هشتمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق
انجمن مهندسین برق و الکترونیک ایران
۳۰ و ۳۱ اردیبهشت ۱۳۸۲

"بازیابی حداکثر بار در شبکه‌های توزیع همراه با حذف بار بهینه با استفاده از هوش مصنوعی"

خسرو طلوعیان
شرکت مهندسین
مشاور نیرو

محمود حالتی املشی
شرکت مهندسین
مشاور نیرو

مجید جوکار راهجردی
شرکت مهندسین
مشاور نیرو

نرگس رازقی‌فرد
شرکت توزیع نیروی
برق شمالغرب

کلمات کلیدی *: بازیابی بار،حذف بار بهینه ، نقاط مانور، هوش مصنوعی، قابلیت اطمینان*

چکیده:

امروزه جلوگیری از ضررهای ناشی از خاموشیها و انرژی توزیع نشده از اهمیت بسزایی برخوردار است؛ لذا بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع توسط متخصصین مربوطه مورد توجه خاص قرار گرفته است. در شبکه‌های توزیع امروزی عمدتاً بازیابی شبکه و بار بر پایه تجربیات بهره‌برداران، امور حوادث و با استفاده از نقاط مانور و به صورت دستی صورت پذیرفته و بستگی تام به تجربه اپراتور و شناخت وی از شبکه تحت بهره‌برداری دارد. لذا تدوین یک روش جدید و استفاده از تجهیزات کلیدزنی اتوماتیک جهت کاهش خاموشیها و تأمین حداکثر بار هنگام وقوع حوادث و خاموشیها در شبکه‌های توزیع بشدت احساس می‌شود.

در شبکه‌های توزیع به علت وقوع حوادث و طولانی بودن زمان تعمیر آن، جهت افزایش قابلیت اطمینان شبکه، استفاده از توانایی و ظرفیت خالی بخشهای دیگر شبکه امری ضروری است. به همین جهت در این مقاله به کمک سیستمهای هوشمند و هوش مصنوعی مبتنی بر تجربیات بهره‌برداران شبکه توزع و با تکیه بر بانک اطلاعاتی و انجام حجم قابل ملاحظه‌ای از عملیات محاسباتی توسط کامپیوتر، شرایط بهره‌برداری بهینه پس از وقوع حوادث تعیین و عملیات برقراری مجدد را پیشنهاد می‌شود.

چکیده

استفاده از ظرفیتهای خالی شبکه و قابلیتهایی از قبیل مانور جهت بازیابی حداکثر بار شبکه در جلوگیری از ضررهای ناشی از خاموشیها و انرژی توزیع نشده از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد. بهمین خاطر امروزه بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع توسط دست‌اندرکاران و متخصصین مربوط مورد توجه خاص قرار گرفته است. با توجه به اینکه بازیابی شبکه و بار عمدتاً بر پایه تجربیات بهره‌برداران و با استفاده از نقاط مانور صورت پذیرفته و بستگی تام به دانش و تجربه اپراتور و شناخت وی از شبکه تحت بهره‌برداری دارد، لذا لزوم تدوین یک روش کلاسیک جهت کاهش خاموشیها و تأمین حداکثر مصارف مشترکین در اثر وقوع حوادث و اتفاقات

در شبکه بشدت احساس می‌شود. علاوه بر این، پیاده‌سازی مکانیزاسیون در سطح فشار متوسط در شرکتهای توزیع عملاً ابزار و امکانات لازم جهت دسترسی به یک بانک اطلاعاتی کامل و قدرتمند را فراهم نموده و تهیه طرحهای جامع شبکه‌های فشار متوسط قابلیتهای لازم جهت مانورهای لازم را مهیا کرده است.

در این مقاله با استفاده از تکنیکهای هوش مصنوعی و با لحاظ نمودن تجربیات بهره‌برداران شبکه روشی جهت بازیابی حداکثر بار ارائه گردیده است که با تکیه بر بانک اطلاعاتی و انجام حجم قابل ملاحظه‌ای از عملیات محاسباتی توسط کامپیوتر، شرایط بهره‌برداری بهینه پس از وقوع حوادث را تعیین و عملیات برقراری مجدد را پیشنهاد می‌نماید. در این فرآیند کلیه محدودیتهای شبکه در نظرگرفته شده و حداقل انرژی توزیع نشده را تضمین می‌نماید.

۱- مقدمه

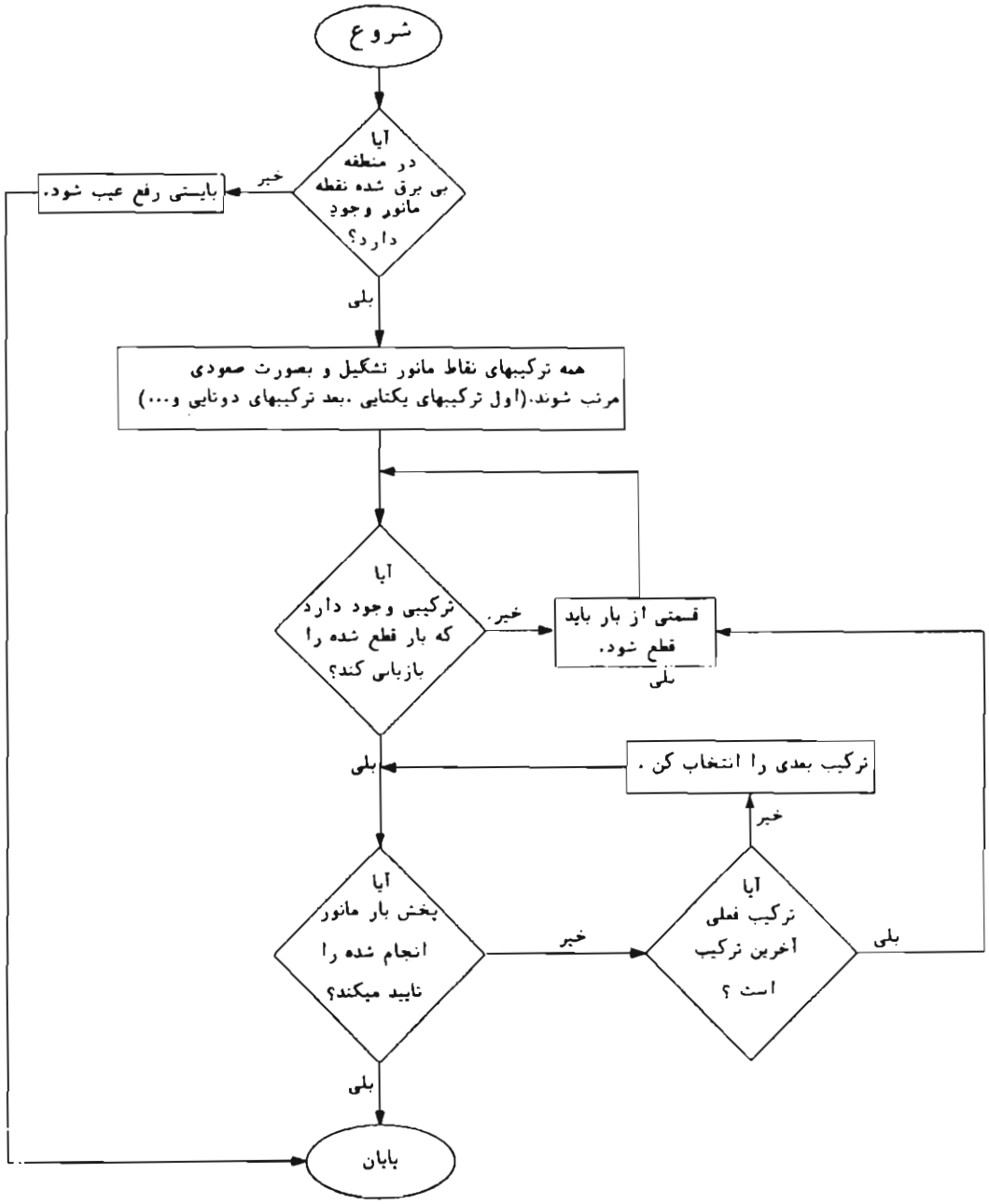
با توجه به شعاعی بودن شبکه‌های توزیع، به محض وقوع خطا و جداسازی قسمت آسیب دیده برخی از بارها قطع می‌شوند. لذا می‌بایستی جهت بالا بردن قابلیت اطمینان شبکه و رفع خاموشی عیب سریعاً رفع شود. که این رفع خاموشی بصورت رفع عیب و یا استفاده از ظرفیتهای خالی شبکه می‌باشد. تاکنون روشهای متعددی در زمینه بازیابی بار ارائه شده است که همگی دارای نقاط ضعف و قوتی می‌باشند، ولی در هیچکدام بطور اصولی به مسئله قطع بار پرداخته نشده است چون اگر ظرفیت آزاد نقاط مانور از کل بار قطع شده کمتر باشد باید قسمتی از بارها قطع شود. به همین علت در این مقاله علاوه بر ارائه روشی برای بازیابی بار به کمک سیستم هوشمند مبتنی بر تجربیات بهره‌برداران شبکه توزیع و منطق فازی، الگوی جدیدی نیز برای قطع بار ارائه می‌شود. روش قطع بار ارائه شده براساس قطع حداقل بار، کناهش تلفات و بهبود پروفیل ولتاژ می‌باشد. پس از تعیین الگوی کلیدزنی توسط روش ارائه شده، برای حصول اطمینان از برآورده شدن قیود، پخش بار فازی انجام می‌گیرد.

۲- معرفی روش پیشنهادی

در این روش به علت عدم اطلاع دقیق از اندازه بارها از بار فازی (بصورت اعداد فازی مثلثی) استفاده شده است. در این فرآیند اهدافی مثل حداقل کلیدزنی، بازیابی حداکثر بار (قطع حداقل بار) شعاعی ماندن شبکه و همچنین رعایت محدودیتهای الکتریکی مدنظر می‌باشد. شکل ۱ فلوچارت روش پیشنهادی را نشان می‌دهد.

الگوریتم روش پیشنهادی با توجه به فلوچارت شکل ۱ به شرح ذیل است :

- ابتدا محل عیب و جریان ابتدای فیدر از کاربر دریافت شده و بار پستها تخمین زده می‌شود. [۳]
- وجود نقطه مانور در ناحیه بی‌برق بررسی می‌شود.
- اگر نقطهٔ مانور وجود نداشته باشد، خاموشی ناگزیر بوده و عیب می‌بایستی رفع شود.
- اگر نقطهٔ مانور وجود داشته باشد، این نقطهٔ مانور به عنوان یک رکورد ذخیره شده و ظرفیت آزاد مربوط به آن نیز ذخیره می‌شود (از کاربر دریافت می‌شود)
- کلیه ترکیبهای نقاط مانور تشکیل شده و ظرفیت هر کدام هم محاسبه می‌شود و این ترکیبها بصورت صعودی مرتب می‌شود.



شکل (۱) : الگوریتم پیشنهادی برای بازیابی بار

- ترکیبهایی که در قسمت قبل بدست آمد، یکی پس از دیگری بررسی می‌شود، اگر هیچ ترکیبی توانایی بازیابی تمامی بار را نداشته باشد قسمتی از بار (مطابق بند ۳) قطع می‌شود اگر ترکیبی توانایی بازیابی کل بار را داشته در آنصورت جهت حصول اطیمنان، پخش بار انجام می‌شود اگر نتیجه مثبت نباشد دو حالت وجود دارد :

- اگر ترکیب فعلی آخرین ترکیب نباشد، ترکیبهای بعدی بررسی می‌شوند.
- اگر ترکیب فعلی آخرین ترکیب باشد در این صورت می‌بایستی قسمتی از بار قطع شود.

۳- روش پیشنهادی قطع بار

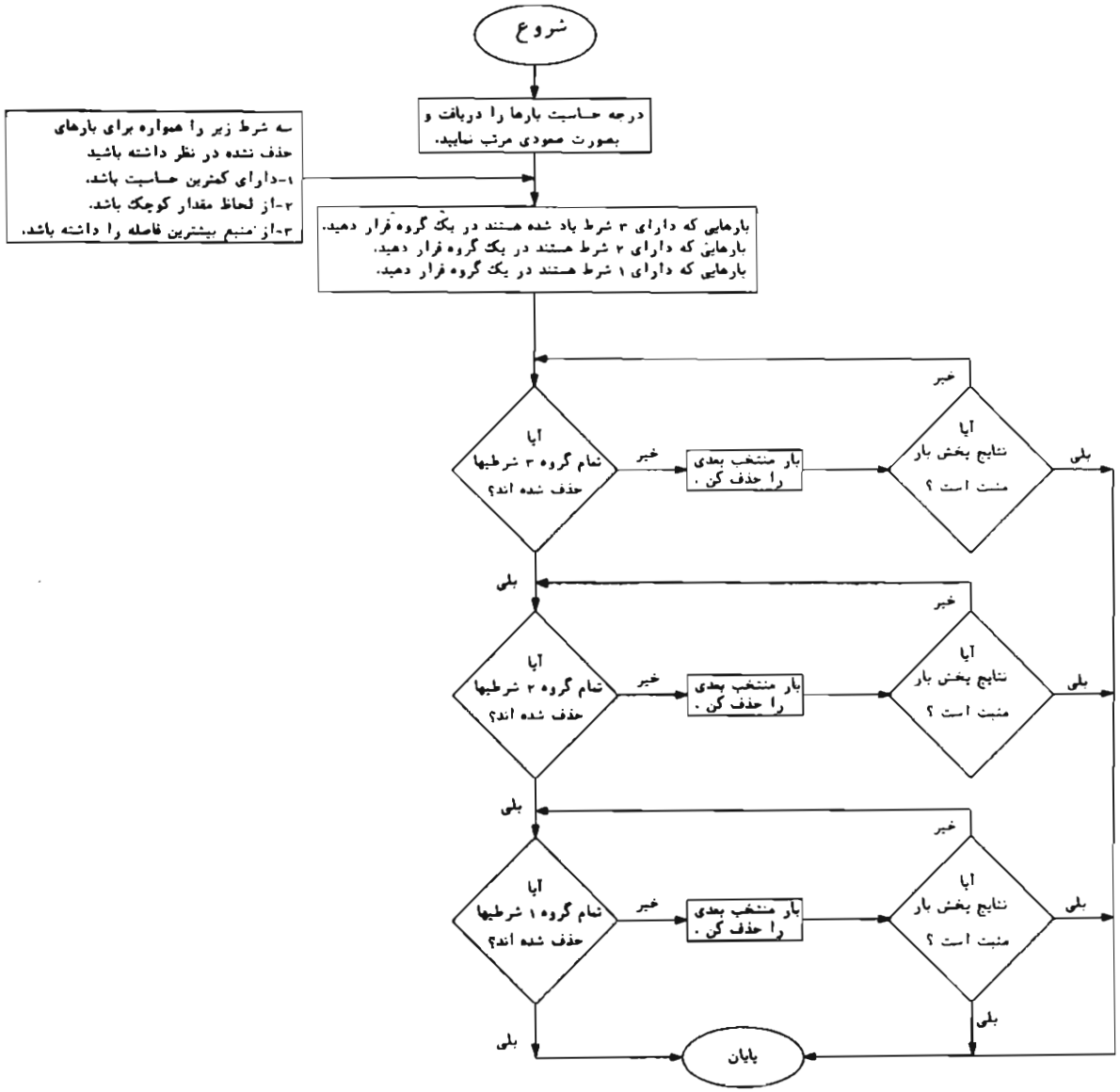
اگر ظرفیتهای خالی بدست آمده توانایی بازیابی کل بار را نداشته باشند. ناچار می‌بایستی قسمتی از بار قطع شود که اساس الگوریتم پیشنهادی آن به شرح ذیل می‌باشد :

- ابتدا درجه حساسیت بارها در نظر گرفته می‌شود و بارها براساس درجه حساسیت از کوچکترین حساسیت به بزرگترین حساسیت بصورت صعودی مرتب می‌شوند.
- فرآیند بررسی قطع بار از کوچکترین حساسیت آغاز می‌شود و بار قطع شده می‌بایستی کوچکترین بوده و دارای بیشترین فاصله از نقطه مانور باشد که این امر موجب بهبود برقدار ماندن بارهای حساس و حیاتی، بهبود پروفیل ولتاژ در مابقی گره‌ها، کاهش تلفات و جریان می‌شود.

برای قطع بار، ابتدا بار قطع شده به نسبت ظرفیت نقاط مانور بین آنها تقسیم می‌شود که البته این کار بروی شبکه ساده شده صورت می‌گیرد ساده کردن شبکه بصورت زیر صورت می‌گیرد.

- گره‌هایی که بیش از یک خط به آنها وصل شده است بدون تغییر باقی می‌مانند.
- گره‌هایی که در صورت بسته بودن تمام کلیدهای انتخابی حداقل از دو سو تغذیه هستند بدون تغییر می‌مانند.
- گره‌های باقیمانده که شامل خصوصیات فوق نمی‌باشند با گرههای دارای شرایط فوق ادغام می‌شوند.

پس از تقسیم بار بین نقاط مانور در شبکه ساده شده به شبکه اصلی برگشته، بارهای هر کدام از نقاط مانور مشخص می‌شود و بدین ترتیب حوزه هر کدام از نقاط مانور تعیین می‌شود. فرآیند بررسی ظرفیتهای مانوری و ظرفیت مورد تقاضا (قطع شده) و قطع بارها براساس اولویت شرح داده شده در بالا آغاز می‌شود و پس از بررسی ترکیبهای یکتایی، ترکیبهای دوتایی، سه تایی و ... بررسی می‌شود. اینکار تا جایی ادامه می‌یابد که پخش بار نتیجه مثبتی ارائه دهد. شکل فلوچارت قطع بار به صورت ذیل می‌باشد.



شکل (۲) : فلوچارت قطع بار

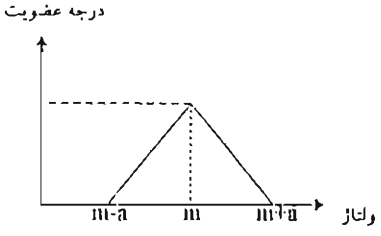
٤- قیود

با توجه به اینکه مقادیر جریان و ولتاژ بدست آمده فازی می‌باشد، جهت مقایسه با مقادیر مجازشان باید دفازه شوند، لذا در اینجا از روش مرکز ناحیه برای دفازه کردن استفاده می‌شود. روش مرکز ناحیه (Center of Area) بصورت زیر می‌باشد.

$$u^{COA} = \frac{\int_a^b u.\mu(u)\,du}{\int_a^b \mu(u)\,du}$$

الف) قید ولتاژ

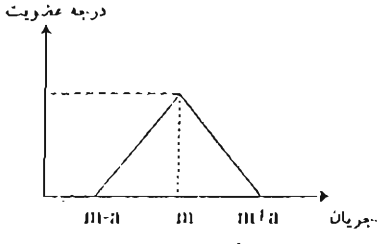
با توجه به اینکه جریان بارها فازی در نظر گرفته شده، به تبع آن ولتاژی که برای هر کدام از گرهها بدست می‌آید، فازی بوده و در تعیین معیار قبولی باید دفازه شود. که در اینجا از روش فوق برای دفازه کردن استفاده می‌شود. شکل (۳) یک نمونه از ولتاژ گره را نشان می‌دهد.



شکل (۳): یک نمونه از ولتاژ گره

ب) قید جریان

جریانها نیز مانند ولتاژها فازی بوده و باید برای مقایسه با معیار قبولی دفازه شوند. که روش دفازه کردن در بالا گفته شد. شکل (٤) یک نمونه از جریان شاخه را نشان می‌دهد.



شکل (۴): یک نمونه از جریان شاخه

٥- نتیجه‌گیری

روشی که در این مقاله ارائه گردید یک روش کاملاً کاربردی بوده بطوریکه استفاده از آن برای اپراتورهای مراکز دیسپاچینگ عملی می‌باشد. استفاده از این روش در عملیات کلیدزنی و هنگام خاموشی و قطع بار بهترین الگوی کلیدزنی را برای بازیابی بار ارائه می‌نماید.

٦- مراجع

1. Y.Y. Hsu, F.c. Lu, Y.Chien, J.P. Liu, J.T. Lin, H.S. Yu, R.T. Kuo, "An Export System For Locating Distribution System Faults," IEEE Trans. On Power Delivery, Vol. PWRD-6, PP. 366-372, 1991.
2. C. Fukui and J.Kawakami, "An Export System For Fault Section Estimation Using Information From Protective Relays And

Circuit Breakers," IEEE Trans. On Power Delivery, Vol.1, No. 4, PP. 83-90, 1986.

3. H.C. Kuo, Y.Y. Hsu, "Distribution System Load Estimation And Service Restoration Using A Fuzzy Set Approach," IEEE Trans. On P ower Delivery, Vol.8, No.4, PP. 1950-1957, 1993.
4. Zhou, D.Shirohammadi, W.H.E. Lui, "Distribution Feeder Reconfiguration For Service Restoration And Load Balancing" IEEE Trans. On Power System, Vol.12, No.2, PP. 724-729, 1997.
5. H.J. Zimmerman, "Fuzzy Set Theory And Its Application," 1996, Kluwer Academic Publishers.

٦. عبدالامیر یاقوتی ـ مجمودرضا حقی‌فام، "تجدید آرایش هوشمند به منظور بازیابی بار در شبکه‌های توزیع". ششمین کنفرانس مهندسی برق ایران.