبکه، در صورت بروز خطای همزمان بر روی خطوط دو مداره، این تنظیمات باید به روز رسانی شود. در این مقاله، ضمن اشاره به تنظیمات دستورالعمل موجود، تجاربی از حوادث واقعی در شبکه در آرایشهای مختلف خطوط آورده شده است که در آنها رله های وصل مجدد علی رغم تنظیم طبق دستورالعمل، عملکرد مطلوب و قابل انتظار را نداشته اند و منجر به وصل مجدد روی بار شده اند. در ادامه نیز راهکار پیشنهادی اجرا شده در خطوط فوق توزیع استان سمنان جهت حل اشکال وصل مجدد بر روی بار در اتصالاتی های همزمان روی خطوط آورده شده و تنظیمات اختصاصی ارائه گردیده است.

### کلمات کلیدی

رله وصل مجدد، زمان مرده، چک سنکرون، خطوط هوایی فوق توزیع

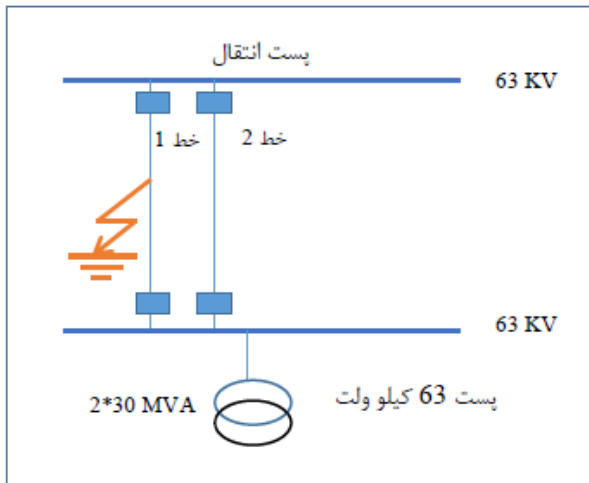
تنظیمات مورد نیاز را ارائه داده است که به طور مختصر شامل موارد ذیل است [۳]:

- وصل مجدد روی خطوطی که دارای تی آف هستند غیر فعال شود.
- روی خطوط کابلی غیر فعال باشد.
- فقط برای فالت های تکفاز به زمین فعال باشد.
- در فعال سازی وصل مجدد، خصوصیات بریکر در نظر گرفته شود. (برای کلیدهای پنوماتیکی و روغنی فعال نشود).
- در صورت فعال نمودن وصل مجدد، تنها برای یکبار (One Shut) فعال شود و تنظیم زمانی به صورت زیر در نظر گرفته میشود:

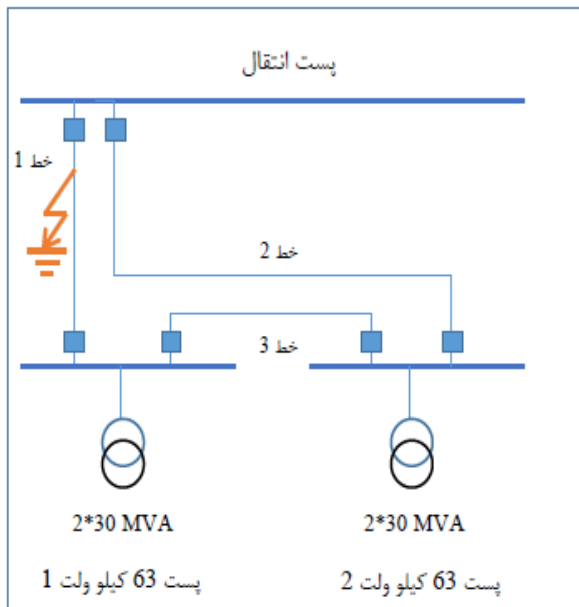
dead time=1-5 sec , Reclaim Time=30-60 sec

### ۱- مقدمه

بر اساس مطالعات صورت گرفته بیش از ۸۰ درصد خطاهای ایجاد شده در خطوط فشار قوی دارای ماهیت گذرا هستند [۱]. یکی از روشهای بهبود پایداری و قابلیت اطمینان در سیستم های قدرت، عملیات وصل مجدد (یا بازبست خودکار) خطوط فشار قوی می باشد که با هدف رفع خطاهای تکفاز گذرا در حداقل زمان ممکن انجام می شود [۲]. در این راستا فعال سازی رله های وصل مجدد خطوط فوق توزیع از سنوات گذشته در دستور کار شرکت برق منطقه ای سمنان قرار گرفته است. شرکت توانیر دستورالعمل نحوه محاسبه تنظیم رله های حفاظتی بخش فوق توزیع را تهیه و به شرکت های برق منطقه ای ابلاغ نموده است که در بخش وصل مجدد برای خطوط فوق توزیع، شرایط وصل مجدد و



شکل (۱): تغذیه پست از طریق خط دو مداره مستقل



شکل (۲): تغذیه دو پست از طریق خطوط دو مداره مشترک

در شبکه شکل (۱) و شکل (۲)، در صورت وقوع اتصالی بر روی یک خط، با توجه به اینکه از طریق مدار دوم، پست برقدار است، ترانسفورماتورها از مدار خارج نمی‌شوند و به مشترکین خاموشی اعمال نمی‌شود و برای پایداری شبکه، وصل مجدد به صورت موفقیت آمیز از دو طرف انجام می‌شود. در خطوط با آرایش شکل (۱) و شکل (۲) یکی از مشکلات موجود، در بروز اتصالی و خروج همزمان هر دو خط از سمت پست بالادست در شرایط نامساعد جوی و بروز صاعقه می‌باشد. به عنوان نمونه در شکل (۱) بروز اتصالی همزمان ناشی از صاعقه بر روی دو خط باعث می‌شود رله‌های دیستانس هر دو خط در پستهای مبدأ و مقصد

## ۲- بخش تعریف مشکل و چالش مورد بررسی

دستورالعمل تواینر، پارامترهای مهم مورد نیاز تنظیم رله‌های وصل مجدد را ارائه داده است، ولی شرایط کلیه خطوط را به صورت یکسان در نظر گرفته است و شرایط برقداری باس بار و خط را هم عنوان نکرده است. بر این اساس، این شرکت برای کلیه خطوط فوق تنظیمات ذیل را در نظر گرفته است [۳]:

Dead time: 1 sec

Sync check: LB/LL, LB/DL

Dead time یا زمان مرده، زمانی که است که قوس داخل کلید

خاموش می‌شود و پس از زمان فوق، فرمان وصل کلید صادر می‌شود، که برای کلیه خطوط ۱ ثانیه در نظر گرفته شده است. Sync Check شرایط باس بار و خط از لحاظ برقداری و یا بی برقی تجهیزات فوق را مشخص می‌کند.

LB/LL یعنی وصل مجدد در حالت برقداری باس (Live Bus) و

برقداری خط (Live Line) انجام می‌شود.

LB/DL یعنی وصل مجدد در حالت برقداری باس (Live Bus) و بی برقی خط (Dead Line) انجام می‌شود. به عبارت دیگر طبق تنظیمات پیشنهاد شده، الزاما بایستی شرط برقدار بودن باس وجود داشته باشد و اولویت زمانی برای وصل خط از سمت مبدأ و یا مقصد وجود ندارد و ممکن است وصل ابتدا از سمت پست مبدأ و یا از سمت پست مقصد انجام شود. لازم به ذکر است در تنظیم رله‌های وصل مجدد، وصل در حالات DL/DB و DB/LL غیر فعال تنظیم می‌شود. بدین معنی که تحت هیچ شرایطی وصل مجدد در حالات بی برق بودن باس (DB) قابل قبول نمی‌باشد و این موضوع در دستورالعمل نحوه محاسبه تنظیم رله‌های فوق توزیع نیز مد نظر بوده است.

خطوط شبکه فوق توزیع برق منطقه ای سمنان عمدتا به یکی از دو حالت دو مداره و رینگ طبق اشکال ذیل می‌باشد. در شکل (۱) آرایش متداول تغذیه یک پست فوق توزیع توسط یک خط دو مداره مستقل آورده شده است. در شکل (۲) آرایش تغذیه دو پست فوق توزیع از طریق خطوط مشترک، از طریق یک پست انتقال بالا دست آورده شده است. طبق دستورالعمل در هر دو حالت شبکه شکل (۱) و شکل (۲)، تنظیمات زمان مرده و شرایط چک سنکرون، به صورت یکسان در نظر گرفته شده است.

صادر نمی‌شود و عملاً وصل مجدد روی بار اتفاق نخواهد افتاد و به این ترتیب عدم پوشش این حالت خاص در دستورالعمل، مرتفع می‌شود. به عنوان جمع بندی، تنظیمات رله های وصل مجدد در پست بالادست و پست پایین دست طبق جدول شماره (۱) تغییر یافت. جدول (۱): پارامترهای قبلی و جدید رله وصل مجدد

#### ۴- نتیجه گیری

با توجه به آرایش مختلف خطوط فوق توزیع و شرایط رله های وصل

پارامتر رله وصل مجدد	شبکه بالا دست		شبکه پایین دست	
	قبلی	جدید	قبلی	جدید
Dead Time	1 sec	1.2 sec	1 sec	0.9 sec
Sync. Check	LB/LL, LB/DL	LB/LL	LB/LL, LB/DL	LB/LL, LB/DL

مجدد، لازم است بر حسب شرایط، تنظیمات زمان مرده و چک سنکرون مورد بررسی و بازنگری قرار گیرد تا از صحت عملکرد رله های وصل مجدد و عدم رکولز بر روی بار، خصوصاً در اتصالاتی های همزمان بر روی خطوط دو مداره در شبکه اطمینان حاصل شود.

در این راستا در شبکه برق استان سمنان با بررسی عملکرد رله ها در حوادث واقعی در شبکه، تنظیمات جدید رله‌های وصل مجدد جهت پیشگیری از وصل مجدد بر روی بار، تعیین و کلیه خطوطی که نیاز به تغییر تنظیمات داشتند، طی لیستی به پیمانکار جهت اعمال تغییرات و تست، اعلام شد. پس از انجام تغییرات فوق و با توجه به اینکه چندین بار خروج همزمان خطوط ناشی از صاعقه در شبکه داشته ایم، عملکرد رله‌های وصل مجدد مورد ارزیابی قرار گرفت که در کلیه موارد عملکرد صحیح و مورد انتظار مشاهده شد و تا کنون هیچ موردی از وصل مجدد بر روی بار گزارش نشده است.

#### مراجع

- [۱] مسعود رضایی، حسین غلامی، فعال سازی رله های وصل مجدد در پست های انتقال با آرایش ناقص با هدف بهبود شاخص آمادگی و پایداری شبکه، صفحه ۱، هفدهمین کنفرانس حفاظت و اتوماسیون در سیستم های قدرت، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۴۰۲
- [2] I. M. Dudurych, "UHV power transmission line electromagnetic transients in the single-phase reclosing currentless pause, " in Proc.7th Int. Symp. Short Circuit Currents PowerSyst., Warsaw, Poland,1996, Rep. 1.33.
- [۳] دستورالعمل نحوه محاسبه تنظیم رله های حفاظتی بخش فوق توزیع، صفحه ۲۴، شرکت توانیر

start شوند. اما معمولاً با توجه به شدت بالاتر جریان اتصال کوتاه در رله های پست مبدا هر دو رله تریپ می دهند ولی یک یا دو رله دیستانس در پست پایین دست با قطع جریان خطا از سمت شبکه بالا دست پیش از عملکرد، reset می شوند و برای ۴ ثانیه تا زمان عملکرد حفاظت آندر ولتاژ در پست پایین دست، حداقل یک کلید در حالت وصل خواهد بود. لذا در این شرایط با تنظیمات پیشنهاد شده در دستورالعمل، پست بالا دست که دارای باس برقدار است، فرمان وصل به خطوط بی برق را صادر می کند و عملاً بدلیل وصل بودن کلید در پست پایین دست، کل پست فوق توزیع به یکباره برقدار می شود و وصل مجدد بر روی بار اتفاق می افتد.

مشابه این حالت می تواند برای آرایش دوم نیز اتفاق بیفتد که در این حالت در هر دو پست فوق توزیع می تواند وصل مجدد بر روی بار اتفاق بیفتد. لذا در این مقاله برای پیشگیری از وقوع چنین شرایطی که می تواند آسیب به ترانسفورماتورهای پست و بارهای تغذیه شده از سمت پست پایین دست را ایجاد کند، به تغییر شرایط عملکرد تنظیمات رله وصل مجدد اقدام شده است.

#### ۳- بخش ارائه تجربیات و راه حل برای چالش و مشکل و دستاورد حاصله

با توجه به اینکه بروز خطای همزمان بر روی خطوط دو مداره در چند حادثه در شبکه برق استان سمنان اتفاق افتاده و در دو مورد حادثه مشکل وصل مجدد بر روی بار اتفاق افتاد، لذا حوادث مطرح شده، در کمیته رلیاژ و کمیته حوادث شرکت برق منطقه ای سمنان مورد بررسی قرار گرفت و تنظیمات حفاظتی تغییر کرد به این ترتیب که تنها در شرایط برقدار بودن خط(کنترل شرط Live bus/Live Line در رله سنکرون چک) وصل مجدد در پست بالا دست انجام می‌شود. در پست پایین دست شرط رله سنکرون چک برای تایید وصل مجدد Live bus/Live Line و یا Live bus/Dead Line می‌تواند باشد. برای تحقق کامل پیشگیری از وصل مجدد بر روی بار، علاوه بر شرط رله سنکرون چک، ایجاد فاصله زمانی بین زمان مرده (Dead time) رله مجدد در پست مبدا و مقصد نیز لازم است. لذا در پست‌های فوق توزیع استان سمنان این زمان به صورت ۰.۹ ثانیه در پست پایین دست و ۱.۲ ثانیه در پست بالادست تعریف شده است. به این ترتیب، با وقوع اتصالاتی همزمان بر روی دو خط و وصل باقی ماندن یک یا دو بریکر خط در پستهای پایین دست تا زمان عملکرد رله آندر ولتاژ، عملاً چون شرط Live bus در پست پایین دست وجود ندارد، بنابراین فرمان وصل مجدد در پست پایین دست در زمان ۰.۹ ثانیه اتفاق نمی‌افتد. در پست بالادست نیز چون شرایط برقدار بودن خط (Live Line) محقق نشده است، لذا فرمان وصل مجدد