

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آو ساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی

اتصال مزارع بزرگ بادی به شبکه قدرت با در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های انرژی باد

پیمان نظری^۱، حمدی عبدی^۲،

کرمانشاه، دانشگاه رازی کرمانشاه

peymannazari87@gmail.com

چکیده

ظهور تجدید ساختار و به تبع آن رقابت در صنعت برق، هر چند موجب افزایش بازدهی و سودرسانی بیشتر مصرف‌کنندگان شده است، اما لزوم دسترسی آزاد به شبکه انتقال به عنوان پیش‌شرط اساسی رقابت سبب شده تا روش‌های برنامه‌ریزی بر مبنای کاهش تراکم خطوط انتقال تغییرات اساسی‌ای را تجربه کنند. از دیگر سو نگرانی‌های زیست‌محیطی، افزایش سهم انرژی‌های نو و به خصوص انرژی بادی را در سبب تولید انرژی الکتریکی به دنبال داشته است. برنامه‌ریزی سیستم‌های انتقال انرژی در سیستم‌های قدرت جدید با حضور عدم قطعیت‌های ناشی از منابع بادی یکی از نکاتی بوده است که در سالیان اخیر مورد اقبال فراوانی قرار گرفته است. در این مقاله روشی برای بهینه‌سازی برنامه‌ریزی خطوط انتقال با لحاظ عدم قطعیت‌های انرژی بادی با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی ژنتیک معرفی شده است که در آن طرح‌های بهینه برای توسعه شبکه انتقال با کمترین هزینه احداث خطوط جدید و کمترین میزان قطعی سالانه بار به برنامه‌ریزان سیستم‌های قدرت پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی سیستم‌های قدرت، توسعه خطوط انتقال، روش تخمین نقطه، نیروگاه بادی،

عدم قطعیت، الگوریتم ژنتیک

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه رازی کرمانشاه

۲- استادیار دانشگاه رازی کرمانشاه

۱- مقدمه

از مهم‌ترین بخش‌های برنامه‌ریزی سیستم‌های قدرت، می‌توان برنامه‌ریزی توسعه شبکه انتقال (TEP)^۱ را نام برد که هدف آن به دست آوردن طرح بهینه برای گسترش و یا تقویت خطوط موجود، به منظور تأمین بار آینده به صورت مطلوب می‌باشد. تجدید ساختار در سیستم قدرت سبب شده تا در بازارهای کنونی برق، بهره‌برداری صحیح و توسعه مناسب سیستم انتقال از ایجاد قدرت بازار و بالا رفتن قیمت‌ها جلوگیری می‌کند [۱].

در برنامه‌ریزی برای توسعه شبکه انتقال، طرح بهینه به منظور توسعه و تقویت خطوط موجود، به منظور تأمین بار آینده به صورت مطلوب، با انجام یک فرایند بهینه‌سازی تعیین می‌گردد که در این روند باید روابط مربوط به پخش بار و قیود شبکه نیز رعایت شود [۲].

روش‌های متفاوتی برای توسعه شبکه انتقال به کار گرفته شده اند که می‌توان آن‌ها را به سه دسته کلی روش‌های ریاضیاتی، روش‌های ابتکاری و روش‌های فرا ابتکاری دسته بندی نمود [۳]. مدل‌سازی مسئله برنامه‌ریزی توسعه بهینه شبکه انتقال قدرت، منجر به یک مسئله بهینه‌سازی غیر محدب، غیرخطی، آمیخته با متغیرهای صحیح^۲ در ابعاد بزرگ می‌شود از این رو استفاده از روش‌های ابتکاری و فرا ابتکاری برای دستیابی به یک جواب بهتر میتواند جایگزین روش‌های کلاسیک گردد [۴]. روش‌های متنوعی برای حل مسئله توسعه شبکه انتقال به کاررفته است. از تکنیک‌های بهینه‌سازی کلاسیک می‌توان به روش‌های برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی غیرخطی، برنامه‌ریزی دینامیکی و برنامه‌ریزی آمیخته با عدد صحیح اشاره کرد [۳]. روش‌های دیگری مانند الگوریتم ژنتیک (GA)^۳ [۵]، الگوریتم جستجوی موزون^۴ [۴]، شبیه‌سازی تبرید [۶]، تکنیک "انشعاب و کران" [۷]، روش‌های نظریه مجموعه‌های فازی [۸]، نظریه بازی [۹] نیز برای حل این مسئله استفاده شده‌اند.

افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی و نگرانی در مورد آلودگی محیط‌زیست، سبب افزایش استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر به ویژه انرژی باد در سیستم‌های قدرت گردیده است. معمولاً نیروگاه‌های بادی با ظرفیت ۵۰ مگاوات به بالا به شبکه‌ی انتقال و نیروگاه‌های بادی با ظرفیت بین ۱۰۰ کیلووات تا ۵۰ مگاوات به شبکه‌های توزیع و فوق توزیع متصل می‌شوند. با افزایش میزان نفوذ انرژی باد در شبکه‌های قدرت، لزوم در نظر گیری اثرات آن، به ویژه مزارع بادی بزرگ، در مطالعات برنامه‌ریزی گسترش خطوط انتقال امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد [۱۰].

تحلیل مسئله بهینه‌سازی تک هدفه با استفاده از الگوریتم ژنتیک به دلیل دارا بودن پتانسیل ارزیابی مقایسه‌ای توابع هدف و توانایی رفتار با توابع غیر محدب انجام گرفته است. در نهایت، برای انتخاب جواب بهینه نهایی، از معیار هزینه گرفتگی خطوط و معیار مقاوم بودن طرح در برابر ریسک سیستم استفاده شده است [۱۱].

در روش پیشنهادی تابع هدف مسئله را به صورت تک هدفه بررسی کرده و با در نظر گرفتن عدم قطعیت در تولید نیروگاه‌های بادی و نیز عدم قطعیت در میزان رشد بار با سناریو سازی به وسیله روش تخمین نقطه و با در نظر گرفتن معیارهای هزینه احداث خطوط جدید و نیز در نظر گرفتن کمترین میزان قطعی سالانه بار با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی ژنتیک طرح‌های ایده‌آل پیشنهاد می‌شود و به دلیل استفاده از الگوریتم ژنتیک این روش از نظر سرعت رسیدن به جواب بهینه نیز شرایط مطلوبی را دارا می‌باشد.

¹ Transmission Expansion Planning

² mixed-integer

³ Genetic Algorithm (GA)

⁴ Harmony Search (HS)

۲- روش پیشنهادی

۱-۲ تابع هدف در برنامه ریزی توسعه خطوط انتقال

در شبکه‌های قدرت هدف از برنامه‌ریزی توسعه شبکه انتقال به دست آوردن محل و زمان نصب تجهیزات جدید (خطوط) می‌باشد. این تجهیزات جدید باید تحت شرایط حداقل هزینه و حداقل قطع بار باشد. در این مدل تابع هدف را به صورت تک هدفه در نظر گرفته و این تابع هدف شامل هزینه احداث خطوط جدید جهت توسعه شبکه موجود می‌باشد و نیز در نظر گرفتن ضریب جریمه بزرگ برای بار تأمین نشده می‌باشد. در برنامه‌ریزی توسعه سیستم قدرت، انتخاب معیارها و اهداف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و بایستی به نحوی در نظر گرفته شوند تا منافع همه ذینفع‌ها لحاظ گردد. برنامه‌ریزی بایستی به همپوشانی و همبستگی معیارها و اهداف توجه داشته باشد تا یک معیار به خصوص بیش از سایرین مورد تأکید قرار نگیرد.

در این روش در ابتدا از روش LMP¹ برای انتخاب خط‌های کاندید جهت توسعه شبکه، ابتدا مسیرهای که از قبل در آن‌ها خط موجود بوده را تا حداکثر تعداد خط‌های مجاز گسترش می‌دهیم و برای معرفی خط کاندیدا در مسیرهایی که هنوز در آن‌ها خطی احداث نشده از معیار LMP استفاده شده است [۱۲].

LMP بالا به معنی دسترسی نامطلوب و کم به تولید ارزان قیمت و LMP پایین به معنی فراهم بودن تولید ارزان و عدم دسترسی کافی به بار است؛ بنابراین داشتن یک پروفیل هموار قیمت، رقابت را افزایش خواهد داد [۱۳].
بهینه‌سازی به این روش علاوه بر اینکه به دلیل استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی ژنتیک پاسخ بهینه از دیدگاه هزینه سرمایه‌گذاری را به برنامه‌ریزان سیستم قدرت پیشنهاد می‌دهد، از نظر سرعت محاسبات نیز قابل قبول بوده و به دلیل انتخاب طرح‌های بهینه، طرح‌ها با کمترین میزان بار قطع شده را در نظر گرفته و این طرح‌ها از نظر قابلیت اطمینان نیز شرایط مطلوبی را دارا می‌باشند.

۲-۲ مدل سازی مسئله:

برنامه‌ریزی توسعه شبکه انتقال با استفاده از فرمول زیر مدل سازی می‌شود [۱۴]، [۱۵] و [۱۶]. که هدف حداقل کردن هزینه تابع هدف می‌باشد.

$$OF = \sum_{i,j} c_{i,j} n_{i,j} + \alpha \sum_i r_i \quad (1)$$

$c_{i,j}$: هزینه توسعه شبکه

r_i : هزینه بار تأمین نشده

r_i : بار تأمین نشده برای شین i ام

α : ضریب جریمه به ازای هر مگاوات ساعت بار تأمین نشده.

¹ locational marginal pricing

۳-۲ قیود مسئله:

$$u^k f^k + g^k + d^k \quad (2)$$

$$f_{ij}^k - r_{ij}^k (n_{ij}^o + n_{ij}^k) (\theta_j^k - \theta_i^k) = 0 \quad (3)$$

$$|f_{ij}^k| \leq (n_{ij}^o - n_{ij}^k) \bar{f}_{ij} \quad (4)$$

$$0 \leq g \leq \bar{g} \quad (5)$$

$$0 \leq r \leq d \quad (6)$$

$$0 \leq n_{ij}^k \leq T \quad (7)$$

$$\begin{aligned} s^k &= \text{ماتریس ساختار شبکه در سناریو kام} \\ f^k &= \text{ماتریس توان‌های جاری شده در هر کریدور برای سناریو kام} \\ g^k &= \text{بردار تولید در سناریو kام} \\ d^k &= \text{بردار مصرف در سناریو kام} \\ r_{ij}^k &= \text{عکس راکتانس کل مدارهای موجود در کریدور ij برای سناریو kام} \\ \bar{f}_{ij} &= \text{حداکثر توان قابل عبور از کریدور ij} \end{aligned}$$

۴-۲ مدل‌سازی عدم قطعیت‌ها

الگوریتم تولید نیروگاه‌های بادی با استفاده از روش تخمین نقطه می باشد. نحوه اعمال این روش برای مدل کردن عدم قطعیت‌های مسئله برنامه‌ریزی توسعه خطوط انتقال به صورت زیر می باشد [۱۷]، [۱۸] و [۱۹]:

اگر x به عنوان بردار متغیرهای تصادفی ورودی پخش بار بهینه در نظر گرفته شود:

$$X = [P_g] \quad (8)$$

در نتیجه مسئله پخش بار بهینه به صورت تابعی از متغیرهای ورودی تصادفی به صورت زیر قابل بیان است:

$$Y = h(x) \quad (9)$$

که متغیر تصادفی خروجی در (Y) نشان داده شده است.

$$Y = [LMP, \text{opr-cost}, \text{cong-cost}] \quad (10)$$

عمومیت روش تخمین نقطه تا حدی است که با وجود معلوم نبودن نوع تابع توزیع متغیرهای تصادفی ورودی همچنان امکان محاسبه گشتاورهای متغیرهای خروجی وجود دارد. تنها شرط برای توزیع متغیرهای تصادفی اعمال شده در این روش این است که سه گشتاور اول آن‌ها یکسان بوده و متغیر تصادفی خروجی تابع خطی از متغیرهای تصادفی ورودی می‌باشند. در صورت خطی نبودن این تابع، برای داشتن دقت مطلوب می‌بایستی تابع غیرخطی به اندازه کافی هموار باشد. در ادبیات گذشته نشان داده شده است که پخش بار بهینه دارای این خاصیت می‌باشد. با وجود غیرخطی بودن؛ وقتی که تابع توزیع احتمال متغیرهای ورودی شناخته شده باشد می‌توان انتظار داشت که تابع توزیع تصادفی متغیرهای خروجی نیز متمایل به همان نوع تابع توزیع باشند. میزان دقت این روش با توجه به نیاز مسئله اعمال شده به آن قابل افزایش است.

با تعریف پارامترهای زیر خواهیم داشت:

N : تعداد متغیرهای تصادفی ورودی مسئله پخش بار بهینه

X : بردار متغیرهای تصادفی ورودی مسئله پخش بار بهینه

Y : بردار متغیرهای تصادفی خروجی مسئله پخش بار بهینه

$$E(Y) = 0 \text{ و } E(Y^T) = 0 \quad (1)$$

برای K از 1 تا n مراحل زیر به ترتیب انجام می‌شوند:

(۲) محل و احتمال تمرکز با استفاده از (۱۱)، (۱۲) و (۱۳) تعیین می‌شوند.

$$\xi_{k,1} = \sqrt{n} \quad (11)$$

$$\xi_{k,2} = -\sqrt{n} \quad (12)$$

$$P_{k,1} = P_{k,2} = \frac{1}{\sqrt{n}} \quad (13)$$

(۳) $x_{k,1}$ و $x_{k,2}$ دو نقطه تمرکز از معادلات زیر تعیین می‌گردد:

$$x_{k,1} = \mu_{X,k} + \xi_{k,1} \sigma_{X,k} \quad (14)$$

$$x_{k,2} = \mu_{X,k} + \xi_{k,2} \sigma_{X,k} \quad (15)$$

که $\mu_{X,k}$ و $\sigma_{X,k}$ به ترتیب میانگین و انحراف معیار متغیرهای X می‌باشند:

(۴) پخش بار بهینه قطعی $y=h(x)$ با استفاده از بردار x که به صورت زیر تعیین می‌گردد، انجام می‌شود.

$$X = [\mu_{X,1} \ \mu_{X,2} \ \dots \ \mu_{X,n}] \quad \xi = 1, 2 \quad (16)$$

(۵) روابط زیر به‌روز می‌شوند:

$$E(Y) = \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^T P_{k,l} h(\mu_{k,l}, \mu_{k,T}, \dots, x_{k,l}, \dots, \mu_{k,n}) \quad (17)$$

$$E(Y^2) = \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^T (P_{k,l} h(\mu_{k,l}, \mu_{k,T}, \dots, x_{k,l}, \dots, \mu_{k,n}))^2 \quad (18)$$

در نهایت مقدار میانگین و انحراف معیار متغیرهای تصادفی خروجی با استفاده از روابط (۱۹) و (۲۰) محاسبه می‌شود:

$$\mu_Y = E(Y) \quad (19)$$

$$\sigma_Y = \sqrt{E(Y^2) + \mu_Y^2} \quad (20)$$

۵-۲ مدل توان نیروگاه بادی:

با توجه به غیرقطعی بودن توان تولیدی نیروگاه‌های بادی برای مدل کردن این عدم قطعیت از شبیه‌سازی تخمین نقطه استفاده می‌شود. با توجه به متغیر بودن سرعت باد در ساعات مختلف از تابع توزیع ویبول^۱ برای به دست آوردن مقدار توان تولیدی نیروگاه بادی استفاده شده است. با توجه به ماهیت تصادفی باد با اندازه‌گیری‌های طولانی مدت در بازه‌های زمانی مختلف، از تابع چگالی احتمال سرعت باد یا توزیع ویبول برای محاسبه انرژی باد استفاده می‌شود [۲۰]، [۲۱].

$$f(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} \quad (21)$$

$F(V)$ تابع توزیع تجمیعی عبارت است از:

$$F(V) = 1 - e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} \quad (22)$$

که در آن شکل v سرعت باد، k و c به ترتیب پارامترهای مقیاس و شکل هستند. این پارامترها را می‌توان با استفاده از متد Maximum likelihood با روش تکرار از معادلات زیر محاسبه نمود.

$$k = \left(\frac{\sum_{i=1}^n V_i^k \ln(V_i)}{\sum_{i=1}^n V_i^k} - \frac{\sum_{i=1}^n \ln(V_i)}{n} \right)^{-1} \quad (23)$$

$$c = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i^k \right)^{\frac{1}{k}} \quad (24)$$

¹ Weibull Density Function

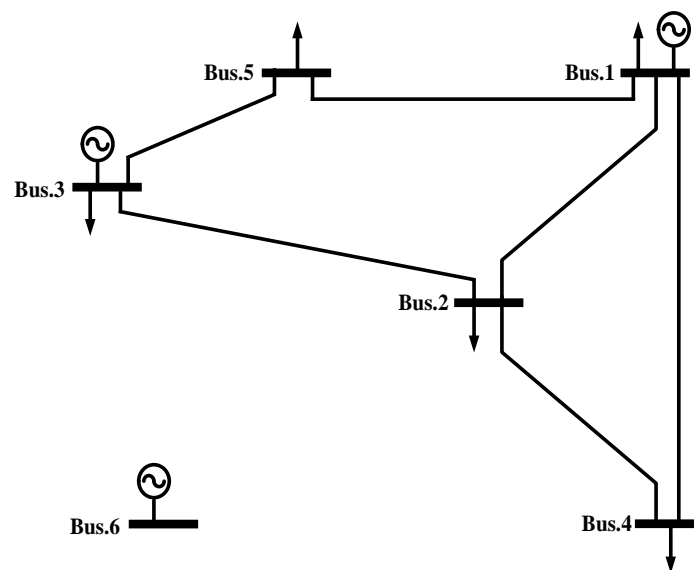
سرعت باد در بازه زمانی i و n تعداد سرعت غیر صفر باد می‌باشد. با استفاده از منحنی ویبول، توزیع پیوسته جریان باد در منطقه به دست می‌آید. با ترکیب این منحنی با منحنی توان توربین های بادی که توسط سازنده توربین ارائه می‌گردد، انرژی برق تولیدی توربین ها تخمین زده می‌شود. از روش شبیه‌سازی مونت کارلو برای به دست آوردن توان نیروگاه بادی استفاده می‌شود.

۲-۶ عدم قطعیت بار شبکه: برای بار شبکه از سناریوسازی برای بار و در نظر گرفتن سناریوهای فصلی استفاده شده

است. [۲۲]

۳-شبیه سازی: به منظور ارزیابی مدل پیشنهادی در این بخش، نتایج شبیه‌سازی بر روی شبکه نمونه تست ۶ شینه گارور ارائه شده است [۲۲]. بار شبکه با استفاده از سناریوهای فصلی لحاظ شده است. نیروگاه بادی با تابع توزیع ویبول شبیه‌سازی شده است. شبیه‌سازی‌ها در برنامه MATLAB و با استفاده از برنامه matpower انجام گشته است. ضریب جریمه را برای محاسبات در متلب برابر 10^{10} در نظر می‌گیریم. بهینه‌سازی با استفاده از الگوریتم ژنتیک انجام شده است. جمعیت اولیه برابر ۴۰ و تعداد تکرار برابر ۱۰۰ در نظر گرفته شده است.

۳-۱- شبکه گارور^۱:



شکل ۲: دیاگرام تک خطی شبکه گارور

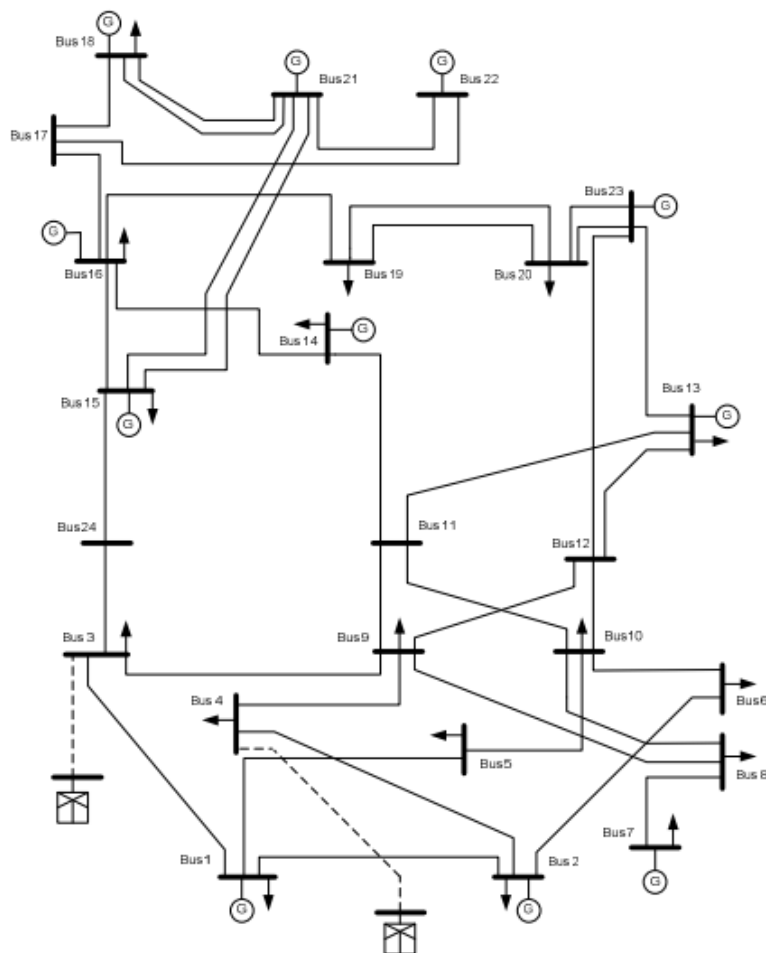
نمای تک خطی این شبکه در شکل فوق نشان داده شده است. اطلاعات مورد استفاده برای شبکه در این شبیه‌سازی مطابق اطلاعات موجود در نرم‌افزار matpower در نظر گرفته شده است. این شبکه دارای ۳ نقطه تولید در شین‌های ۱ و ۳ و ۶ می‌باشد که تولید در شین ۶ از نوع نیروگاه بادی در نظر گرفته شده است. در شین ۶ تولید نیروگاه بادی حداکثر برابر با ۶۰۰ MW می‌باشد.

¹Garver

	طرح‌های توسعه شبکه	هزینه سرمایه گذاری (M\$)
1	$n_{1-1} = 1, n_{2-2} = 1, n_{3-3} = 1$	۱۶
2	$n_{1-2} = 1, n_{2-1} = 1, n_{3-3} = 1$	۲۰,۱
3	$n_{1-1} = 1, n_{2-2} = 1, n_{3-3} = 1, n_{1-2} = 1, n_{2-1} = 1$	۲۳,۱

۳-۲- شبکه IEEE-24:

این شبکه از دو بخش ۲۳۰ کیلوولت و ۴۰۰ کیلوولت تشکیل شده و همان‌گونه که در شکل نشان داده شده است دارای ۱۱ نقطه تولید و ۱۷ نقطه مصرف است. برای مدل‌سازی عدم قطعیت‌های تولید مزارع بادی از روش تخمین نقطه استفاده شده است در این شبکه برای اجرای مدل‌های برنامه‌ریزی ظرفیت خط‌های انتقال را نصف می‌کنیم. در این شبکه برای ایجاد تغییرات دو مزرعه بادی که هر کدام امکان تولید ۶۰۰ Mw را دارا می‌باشند در نظر گرفته شده و این مزارع بادی را در دو شین ۲۵ و ۲۶ در نظر گرفته‌ایم و آن‌ها را با احداث خطوط جدید به شبکه متصل نمودیم.



شکل ۲: دیاگرام تک خطی شبکه ۲۴ شینه IEEE

	طرح‌های توسعه شبکه	هزینه سرمایه گذاری (M\$)
۱	$N_{1-3} = \checkmark, N_{5-8} = \checkmark, N_{11-11} = \checkmark, N_{12-13} = \checkmark, N_{13-23} = \checkmark, N_{12-16} = \checkmark$ $N_{16-21} = \checkmark, N_{21-21} = \checkmark, N_{20-1} = \checkmark, N_{26-1} = \checkmark, N_{26-2} = \checkmark, N_{26-4} = \checkmark$ $N_{27-8} = \checkmark$	55/1
۲	$N_{1-2} = \checkmark, N_{1-8} = \checkmark, N_{2-8} = \checkmark, N_{2-7} = \checkmark, N_{8-8} = \checkmark, N_{7-11} = \checkmark$ $N_{9-12} = \checkmark, N_{11-12} = \checkmark, N_{11-13} = \checkmark, N_{11-16} = \checkmark, N_{15-16} = \checkmark, N_{15-21} = \checkmark$ $N_{12-16} = \checkmark, N_{27-1} = \checkmark, N_{27-2} = \checkmark, N_{27-4} = \checkmark, N_{27-8} = \checkmark$	۷۳/۸
۳	$N_{1-3} = \checkmark, N_{8-8} = \checkmark, N_{2-7} = \checkmark, N_{7-8} = \checkmark, N_{11-11} = \checkmark$ $N_{12-16} = \checkmark, N_{13-14} = \checkmark, N_{18-21} = \checkmark, N_{21-21} = \checkmark, N_{21-22} = \checkmark$ $N_{20-1} = \checkmark, N_{26-1} = \checkmark, N_{26-2} = \checkmark, N_{27-8} = \checkmark$	61/7

۷- نتیجه گیری

نیاز روزافزون به استفاده از انرژی از یک سو، نگرانی‌های زیست‌محیطی جهانی و افزایش بهای سوخت‌های فسیلی، باعث افزایش استفاده از منابع تجدید پذیر در تولید انرژی الکتریکی گردیده است که یکی از در دسترس ترین این انرژی‌ها انرژی باد می‌باشد. در این مقاله برای کاهش محاسبات از روش تخمین نقطه برای مدل سازی عدم قطعیت‌های موجود در شبکه توان تولیدی نیروگاه بادی و برای لحاظ عدم قطعیت در بار شبکه از سناریوسازی و در نظر گرفتن سناریوهای فصلی استفاده شده است. در بررسی نتایج می‌توان فهمید که استفاده از نیروگاه‌های بادی بزرگ باعث کاهش هزینه شده و با برنامه‌ریزی مناسب می‌توان ریسک برنامه‌ریزی و نیز میزان آلودگی‌های زیست‌محیطی را کاهش داد. این روش علاوه بر اینکه به دلیل استفاده از الگوریتم بهینه سازی ژنتیک پاسخ بهینه از دیدگاه هزینه سرمایه‌گذاری را به برنامه‌ریزان سیستم قدرت می‌دهد به دلیل در نظر گرفتن ضریب جریمه بزرگ در تابع هدف طرح‌هایی منتخب را با کمترین میزان بار تامین نشده پیشنهاد می‌دهد و از نظر سرعت رسیدن به جواب بهینه از شرایط مطلوبی برخوردار می‌باشد.

مراجع

- [1] Fang R., and Hill D. J., "A New Strategy for Transmission Expansion in Competitive Electricity Markets", IEEE Transaction on Power Systems, Vol. 18, No.1, February 2003
- [2] Jalil zadeh S., Hosseini S. H., Derafshian Maram, M., Dehghan, S., Akbari, S., "A mixed-integer LP approach considering the impact of bundle conductors on transmission network expansion planning", IEEE Conference, 18th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), May 2010
- [3] Latorre G., Cruz R. D., and Areiza J. M., Villegas A., "Classification of publications and models on Transmission expansion planning", IEEE Transaction on Power Systems, vol. 18, no. 2, page(s): 938-946, May 2003
- [4] Verma A., Panigrahi B.K., Bijwe P.R., "Harmony search algorithm for transmission network expansion planning", Generation, Transmission & Distribution, IET Journals, vol. 4, no. 6, Year 2010, Page(s): 663 - 673
- [5] Bakirtzis A., Petridis V., "Genetic algorithm solution to the economic dispatch problem", IEE Proceedings Generation, Transmission and Distribution, vol. 141, no. 4, pp. 377-382, 2002.
- [6] Romero R., Gallego R. A., and Monticelli A., "Transmission system expansion planning by simulated annealing", IEEE Transaction on Power Systems, vol. 11, page(s): 364-369, Feb 1996
- [7] Choi J., El-Keib A., "A Fuzzy Branch and Bound-Based Transmission System Expansion Planning for the Highest Satisfaction Level of the Decision Maker", IEEE Transaction on Power Systems, vol. 20, no. 1, February 2005
- [8] El-Keib A., Choi J., "Transmission Expansion Planning Considering Ambiguities Using Fuzzy Modeling", IEEE Power Engineering PSCE, Power System Conference & Exposition, November 2006, page(s): 207-215
- [9] Contreras J., and Wu F. F., "A kernel-oriented algorithm for transmission expansion planning", IEEE Transaction on Power Systems, vol. 15, page(s): 1434-1440, November 2000
- [10] Billinton R., Chen H. and Ghajor R., "A Sequential simulation technique for Adequacy Evaluation of Generating System Including Wind Energy" IEEE Trans. on Energy Conversion, vol. 11, NO.4, December 1996.
- [11] Georgilakis P.S., Karytsas C. and Vernados P.G., "Genetic algorithm solution to the market-based transmission expansion planning problem" JOURNAL OF OPTOELECTRONICS AND ADVANCED MATERIALS vol. 10, no. 5, pp. 1120 - 1125, May 2008.
- [12] "Methods for Planning under Uncertainty Toward Flexibility in Power System Development", CIGRE WG 37-10, pp. 143-163, Aug. 1995.
- [13] Xu Z., Dong Z. Y., and Wong K. P., "Transmission Planning in a Deregulated Environment", IEEE Proc. On Generation, Transmission and Distribution, pp. 326-334, May 2006.
- [14] Moeini-Aghtaie M., Abbaspour A., and Fotuhi-Firuzabad M., "Incorporating Large-Scale Distant Wind Farms in Probabilistic Transmission Expansion Planning"-Part I: Theory and Algorithm, IEEE Transaction on Power Systems, 2012
- [15] Moeini-Aghtaie M., Abbaspour A., and Fotuhi-Firuzabad M., "Incorporating Large-Scale Distant Wind Farms in Probabilistic Transmission Expansion Planning"-Part II: Case Studies, IEEE Transaction on Power Systems, 2012
- [16] Yu H., Chung C. Y., Wong K. P., Zhang J. H., "A Chance Constrained Transmission Network Expansion Planning Method With Consideration of Load and Wind Farm Uncertainties", IEEE Transaction on Power Systems, March 12, 2008; revised August 12, 2009
- [17] Rosenblueth E., "Point estimation for probability moments," Proc. Nat. Acad. Sci. United States Amer., vol. 72, no. 10, pp. 3812-3814, Oct. 1975.
- [18] Rosenblueth E., "Two-point estimates in probability," Appl. Math. Model., vol. 5, pp. 329-335, Oct. 1981.
- [19] Hong H. P., "An efficient point estimate method for probabilistic analysis," Reliab. Eng. Syst. Saf., vol. 59, pp. 261-267, 1998.

- [20] Billinton R., and Bai G., "Generating Capacity Adequacy Associated With Wind Energy" IEEE Trans. Energy Conversion, vol .19, no.3, pp.641-646, Sep.2004.
- [21] Burke D. J., O'Malley M J., "Optimal Wind Power Location on Transmission Systems- A Probabilistic Load Flow Approach" IEEE PMAPS Conf., Mayaguez, PR, May 2008.
- [22] Contreras J. , Gross Ge. , Arroyo J. and Muñoz J. I., " An incentive-based mechanism for transmission asset investment " Elsevier, 8 January2009.

SID



سرویس های
ویژه



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی

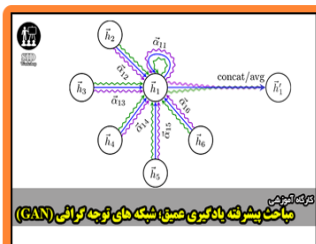


عضویت در
خبرنامه



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی