# برنامه‌ریزی توسعه فیدر در سیستم‌های توزیع تحت عدم قطعیت بار

**مهرو پولادخای [۱]، حمید رضا اکبری رکن آبادی[۲،*]، مازیار میرحسینی مقدم**

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی برق، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران *ma.pouladkhay@gmail.com*

۲- استادیار، گروه مهندسی برق، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران *hamid_r_akbari@yahoo.com*

۳- استادیار، گروه مهندسی برق، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران *m.mirhosseini@liau.ac.ir*

**چکیده**

برنامه‌ریزی توسعه سیستم های توزیع (DEP) به عنوان مهمترین عامل بررسی رشد تقاضای سیستم است. برنامه‌ریزی مطرح شده شامل نصب اجزاء جدید از جمله فیدر و مسیر های مربوط به آن می‌باشد. در این مقاله روش جدید و مرکبی با در نظر گیری عدم قطعیت رشد بار، در جهت اتخاذ بهینه ترین طرح توسعه فیدر در بین کاندید های مختلف، هزینه های سرمایه گذاری، بهره برداری، نگهداری، تلفات خط، بهبود پروفیل ولتاژ و کاهش تلفات توان شبکه ارائه شده است. جهت اتخاذ تصمیمات بهینه با توجه به ساختار تابع هدف از الگوریتم باینری ازدحام ذرات (BPSO) استفاده شده است. در کنار آن جهت شبیه سازی عدم قطعیت از روش مونت کارلو (MC) استفاده شده است. نتایج حاصله نشان دهنده اینست که الگوریتم پیشنهادی توانایی انتخاب توسعه فیدر با در نظرگیری عدم قطعیت بار را دارا بوده که این موضوع منجر به بهبود در بهینه سازی فرآیند سرمایه گذاری سیستم شده است.

**واژه‌های کلیدی:** برنامه‌ریزی توسعه سیستم‌های توزیع، عدم قطعیت، پروفیل ولتاژ، الگوریتم باینری ازدحام ذرات، مونت کارلو

## ۱- مقدمه

مطالعات سیستم‌های قدرت به طور کلی به دو بخش بهره برداری و نگهداری تقسیم می شود که برنامه‌ریزی سیستم قدرت شامل تعیین ویژگی، نوع، زمان و محل نصب تجهیزات جدید در سیستم قدرت می‌باشد، به طوری که با رشد بار در آینده، سیستم قدرت به طور مطلوب و با کمترین هزینه توانایی تأمین بار را داشته باشد. در [۱] به برنامه‌ریزی چند مرحله ای توسط الگوریتم *MPSO*[۱] با استفاده پیکر بندی مجدد سیستم توزیع و روش جهشی به اتخاذ تصمیمات بهینه جهت امنیت شبکه با حداقل هزینه پرداخته شده است. در تحقیق صورت گرفته نقش نفوذ *DG* و عدم قطعیت بار مد نظر قرار نگرفته است. مطالعاتی که در [2] انجام شده است به برنامه‌ریزی دینامیکی شبکه توزیع با استفاده از الگوریتم ژنتیک و روشی که در پخش بار ارائه شده به دنبال حداقل سازی هزینه های بهره برداری، نگهداری، سرمایه گذاری در جهت به روزرسانی شبکه با در نظرگیری عدم قطعیت به صورت منحنی تداوم بار و نقش بازار در افق برنامه‌ریزی مشخص می‌باشد. در مرجع [3] در راستای مدلسازی *DG*ها در سیستم توزیع به ارائه روشی با استفاده از الگوریتم سه فاز نامتقارن در پخش بار سیستم پرداخته شده است. اهداف بهینه سازی توسعه شبکه توزیع در راستای اطمینان از تأمین اقتصادی و ایمن انرژی می‌باشد[6-5]. مقاله [4] برنامه‌ریزی توسعه چند مدته شبکه توزیع تحت توسعه فیدر با در نظرگیری مکان، اندازه *DG* و با استفاده از الگوریتم[۲] *BCSSO* حل شده است. در [7] به برنامه‌ریزی توسعه شبکه توزیع با استفاده از الگوریتم ژنتیک بر پایه رشد بار و توسعه تؤام شامل نصب ترانسفورمر، فیدر و در صورت ورود *DG* مکان و ظرفیت آنها در بروزرسانی تعیین می‌گردد. در این مدل جهت شبیه سازی عدم قطعیت مدل خاصی ارائه نشده است. از آنجا که حل مسأله برنامه‌ریزی توسعه به طور همزمان، کار دشواری می‌باشد در این راستا مطالعات برنامه‌ریزی به طور مجزا اجرا و احتمال پیدا شدن جواب

[1] . Modified Particle Swarm Optimization

[2] .Binary Chaotic Shark Smell Optimization



Archive of SID

www.SID.ir

هایی با کیفیت بالا کاهش می یابد. بنابراین بهترین روش برای یافتن جوابی بهینه استفاده از تمامی تجهیزات اضافه شونده به صورت تؤام می‌باشد [8]. در [9] برای حل مسأله برنامه‌ریزی توسعه سیستم توزیع از دو الگوریتم ژنتیک و الگوریتم رقابت امپریالیستی استفاده شده است. در این تحقیق تاثیر نفوذ $DG$ مدنظر قرار نگرفته است. در ادامه برای سیستم توزیع در محیط بازار الگوریتم برنامه‌ریزی توسعه چند هدفه ارائه شده که ضمن حداقل سازی هزینه های سرمایه گذاری و بهره برداری بدنبال افزایش قابلیت اطمینان سیستم توزیع می‌باشد [10]. در این مقاله با استفاده از روشی جدید به برنامه‌ریزی شبه دینامیکی مقید توسعه فیدر تحت عدم قطعیت بار در جهت اتخاذ بهینه ترین طرح توسعه در بین کاندید های مختلف، حداقل سازی هزینه های سرمایه گذاری، بهره برداری، نگهداری، تلفات خط و در کنار آن بهبود پروفیل ولتاژ، کاهش تلفات توان شبکه در دو بخش ارائه شده است. شبیه سازی عدم قطعیت بار با استفاده از روش مونت کارلو اجرا و ۵ سطح بار با نرخ رشد ۱۲٪ در هر سال در نقاط بار لحاظ شده است. جهت رسیدن به تصمیمات بهینه از الگوریتم $BPSO$ استفاده شده است.

در ادامه در بخش ۲ مدلسازی ریاضی الگوریتم پیشنهادی ارائه شده و به دنبال آن تحلیل و شبیه سازی مسأله در بخش ۳ مشخص و در نهایت نتیجه گیری در بخش ۴ بیان شده است.

## ۲- مدلسازی مسأله

برنامه‌ریزی توسعه شبکه توزیع مطابق معادله (۱) مسأله غیرخطی عدد صحیح مرکب است که هدف آن انتخاب مکان، تعداد و ظرفیت فیدرهای جدید در به حداقل رساندن هزینه های سرمایه گذاری، بهره برداری، نگهداری، بهبود پروفیل ولتاژ و تلفات توان شبکه در کنار محدودیت ها می‌باشد. این مساله بر حسب دلار در هر سال قابل محاسبه می‌باشد:

$$\boldsymbol{Min\ F} = \sum_{t=1}^{T} \frac{1}{(1+r)^t} (\boldsymbol{C_L} + \boldsymbol{C_{operation}} + \boldsymbol{C_{maintenance}} + \boldsymbol{C_{investment}}) \qquad (۱)$$

در رابطه اخیر هزینه سرمایه گذاری در ابتدای سال اول با فرض ورود فیدر جدید به صورت ضریب $\frac{1}{(1+r)^{t-1}}$ و هزینه های تلفات خط، بهره برداری، نگهداری، به صورت هزینه های جاری و در سال های میانی برنامه‌ریزی، به صورت ضریب $\frac{1}{(1+0.5r)^{2t+1}}$ بر اساس ارزش حال حاضر مدل می شود. هزینه های مربوط به معادله اخیر در معادلات ۵، ۴، ۳، ۲ نمایش داده شده است:

$$CL = \sum_{t=1,L=0}^{T,L} K_L \times T_{D,L,t} \times P_{Loss} \qquad (2)$$

$$Coperation = \sum_{j=1}^{N_f} (8760 \times X \times Lf_f \times P_{loss_j} + C_{loss} \times \sum_{t=1,L=0}^{T,L} T_{D,L,t}) \qquad (3)$$

$$Cmaintenance = \sum_{i=1}^{N_{sb}} (MC_{sb_i}) + \sum_{j=1}^{N_f} (X \times L_j \times MC_f + MC_{sw_j}) \qquad (٤)$$

$$Cinvestment = \sum_{i=1}^{N_{sb}} (IC_{sb_j}) + \sum_{j=1}^{N_f} \left(X \times L_j \times IC_f + IC_{sw_j}\right) \qquad (٥)$$

که در این روابط r نرخ سود سالانه، $L$ تعداد سطح بار در سال $t$، $K_L$ قیمت انرژی، $T_{D,L,t}$ مدت زمان سطح بار در سال $t$، $P_{Loss}$ کل توان تلف شده در خطوط برای بار $L$ در سال، $N_f$ تعداد فیدر ها، $Lf_f$ ضریب تلفات فیدر، $P_{loss_j}$ توان تلف شده در فیدر $j$ام، $C_{loss}$ هزینه های تلف شده ($\$/Mwh$)، $N_{sb}$ تعداد پست، $MC_{sb_j}$ هزینه های نگهداری پست $j$ام ($\$$)، $L_j$ طول خط پست $j$ام، $X$ متغیر توسعه فیدر، $MC_f$ هزینه های نگهداری فیدر، $MC_{sw_j}$ هزینه های نگهداری سوییچ $j$ام ($\$$)، $IC_{sb_j}$ هزینه های سرمایه گذاری پست $j$ام، $L_j$ طول خط پست $j$ام، $IC_f$ هزینه سرمایه گذاری فیدر، $IC_{sw_j}$ هزینه سرمایه گذاری سوییچ $j$ام ($\$$) می‌باشد.

در هر طرح توسعه به عنوان قید باید ساختار شعاعی شبکه حفظ، ولتاژ باس، ظرفیت فیدر ها در ناحیه استاندارد قرار می گیرد.

$$V_{imin} \le V_i \le V_{imax} \qquad i = 1,2,\dots,N_{bus} \qquad (۶)$$

$$S_j^{FD} \le S_{j-Cap}^{FD} \qquad (۷)$$

۱= ساختار شعاعی (۸)



Archive of SID

www.SID.ir

که در آن $S_{j-Cap}^{FD}$ ظرفیت کلی $k$امین فیدر می‌باشد.

اهداف طراحی عبارتند از:

- حداقل سازی هزینه توسعه فیدر های موجود تحت عدم قطعیت بار می‌باشد که در آن تعداد، ظرفیت و محل فیدر جدید سیستم توزیع تعیین می‌گردد.

## ۲-۱- روش کار

برنامه‌ریزی توسعه پیشنهادی برای به حداقل رساندن هزینه‌ها ضمن در نظر گرفتن محدودیت‌های فنی، تقاضای بار در حال رشد شبکه را نیز تأمین می کند. در مسأله برنامه‌ریزی توسعه فیدر مسائل زیر در نظر گرفته می شود:

- موقعیت جغرافیایی فیدر
- اتصال بین فیدر قبلی و فیدر جدید
- محدودیت فلو فیدرها، افت ولتاژ و ساختار سیستم شعاعی
- حداقل سازی هزینه ها جهت نصب و راه اندازی تأسیسات جدید

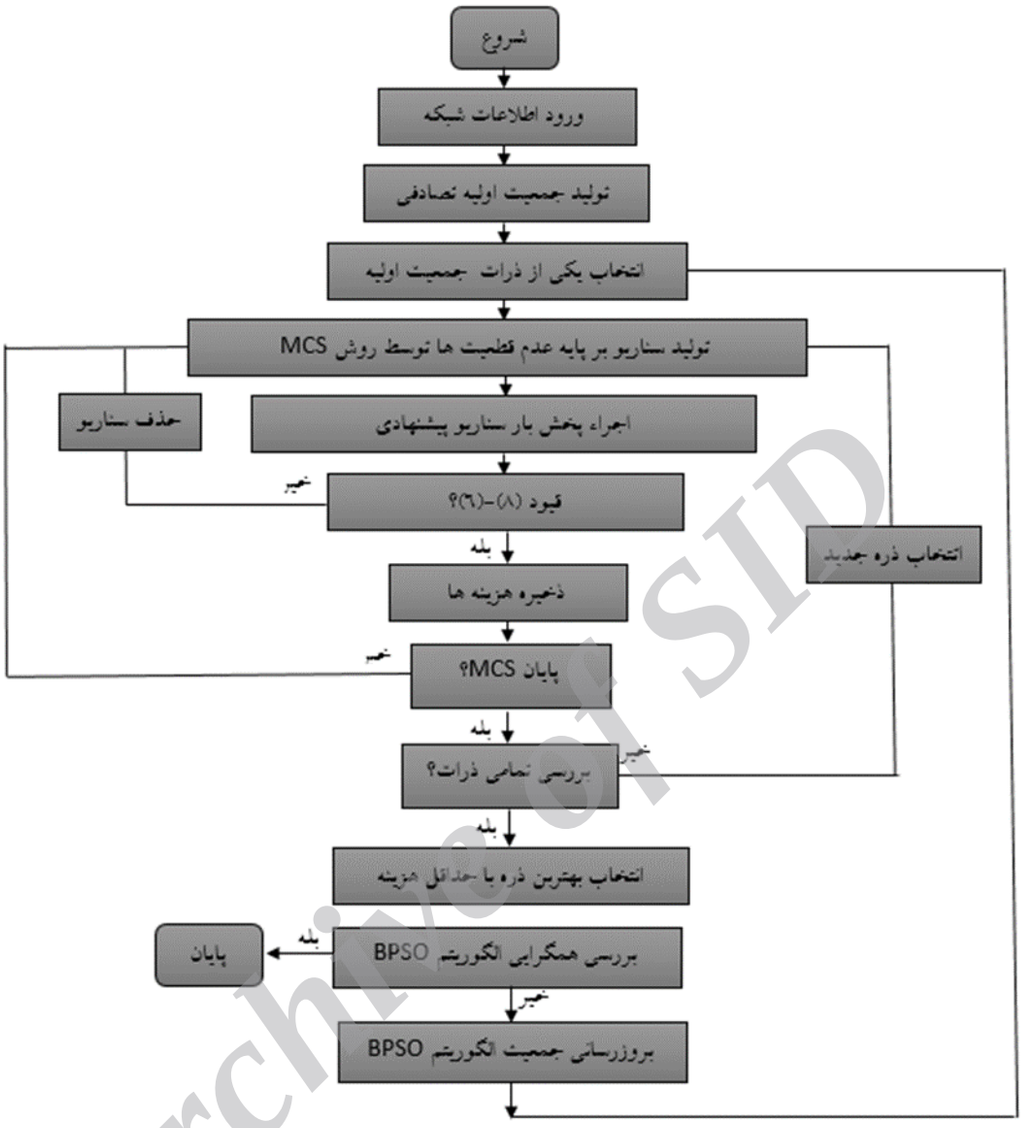
این برنامه‌ریزی به صورت برنامه‌ریزی شبه دینامیکی چند هدفه مقید در دو بخش ارائه شده است. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌گردد، در بخش اول طرح بهینه ای برای تأمین تقاضا در پایان افق برنامه‌ریزی مشخص و اجزاء جدید نصب می گردند، در بخش دوم نیز نقاط بار جدید به شبکه اضافه و با رشد تقاضا به حل بهینه توسعه شبکه توزیع[1] (*ODNR*) پرداخته شده است. مسأله *ODNR* برای هر فاصله برنامه‌ریزی توسط الگوریتم *BPSO* بر پایه محاسبه تابع هدف (۱) با فرض شناخته بودن متغیر های بهینه سازی ثبت شده است. سپس با انتخاب اولین ذرات در جمعیت از روش شبیه سازی مونت کارلو برای ورود عدم قطعیت بار به صورت تصادفی استفاده شده است. نتایج با توجه به این موضوع که در پایان هر سال تمامی داده ها به سال بعد منتقل می گردند و این روند تا سال آخر ادامه می یابد. در این مرحله در صورت نقض قیود سناریوی جاری حذف و در غیر این صورت هزینه ثبت و مونت کارلو تکرار می‌گردد. در صورتیکه هزینه در بین تمامی ارزش ها کمترین باشد، مسأله پایان می یابد و بهترین ذره به عنوان خروجی برنامه‌ریزی ثبت می‌گردد در غیر اینصورت مسأله بر اساس الگوریتم *BPSO* از ابتدا تکرار می‌گردد.

[1] . Optimal Distribution Network Reinforcement



Archive of SID

www.SID.ir




**شکل ۱- فلوچارت روش پیشنهادی**

### ۲-۲- عدم قطعیت مقدار متوسط بار مصرفی

با کاهش میزان دقت، می توان عدم قطعیت در مقدار میانگین مصرف هر نقطه بار را لحاظ نمود. این کار ضمن حفظ سهولت در محاسبات موجب نزدیکی نتایج به مقیاس واقعی می شود. از سوی دیگر علاوه بر این موضوع در نظر گیری قیمت در کنار عدم قطعیت بار منجر به ارائه طرح قوی تری به منظور تأمین نیاز ها می‌باشد. برای اعمال این فرآیند در مسأله از تابع توزیع نرمال مقدار میانگین تابع مزبور بر متوسط داده های بار مصرفی منطبق و به میزان انحراف معیار ۱۰ درصد اعمال و از روش شبیه سازی مونت کارلو برای درج عدم قطعیت استفاده شده است. نتایج در راستای رسیدن به مقادیر واقعی بر اساس اطلاعات سالانه بار مصرفی اعمال شده و رشد بار با پنج سطح با نرخ رشد ۱۲ درصد در نقاط بار در هر سال لحاظ شده است. جدول ۱ سطوح مربوط به انرژی و بار را نمایش می‌دهد.



Archive of SID

www.SID.ir

**جدول۱- هزینه انرژی و بار**

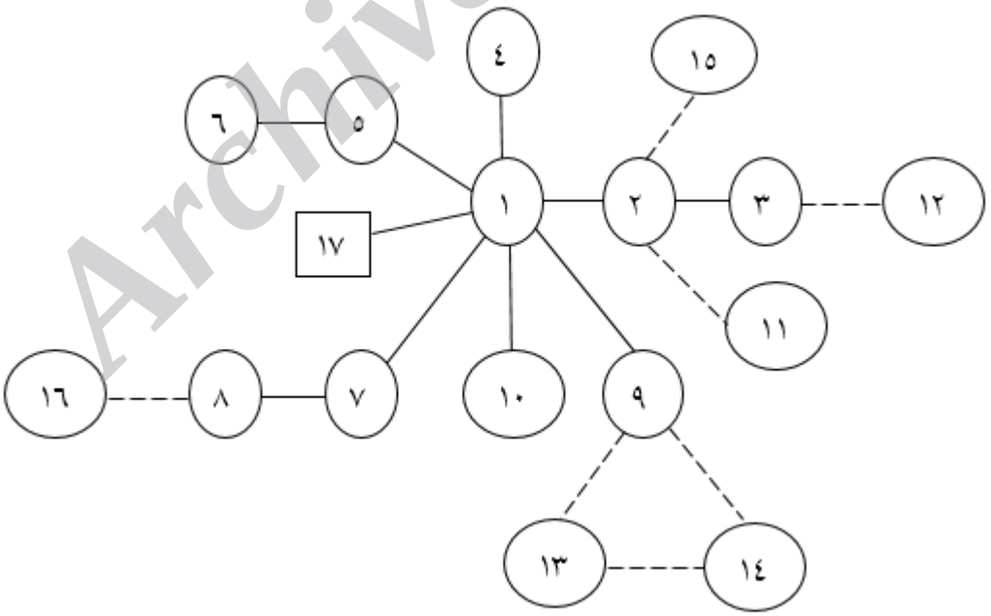
| قیمت انرژی | مدت زمان پیک | درصد پیک بار | سطوح بار |
|---|---|---|---|
| ۷۰ | ۱۵۰۰ | ۱۰۰ | ۱ |
| ۴۹ | ۲۵۰۰ | ۹۶ | ۲ |
| ۳۵ | ۳۰۰۰ | ۸۴ | ۳ |
| ۲۰ | ۵۰۰۰ | ۷۰ | ۴ |
| ۱۰ | ۲۲۶۰ | ۵ | ۵ |

## ۳- تحلیل و شبیه سازی مسأله

### ۳-۱- مشخصات سیستم

جهت ارزیابی الگوریتم پیشنهادی شبکه شعاعی ۱۰ باسه به صورت شکل ۲ با دیاگرام تک خطی نمایش داده شده است. این شبکه دارای یک پست توزیع، ۱۰ فیدر موجود، ۱۶ گره بار، ۷ خط کاندید جهت توسعه فیدر می‌باشد. افق برنامه‌ریزی ۵ ساله با تبدیل به دوره های ۱ساله انجام و داده های بار و فیدرهای کاندید جدید در جدول ۵ و ۶ مشخص شده است. پارامتر های الگوریتم *BPSO* شامل: ۲۰۰ عضو، $C_1 = 1.5$، $C_2 = 2.5$ می‌باشد. الگوریتم پیشنهادی جهت رسیدن به بهینه ترین طرح توسعه بارها تکرار و بهترین نتیجه ثبت شده است.

| | |
|---|---|
| پست موجود | گره بار |
| فیدر موجود | شاخه کاندید جهت نصب فیدر |




**شکل ۲- شبکه ۱۰ شینه**

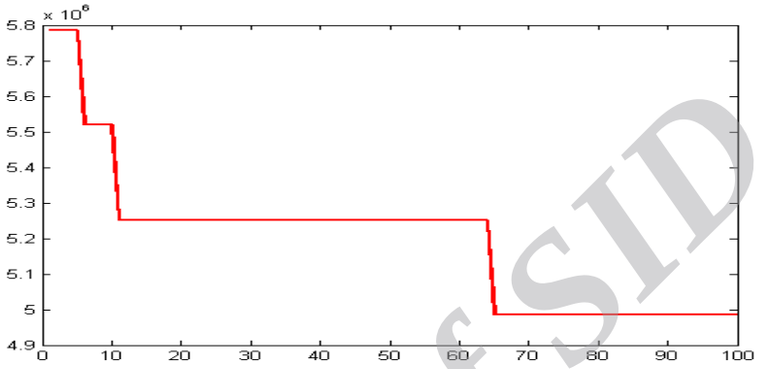
Archive of SID



www.SID.ir

### ۳-۲- برنامه‌ریزی بدون عدم قطعیت

در راستای دستیابی به بهینه ترین طرح توسعه فیدر سیستم توزیع، فیدرهای کاندید بدون در نظرگیری عدم قطعیت بار در دو بخش به صورت تصادفی بعد از چندین نقض قید انتخاب و نتایج حاصل از انتخاب بهترین کاندید در جدول ۲ ثبت شده است. جهت مقایسه نتایج، حضور *DG* در نظر گرفته شده و جهت مدلسازی پخش بار از روش *PQ* استفاده و ضریب توان *DG* به صورت 0.95 و نتایج پروفیل ولتاژ در جدول ۳ نمایش داده شده است. ضمناً هزینه های مربوط به توسعه با در نظر گیری موارد فوق در جدول ۴ مشخص شده است. همگرایی الگوریتم *BPSO* در اولین مرحله و بدون حضور *DG*ها در شکل ۳ نشان داده شده است. نتایج حاکی از آن است در این بخش از برنامه‌ریزی کاربرد *DG* موجب بهبود نتایج حاصل از هزینه ها، پروفیل ولتاژ، تلفات اکتیو و راکتیو شده است.




**شکل۳- همگرایی الگوریتم *BPSO* در اولین مرحله بدون *DG***

**جدول ۲- خطوط و *DG*های کاندید اضافه شده به سیستم**

| | بدون عدم قطعیت | | با عدم قطعیت | |
|---|---|---|---|---|
| | بدون *DG* | با *DG* | بدون *DG* | با *DG* |
| خطوط کاندید اضافه شده | ۲-۱۱<br>۹-۱۳<br>۱۳-۱۴ | ۲-۱۱<br>۹-۱۳<br>۱۳-۱۴ | ۲-۱۵<br>۳-۱۲ | ۹-۱۴<br>۸-۱۶ |
| DGهای اضافه شده | - | شین ۲<br>شین۳<br>شین ۷ | - | شین ۳<br>شین۵<br>شین۹ |

**جدول ۳- نتایج پروفیل ولتاژ**

| شماره شین | بدون عدم قطعیت | | با عدم قطعیت | |
|---|---|---|---|---|
| | بدون *DG* | با *DG* | بدون *DG* | با *DG* |
| 1 | 1 | 1 | ۱ | 1 |
| 2 | 0.9780 | 0.9801 | 0.9833 | 0.9859 |
| 3 | 0.9540 | 0.9623 | 0.9610 | 0.9843 |
| 4 | 0.9810 | 0.9810 | 0.9822 | 0.9882 |
| 5 | 0.9780 | 0.9810 | 0.9850 | 0.9870 |
| 6 | 0.9785 | 0.9881 | 0.9810 | 0.9890 |
| 7 | 0.9653 | 0.9710 | 0.9710 | 0.9840 |



Archive of SID

www.SID.ir

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 8 | 0.9653 | 0.9727 | 0.9830 | 0.9855 |
| 9 | 0.9692 | 0.9749 | 0.9858 | 0.9831 |
| 10 | 0.9540 | 0.9655 | 0.958 | 0.9662 |

### ۳-۳- برنامه‌ریزی تحت عدم قطعیت

به طور مشابه در این بخش نیز برنامه‌ریزی توسعه تحت عدم قطعیت بار در دو بخش اجرا شده است. نتایج کارایی مناسب الگوریتم *BPSO* را در رسیدن به مناسب ترین جواب نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌گردد در نظر گیری تؤام عدم قطعیت و حضور *DG* در برنامه‌ریزی توسعه فیدر نتایج را تا حد زیادی بهبود داده است.

**جدول۴- هزینه های توسعه**

| هزینه ها | بدون عدم قطعیت | | باعدم قطعیت | |
|---|---|---|---|---|
| | بدون *DG* | با *DG* | بدون *DG* | با *DG* |
| خط | ۲۳۲۵۶۹۸ | ۵۶۴۷۶۰ | ۲۳۱۳۵۲۱ | ۴۳۲۸۰۷ |
| بهره برداری | ۲۶۵۰۷ | ۴۶۶۸ | ۲۵۸۴۹ | ۴۶۰۴ |
| نگهداری | ۲۰۰۵۳ | ۲۹۲۲۵ | ۲۰۰۵۳ | ۲۸۳۳۱ |
| سرمایه گذاری | ۲۸۳۶۱۲۴ | ۱۸۵۷۳۵۱ | ۲۶۷۲۶۸۱ | ۲۵۰۰۱۸۴ |
| کل هزینه ها | ۵۲۰۸۳۸۲ | ۲۴۵۶۰۰۴ | ۵۰۳۲۱۰۴ | ۲۹۶۵۹۲۶ |

### ۳-۴- مقایسه نتایج حاصل از برنامه‌ریزی

نتایج حاصل از برنامه‌ریزی در دو بخش قبلی نشان دهنده آنست که برنامه‌ریزی تحت عدم قطعیت بار در رسیدن به بهینه ترین طرح توسعه با تعیین مکان، تعداد و ظرفیت فیدرها علاوه بر کاهش هزینه ها، منجر به بهبود پروفیل ولتاژ و تلفات توان شده است. ضمناً حضور *DG* منجر به بهبود نتایج حاصل از برنامه‌ریزی و پروفیل ولتاژ شده است.

## ۴- نتیجه‌گیری

در این مقاله برنامه‌ریزی توسعه فیدر در قالب یک مسأله بهینه سازی شبه دینامیکی مقید با در نظر گیری عدم قطعیت بار در محیط نرم افزار *MATLAB* برنامه‌ریزی و اجرا شده است. روش پیشنهادی به دنبال یافتن بهینه ترین طرح توسعه فیدر با در نظر گیری حداقل هزینه ها تحت محدودیت های فلوی جریان، افت ولتاژ، موقعیت جغرافیایی فیدر ثبت و جهت شبیه سازی عدم قطعیت ها از روش مونت کارلو و تابع توزیع احتمالاتی نرمال استفاده شده و توسط الگوریتم *BPSO* حل شده است. نتایج حاصل نشان دهنده مؤثر بودن روش پیشنهادی در برنامه‌ریزی توسعه تحت عدم قطعیت می‌باشد.

**جدول ۵- داده های بار جدید در شبکه ۱۰ شینه**

| افق برنامه‌ریزی | شماره شین | توان ظاهری ($Kw+jKvar$) |
|---|---|---|
| ۱ | 11 | $180+100j$ |
| ۲ | 12 | $200+110\ j$ |
| ۳ | 13 | $280+150j$ |
| ۴ | 14 | $250+130j$ |
| ۵ | 16 | $230+130j$ |



Archive of SID

www.SID.ir

**جدول۶- خطوط کاندید اضافه شده به شبکه ۱۰ شینه**

| تعداد خطوط | طول خط$(m)$ |
|---|---|
| 2-11 | 216 |
| 2-15 | 491 |
| 3-12 | 345 |
| 9-13 | 201 |
| 9-14 | 237 |
| 13-14 | 150 |
| 8-16 | 59 |

## منابع


1. Aghaei Jamshid,Mottaghi Kashem M,Azizivahed Ali,Gitizadeh Mohsen (2013), Distribution expansion planning considering reliabilty and security of energy using modified PSO,Energy xxx ,pp1-14.
2. E. Naderi, H. Seifi and M. S. Sepasian, (2002) "A Dynamic Approach for Distribution System Planning Considering Distributed Generation", IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 17, no. 2, pp. 646-653.
3. Eminoglu U, Hocaoglu MH. (2005) A new power flow method for radial distribution systems including voltage dependent load models. Electr Power Syst Res;76:106–14.
4. Masoud Ahmadigorji, Nima Amjady, (2016 ) A multiyear DG-incorporated framework for expansion planning of distribution networks using binary chaotic shark smell optimization algorithm Energy.102.pp.199-215
5. 5.R.C. Dugan, T. E. McDermott and G.J. Ball, (2000) Distribution planning for distributed generation, Rural Electric Power Conference, Vol. C, p.C4/1–C4/7, ,
6. 6.R.C. Dugan, T. E. McDermott and G.J. Ball, (2001) Planning for distributed generation, IEEE Industry Applications Magazine, ,Vol.7,No.2, pp. 80–88.
7. R. E. Brown, X. Feng, Y. Liao, and J. Pan,(2003) "An application of genetic algorithms to integrated system expansion optimization," in IEEE Conf., vol. 2, pp. 746.
8. 8.S. Ganguly and N.C. Sahoo, Multi-objective planning of electrical distribution systems using dynamic programming,International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 2013,Vol.46, pp.65–78.
9. S. Najafi Ravadanegh and R. Gholizadeh Roshanagh, (2014) On optimal multistage electric power distribution networks expansion planning,International Journal of Electrical Power & Energy Systems, Vol. 54, pp.487–497.
10. Setayesh Nazara, Mehrdad,R. Haghifam, Mahmood, Nazar ,Mehran (2012) A scenario driven multiobjective Primary–Secondary Distribution System Expansion Planning algorithm in the presence of wholesale–retail market,electrical power and energy syetem , vol.40,pp.29-45.


Archive of SID



www.SID.ir

# Distribution feeder expansion planning under load uncertainty

**Mahrou pouladkhay, Hamidreza akbari*, maziar mirhosseini**

1. Student, Department of electrical engineering, Yazd branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran
*, ma.pouladkhay@gmail.com*

2. Assistant Professor, Department of electrical engineering, Yazd branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran,
*hamid_r_akbari@yahoo.com*

3. Assistant Professor, Department of electrical engineering, Lahijan branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran,
*m.mirhosseini@liau.ac.ir*

## Abstract

Distribution System expansion Planning (DEP) is the most important factor in the demand growth in the system. Planning involves the installation of new facilities, including feeder and new routes. In this paper, a new method is proposed under load uncertainty to obtain the best feeder expansion scheme in different candidate. The objective function of proposed model is minimization of the total investment, operation, maintenance and line loss costs. Moreover, improve voltage profile and reduction of power losses are investigated. The proposed planning is optimized using the binary particle swarm optimization (BPSO) technique. In addition, the uncertainty is modeled using Monte-Carlo simulation (MCS). The simulation results prove the ability and effectiveness of the proposed planning method to deal with uncertainty and operating investment Process.

**Keywords:** Distribution expansion panning, uncertainty, voltage profile, binary particle swarm optimization, Monte-Carlo

Archive of SID



www.SID.ir