فصلنامه پژوهش در علوم، مهندسی و فناوری
دوره ۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶
صفحات ۱-۱۱
ISSN: 2476-5082
www.uctjournals.com

آنالیز توسعه شبکه انتقال متاثر از حضور نیروگاه های بادی مبتنی بر الگوریتم شبکه عصبی

رضا رشیدی [*۱] و حمدی عبدی [۲]

۱دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
۲گروه مهندسی برق، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

چکیده

با افزایش بهای سوخت های فسیلی و کاهش ذخایر این سوخت ها و لحاظ گردیدن اثرات آلاینده های ناشی از سوخت های فسیلی بر محیط زیست، استفاده از انرژی های تجدید پذیر مانند انرژی های باد و خورشید به عنوان گسترده ترین و در دسترس ترین انرژی های نو بیش از پیش اهمیت یافته است. با افزایش استفاده از انرژی های باد و خورشید در شبکه های قدرت لازم است اثرات نیروگاه های بادی و خورشیدی در مطالعات برنامه ریزی توسعه شبکه انتقال لحاظ گردد. در این مقاله با استفاده از ترکیب الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی با الگوریتم ژنتیک و استفاده از پخش بار DC روندی برای بهینه سازی توسعه خطوط انتقال با در نظر گرفتن عدم قطعیت های نیروگاه های بادی و خورشیدی و بارهای سیستم قدرت ارائه شده است. توابع هدف در برنامه ریزی توسعه شبکه انتقال شامل هزینه های سرمایه گذاری و تعمیر و نگهداری کل شبکه می باشد. از شبیه سازی مونت کارلو برای لحاظ کردن اثرات عدم قطعیت های شبکه از نظر تولید نیروگاه های بادی و نیروگاه های خورشیدی و بار در مطالعات پخش بار بهینه استفاده شده است. برای بررسی اثرات تغییر توان تولیدی نیروگاه های بادی و نیروگاه های خورشیدی بر مطالعات برنامه ریزی توسعه شبکه انتقال دو مدل شبکه استاندارد شامل شبکه تست ۶ شینه Garver و ۲۴ شینه IEEE-RTS برای اعمال الگوریتم های مورد نظر در نظر گرفته شده است.

واژه‌های کلیدی: نیروگاه های بادی ، نیروگاه های خورشیدی ، برنامه ریزی توسعه شبکه انتقال ، عدم قطعیت، پخش بار DC ،الگوریتم شبکه های عصبی (ANN) و الگوریتم خانواده ژنتیک(GA).

۱ -مقدمه

برنامه ریزی انتقال یکی از مهم‌ترین بخش های برنامه ریزی شبکه است، هدف آن تعیین زمان و مکان برای سرمایه گذاری نوع خط، تعداد حلقه‌ها در پیش بینی بار و برنامه ریزی تولید در چرخه برنامه ریزی بر اساس دست‌یابی به حداقل هزینه در شرایط انتقال با توجه به ظرفیت و مشخصات فنی است [۱].

در توسعه بازار برق و افزایش تقاضا از منبع تغذیه، قابلیت اطمینان، امنیت و قابلیت اطمینان منبع قدرت بیشتر جلب توجه می‌کند و باعث به حداکثر رساندن تمام مزایای اجتماعی می‌شود. برنامه ریزی چند هدفه انتقال اقتصاد، امنیت و قابلیت اطمینان را با هم در نظر می‌گیرد، و می‌تواند منعکس کننده خطر بهره برداری از سیستم قدرت، در حال بر آوردن نیازهای عملی شبکه برق برنامه ریزی شده باشد [۲]. سیستم انتقال نه تنها باید پاسخگوی تقاضای بار و انواع معاملات باشد، بلکه باید پاسخگوی کیفیت توان و استانداردهای ایمنی هم باشد. بنابراین، برنامه ریزی انتقال برای برآوردن تعداد زیادی از محدودیت‌ها، مانند محدودیت‌های برابری و نا برابری که عبارتند از کران بالا و کران پایین خروجی ژنراتور، محدودیت اضافه جریان شاخه، محدودیت‌های امنیتی ولتاژ و فرکانس و محدودیت‌های امنیتی استاتیک، محدودیت کریدور و خط و ... می‌باشد.در محیط بازار، برنامه ریزی انتقال با عدم قطعیت، از جمله عدم اطمینان تولید، تغییرات بار و سیاست‌های دولت باعث تغییر در طول دوره برنامه ریزی شده است، برخی از روش‌های جدید در سال‌های اخیر برای رفع عدم قطعیت ارائه شده اند[۳].

با توجه به سهم روز افزون انرژی های بادی و خورشیدی در بخش تولید سیستم های قدرت و جایگزین شدن نیروگاه های فسیلی با نیروگاههای بادی و خورشیدی از یک سو و خواص ذاتی این نوع انرژی در مقایسه با سایر انواع انرژی های سنتی تولید کننده‌ی انرژی الکتریکی باعث گردیده است که بررسی تأثیرات نیروگاههای بادی و خورشیدی بر روی شبکه های قدرت از جنبه های گوناگون به عنوان یکی از مسائل مهم امروزه مطرح گردد. در خیلی از کشورهای دنیا برای افزایش میزان نفوذ انرژی باد و خورشید در تولید انرژی الکتریکی، نیروگاههای بادی و خورشیدی با ظرفیت های قابل مقایسه با نیروگاه های بزرگ فسیلی ساخته شده است [۴].

۲ برنامه ریزی توسعه شبکه انتقال با حضور انرژی باد و انرژی خورشید

۲-۱- مشکلات و چالش‌ها

باید توجه داشت که تولید نیروگاههای بادی و خورشیدی با انواع انرژی های فسیلی دارای تفاوت های بسیاری است. اگرچه شاید بارزترین این تفاوت‌ها در میزان آلودگی بسیار پایینی است که این نوع انرژی در مقایسه با انرژی های فسیلی تولید می‌کنند، اما بعضی از ویژگی های ذاتی باد و تابش خورشید می‌تواند باعث بروز مشکلاتی برای بخش های مختلف سیستم قدرت گردد. وابستگی بسیار زیاد تولید توربین های بادی به سرعت باد از یک طرف و تغییرات شدید و تا حدودی غیرقابل پیش بینی سرعت باد از طرف دیگر، وابستگی انرژی خورشیدی به تابش خورشید از یک سو و تغییرات آن نیز تا حدودی غیر قابل پیش بینی می‌باشد که باعث شده است که توان تولیدی نیروگاه‌های بادی و خورشیدی دارای گسترده تغییرات وسیعی باشد. با توجه به نکات بیان شده، اینگونه می‌توان نتیجه گرفت که بهره بردار سیستم قدرت توانایی کنترل بر تولید نیروگاههای بادی و خورشیدی را مانند نیروگاه های سنتی ندارد. دور بودن خیلی از مناطق باد خیز و همچنین آفتاب گیر نبودن بسیاری از نقاط جهان از شبکه های انتقال باعث گردیده تشدید مشکلات استفاده از انرژی باد و خورشید گردیده است. برای رساندن توان تولیدی نیروگاههای بادی و خورشیدی به مصرف کنندگان برق لازم است که خطوط انتقال جدید برای اتصال این نیروگاهها به شبکه ی سراسری برق ایجاد گردد [۵].

این انرژی های نو، به ویژه در مقیاس‌های بزرگ در ادغام با شبکه قدرت بسیاری مسائل و چالش‌های جدیدی را به ارمغان می‌آورد. به طور عمده باعث می‌گردد برنامه‌ریزان انتقال مسایل زیر را در مدل ارائه شده خود در نظر بگیرند:

۱) کنترل توربین بادی ضعیف است، قابل انعطاف به عنوان واحد قدرت معمولی نیست.

۲) انرژی باد و خورشید تصادفی، متناوب و غیر پیک است که تفاوت بین پیک و مینیم را تغییر می‌دهد و تأثیر منفی بر روی تنظیم فرکانس و پیک بار دارد.

۳) سیستم ممکن است دچار پایداری گذرای ولتاژ شود. و همچنین کیفیت انرژی باد و خورشید (نیروگاه های بادی و خورشیدی) در مقیاس بزرگ متصل به شبکه باید مشخص گردد. در برنامه ریزی انتقال سنتی به طور کلی پایداری گذرا و محدودیت‌های پایداری ولتاژ در نظر گرفته می‌شود، در حالیکه در یکپارچه سازی باد و خورشید در مقیاس بزرگ، پایداری گذرا و پایداری ولتاژ به مسائل برجسته‌ای تبدیل می‌شوند.

۴) توسعه انرژی باد و خورشید در مقیاس‌های بزرگ به شدت در نسبت تولید و توزیع تغییر ایجاد می‌کند و ساختار فعلی شبکه دیگر مناسب برای تغییر در تولید نیست.

۵) استفاده موثر، ارزش انرژی باد و خورشید را بالا می‌برد و از لحاظ پر مصرف بودن و محیط زیست اهمیت زیادی در زمینه فرآیند برنامه ریزی شبکه قدرت دارد.

در این راستا، در مرجع [۶] عدم قطعیت در نظر گرفته شده در تولید و بارهای سیستم قدرت بهبود توسعه مدل برنامه ریزی انتقال سنتی که در آن بارها و همچنین انرژی باد و خورشید در تولید در نظر گرفته شده است. مرجع [۷] بر اساس چند سناریو روش احتمالات، عوامل نامشخص از جمله قدرت خروجی نیروگاه های بادی و خورشیدی، تغییر باد و تغییر تابش خورشید اقتصاد تجزیه و تحلیل سناریو و محاسبه احتمال آن شرح داده شده است.

مرجع [۸] مجموع حداقل هزینه خطوط جدید، هزینه جبران خسارت توان راکتیو جدید و هزینه‌های بهبود سناریو است که می‌تواند به عنوان هدف امنیت قرار گیرد. سناریو به معنی هر عامل تحت داده‌های زمان ساعتی انرژی باد و خورشید و بار، و یا مربوط به محدوده امنیتی و دوباره برنامه ریزی است. این روش بیشتر برای مقابله با عدم قطعیت در شرایط ساخت نیروگاه های بادی و خورشیدی است و آمار دقیق را می‌توان بدست آورد. در همین مرجع اطلاعات ساعتی روز در سال از نیروی باد و تابش خورشید و بار در فرآیند شبیه سازی برای مقابله با عدم قطعیت مورد استفاده قرار گرفته است. مرجع [۹] ایجاد یک مدل برنامه ریزی انتقال مبتنی بر عدم قطعیت نیروی باد و تابش خورشید از مجموعه تولید و پاسخ به سمت تقاضا را ارائه کرده است این مدل منجر به مصرف کنندگان را وادار به تأمین شرایط مصرف برق به زمان واقعی قدرت کند و نیز شیوه‌ای موثر برای مقابله با عدم قطعیت تولید نیروی باد و تابش خورشید در شبکه است.

۳ الگوریتم پیشنهادی

۳-۱- الگوریتم شبکه عصبی (ANN)

یک شبکه عصبی مصنوعی با چندین لایه ادراکی مدل می شود که از یک الگوریتم تکثیر معکوس برای استفاده در برنامه ریزی توسعه شبکه انتقال استفاده می کند [۱۰]. رشته های عصبی خروجی نشان دهنده راه حل معین برای هر تکرار بطوریکه هر مرحله نشان دهنده تعداد خطوطی است که می بایست با رعایت حق تقدم به شبکه اضافه شود . همچین هزینه این اضافه شدن در تابع هدف نشان داده شده .

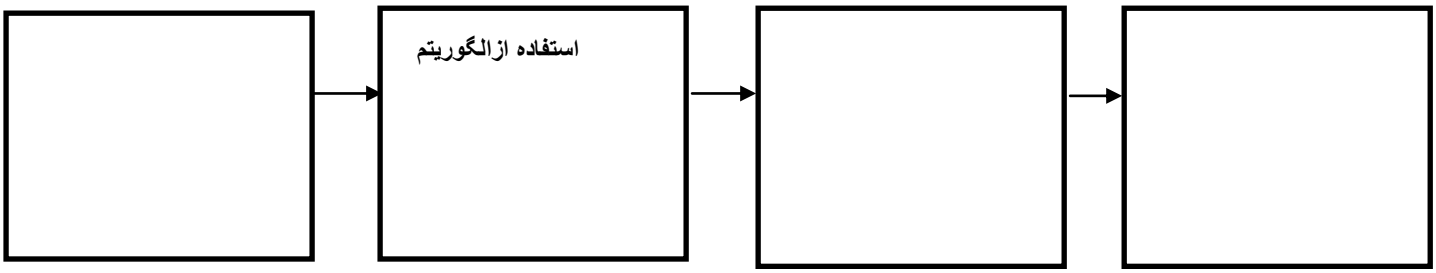
۳-۲- الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک مورد استفاده در این مقاله یک مدل ساده الگوریتم ژنتیک [۱۱ و ۱۲] و جمع تعدادی از روش های منحصر به فردی است که با جمعیت منطبق هستند . عملکرد الگوریتم ژنتیک تا زمانی می باشد که جمعیت به مقادیر منحصر به فرد مورد انتظار جمعیت همگرا شود .در این الگوریتم زادو ولد (کروموزوم) و طول عمر بیانگر تعداد حق تقدم های موجود در شبکه می‌باشد بطوریکه زاد و ولد خود بیانگر تعداد خطوط اضافه شده جدید می باشد ، همچنین هزینه اضافه شدن خطوط جدید در تابع اضافه شدن در نظر گرفته می‌شود .

۳-۳- ترکیب الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی با الگوریتم ژنتیک

بعد از آنکه شبکه عصبی مصنوعی جستجوی محلی خود را انجام داد می بایست به مقدار اصلی همگن شود اگر مقدار بدست آمده با مقدار مطلوب یکی نباشد نتیجه گیری تنها از شبکه های عصبی مصنوعی سخت می شود . اگر الگوریتم شبکه های

عصبی مصنوعی با الگوریتم ژنتیک ترکیب شود نتیجه های بهتری ممکن است حاصل شود . با پیاده کردن روش ترکیب الگوریتم شبکه های مصنوعی با الگوریتم ژنتیک می توان انتظار داشت که اشکالات شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک رفع شود که در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل (۱). روش ترکیب الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک

۴ فرمولاسیون الگوریتم پیشنهادی

با توجه به لحاظ کردن هزینه های ابزار مشکل از دو جزء اصلی هزینه سرمایه گذاری و تعمیر و نگهداری به عنوان بخشی از هزینه های ثابت تابع هدف به صورت زیر تعریف می شود:

$$Min \quad \sum_{i,j=1}^{n}(C_{ij}\times L_{ij}+C_{op_{ij}}) \qquad (۱)$$

که:

$$C_{op_{ij}}=1/05\times C_{ij} \qquad (۲)$$

C_{ij} هزینه ی احداث خط جدید بین باس های i-j

N_{ij} تعداد خط اضافه شده به مسیر i-j

Cop_{ij} هزینه ی بهره برداری احداث خط بین باس های i-j

L_{ij} طول احداث خط بین باس های i-j

n مجموعه خطوط نامزد برای اضافه شدن به شبکه

از تابع هدف (۱) طرح بهینه به دست آمده، طرح توسعه ای است که کمترین "هزینه ی سرمایه گذاری برای احداث خطوط جدید" را با رعایت قیود زیر مشخص می کند:

$$S_f+g=d \qquad (۳)$$

$$f_{ij}-\gamma_{ij}(N_{ij}^0+N_{ij})(\theta_i-\theta_j)=0 \quad \forall(i,j)\in L \qquad (۴)$$

$$\left|f_{ij}\right|\le(N_{ij}^0+N_{ij})\,\bar{f}_{ij} \quad \forall(i,j)\in L \qquad (۵)$$

$$0\le N_{ij}\le \overline{N}_{ij} \quad \forall(i,j)\in L \qquad (۶)$$

که در روابط بالا:

S ماتریس تلاقی گره-شاخه

$\mathbf{f}$ بردار توان حقیقی جاری در خطوط

g بردار توان حقیقی تولیدی در باس ها

d بردار مصرف پیش بینی شده برای باس ها

f_{ij} توان جاری در شاخه ی i-j

$\overline{f_{ij}}$ حد توان جاری در شاخه ی i-j

N_{ij}^{0} تعداد خط اولیه ی شاخه ی i-j

$\overline{N_{ij}}$ حداکثر تعداد خط جدید برای اضافه شدن به شاخه ی i-j

θ_i زاویه ی ولتاژ باس i

در حل مساله (TEP) با استفاده از الگوریتم شبکه های عصبی و الگوریتم ژنتیک بر اساس تابع برازندگی که گاه به آن تابع ارزیابی (Evalution function) نیز گفته می شود. با این تابع هرکرموزوم رمزگشایی شده و به آن یک معیار و مقدار برازندگی نسبت داده می شود.

f_i = مقدار برازندگی هرکروموزوم i

(۷)

$$fav = \frac{\sum_{i=1}^{n} f_i}{N}$$

fav = متوسط برازندگی کروموزوم های یک نسل

p_i = مقدار احتمال تخصیص یافته به هر کروموزومi

(۸)

$$P_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^{n} f_i} = \frac{f_i}{Nfav}$$

که در تابع برازندگی هر کروموزوم نشان دهنده یک خط جدید کاندید است که باید این کروموزوم ها در مسیر تکثیر و تکامل که قرار می گیرند وتشکیل یک نسل (جمیت) می دهند. بنابراین تعداد کروموزوم های یک نسل نشان دهنده تعداد خطوط کاندید برای اضافه شدن به شبکه خواهد بود و این فرایند به صورت گام به گام معینی به صورت تولید نسل (جمعیت) که نشان از مجموعه ای از راه حل‌های جایگزین می‌باشد ادامه دارد ولازم به ذکر است که در این الگوریتم فرمولها برای تبدیل کردن Min به Max استفاده می شود.

(۹)

$$1 = \frac{1}{f_i} \longrightarrow P_i = \frac{\frac{1}{f_i}}{\sum_{i=1}^{popsize} \frac{1}{f_i}}$$

(۹)

$$2 = N - f_i \longrightarrow P_i = \frac{N - f_i}{\sum_{i=1}^{popsize} (N - f_i)}$$

$$3 = -f_i \longrightarrow P_i = \frac{-f_i}{\sum_{i=1}^{popsize} -f_i} \quad (۱۰)$$

که از این فرمولهای تبدیل Min به Max زمانی استفاده می‌شود که برنامه پخش بار برای هر جایگزین اجرا شده و روشهای مختلف برای انتخاب (selection) وجود دارد، که از روی انتخاب بر اساس بهترین ها (Elitiseit selection) استفاده شده است. زمانی که از اپراتورهای ژنتیکی (تقاطع و جهش) استفاده می شود، ممکن است بهترین کروموزوم ها از دست بروند. الیتسیم (Elitism) روشی برای نگهداری یک کپی از بهترین کروموزوم ها در نسل جدید انجام می دهد مکانیزم فوق، الگوریتم ژنتیک را مجبور می سازد تا همواره تعدادی از بهترین ها را در هر نسل نگه دارند. به تجربه ثابت شده است که این مکانیزم عملکرد الگوریتم ژنتیک را بهبودداده ودر ضمن زمان همگرایی (convergence Time) را کوتاه می نماید که لازم به ذکر است که در TEP همگرایی برای پیاده سازی برنامه از اولیست های مهم آن می باشد که این عملکرد الگوریتم را در سمت کمتر کردن زمان این اولویت یاری می رساند که این از تکان مهم اجرای الگوریتم ژنتیک در اجرای TEP می باشد. در الگوریتم ژنتیک دو اپراتور تقاطع و جهش دار که در اینجا برای بدست آمدن جواب بهینه از اپراتور جهش که در فلوچارت نیز اشاره شده است استفاده گردیده که معمولاً برای هر روش کدینگی اپراتورهای جهش متفاوتی تعریف می شود. اندازه جهش ،پارامتر مهمی است که بایه تحت کنترل باشد همچنین اپراتور جهش باید به یک کروموزوم معتبر منتهی شود.که معمولاً جهش برای هر ژن با احتمال Pm اتفاق می افتد(توصیه شده این است که ($0/005 < P_m < \%5$) باشه در مثالی که عدد حقیقی زیر این امر نشان داده شد شده است .

$$before \rightarrow (1/29 \quad 5/68 \quad 2/86 \quad 4/11 \quad 5/55) \quad (۱۱)$$

$$before \rightarrow (1/29 \quad 5/68 \quad 2/73 \quad 4/22 \quad 5/55) \quad (۱۲)$$

و در مرحله آخر هم که معیار توقف باید مهیا شود باید معیارهای زیر را مد نظر داشت :

۱ -تعداد شکل های تکامل یافته (معمولاً ۱۰۰ نسل) $NimGenz\ MaxNuMGeN$

۲ -عدم بهبود (بهبود ناچیز) از یک نسل به نسل دیگر $\left(\bar{f}_{n+1} - \bar{f}_n \le \varepsilon\right)$

۳ -میزان انحراف استاندارد عملکرد کروموزومهای یک نسل از یک مرزی کوچکتر باشد.

۴ -رسیدن به یک نقطه خاص از فضای جستجو

۵ -تکامل نسلها تا یک مدت زمان پردازش از قبل تعیین شده

۶ -تعداد کروموزومهای جدید و نیز تعداد کروموزومهای منحصر بفرد

۵ -شبیه سازی و نتایج

۵ ۱ معرفی شبکه‌ی IEEE-RTS

RTS یک شبکه ی قدرت ۲۴ باس است که توسط یک کار گروه ویژه در IEEE برای انجام مطالعات مختلف بر روی سیستم قدرت، تهیه گردیده است. این سیستم دارای ۳۲ ژنراتور با ظرفیت های ۱۲ تا ۴۰۰ مگاوات می‌باشد. شبکه‌ی انتقال این سیستم متشکل از ۳۸ خط انتقال و ۵ ترانسفورماتور در دو سطح ولتاژ ۱۳۸ و ۲۳۰ کیلوولت بوده و شین های این سیستم از ۱۰ شین ژنراتوری، ۱۰ شین بار و ۴ شین اتصال تشکیل شده است. ظرفیت نصب شده ی IEEE-RTS، ۳۴۰۵ مگاوات و پیک بار آن ۲۸۵۰ مگاوات است. مطالعات برنامه ریزی خطوط انتقال با استفاده از الگوریتم پیشنهادی در محیط MATLAB و با بکارگیری توابع پخش بار نیوتن رافسون و پخش بار DC انجام شده است. فرض شده است که سیستم برای ۱۰ سال آینده با شرایط میزان تولید و بار ۳ برابر مقدار اولیه‌ی آن (میزان بار شبکه ۸۵۵۰ مگاوات و میزان تولید کل ۱۰۲۱۵ مگاوات) گسترش خواهد یافت. این شرایط تحت افزایش بار ۱۰٪ در سال و برای یک افق زمانی ۱۰ ساله در نظر گرفته می‌شود. ضمنا فرض شده است که خطوط کاندیدا در ۳۴ حریم کنونی به اضافه ی ۷ حریم جدید می تواند اضافه حداکثر تعداد خط نصب شده در هر محدوده، ۳ خط در نظر گرفته شده است [۱۴].

۵-۲- معرفی شبکه ی Garver

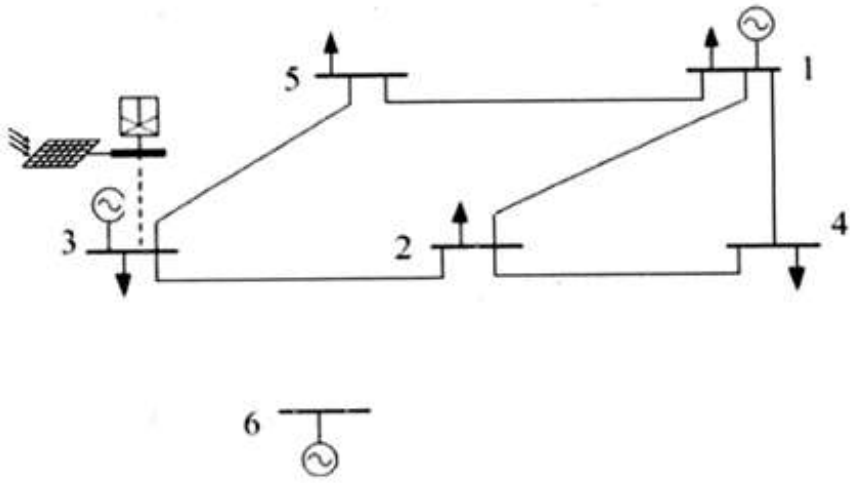
شبکه انتقال Garver نیز متشکل از ۶ خط در سطح ولتاژ ۴۰۰ کیلوولت بوده و شین های این سیستم از ۳ شین ژنراتوری، ۵ شین بار تشکیل شده است. ظرفیت نصب شده، ۱۱۴۰ مگاوات و پیک بار آن ۷۶۰ مگاوات است. ضمنا طبق جدول پیوست فرض شده است که خطوط کاندیدا در ۶ حریم کنونی به اضافه ۹ حریم جدید می تواند اضافه گردند حداکثر تعداد خط نصب شده در هر محدوده ۵ خط در نظر گرفته شده است [۱۳].

۵ ۳ - بررسی عملکرد الگوریتم در حل برنامه ریزی توسعه ی انتقال

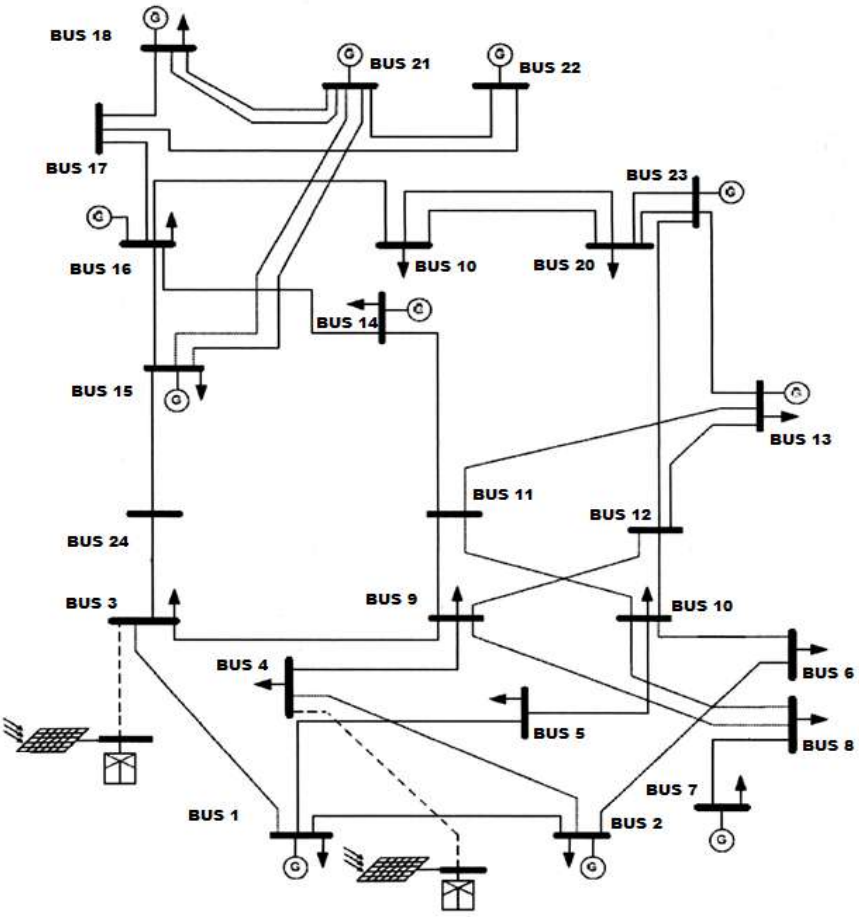
برای بررسی اثر شرایط مختلف بر روی نتایج مسئله توسط خطوط انتقال با توجه به الگوریتم پیشنهادی، موارد زیر مورد مطالعه قرار گرفته است:

- Case1: شبکه ی اصلاح شده بدون حضور نیروگاههای بادی و خورشیدی
- Case2: شبکه ی اصلاح شده با میزان نفوذ انرژی بادو خورشید ۱۰٪
- Case3: شبکه ی اصلاح شده با میزان نفوذ انرژی باد و خورشید ۲۰٪

شبکه‌های اصلاح شده در شکلهای ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند. این شبکه‌ها با اضافه کردن دو نیروگاه بادی و دو نیروگاه خورشیدی در شبکه ی ۲۴ باسه IEEE و یک نیروگاه بادی و یک نیروگاه خورشیدی در شبکه‌ی Garver تصحیح شده اند. این نیروگاههای بادی و خورشیدی با ظرفیت های هر کدام ۳۵۰ مگاوات، در شبکه‌ی ۲۴ با سه IEEE، توسط خطوط انتقال ۱۷۵ مگاولت آمپر به شین های ۳ و ۴ که نزدیکترین شین شبکه به آنها می باشند [۱۴] و همچنین با ظرفیت ۱۲۰ مگاوات در شبکه ی Garver به شین ۳ متصل گردند [۱۵].



شکل (۱). شبکه ی ۶ باسه Garver اصلاح شده با نصب یک نیروگاه بادی و یک نیروگاه خورشیدی



شکل (۲). شبکه ی ۲۴ باسه IEEE-RTS اصلاح شده با نصب دو نیروگاه بادی و دو نیروگاه خورشیدی

۵-۳-۱- نتایج اعمال تلفیق الگوریتم ژنتیک و شبکه های عصبی بر سه Case مورد نظر در هر دو شبکه

با در نظر گیری ۱۵۰ نسل و ۳۰۰ جایگزین و ۳۰۰ تکرار در سه Case مورد نظر و در هر دو شبکه ۲۴ باسه IEEE-RTS وGarver در جداول ۱ و۲ نمایش داده شده است لازم به ذکر است که این جداول هزینه سرمایه گذاری و میانگین هزینه الگوریتم پیشنهادی و هزینه بهره برداری و طول خطوط کاندید و تعداد خطوط کاندید نمایش داده شده است و سپس این بدست آمده از مقاله اصلی رفرنس که بر روی همین شبکه های ۲۴ باسه نتایج را با نتایج IEEE-RTS و Garver انجام شده در حضور یک نیروگاه بادی بوده است مورد مقایسه هم قرار داده ایم.

جدول (۱). نتایج تلفیق الگوریتم ژنتیک و عصبی بر روی شبکه ۲۴ شین RTS

		Case1		Case2 (%10)		Case3 (%20)	
from	To	[14]	$Case_N$	[14]	$Case_N$	[14]	$Case_N$
۱	۵	۱	۱	۱	۱	۱	۰
۲	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۳	۸	۰	۰	۱	۰	۱	۰
۳	۱۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰
۳	۲۴	۰	۱	۰	۱	۰	۰
۴	۵	۰	۰	۰	۰	۱	۰
۴	۹	۰	۰	۰	۰	۰	۱

۵	۱۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰
۶	۷	۱	۰	۱	۰	۱	۰
۶	۱۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۷	۸	۱	۱	۱	۲	۱	۱
۱۰	۱۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰
۱۰	۱۲	۰	۰	۱	۱	۰	۱
۱۱	۱۳	۰	۱	۰	۱	۰	۰
۱۲	۱۳	۰	۰	۰	۱	۰	۱
۱۲	۲۳	۱	۰	۰	۰	۰	۰
۱۳	۱۴	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۱۴	۱۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۵	۱۶	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۱۵	۲۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰
۱۵	۲۴	۱	۰	۰	۰	۰	۰
۱۶	۱۷	۰	۲	۰	۲	۱	۲
۱۶	۱۹	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۱۷	۱۸	۰	۱	۰	۲	۱	۱
۲۵	۳	۰	۰	۳	۱	۳	۲
۲۶	۴	۰	۰	۰	۰	۳	۲
تعداد خطوط کاندیدا		۸	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۷
هزینه کلی بر حسب M$		۳۶۵	۳۶۶	۵۵۱	۵۲۳	۶۴۷	۶۲۸
هزینه بهره برداری بر حسب M$		۲۵۵/۹۴	۲۴۵/۱۸	۳۲۴/۸۲	۳۴۹/۶۲	۴۲۰	۴۲۲/۴۱۱

جدول (۲). نتایج تلفیق الگوریتم ژنتیک و عصبی بر روی شبکه ۶ شین Garver

		Case1		Case2 (%10)		Case3 (%20)	
from	To	[15]	Cas_N	[15]	Cas_N	[15]	Cas_N
۱	۲	۰	۰	۰	۱	۱	۰
۱	۳	۱	۰	۱	۱	۰	۰
۱	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۱	۵	۲	۱	۱	۰	۲	۱
۲	۳	۰	۰	۰	۰	۱	۱
۲	۴	۰	۱	۱	۰	۰	۰
۲	۵	۱	۰	۰	۱	۰	۰
۲	۶	۰	۱	۱	۰	۰	۰
۳	۵	۱	۱	۰	۱	۱	۱
۴	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۱

۴	۶	۱	۱	۰	۱	۱	۰
تعداد خطوط کاندیدا		۶	۵	۵	۵	۷	۵
هزینه کلی بر حسب M$		۲۲۶/۸۴	۲۱۳	۲۴۹/۳۱	۲۲۵/۱۶	۲۸۱/۴۶	۲۵۹/۱۶
هزینه بهره برداری بر حسب M$		۶۶/۷۸	۶۳	۷۳/۹۲	۶۶/۷۸	۸۳/۱۶	۷۸/۸۶

نتیجه گیری

درنظر گرفتن برنامهریزی خطوط انتقال برای آنالیز شبکه بسیار دارای اهمیت است که در این برنامهریزی هزینه و نوع جایگزاری و تعداد خطوط برای به حداقل رسانیدن هزینه ها و همچنین بالا بردن قابلیت و عدم قطعی بار در نظر گرفته میشود. در این تحقیق مدل سازی نوین برای تولید خورشیدی و مزرعه بادی جهت گسترش خطوط انتقال با لحاظ کردن عدم قطعیت بار از جهت مزارع بادی و خورشیدی بود. از آنجا که در بهره برداری بهینه از سیستم دو عامل مهم هزینه نگهداری و هزینه تعمیرات سیستم نشان دهنده کیفیت و بالا بودن راندمان کارایی سیستم میباشند که منجر به بالا بردن قابلیت اطمینان سیستم میگردند و این بالا رفتن نسبت عکس با هزینه های نگهداری و بهره برداری از سیستم دارد ، این دو عامل را میتوان از مهمترین فاکتورهای برنامه ریزی سیستم های قدرت در نظر گرفت. در این مقاله با استفاده از زیر برنامه عصبی که در برنامه ژنتیک قرار داده شده باعث گردید همگرایی را بیشتر کند. البته در بعضی موارد این افزایش همگرایی باعث بالا رفتن حداقل هزینه بهره برداری می‌گردد که مطلوب نمی‌باشد.

مراجع

[1]. Ma Chang-hui, Xue Yu-sheng, Lu Ting-rui, et al “Review of Transmission Planning Methods” Automation of Electric Power System, 2006, 30(12):97-101
[2]. Yu Han, Chungcy, Wong K P, et al “A Chance Constrained Transmission Network Expansion Planning Method Associated With Load and Wind Farm Variations”. Automation of Electric Power System, 2009, 33(2):20-24
[3]. Zheng Jing Wen Fushuan, Li Li, et al. “Transmission System Planning With Risk-control Strategies for Power System with wind Generators”. Automation of Electric Power System, 2011,35(22):71-76
[4]. Y Hou,F.F.Wu “long-term bilateral contract pricing with risks of congestion charge “ IEEE power engineering society general meeting .2007.
[5]. Reliability Test System Task Force of the Application of Probability Methods subcommittee ,”IEEE reliability test system,” IEEE Trans.Power App.Syst., vol .PAS-98,no.6,pp.2047_2054, Nov./Dec.1979.
[6]. Gao Ciwei, He Yeo “Transmission Planning Considering the Integaton of wind Energy” Electric Power Science and Technology, 2009, 24(4):19-24
[7]. Zeng Ming, Lv Chunguan, Qiu Liuqing, et al. “A Demand-Side Response – Based Transmission Planning with Grid-Conneted wind Farms [J]”.Power System Technology, 2011,35(4):129-134
[8]. R. Billinton, H. Chen and R. Ghajar, “A Sequential Simulation Technique for adequancy evaluation of generating system including wind energy” IEEE Trans . on energy conversion , vol.11, NO.4,December 1996
[9]. R.Billinton and A.A.chowduary ,”conversion system in conventional generation capacity adequancy assessment” IEEE preceding ,vol .139,no.1,pp.47-56, jan 1992.
[10]. Hazarikad. 7 BoRDOlIi p&.” modifed lossc oefficicntsin the determination of optimumy generation senduling, IEEE trans. on power system.IEEE Trans. Power System., vol. 27, no. 3, pp. 1585-1593, Aug.2012

[11]. P. P. Barker, R. W. de Mello, "Determining the impact of distributed generation on power systems: part1-radial distribution systems", IEEE Trans. Power Delivery, vol. 15, pp. 486–493, Apr. 2000.
[12]. C.L. Benner, B.D Russell, "Practical high impedance fault detection for distribution feeders", Rural 39th Electric Power Conference, pp:B2-1, 1996.
[13]. G.A.orfanos,p.s Georgilakis, N.D . Hatziargyriou , "Transmission expansion planning of systems with increasing wind power integration , "IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS, VOL.28, NO.2,MAY 2013,PP.1355-1362.
[14]. M.Moeni –Aghtaie ,A.Abbaspour ,and M.Fotuhi-Firuzabad ,"Incorporating Large-scale wind farms in probabilistic transmission expansion planning _part II :case Studies ," IEEE Trans .Power Syst.,vol,27,no.3,pp.1594_1601,Aug .2012.
[15]. R. Aggarwal, Y. Song, "Artificial Neural Networks in Power Systems. I. General Introduction to Neural Computing", Power Engineering Journal, Vol. 11, No. 3, pp. 129-134, June 1997.

پیوست:

جدول (۱). اطلاعات خطوط انتقال شبکه Garver

	FROM BUS	TO BUS	R(PU)	X(PU)	$\frac{1}{2}$B(PU)	L (mile)	C_{ij} M$	MVA Limit	Invest Cost M$	N_{ij}^{0}	N_{ij}^{max}
۱	۱	۲	۰/۰۴۰	۰/۴۰۰	۰	۴۰	۴۰	۱۰۰	۰/۴	۱	۵
۲	۱	۳	۰/۰۳۸	۰/۳۸۰	۰	۳۸	۳۸	۱۰۰	۰/۴	۰	۵
۳	۱	۴	۰/۰۶۰	۰/۶۰۰	۰	۶۰	۶۰	۱۰۰	۰/۴	۱	۵
۴	۱	۵	۰/۰۲۰	۰/۲۰۰	۰	۲۰	۲۰	۸۰	۰/۴	۱	۵
۵	۱	۶	۰/۰۶۸	۰/۶۸۰	۰	۶۸	۶۸	۱۰۰	۰/۴	۰	۵
۶	۲	۳	۰/۰۲۰	۰/۲۰۰	۰	۲۰	۲۰	۱۰۰	۰/۴	۱	۵
۷	۲	۴	۰/۰۴۰	۰/۴۰۰	۰	۴۰	۴۰	۷۰	۰/۴	۱	۵
۸	۲	۵	۰/۰۳۱	۰/۳۱۰	۰	۳۱	۳۱	۱۰۰	۰/۴	۰	۵
۹	۲	۶	۰/۰۳۰	۰/۳۰۰	۰	۳۰	۳۰	۸۲	۰/۴	۰	۵
۱۰	۳	۴	۰/۰۵۹	۰/۵۹۰	۰	۵۹	۵۹	۱۰۰	۰/۴	۰	۵
۱۱	۳	۵	۰/۰۲۰	۰/۲۰۰	۰	۲۰	۲۰	۱۰۰	۰/۴	۱	۵
۱۲	۳	۶	۰/۰۴۸	۰/۴۸۰	۰	۴۸	۴۸	۱۰۰	۰/۴	۰	۵
۱۳	۴	۵	۰/۰۶۳	۰/۶۳۰	۰	۶۳	۶۳	۷۵	۰/۴	۰	۵
۱۴	۴	۶	۰/۰۳۰	۰/۳۰۰	۰	۳۰	۳۰	۱۰۰	۰/۴	۰	۵
۱۵	۵	۶	۰/۰۶۱	۰/۶۱۰	۰	۶۱	۶۱	۷۸	۰/۴	۰	۵