



جمهوری اسلامی ایران
وزارت نیرو
شورای تنظیمات برق

فرم خلاصه نتایج پروژه پایان یافته

تاریخ تکمیل: ۱۴۰۰/۰۷/۰۱

کمیته تحقیقات توانیر

۱- عنوان پروژه: مکانیابی بهینه ادوات کلیدزنی و اتوماسیون جهت بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع برق آذربایجان غربی

۲- کد پروژه : ۹۷/۳۱۳۶۳/۱۱۲۰	۳- نام کمیته تحقیقات (پیشنهاد دهنده پروژه) : توانیر
۴- وضعیت نهایی پروژه : اتمام یافته	۵- کارفرما: شرکت توزیع آذربایجان غربی
۶- نام و نام خانوادگی مسوول پروژه : دکتر سجاد گلشن‌نواز	۷- اسامی همکاران اصلی پروژه : دکتر وحید تلاوت
۸- نام و نام خانوادگی ناظر / ناظرین پروژه : دکتر داریوش نظریور، مهندس نادر مهد قره‌باغ	۹- اسامی مشاورین پروژه : ندارد
۱۰- محل انجام پروژه : دانشگاه ارومیه	۱۱- استفاده کننده نهایی پروژه و محل آن :
۱۲- تاریخ شروع پروژه: ۱۳۹۷/۱۱/۰۶	۱۳- تاریخ تصویب پایان کار و گزارش نهایی : ۱۴۰۰/۲۰/۲۰
۱۴- هزینه تمام شده (مبلغ کل قرارداد + بالاسری): ریال ۴۹۵/۰۰۰/۰۰۰	۱۵- سازمانها و مراکز آموزشی و پژوهشی همکار : دانشگاه ارومیه

۱۶- فرضیه یا مسئله اساسی پروژه:

در شبکه‌های توزیع که قسمت عمده‌ای از قطعی‌های برق به دلیل خطاهای پیش‌آمده است می‌توان با استفاده از ادوات کلیدزنی و بهره‌گیری از اتوماسیون شبکه توزیع و یک الگوریتم مناسب، قابلیت اطمینان را به طرز چشمگیری افزایش داد. مکان‌یابی مناسب انواع ادوات کلیدزنی در این شبکه‌ها می‌تواند در بهبود همزمان شاخص‌های فنی قابلیت اطمینان و کاهش هزینه‌های اقتصادی تاثیر قابل ملاحظه‌ای داشته باشد که تحقق این اهداف نیازمند مدل برنامه‌ریزی فنی-اقتصادی دقیقی است که بتواند با دقت بالا مکان و نوع کلیدهای نصب شده را به منظور رسیدن به بالاترین میزان بهبود شاخص‌های موردنظر تضمین نماید.

۱۷- خلاصه اقدامات انجام شده:

در مطالعه انجام شده ابتدا تاثیر انواع ادوات کلید زنی و نحوه این تاثیر در بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع مورد بررسی قرار گرفته است. سپس انواع سیستم‌های اتوماسیون مکان‌یابی و جداسازی خطا (FLISR) شامل سیستم‌های مرکزی، بر مبنای پست فوق توزیع و توزیع شده جهت پیاده‌سازی استراتژی‌های بعد از وقوع خطا که در مکان‌یابی محل نصب کلید تاثیر دارند، مطالعه شده است. با توجه به این مطالعات و زیرساخت اتوماسیون موجود در شبکه توزیع آذربایجان غربی، استراتژی مناسب FLISR انتخاب گردیده است. در قدم بعدی با بررسی منابع و استانداردهای موجود جهت مدلسازی شاخص‌های فنی-اقتصادی قابلیت اطمینان، شاخص‌های مناسب به منظور ارزیابی میزان بهبود قابلیت اطمینان توسط مدل ریاضی که در این مطالعه استفاده شده است، انتخاب شده‌اند. در ادامه پس از بررسی منابع تحقیقاتی و صنعتی موجود در مدلسازی مساله مکان‌یابی کلید، با عنایت به این موضوع که مساله مکان‌یابی دقیق ادوات کلیدزنی دستی و کنترل از راه دور دارای پیچیدگی ریاضی بالایی است که حل این مساله را با چالش مواجه می‌سازد، در این مطالعه این مساله به صورت یک مدل خطی آمیخته با عدد صحیح (MILP) با فرض استفاده از سیستم FLISR مرکزی مدلسازی شده است که قابلیت پیاده‌سازی بر روی شبکه‌های با ابعاد بالا را داراست. این مدل پس از صحت‌سنجی با استفاده از شبکه‌های استاندارد IEEE-RBTS، بر روی شبکه بالانوج به عنوان شبکه مطالعاتی آذربایجان غربی در یک دوره برنامه‌ریزی ۱۰ ساله پیاده‌سازی گردیده است. به منظور مدلسازی دقیق شبکه توزیع مطالعاتی در مدل مکان‌یابی کلید و انجام عملیات FLISR بر اساس نقاط مانور موجود، داده‌های شبکه از نرم‌افزار GIS استخراج شده است. در کنار ارزیابی فنی بر اساس شاخص SAIDI، ارزیابی اقتصادی روش ارایه شده بر اساس دو شاخص اقتصادی پر کاربرد AENS و CDF به صورت جداگانه انجام گرفته است. در نهایت با توجه به نتایج مطالعات بر روی انواع مختلف از فیدرهای شبکه، دستورالعمل نهایی نصب کلید به منظور بهبود قابلیت اطمینان در شبکه توزیع ارایه گردیده است.

۱۸- نتایج کسب شده (در صورتی که نتیجه کار یک نرم افزار یا قطعه یا دستگاهی بوده است مشخصات آن ذکر و در

صورت امکان عکسی از قطعه یا دستگاه همراه شود):

نتایج پیاده‌سازی روش معرفی شده بر اساس شاخص اقتصادی AENS در شبکه مطالعاتی بالانوج آذربایجان غربی در یک دوره ۱۰ ساله نشان می‌دهد با نصب ۱۴ کلید کنترل از راه دور و ۲۲ کلید دستی می‌توان بهبود ۳۶٪ در هزینه‌های کلی شرکت توزیع شامل هزینه انرژی از دست رفته و هزینه‌های سرمایه‌گذاری را حاصل کرد. همچنین شاخص‌های فنی AENS و SAIDI به ترتیب ۵۱/۵٪ و ۴۵/۸٪ بهبود پیدا کرده‌اند. به منظور تحلیل فراتر و کارآمدتر، از تابع هزینه خاموشی CDF به عنوان یک روش پیشرفته اقتصادی استفاده شده است که در این صورت نیز بهبود ۶۰٪ در مقدار این تابع حاصل گردیده است. در این ارزیابی نیز با نصب ۴۲ کلید دستی و ۶۴ کلید کنترل از راه دور بهبودهای ۶۶٪ و ۵۹٪ در مقدار شاخص‌های AENS و SAIDI حاصل گردیده است. در نهایت با توجه مکان نصب کلید در شبکه مطالعاتی آذربایجان غربی، دستورالعمل ۱۲ بندی به منظور تصمیم‌گیری سریع در مورد مکان نصب کلید ارایه گردیده است.

۱۹- مزایای فنی و اقتصادی : (با استفاده از روشهای اقتصادی مهندسی و روش نسبت منافع به هزینه)

با توجه به ارزیابی‌های اقتصادی که در این پروژه بر اساس روش ارزش خالص حاضر (NPV) انجام شده است و مقدار سود اقتصادی حاصل از نصب انواع کلید و هزینه نصب و تعمیر و نگهداری این کلیدها را در یک دوره ۱۰ ساله مدلسازی می‌نماید، مشخص شده است که در بررسی سود-هزینه با استفاده از دو شاخص پر کاربرد بهبودهای ۳۶٪ و ۶۰٪ به دست آمده است. میزان بهبود در نتایج فنی

نیز در قسمت قبل شرح داده شد. این بهبودها نشان می‌دهد که مدل ریاضی ارائه شده و روش مورد کاربرد دارای مزایای اقتصادی و فنی بالایی است که در بررسی‌های با بازه برنامه‌ریزی بلند مدت نیز بهبود بیشتری نیز قابل حصول است.

۲۰- اقدامات تکمیلی مورد نیاز :

با در نظرگیری مطالعات انجام شده، توصیه می‌گردد با در نظرگیری شبکه مورد مطالعه در ابعاد وسیع‌تر که امکان انجام عملیات FLISR در گستره وسیع‌تر با نقاط مانور بیشتر را امکان‌پذیر می‌سازد، بهره‌وری بهتری از روش ارائه شده مکان‌یابی کلید در شبکه توزیع به دست آید و امکان کاربدهای عملی‌تر و استخراج دستورالعمل‌های عملی‌تر را فراهم می‌آورد.

۲۱- فهرست منابع اصلی مورد استفاده :

- [۱] R. Billinton and R. N. Allan, Reliability Evaluation of Power Systems, ۲nd ed. New York, NY, USA: Plenum, ۱۹۹۶.
- [۲] CARVALHO, P. M. S.; FERREIRA, L. A. F. M.; SILVA, A. J. C. da. A decomposition approach to optimal remote controlled switch allocation in distribution systems. Power Delivery, IEEE Transactions on, v. ۲۰, n. ۲, p. ۱۰۳۱-۱۰۳۶, April ۲۰۰۵. ISSN ۰۸۸۵-۸۹۷۷.
- [] M. M. J. S. Michael J. Sullivan, "Estimated Value of Service Reliability for Electric Utility Customers in the United States," June . [Online]. Available: <http://certs.lbl.gov/pdf/lbnl- e.pdf>.
- [] R. N. Allan, R. Billinton, I. Sjarief, L. Goel and K. S. So, "A reliability test system for educational purposes-basic distribution system data and results", *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. , no. , pp. - , May .
- [۵] R. E. Brown, "Reliability Metrics and Indices," in Electric Power Distribution Reliability, New York, CRC Press, ۲۰۰۹, pp. ۴۱-۱۰۲.
- [۶] Abiri-Jahromi A, Fotuhi-Firuzabad M, Parvania M, Mosleh M. Optimized sectionalizing switch placement strategy in distribution systems. *IEEE Trans. Power Delivery* ۲۰۱۲;۲۷(۱):۳۶۲-۷۰

۲۲- موارد استفاده شده از نتایج پروژه در عمل :

براساس نتایج به دست آمده از پروژه به کارگیری دستورالعمل استخراجی در مکان‌یابی عملی کلیدها در پروژه‌های عملی شرکت می‌تواند مورد توجه و استفاده قرار گیرد.

