KN0-0904-3801

جایابی بهینه منابع تولید پراکنده با در نظر گرفتن مدل احتمالی بار

سلمان نصرالهی[۱]، عباس صابری نوقابی[۲] ، عباس آذری [۳]
[۱] شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد، nasrollahi_s@yahoo.com
[۲] شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد ، abb.saberi@yahoo.com
[۳] شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد ، a.azary29@gmail.com

چکیده - گسترش شهرهای بزرگ و تقاضای روزافزون مصرف برق، استفاده از منابع تجدید پذیر را در نقاط مختلف شبکه رایج نموده است. بنابراین با رشد روزافزون سهم تولیدات پراکنده در تامین انرژی الکتریکی، روش های بهینه سازی متفاوتی جهت یافتن مکان و ظرفیت بهینه منابع تولید پراکنده ارائه گردیده است. در اکثر این روش ها مدل بار به صورت ثابت در نظر گرفته شده است اما مدل بار می تواند تاثیر بسزایی بر مکان و اندازه منابع تولید پراکنده داشته باشد. در این مقاله عدم قطعیت در منحنی تداوم بار به صورت احتمالی با استفاده از توزیع نرمال مدلسازی گردیده است. روش مونت کارلو به منظور شبیه سازی مدل احتمالی بار استفاده شده است. تابع هدف به صورت یک تابع هزینه شامل هزینه تلفات انرژی سالیانه شبکه ، هزینه انرژی تامین نشده سالیانه و هزینه سالیانه DG در نظر گرفته شده است و همچنین در مسئله جایابی به بررسی قیود محدودیت ولتاژ و توان عبوری از خطوط می پردازیم. از روش الگوریتم ژنتیک به منظور حل مسئله جایابی بهینه DG استفاده گردیده و روش پیشنهادی به شبکه ۳۴ شینه IEEE اعمال شده و اهمیت مدلسازی احتمالی بار سالیانه بر مکان و اندازه DG نشان داده شده است.

کلید واژه- جایابی منابع تولید پراکنده، عدم قطعیت بار ، توزیع احتمالی بار ، روش مونت کارلو ، الگوریتم ژنتیک

۳- مقدمه

امروزه حضور منابع تولید پراکنده در سیستم توزیع امکان رسیدن به عملکرد قابل انعطاف و بهره برداری بهتر از لحاظ اقتصادی و فنی را مهیا ساخته است. نصب DG در شبکه توزیع از یک طرف در تامین دیماند مصرفی برای بخش خصوصی موثر بوده و از طرفی دیگر باعث کاهش تلفات انرژی ، بهبود قابلیت اطمینان و اصلاح ولتاژ می گردد.

مقالات زیادی در زمینه جایابی منابع تولید پراکنده ارائه شده است [۱-۶] . در برخی از مراجع کاهش تلفات توان به عنوان هدف اصلی در نظر گرفته شده و بار به صورت ثابت مدل گردیده است [۱و۲]. در حالی که اندازه بار در تعیین مکان بهینه منابع تولید پراکنده بسیار موثر است[۱]. در مرجع [۲] اندازه و مکان DG با در نظر گرفتن یک مساله بهینه سازی چند هدفه تعیین می گردد.

در این مقاله هزینه توسعه شبکه، هزینه انرژی خریداری شده، هزینه تلفات انرژی، هزینه انرژی تامین نشده در تابع هدف منظور گردیده و یک روش الگوریتم GA برای حل مسئله ارائه شده و نشان داده شده که هماهنگی بین منابع تولید پراکنده و شبکه توزیع می تواند در کاهش هزینه ها موثر باشد. در نظر گرفتن بار با مدل ثابت در شبکه توزیع می تواند نتایج نادرستی را در مسئله جایابی DG به همراه داشته باشد[1].در مقالات [۳-۶] بار به صورت منحنی تداوم بار (به شکل چند پله‌ای) مدل گردیده است. در مقالات [۳و۴] نیروگاه بادی به عنوان منابع تولید پراکنده منظور گردیده و سرعت باد به صورت یک متغییر تصادفی مدلسازی شده است. نتایج نشان داده، محل بهینه DG به رفتار منبع انرژی تجدید پذیر وابسته بوده و جایابی بهینه DG در کاهش تلفات توان و بعلاوه سرمایه گذاری برای انرژی های نو برای تامین رشد دیماند آینده تاثیر گذار می باشد. از آنجا که استفاده از منابع تولید پراکنده، هزینه نصب و بهره برداری از آنها را به شبکه تحمیل می نماید در

مرجع [۵] تابع سود، برای جایابی بهینه DG استفاده گردیده و منحنی بار در سه حالت مختلف (پیک بار، متوسط بار، کم باری) مورد بررسی قرار گرفته است. در این مقاله از روش برنامه ریزی دینامیک برای حل مسئله استفاده گردیده و ماکزیمم سود با کاهش تلفات و قابلیت اطمینان حاصل شده است.

در مرجع[۶] علاوه بر کاهش هزینه های مالی، ریسک های فنی و اقتصادی و نیز قیمت فروش برق به عنوان تابع هدف در نظر گرفته شده است. حل مسئله جایابی DG با استفاده از روش بهینه چندهدفه انجام پذیرفته است. نتایج نشان داده، تابع هدف چند هدفه ابزار تصمیم گیری مطلوب تری در شبکه توزیع فراهم می کند.

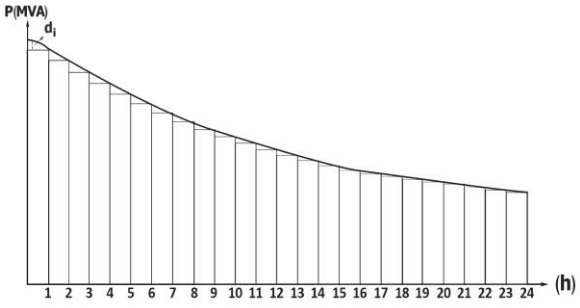
میزان بار با شرایط اقلیمی و آب و هوا در فصول سال متغییر می باشد. یافتن منحنی بار دقیق برای مشترکین توزیع در عمل امکان پذیر نبوده و در منحنی بار درصدی عدم قطعیت وجود دارد. در این مقاله عدم قطعیت بار ، به صورت احتمالاتی مدل گردیده است. روش مونت کارلو به منظور شبیه سازی منحنی سالیانه بار احتمالی استفاده شده است. تابع هدف در این مقاله بهبود قابلیت اطمینان، تلفات انرژی و هزینه های نصب و بهره برداری منظور شده است. نهایتا از روش الگوریتم ژنتیک به منظور تعیین مکان و اندازه بهینه منابع تولید پراکنده استفاده گردیده است

۴- مدل بار

در شبکه توزیع بار شامل مصارف مشترکین تجاری، صنعتی و مسکونی می باشد. مصرف این مشترکین در طول روز، ماه و سال متغییر بوده و برای هر مشترک از الگوی خاصی پیروی می کند. در این مقاله مدل بار به صورت منحنی تداوم بار سالیانه مشترکین در نظر گرفته شده است.

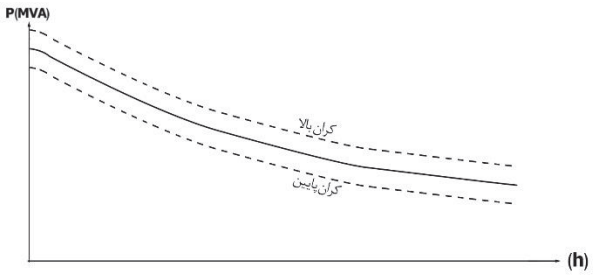
یک نمونه منحنی تداوم بار سالیانه در شکل (۱) آورده شده است. به منظور مدلسازی بار در مسئله جایابی می بایست این منحنی به صورت گسسته مدل گردد. هر چه تعداد سطوح در نظرگرفته شده بیشتر باشد، محاسبات دقیق تر خواهد بود.در این مطالعه منحنی تداوم بار مطابق شکل(۱) در ۲۴ پله در نظر گرفته شده است.

منحنی بار در مساله جایابی DG با بکارگیری روشهای برآورد بار تعیین می شود. روش های مختلف برآورد بار همواره در صدی خطا دارد. به عبارت دیگر منحنی بار در شبکه توزیع به صورت قطعی مشخص نبوده بلکه دارای درصدی عدم قطعیت است .



شکل۱ : منحنی تداوم بار

عدم قطعیت در هر نقطه از منحنی بار را می توان با یک کران بالا و پائین در آن نقطه نشان داد. بنابراین دو منحنی بار جدید به عنوان کران بالا و پایین منحنی تداوم بار مطابق شکل (۲) تعریف می گردد. چون توزیع بار بین کران بالا و پایین به صورت قطعی مشخص نبوده در این مقاله از تابع توزیع نرمال به منظور مدلسازی توزیع بار استفاده گردیده است.



شکل ۲ : کران بالا و پایین منحنی تداوم بار

تابع چگالی احتمال توزیع نرمال از متداولترین توزیع های احتمال می باشند که در اغلب مراجع برای حل مسئله عدم قطعیت از آن استفاده شده است[۷و۸]. تابع چگالی احتمال توزیع نرمال طبق رابطه (۱) دارای دو پارامتر است که یکی تعیین کننده میانگین (μ) و دیگری تعیین کننده انحراف معیار(σ) توزیع هستند.

$$f(x;\mu,\sigma^2)=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}\,e^{-(x-\mu)^2/(2\sigma^2)},\ x\in R \qquad (۱)$$

۵- بیان ریاضی مسئله

هدف از جایابی بهینه منابع تولید پراکنده، تعیین مکان ، تعداد و ظرفیت بهینه هر یک از منابع تولید پراکنده در شبکه توزیع است. به نحوی که تابع هدف مسئله حداقل گردیده و قیود آن رعایت شود. در این مقاله ، مدل بار متغیر با زمان، با در نظر گرفتن عدم قطعیت، به صورت احتمالی مدل گردیده است لذا تابع هدف مسئله نیز به صورت احتمالی بدست می آید که شامل آیتم های

زیر می باشد.

انرژی تلفات سالیانه احتمالی ($\tilde{E}_{loss}$)

انرژی تامین نشده سالیانه احتمالی ($\widetilde{ENS}$)

هزینه نصب واحدهای DG (IC)

هزینه بهره برداری واحدهای DG (MC)

بنابراین تابع هدف احتمالی مسئله جایابی بهینه تولید پراکنده به صورت زیر تعریف می گردد.

$$\tilde{F} = [c_{loss}(\tilde{E}_{loss} + \widetilde{ENS}) + IC + MC)] \quad (۲)$$

در این رابطه c_{loss} قیمت هر MWh انرژی الکتریکی می باشد.

قیود مسئله شامل موارد زیر است:

محدودیت ولتاژ

$$V_{min} \le \tilde{V}_i \le V_{max} \quad (۳)$$

$\tilde{V}_i$ ولتاژ احتمالی شین i ام

V_{min} حد پائین مجاز ولتاژ در هر شین بر حسب pu و V_{max} حد بالای مجاز ولتاژ در هر شین برحسب pu

محدودیت توان عبوری از خطوط

$$|\tilde{s}_{ij}| \le s_{ij}^{max} \quad (۴)$$

$\tilde{s}_{ij}$ توان ظاهری احتمالی عبوری از خط بین شین های i و j برحسب pu و s_{ij}^{max} توان ظاهری مجاز خط بر حسب pu می باشد.

۶- شبیه سازی مونت کارلو

برای تعیین مقدار تابع هدف برای هر کروموزم لازم است مسئله پخش بار حل گردد. اما اطلاعات ورودی پخش بار از جمله منحنی تداوم بار شین‌ها به صورت قطعی مشخص نبوده و به صورت احتمالی با توزیع نرمال مدلسازی گردیده است. لذا پخش بار احتمالی به منظور محاسبه تلفات شبکه، ولتاژ شین‌ها و توان عبوری از خطوط در مدلسازی جدید پیشنهاد می گردد. یکی از روش های حل پخش بار احتمالی استفاده از روش تکرار مونت کارلو می باشد [۹و۱۰]. از روش مونت کارلو جزء روشهای شبیه سازی احتمالاتی محسوب می شود. د این روش شبیه سازی به صورت پیاپی به ازای مقادیر مختلف عدم‌قطعیت تکرار گردیده و نهایتا کران بالا و پایین و توزیع متغیرهای خروجی محاسبه می گردد.

در این مطالعه از روش مونت کارلو به منظور حل مساله پخش بار احتمال استفاده گردیده است. اندازه بار به صورت تصادفی با استفاده از مدل توزیع نرمال بار بین کران بالا و پائین در هر سطح مطابق شکل (۲) تعیین می گردد. سپس پخش بار برای این مقادیر بار انجام شده تا تلفات شبکه، انرژی تامین نشده، ولتاژ شین‌ها و توان عبوری از خطوط محاسبه گردد. این فرایند با تعداد دفعات زیاد برای هر سطح بار تکرار گردیده تا نهایتا کران بالا و پائین و توزیع احتمالی متغیرهای خروجی پخش بار برای هر سطح بار محاسبه گردد. این روند برای سطوح دیگر بار نیز تکرار می گردد تا تابع هدف کلی محاسبه و قیود مساله بررسی گردد. تعداد تکرار مونت کارلو باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا تمام نقاط منحنی توزیع نرمال را پوشش دهد.

۷- ۱-۳- هزینه کاهش تلفات انرژی سالیانه

یکی از مزایای نصب تولید پراکنده کاهش تلفات در شبکه می باشد. با نصب منابع تولید پراکنده در محل مناسب، بخشی از بار شبکه توسط این منابع تأمین شده و جریان عبوری از خطوط تغییر کرده و تلفات خطوط نیز تغییر می کند. لذا تلفات احتمالی انرژی سالیانه (E_{loss} بر حسب MWh/year) در فرمول (۵) قابل محاسبه است.

$$\tilde{E}_{loss} = \sum_{k=1}^{3}(\sum_{L=1}^{n_line} r_L \frac{\tilde{P}_{LK}^2+\tilde{Q}_{LK}^2}{\tilde{V}_{LK}^2}) * t_k \quad (۵)$$

$\tilde{P}_{LK}$ و $\tilde{Q}_{LK}$ به ترتیب توان احتمالی اکتیو و راکتیو عبوری از خط L ام در پله بار k ام ، n_line تعداد خط ، r_L و $\tilde{V}_{LK}$ به ترتیب اندازه مقاومت خط L ام و ولتاژ شین ابتدای خط L در سطح بار kام می باشد.

۲-۳- هزینه انرژی تامین نشده

با نصب DG در مکان مناسب، امکان بازیابی بار ها با در نظر گرفتن نوع خطا مهیا می گردد. بنابراین با حضور DG زمان خاموشی مشترکین کاهش یافته و انرژی تامین نشده سالیانه کاهش می یابد. انرژی تامین نشده سالیانه با رابطه (۵) قابل محاسبه است.

$$\widetilde{ENS} = \sum F_i * L_i (\sum_{j=1}^{n_{fault}} \tilde{P}_{L1j} * sw + \sum_{j=1}^{n_{fault}} \tilde{P}_{L2j} * re) \quad (۶)$$

در این رابطه F_i نرخ خرابی در بخش i ام فیدر در یکسال برای واحد طول خط ، L_i طول بخش i ام فیدر، $\tilde{P}_{L1j}$ بخشی از بار در نقطه بار j ام است که با وصل مجدد DG تامین گردیده و $\tilde{P}_{L2j}$ بخشی از بار در نقطه بار j ام است که تا پایان مدت تعمیر از شبکه جدا هستند. sw مدت زمان برای کلیدزنی و وصل مجدد DG در نقطه بار j ام، re مدت زمان برای تعمیر خرابی در نقطه بار j ام است.

۳-۳ - شاخص هزینه DG

هزینه DG شامل هزینه نصب و بهره برداری به صورت سالیانه مطابق روابط (۷ و ۸) محاسبه گردیده و در تابع هدف قرار می گیرد.

$$(۷) IC = \sum_{i=1}^{NN} C_{DG-ins} * P_{DG}(i)$$

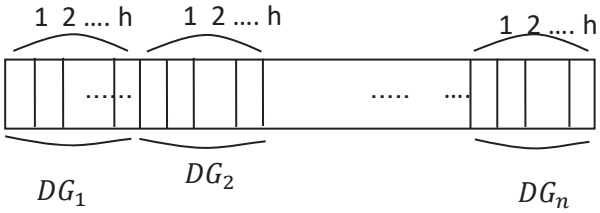
$$(۸) MC = \sum_{i=1}^{NN} C_{DG-main} * P_{DG}(i)$$

در این رابطه C_{DG-ins} هزینه نصب و راه اندازی DG ($/MVA.year)، $C_{DG_{main}}$ هزینه تعمیر و نگهداری DG ($/MVA.year) و NN تعداد کل DG های شبکه ، $P_{DG}(i)$ توان تولیدی DG ، i ام بر حسب MVA می باشد.

۴-الگوریتم حل مسئله

الگوریتم ژنتیک، یک روش جستجوی تصادفی است که می تواند برای حل معادلات بهینه سازی غیرخطی و پیچیده بکار گرفته شود. این الگوریتم با استفاده از اعداد تصادفی و بر مبنای انتخاب طبیعی عمل می کند.

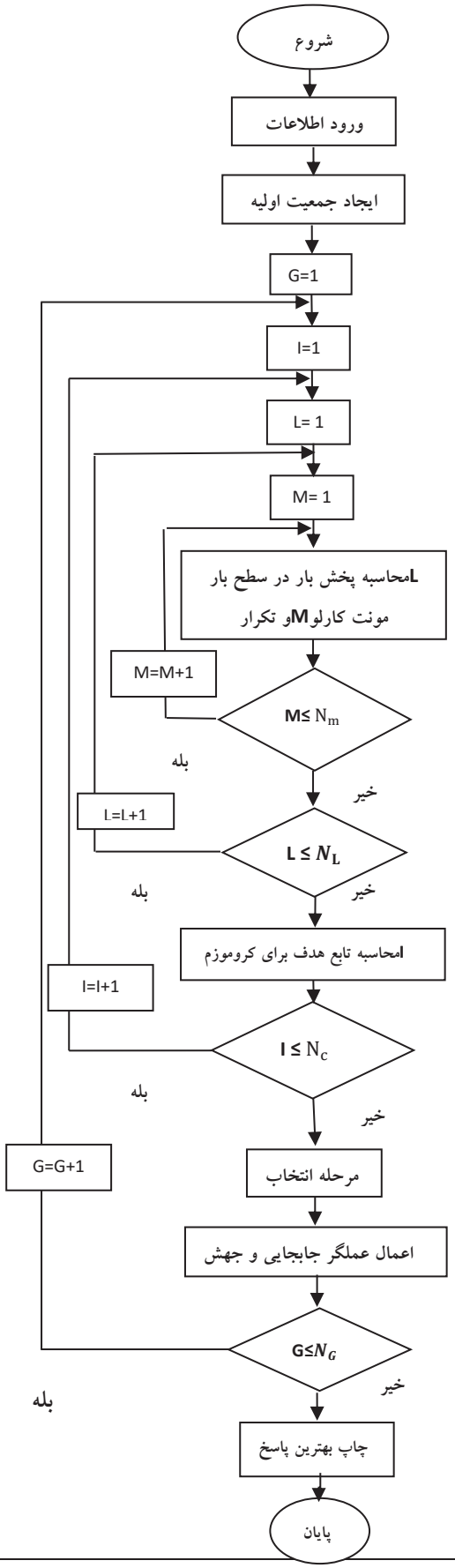
در این مطالعه، از الگوریتم ژنتیک برای تعیین مکان و اندازه بهینه DG استفاده گردیده است.کدگذاری هر کروموزم برای مسئله جایابی DG به صورت شکل زیر است.



شکل۳ : کدگذاری کروموزم

این کرموزوم دارای n خانه است. (n تعداد شین های کاندید نصب DG می باشد) و عدد داخل آن خانه نشان دهنده ظرفیت DG نصب شده روی آن شین می باشد که پبه صورت یک عدد باینری با تعداد h بیت کدگذاری گردیده است. اگر عدد داخل یک خانه صفر باشد مفهوم آن این است که در آن شین DG نصب نشده است.

الگوریتم حل مسئله جایابی بهینه DG مطابق شکل(۴) می باشد. در این الگوریتم جمعیت اولیه به صورت تصادفی تعیین می گردد. هر جمعیت شامل تعدادی کروموزم (N_C) مطابق شکل (۳) است. هر کروموزم یک پاسخ از مسئله جایابی DG می باشد که مکان و ظرفیت DG هایپ روی هر شین را نشان می دهد. برای هر کروموزم در جمعیت پخش بار احتمالی در تمام سطوح با توجه به الگوریتم مونت کارلو بخش ۴ انجام شده و مقدار تابع هدف مطابق رابطه (۲) محاسبه و قیود بررسی می گردد.



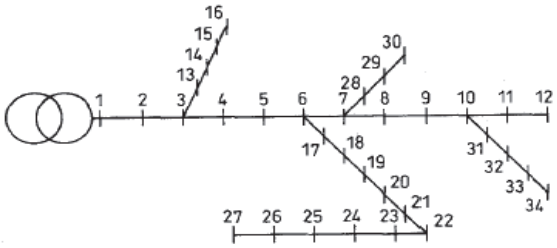
شکل ۴ : الگوریتم پیشنهادی حل مسئله

این فرایند برای تمام کروموزم های جمعیت تکرار می شود تا مقدار برازندگی براساس تابع هدف تعیین گردد. سپس تعدادی از کرموزم های بهتر (از لحاظ تابع هدف) انتخاب می گردند و عملگرهای ژنتیک (جابجایی- جهش) روی کروموزم های این جمعیت اعمال می شود تا نسل جدید تولید شود. در ادامه برای هر کروموزم نسل جدید، نیز تابع هدف محاسبه گردیده و این الگوریتم همچنان ادامه می یابد. شرط توقف الگوریتم تعداد تولید (N_G) در نظر گرفته شده است.

در این الگوریتم، G شماره نسل الگوریت ژنتیک، I شماره کروموزوم در هر نسل، L شماره سطح بار و M شماره تکرار مونت کارلو در آن سطح بار می‌باشد.

۵- نتایج عددی

جهت پیاده سازی الگوریتم پیشنهادی شبکه ۳۴ شین شکل (۵) به عنوان شبکه نمونه انتخاب شده است. شبکه ۳۴ شینه با ساختار شعاعی دارای 33 نقطه بار و ۳۴ خط می باشد. اطلاعات مربوط به مقدار بار اکتیو و راکتیو روی شین های شبکه و همچنین مقادیر امپدانس خطوط شبکه های 34 شین به طور کامل در مرجع [۱۱] آورده شده است .



شکل۵ : سیستم ۳۴ شینه IEEE مورد مطالعه

در این مقاله محل منتخب حضور DG بروی شین های ۳ ، ۶ ، ۷ ، ۲۲ و ۱۰ در نظر گرفته شده است. با توجه به کدگذاری شکل (۳) هر کروموزم دارای ۵ خانه است (به تعداد شین های منتخب شبکه) و هر خانه به صورت یک متغیر ۲ بیتی در نظر گرفته شده که ظرفیت ۵۰۰ KW ، ۷۵۰ KW و۱ MW را مدل می نماید. انحراف از ولتاژ در شین ها حداکثر ($\pm 5\%$) و نرخ خرابی F_i مقدار ۸/۵، مدت زمان برای کلیدزنی و وصل مجدد DG ۰/۵ ساعت و مدت زمان برای تعمیر خرابی ۲ ساعت در نظر گرفته شده است. در جدول (۱) اطلاعات مربوط به قیمت هر کیلووات ساعت انرژی الکتریکی و هزینه نصب و بهره برداری سالیانه DG نشان داده است [5].

جدول ۱ : اطلاعات هزینه ها

مشخصات	واحد	مقدار
هزینه نصب و راه اندازی DG	$/MVA.year	۱۰۹۰۰
هزینه بهره برداری DG	$/MVA.year	۹۰۰
قیمت انرژی الکتریکی	$/MWh	۱۸۰

عدم قطعیت در بار به میزان حداکثر ($\pm 5\%$) و از روش مونت کارلو با ۱۰۰۰ بار تکرار به منظور شبیه‌سازی استفاده شده است. الگوریتم ژنتیک با اندازه جمعیت ۱۰۰ ، تعداد تکرار ۲۰۰، احتمال جابه جایی و جهش به ترتیب ۰/۹ و ۰/۱۲۵ به این شبکه اعمال گردیده است.

به منظور تعیین میزان تاثیر هر یک از روش های مدلسازی بار الگوریتم پیشنهادی شکل ۴ در هر یک از حالت های زیر اعمال گردیده است.

الف) بدون نصب DG

ب) جایابی بهینه DG با مدل منحنی تداوم بار

ج) جایابی بهینه DG با مدل احتمالی منحنی تداوم بار

نتایج اجرای الگوریتم شامل مکان نصب DG ، اندازه آن، هزینه تلفات انرژی ، هزینه انرژی تامین نشده و هزینه های DG در جدول (۲) برای حالت های فوق، آورده شده است. در این جدول ظرفیت صفر نشان دهنده عدم نصب DG در آن شین است.

جدول ۲ : نتایج حاصل از حالت های الف، ب و ج

مدل بار	۳	٦	۷	۱۰	۲۲	هزینه‌تلفات	هزینه‌انرژی تامین‌نشده	هزینه DG	هزینه کل
حالت الف	۰	۰	۰	۰	۰	۷۱٤٦۰۰	۱٤۱۸۸	۰	۷۲۸۷۸۸
حالت ب	۰	۰/۷۵	۰	۰/۵	۱	۲۹۱۲۸۰	۹۰۲٤	۲٦۵۵۰	۳۲٦۸۵٤
حالت ج	۰	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۵	۱	۲۸۳۹۷۰	۷۸۷۰	۳۵٤۰۰	۳۲۷۲٤۰

با توجه به اینکه توزیع هزینه ها در حالت ج احتمالی بوده لذا مقادیر هزینه ها در جدول ۲ در حالت ج مقادیر متوسط هستند. نتایج حالت ج نسبت به حالت ب به دلیل مدلسازی کاملتر منحنی

تداوم بار (مدلسازی احتمالی) ، طبیعی است که محافظه کارانه‌تر باشد. نتایج عددی جدول ۲ نیز این را نشان می‌دهد که هزینه کل در حالت ج بیشتر از حالت ب شده است اما بسیار نزدیک به همدیگر است.

به منظور نشان دادن مزیت نتایج حالت ج نسبت به حالت ب، بار شبکه ۵ درصد افزایش یافته و برای دو حالت زیر پخش بار انجام شده و تابع هدف محاسبه و در جدول ۳ آورده شده است.

حالت ۱: نصب DGهای حالت ب

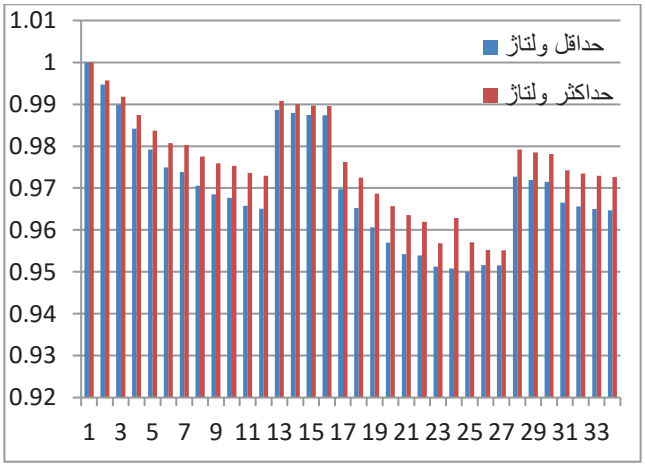
حالت ۲: نصب DGهای حالت ج

جدول ۳ : نتایج حاصل از حالت ۱ و ۲

مدل بار	۳	۶	۷	۱۰	۲۲	هزینه‌تلفات	هزینه‌انرژی تامین‌نشده	هزینه DG	هزینه کل
حالت۱	۰	۰/۷۵	۰	۰/۵	۱	۳۳۹۵۹۰	۹۷۳۳	۲۶۵۵۰	۳۷۵۸۷۳
حالت۲	۰	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۵	۱	۲۹۱۰۳۰	۸۰۱۲	۳۵۴۰۰	۳۳۴۴۴۲

مشاهده می‌گردد در حالت ۲ هزینه کل کمتر از حالت ۱ بوده که مزیت مدلسازی احتمالی نسبت به مدلسازی قطعی را نشان می-دهد.

نتایج حاصل از اعمال حالت ج شامل حداقل و حداکثر ولتاژ شینها در شکل (۶) آورده شده است. مشاهده می گردد ولتاژ شین‌ها به ازای تغییرات منحنی تداوم بار، در محدوده مجاز باقی می‌ماند.



شکل ۶ : نتایج ولتاژ ناشی از اعمال الگوریتم پیشنهادی

۶- نتیجه گیری

نصب و بهره برداری از منابع تولیدپراکنده در سیستم های توزیع اگر مبتنی بر بهینه سازی انجام گیرد، می تواند منافع فنی و اقتصادی قابل توجهی را برای شرکت های توزیع به همراه داشته باشد. مسئله جایابی بهینه منابع تولید پراکنده با هدف کاهش تلفات انرژی شبکه، انرژی تأمین نشده و با در نظر گرفتن هزینه های DG مورد بررسی قرارگرفت. با توجه به اینکه منحنی بار مشترکین به صورت قطعی مشخص نیست در این مقاله منحنی تداوم بار به صورت احتمالی مدل گردیده و از روش مونت کارلو به منظور شبیه سازی آن استفاده گردیده است. نتایج نشان داد در نظر گرفتن عدم قطعیت می تواند به نتایج مطمئن‌تر اما محافظه کارانه‌تر منجر گردد.

۷- مراجع

[1] D. Singh, R. K. Mishra, and D. Singh, “Effect of load models on distributedgeneration planning,” IEEE Trans. Power Syst., vol.22NO. 4, pp. 2204-2212,2007

[2] Celli .G., Ghaiani . E.,Mocci, S. et a1.:"A multiobjective evolutionary algorithm for the sizing and siting of distributed generation", IEEE Trans. Power Syst. , 2005, pp. 47-55 .

[3] A. Hadian, M-R. Haghifam, J. Zohrevand, E.Akhavan_Rezai,: "Probabilistic Approach for Renewable DG Placement inDistribution Systemswith Uncertain and Time Varying Loads", in Proc.2009 IEEE PES general meeting, Calgary,Alberta, 2009.

[4] A.Hadian and M-R. Haghifam: "Risk based DG placement with Consideration of Uncertainties in Generation, Load and Market Regulation", inProc., 2009 CIRED, Pruge, Czech, 2009.

[5] N. Khalesi, N. Rezaei, M.-R. Haghifam, "DG allocation with application of dynamic programming for loss reduction and reliability improvement" Electrical Power and Energy Systems 33 288 295,(2011)

[6] M.-R Haghifam, H.Falaghi, O.P. Malik,. "Riskbased distributed generation placement", IET Proc., Gener. Trans. Distrib ,pp. 252-260. 2007.

[7] H. K. Schmoller, Th. Hartmann, I. Kruck and , H. J. Haubrich, "Modeling power price uncertainty for midterm generation planning", presentation at 2003 IEEE Bologna Power Tech Conference, June 23-26.

[8] R.Billinton, R.N.Allan,”Reliability Evaluation of power System”, 2th edition, Plenum Press, New York,1996

[9] Y. G. Hegazy, M. M. A. Salama, and A. Y. Chikhani, “Adequacy assessment of distributed generation systems using Mont Carlo simulation,” IEEE Trans. on Power System, vol. 18, no. 1, Feb. 2003, pp. 48 – 52

[10] A. Hadian, M-R. Haghifam, J. Zohrevand, E.Akhavan_Rezai,: "Probabilistic Approach for Renewable DG Placement inDistribution Systemswith Uncertain and Time Varying Loads", in Proc.2009 IEEE PES general meeting, Calgary,Alberta, 2009.

[11] M.Chis, M. M. A. Salama and S. Jayaram, “Capacitor Placement in distribution system using heuristic search strategies,” *IEE Proc-Gener, Transm, Distrib*, vol, 144, No.3, pp. 225-230, May 1997.