مفاهیم و روش‌های افزایش تاب‌آوری سیستم

معین منعمی/ دانشگاه صنعتی سجاد/ moeinmonemi@yahoo.com

مهدی علومی بایگی/ شرکت برق منطقه‌ای خراسان/ me_oloomi@yahoo.com

چکیده

حـوادث با احتمال وقـوع کم و تاثیر زیاد، ماننـد حوادث طبیعی و یـا حمله‌هـای خرابکارانـه پیامدهـای مختلفـی از جمله بروز خاموشـی‌های گسـترده و طولانی را به دنبـال دارد. از این رو در صنعـت برق مطالعات و تحقیقات انجام شـده بـه دنبال راهکار و مفاهیم جدیدی است تا بتواند خسارات ناشی از خاموشی و زمان بازیابی سیسـتم را حداقل نماید. ایـن مقاله، به معرفی تاب‌آوری شـبکه، به‌عنـوان مفهـوم جدیـدی در صنعت برق می‌پـردازد و آخریـن مطالعه‌هـا و روش‌های انجـام گرفته به منظـور افزایش تاب‌آوری سیستم را معرفی می‌نماید.

کلمات کلیدی: مفهوم تاب‌آوری، جلوگیری از گسـترش خاموشی‌ها، حـوادث با احتمال وقوع کم و تاثیر زیاد، سیسـتم تاب‌آور، اقدام‌های خرابکارانه، حوادث طبیعی

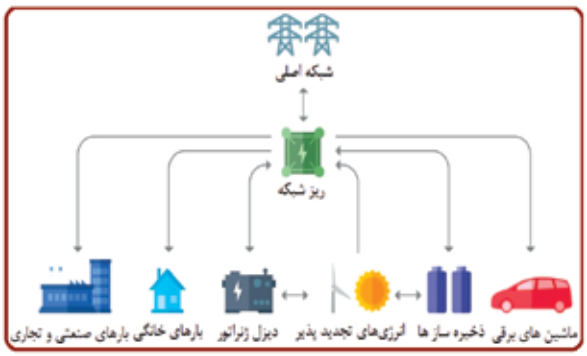
۱. مقدمه

حوادث طبیعی و اقدام‌هـای خرابکارانه از جمله حوادث نادر، غیرقابل پیش‌بینی و با احتمال وقوع کم اسـت که تاثیرات بسیار شدیدی را به دنبال دارد و خسارات سنگینی را بر سیستم‌های قدرت وتوزیع تحمیل می‌نماید. مانند حادثه خاموشی گسترده اخیر در ژاپن، که بنابر گزارش خبرگزاری‌های رسمی، در حدود ۵۸۰ هزار منزل مسکونی و بسیاری از دستگاهای دولتی و اداری در توکیو پایتخت ژاپن، برای ساعت‌هایی در خاموشی فرو برد و تبعات مختلفی را در پی داشت. از این رو در سراسر جهان لزوم توجه به بحث افزایش تاب‌آوری شبکه و تداوم تامین برق با توجه به تبعات مختلف ناشی از خاموشی در سطوح اجتماعی، سیاسی و اقتصادی بیش از پیش احساس می‌شود به طور کلی مفهوم تاب آوری در مراجع این چنین تعریف می‌شود: ظرفیت بازگشتن از دشواری پایدار و ادامه‌دار و توانایی ترمیم خود [۲،۱]. این عبارت به اختصار به تشریح مفهوم تازه‌ای در صنعت برق می‌پردازد و تاب‌آوری را شامل مجموعه‌ای از ظرفیت‌هایی می‌داند که در شـرایط دشوار به سیستم کمک می‌کند تا بتواند با حداقل خسـارت و آسـیب از موقعیت‌های غیرمنتظره عبور کند، در برابر اسـترس و فشـار سرسختانه بایسـتد و با نهایت توان با شرایط بسیار نامطلوب مقابله نماید. مهم‌ترین نکته پس از برطرف شدن عامل ایجاد فشـار بر شبکه، این اسـت که با سرعت به حالتی طبیعی بازگردد. این مفهوم مطابق با این تعریف ارایه شده است که تاب‌آوری را توانایی شبکه و سیستم‌های موجود برای پیش‌بینی، انطباق یک حادثه و بازیابی سریع از آن رویداد معرفی می‌کند[۳].

۲. رویکرد مطالعات

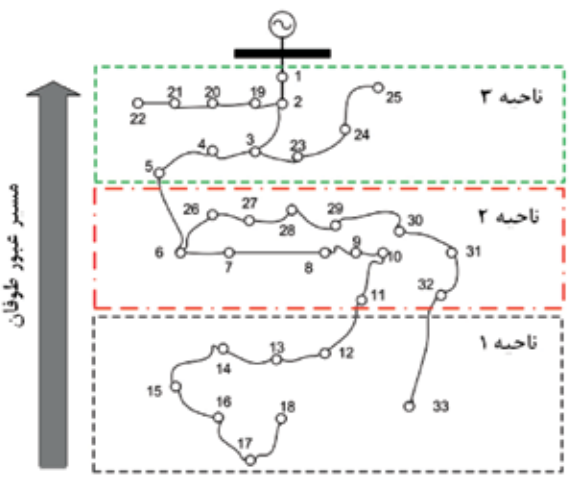
مرجع [۴]، حوادث سهمگین آب و هوایی را عاملی برای خروج متعدد عناصر سیسـتم‌های قدرت می‌داند که موجـب بروز وقفه‌های طولانی در روند برق‌رسـانی به مشترک می‌شود. در کشـورهایی مانند ایالات متحده آمریکا که بروز حوادث مخرب آب و هوایی در آن متداول است راهکار استفاده از ریزشبکه‌ها و راه‌اندازی آن‌ها در مکان‌های مناسب به عنوان روشی کاربردی برای گذر از این قبیل حوادث پیشنهاد می‌شود. ریزشـبکه‌هایی با فناوری خورشیدی و تولیدات پراکنده در شبکه‌هایی که زیرساخت‌های الکتریکی آن رو به توسعه است مانند کشورهای واقع در جنوب صحرای آفریقا و مناطقی که از تابش مناسـب نور خورشید برخوردار هستند به‌عنوان بهترین راهکار برای افزایش شانس و توسعه تاب‌آوری سیسـتم پیشنهاد شده است [۵]. در شکل(۱) شماتیک یک

شبکه اصلی و ریزشبکه‌ی مربوطه را ملاحظه می‌کنید. در این شکل به خوبی نحوه تعامل بارها و عناصر اصلی تشکیل‌دهنده ریزشبکه نشان داده شده است.



شکل(۱) : تعامل بین بارها و عناصر اصلی یک ریزشبکه

معمولا بسیاری از مراجع، تاب‌آوری را قبل از لحظه وقوع حادثه مورد بررسی و مطالعه قرار می‌دهند و با اعمال تغییراتی نقطه کار سیستم را به منظور عبور از یک اتفاق احتمالی که شاید سالیان متمادی روی ندهد، در نقطه کاری غیر بهینه قرار داده و به توزیع مجدد منابع پاسخگویی بار و تغییر تولید واحدهای تولید پراکنده می‌پردازند بنابراین استفاده از مفهوم تاب‌آوری در فاز بهره‌برداری شاید چندان اقتصادی به نظر نرسد از این رو می‌توان با تغییر نگرش و اعمال اصلاحاتی، این مفهوم را در فاز برنامه‌ریزی توسعه شبکه لحاظ نمود و اثرات مثبت آن را به وضوح در مرحله بهره‌برداری از سیستم مشاهده کرد. نویسندگان [۶] برنامه‌ریزی توسعه شبکه توزیع را با هدف افزایش تاب‌آوری سیستم نسبت به حوادث طبیعی و طوفان‌های سهمگین در دو مرحله مقاوم‌سازی و مکان‌یابی بهینه واحدهای تولید پراکنده انجام داده‌اند. به منظور تخمین مسیر و شدت حوادث طبیعی مانند طوفان، از اطلاعات هواشناسی منطقه می‌توان استفاده نمود تا الگوی حرکت طوفان به صورت تقریبی بدست آید. در شکل (۲) الگوی مسیر حرکت طوفان در یک شبکه توزیع با ۳۳ نقطه را مشاهده می‌نمایید.



شکل(۲) : الگوی مسیر حرکت طوفان در شبکه توزیع ۳۳ نقطه

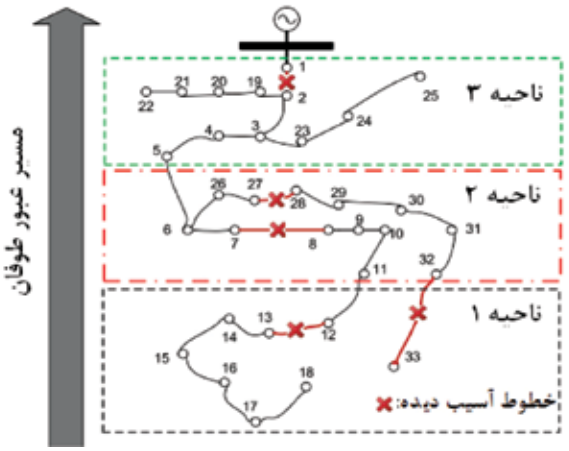
بعد از تعیین محدوده رخداد حادثه، بدترین سناریوها که باعث از دست رفتن بخش بزرگی از شبکه یا کل سیستم شوند به عنوان ورودی مساله انتخاب می‌شوند. برای مدل‌سازی حوادث می‌توان از توابع توزیع احتمال بهره گرفت. سناریوهایی که از حیث هزینه خسارت در یک محدوده قرار دارند و یا به طور کلی مشابه هستند، توسط الگوریتم فاصله احتمالی می‌توان حذف نمود. در شکل(۳) برای سیستم شکل(۲)، بدترین سناریوها که خسارت سنگینی بر جای گذاشته و موجب قطع حجم وسیعی از بار می‌شود به‌عنوان سناریوهای منتخب برگزیده شده‌اند [۶].

یکی دیگر از جوانب مساله افزایش تاب‌آوری سیستم، اقدامات خرابکارانه و تروریستی است که می‌توان در دو بخش زیر آن‌ها را دسته‌بندی نمود:

۱. حملات فیزیکی

۲. حملات سایبری

درصورت عدم توجه به تامین امنیت شبکه و انجام اقدامات پیشگیرانه در برابر این قبیل حملات، احتمال بروز خطراتی با پیامدهایی به مراتب سنگین‌تر از حوادث طبیعی وجود دارد. دلیل این امر، عمدی بودن اقدامات خرابکارانه است که با هدفی از پیش تعیین شده، به منظور ایجاد بیش‌ترین خسارت ممکن برنامه‌ریزی شده‌اند.



شکل(۳): بدترین سناریوها با بیشترین خسارت بر شبکه شکل (۲)

نویسندگان [۷]، با هدف افزایش تاب‌آوری سیستم، حملات سایبری با هدف نفوذ و ارسال اطلاعات غلط به سیستم را مورد مطالعه و بررسی قرار داده است. این مطالعه با ایجاد حملات سایبری تصادفی و ارسال اطلاعات دارای خطا با دامنه و اعداد مختلف به شبکه، مدل‌سازی حملات سایبری را انجام داده است و با استفاده از پخش بار AC، پاسخ سیستم را به حملات سایبری و پس از وقوع خاموشی‌های احتمالی بررسی می‌کند. خروج خطوط، جابجایی بارها و اغتشاشات ولتاژی از جمله پیامدها و خسارات ناشی از حملات سایبری موفق در شبکه در نظر گرفته شده است.

پیشرفت و افزایش نفوذ بستر مخابراتی و اینترنت در صنعت برق، در کنار مزایای بیشماری که دارد سطح نفوذپذیری شبکه را بالا می‌برد. افزایش دسترسی‌ها، شبکه را در برابر حملات سایبری بسیار آسیب‌پذیر می‌نماید. از این رو توجه به سیستم‌های پایش و کنترل و حفاظت ناحیه گسترده و استفاده از پروتکل‌های امنیتی مناسب، راهکار مناسبی برای افزایش تاب‌آوری شبکه می‌باشد. استفاده از سیستم‌های بیسیم شبکه به منظور شناسایی هویت کارکنان قسمت‌های مختلف مانند پست یا نیروگاه نیز جز اقدامات پیشگیرانه قرار می‌گیرد [۸].

در شکل (۴) شماتیکی از سیستم‌های تشخیص هویت مبتنی بر سیستم‌های بیسیم را مشاهده می‌کنید. اطلاعات کارکنان بصورت لحظه‌ای به مراکز مخابراتی بیسیم اطلاعات ارسالی توسط افراد را دریافت و سپس در مرکز کنترل تجمیع می‌گردد.

ادامه در صفحه ۵۷ ≪

ادامه از صفحه ۳۶ ≪

سیستم آموزشی از دید توصیف سه حالتی سیستم تحت تنش خواهیم پرداخت. آموزش بر طبق یک برنامه از پیش تعیین‌شده با سرفصل‌های معلوم، و حتی کتب و جزوات مشخص، در بهترین حالت محصلانی را تربیت خواهد کرد که در آزمون طراحی شده بر اساس آن مفاد، بالاترین رتبه‌ها را بدست آورند. فارغ‌التحصیلانی باهوش با رتبه‌های بالا که ناتوان از کاربرد آموخته‌های خود هستند، خروجی‌های شکننده چنین سیستم آموزشی است. رتبه بالای این فارغ‌التحصیلان در حوزه‌ای محدود و خاص اعتبار داشته است و با تغییر اندکی در زمین بازی، همانند آن بدنساز، قدرت و نمود خود را از دست می‌دهد. سیستم آموزشی ادعا دارد که قرار است محصلان را برای فردا آماده نماید، فردایی که از آن درکی نداریم. تکیه بر برنامه‌های با ساختار مشخص و محتویات از قبل برنامه-ریزی شده، پس از چهار سال تحصیل، حتی پاسخگوی امروز یک فارغ-التحصیل نیز نیست. حذف تنش‌های این نوسانات و عدم قطعیت‌ها از روی دانشجویان و متمرکز کردن ایشان بر روی منابعی که کفایت‌کننده معرفی می‌شوند، روحیه جستجوگری و ماجراجویی را از آن‌ها می‌گیرد. این در حالی است که بزرگترین استراتژی جهت تقویت پادشکنندگی، سعی و خطا است. سعی و خطا برای اشتباه کردن، یادگرفتن و قوی شدن، پادشکننده شدن. در جهانی که هر روز شاهد ظهور نوآوری‌های جدید در شاخه‌های مختلف علم و فناوری هستیم، مهمترین سلاحی که لازم است به آن مجهز باشیم این است که بدانیم در هر شرایطی چطور یاد بگیریم [۳].اگر بخواهیم در این فضا زنده بمانیم و رشد کنیم، باید به فنون یادگیری مجهز باشیم طوری که تغییرپذیری یک عادت شود و یادگیری تبدیل به بخشی قطعی از زندگی شود. و در مواجهه با دنیایی که نمی‌شناسیم، تنها روش موثر یادگیری، سعی و خطا است [۴]. چنانکه برای آموزش سیستم‌های هوش مصنوعی نیز سیستم را با مجموعه وسیعی از داده‌های بدون بایاس، آموزش می‌دهند. تفاوت اصلی در عملکرد سیستم‌های مختلف هوش مصنوعی، نحوه طراحی سیستم بر اساس پاسخ به این داده‌ها است ولی اصل مشترک تمام این روش‌ها، سعی و خطا برای تطبیق با دنیای ناشناخته است. این روش آموزش سیستم‌های هوش مصنوعی، به قدری سیستم را قدرتمند ساخته است که به عنوان یکی از تهدیدهای نوع انسان در آینده معرفی شده است.

نتیجه‌گیری

شاید یکی از بزرگترین رسالت‌های سیستم آموزشی را بتوان دخالت دادن دانش‌آموزان و دانشجویان در روند آموزش دانست، به شکلی که تنش مواجهه با عدم قطعیت‌ها را درک کنند تا برای زندگی در دنیایی مملو از عدم قطعیت، تبدیل به انسانی خودآموخته شوند.

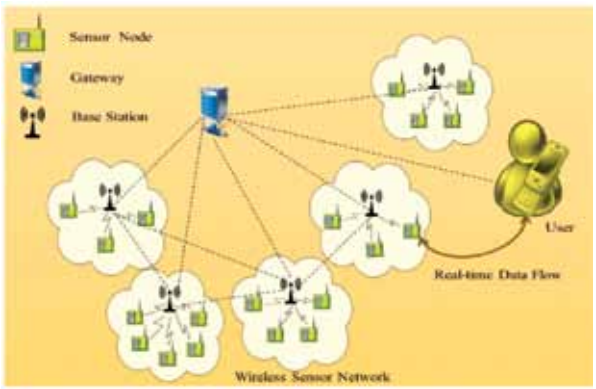
***

پی‌نوشت‌ها

1- Antifragility
2- Uncertainty
3- Robust

مراجع

[1] Taleb, Nassim Nicholas. The black swan: The impact of the highly improbable. Random house, 2007.
[2] Taleb, Nassim Nicholas. Antifragile: Things that gain from disorder. Vol. 3. Random House Incorporated, 2012.
[3] Polowy, Bretton. "Teaching and Learning from an Anti-Fragile Perspective." Taboo 15.1 (2016): 112.
[4] Campbell, Gardner. "Educating for uncertainty." HERDSA News 38.1 (2016): 2.



شکل (۴) : شماتیک سیستم‌های تشخیص هویت مبتنی بر بیسیم

۳. جمع‌بندی

در این مقاله، مفهوم تاب‌آوری شبکه و اثر حوادث طبیعی یا اقدامات خرابکارانه بر سیستم‌های قدرت مورد بررسی قرار گرفته شده است. این حوادث که با احتمال وقوع کم و تاثیر زیاد از آن‌ها یاد می‌شود در مدت طولانی پیش از وقوع آن، معمولا غیر قابل پیش‌بینی هستند و می‌توانند با ایجاد خاموشی‌های گسترده، برای حکومت‌ها پیامدهای اجتماعی، اقتصادی و سیاسی مختلفی را در پی داشته باشند. این پژوهش با هدف کاهش هزینه‌های شبکه، به معرفی راهکارها و رویکردهای افزایش تاب‌آوری سیستم‌های قدرت در صنعت برق دنیا می‌پردازد. افزایش تاب‌آوری سیستم همان‌طور که انتظار آن می‌رود نیازمند صرف هزینه‌ای مضاعف بر هزینه‌های موجود است که بهره‌بردار شبکه به منظور جلوگیری از بروز خساراتی سنگین‌تر ملزم به تأمین آن می‌شود.

منابع

[1] A. Gholami, T. shekari, F. Aminifar, M. Shahidepour, "Microgrid scheduling with uncertainty: the quest for resilience," IEEE, Transactions on smart grid, Vol. 7, Issue: 6, pp. 2849–2858, Nov. 2016.
[2] Executive Office of the President, "Economic Benefits of Increasing
Electric Grid Resilience to Weather Outages, " August, 2013.
[3] A. Gholami, F. Aminifar, M. Shahidepour,, "Front lines against the darkness enhancing the resilience of the electricity grid through microgrid facilities," IEEE Electrification magazine, March, 2016.
[4] R. Eskandarpour, H. Lotfi, A. Khodaei, "Optimal microgrid placement for enhancing power system resilience in response to weather events," IEEE Conf. on North American Power Symposium, 2016.
[5] C. Buque, S. Chowdhury, "Distributed generation and microgrids for improving electrical grid resilience: Review of the Mozambican," IEEE Conf. on Power and energy society general meeting (PESGM), July.2016.
[6] W. Yuan, J. Wang, F.Qiu, C. chen, C. kang, B. Zeng, "Robust optimization-based resilience distributed network planning against natural disasters," IEEE, Transactions on Smart Grid, Dec. 2015.
[7] H. Yan, Y. Tang, B. tang, H. He, Y. Sun, "Power grid resilience against false data injection attacks ," IEEE Conf. on Power and energy society general meeting (PESGM), July. 2016.
[8] P. Gope, J. Lee, T. Q. S. Quek, "Resilience of DoS attacks in designing anonymous user authentication protocol for wireless sensor networks," IEEE Sensors Journal, Nov., 2016.