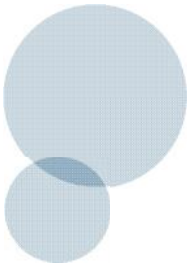




تعیین بهینه مکان نصب منابع تولید پراکنده در بخشی از سیستم توزیع شهر همدان



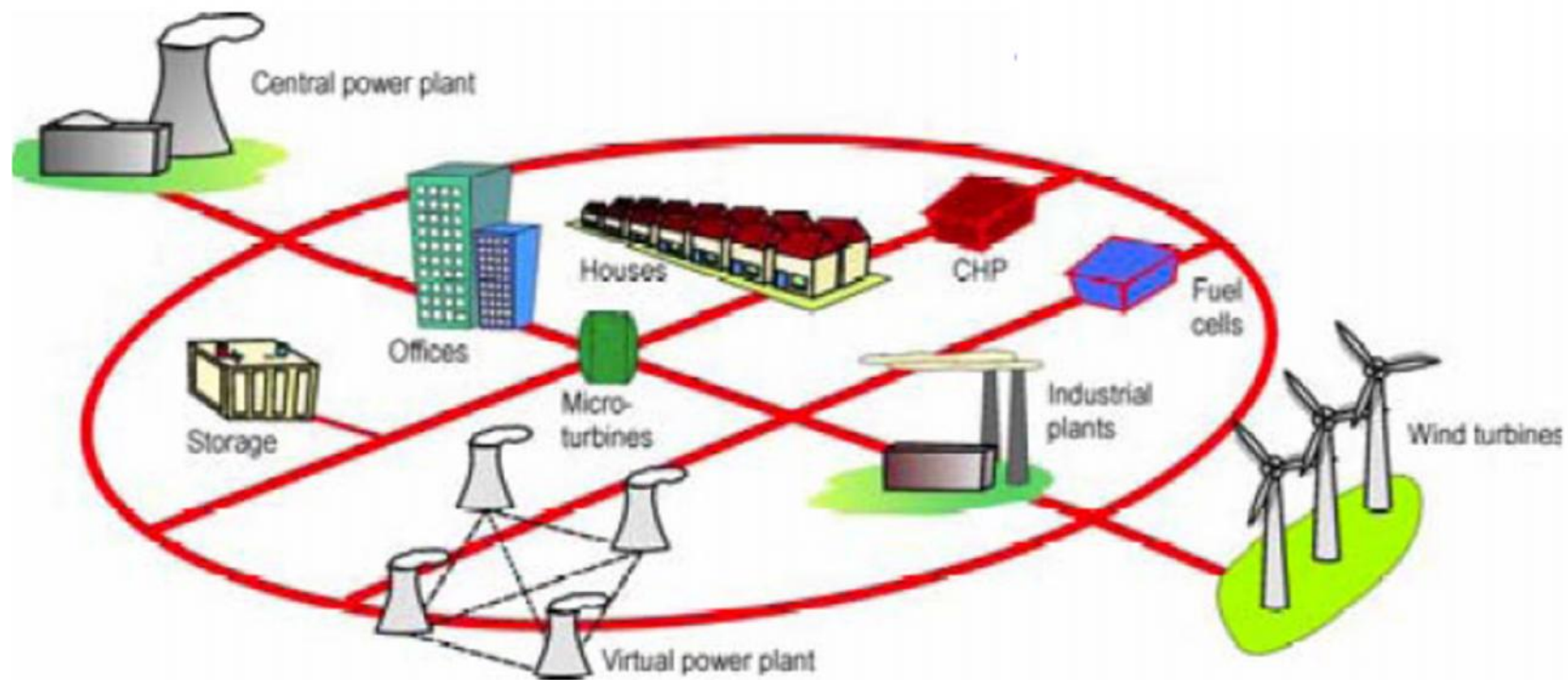
شرکت توزیع نیروی برق استان همدان



فهرست

- مقدمه
- پخش بار
- تابع هدف مسئله جاییابی
- الگوریتم PSO برای جاییابی DG در سیستم توزیع
- اجرای برنامه بر روی شبکه همدان
- نتایج

سیستم های قدرت آینده



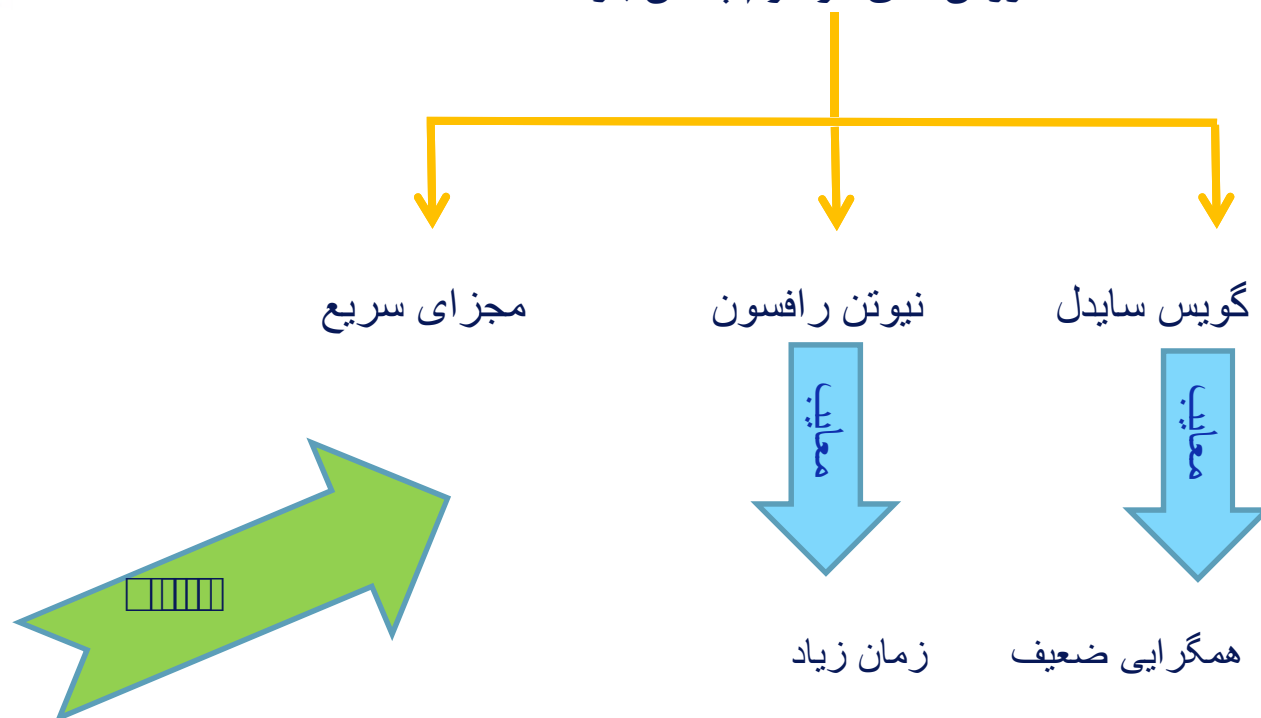
تعیین بهینه مکان نصب منابع تولید پراکنده در بخشی از سیستم توزیع شهر همدان

مراحل کلی جاییابی مکان و سائز تولیدات پراکنده:



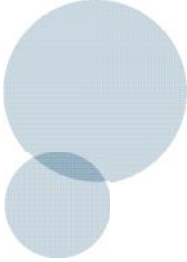
تعیین مکان و ظرفیت بهینه نصب منابع تولید پراکنده در سیستم توزیع

روش های مرسوم پخش بار



روش های مذکور برای سیستم توزیع مناسب نمی باشد.

تعیین بهینه مکان نصب منابع تولید پراکنده در بخشی از سیستم توزیع شهر همدان

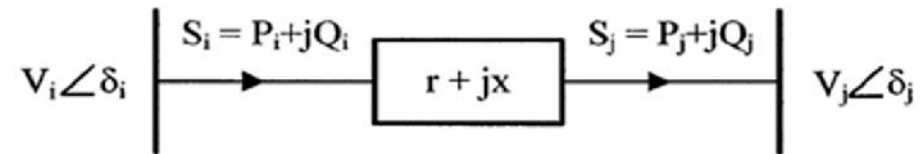


دلایل ماهیت متفاوت شبکه توزیع با انتقال

- ✓ شبکه های توزیع به صورت شعاعی بوده و یا دارای حلقه های ضعیفی می باشند در حالی که شبکه های انتقال به صورت حلقه ای تشکیل شده اند.
- ✓ شبکه های توزیع دارای سطح ولتاژ پایینی می باشند.
- ✓ در شبکه های توزیع نسبت X/R شبکه پایین می باشد.

روش پخش بار استفاده شده در تحقیق

حضور منابع تولید پراکنده در سیستم توزیع سبب می گردد که پخش توان در هر دو جهت بتواند برقرار شود.



قسمتی از یک سیستم توزیع شعاعی

پارامترهای مورد استفاده در حل پخش بار

	پاس PQ	پاس PV
متغیرهای معلوم	P, Q	P, V
متغیرهای مجهول	V, δ	δ, Q

تعیین بهینه مکان نصب منابع تولید پراکنده در بخشی از سیستم توزیع شهر همدان

حل برای باس های PQ

- مراحل استفاده شده برای باس های PQ بر اساس طرح کلی ارائه شده در مرجع [۷۹-۱۹] می باشد.

$$v_j^2 = -[rP_j + xQ_j - \frac{V_i^2}{2}] + \sqrt{\left[rP_j + xQ_j - \frac{V_i^2}{2}\right]^2 - [r^2 + x^2][P_j^2 + Q_j^2]} \quad (۱)$$

$$\delta_j = \delta_i - \sin^{-1} \left(\frac{xP_j - rQ_j}{v_i v_j} \right) \quad (۲)$$

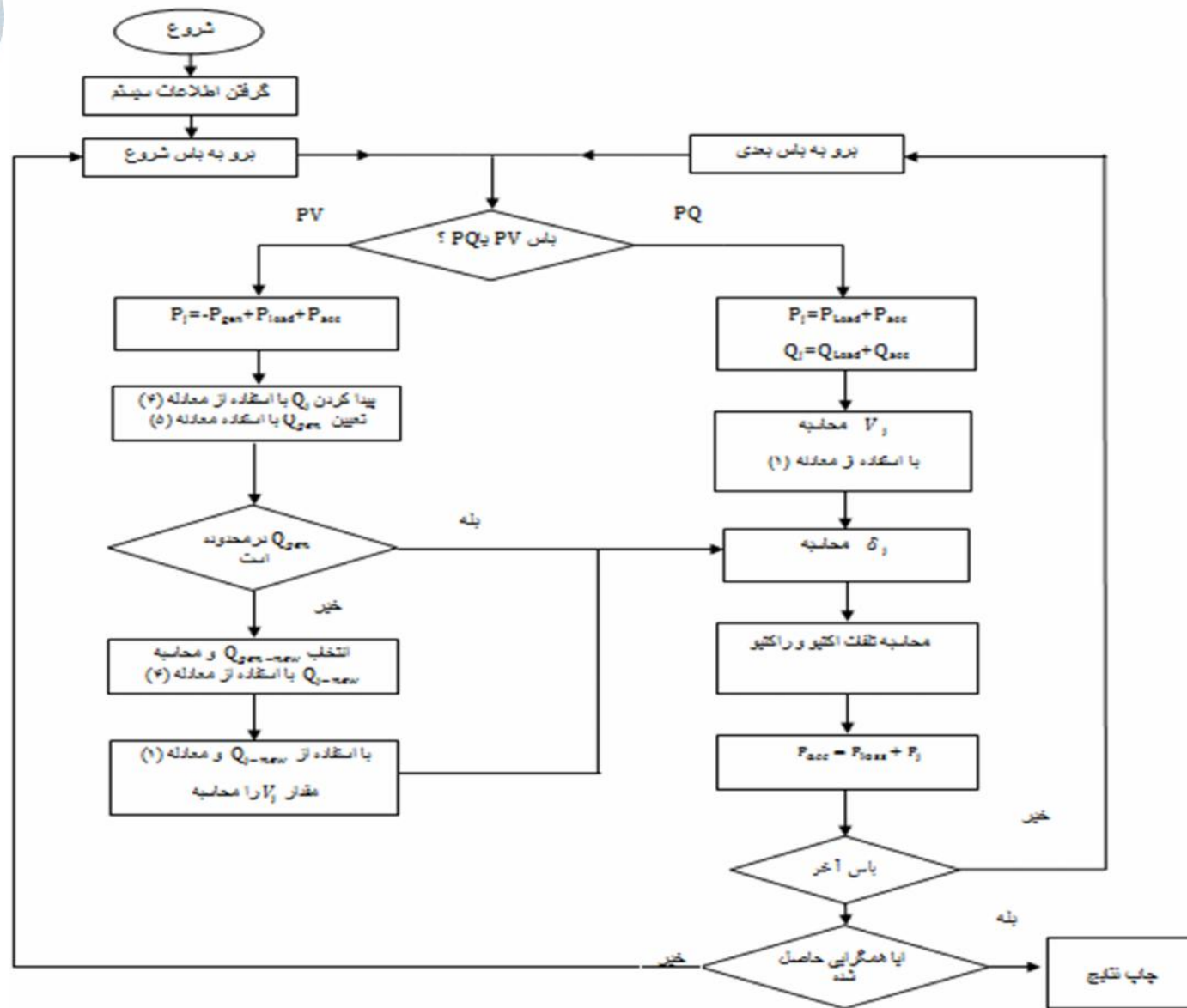
$$P_{loss-ij} = r \frac{(P_j^2 + Q_j^2)}{V_j^2}$$

$$Q_{loss-ij} = x \frac{(P_j^2 + Q_j^2)}{V_j^2}$$

حل برای باس PV

$$\delta_j = \delta_i - \sin^{-1} \left(\frac{xP_j - rQ_j}{v_i v_j} \right) \quad (3)$$

$$Q_j = \frac{-2v_j^2 x + \sqrt{(2v_j^2 x)^2 - 4(r^2 + x^2)(v_j^4 - v_i^2 v_j^2 + (r^2 + x^2)P_j^2 + 2v_j^2 P_j r)}}{2(r^2 + x^2)} \quad (4)$$



الگوریتم برنامه پخش بار برای سیستم توزیع شعاعی.

نگاهی به مقالات

سال انتشار	مدل DG	مدل بار	روش حل	تابع هدف	نویسندگان
۲۰۰۲	منبع توان ثابت	یکپوخت	GA-FUZZY	مینیمم کردن تلفات	KIM [۴۲]
۲۰۰۰	منبع توان ثابت	یکپوخت	عددی قانون ۲/۳	مینیمم کردن تلفات	Willis [۲۱]
۲۰۰۸	منبع توان ثابت	متغیر با زمان	ACO	مینیمم کردن هزینه های سرمایه گذاری	Haghifam [۳۵]
۲۰۰۸	منبع توان ثابت	یکپوخت	تابو	مینیمم کردن هزینه ها تلفات توان	Golshan [44]
۲۰۰۹	منبع توان ثابت	یکپوخت	PSO & LOAD FLOW	مینیمم کردن تلفات و بهبود پروفایل ولتاژ	Rag [38]
۲۰۰۵	PV	یکپوخت	GA	ماکزیمم سود DG و مینیمم کردن هزینه های تلفات	Hassan [۱۰]
۲۰۰۹	منبع توان ثابت	یکپوخت	زنبرک عمل	مینیمم کردن تلفات	Hawary [۹۳]
	منبع توان ثابت	یکپوخت	GA	مینیمم کردن تلفات	Glokar [۵۲]
۲۰۰۸	منبع توان ثابت	پیک بار	ابتکاری	مینیمم کردن هزینه های سرمایه گذاری و تلفات	Cadena [۱۶]
۲۰۰۸	منبع توان ثابت	وابسته به ولتاژ و فرکانس	روش عددی	مینیمم کردن تلفات	Kumar [۴۹]
۲۰۰۹	CHP	یکپوخت	روش عددی	مینیمم کردن تلفات و ماکزیمم کردن ظرفیت DG	Jabr [۲۳]
۲۰۰۰	منبع توان ثابت	افزایشی	GA	مینیمم کردن تلفات	Griffin [۲۴]
۲۰۰۹	منبع توان ثابت	وابسته به ولتاژ	GA	مینیمم کردن هزینه های DG	Singh [۲۲]
۲۰۰۹	نوع P	یکپوخت	تکاملی	مینیمم کردن تلفات	Allan [۳۰]

تابع هدف مسئله تعیین مکان و ظرفیت منابع تولید پراکنده

هدف بهبود مشخصات فنی سیستم توزیع می باشد که به صورت بهبود ۳ ترم زیر فرمول بندی شده است :

۱- تلفات ۲- تنظیم ولتاژ ۳- افزایش پایداری شبکه توزیع

تابع هدف مسئله تابعی چند هدف (Multiobjective) می باشد.

مسئله همچنین دارای قیودی نیز می باشد :

۱- قید تساوی ۲- حفاظتی ۳- عملیاتی

تابع هدف مسئله


$$\text{Min. } f = f_1 + k_1 f_2 + k_2 f_3 \quad (8)$$

تعیین بهینه مکان نصب منابع تولید پراکنده در بخشی از سیستم توزیع شهر همدان

تابع هدف مسئله تعیین مکان و ظرفیت منابع تولید پراکنده

✓ تابع f_1 :

$$\text{Min. } f_1 = \min \{ P_{loss}(P_{d1}, P_{d2}, \dots, P_{dn_{DG}}) \} \quad (9)$$

در رابطه ی بالا تلفات توان حقیقی است. میزان توان منبع تولید پراکنده در باس i می باشد.

✓ تابع f_2 : مربوط به شاخص انحراف ولتاژ می باشد که به صورت زیر معرفی شده است :

$$f_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N_n} (V_i - V_{rated})^2}{N_n}} \quad (10)$$

V_{rated} در رابطه ی (۱۰) مربوط به ولتاژ نامی باس می باشد که (یک پریونیت) فرض شده است. V_i ولتاژ

باس های سیستم و N_n نیز تعداد باس های شبکه می باشد.

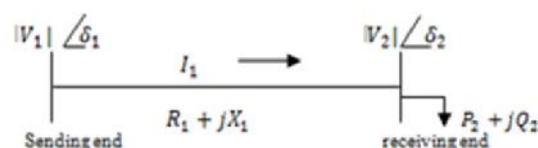
تعیین بهینه مکان نصب منابع تولید پراکنده در بخشی از سیستم توزیع شهر همدان

تابع هدف مسئله تعیین مکان و ظرفیت منابع تولید پراکنده

f_3  ✓

تابع f_3 مربوط به شاخص پایداری ولتاژ در سیستم های توزیع است. این شاخص برای ارزیابی تمام گره های شبکه توزیع بوسیله آقای (M.Charkravorty) و همکارانش در [۸۱] ارائه گردید و معادلات برای ارزیابی این شاخص که توسط اطلاعات حاصل از پخش بار فرموله می شود در [۸۲] معرفی شد.

در شکل زیر سیستم ساده دو باس نمایش داده شده است و بر اساس آن معادلات لازم را استخراج می کنیم



شاخه ای از سیستم توزیع

$$I_1 = \frac{V_1 - V_2}{R_1 + jX_1} \quad (11)$$

$$P_2 - jQ_2 = V_2^* I_1 \quad (12)$$

تعیین بهینه مکان نصب منابع تولید پراکنده در بخشی از سیستم توزیع شهر همدان

تابع هدف مسئله تعیین مکان و ظرفیت منابع تولید پراکنده

از ترکیب (۱۱) و (۱۲) خواهیم داشت :

$$SI(n_2) = |V_1|^4 - 4[P_2 R_1 + Q_2 X_1] |V_1| - 4[P_2 R_1 + Q_2 X_1]^2 \quad (13)$$

که SI شاخص پایداری ولتاژ در گره ۲ می باشد. برای عملکرد پایدار سیستم توزیع باید مقدار $SI(n_2) > 0$ برای $n_2 = 2, 3, \dots, N_n$ باشد.

گره هایی با مینیمم شاخص پایداری ولتاژ، گره هایی مستعد برای ناپایداری شبکه در صورت بروز خطا و یا عدم تعادل تقاضا و تولید می باشند. از این رو، از این شاخص برای شناسایی باس های ضعیف در شبکه استفاده کرده ایم.

$$f'_3 = \min (SI(n_i)), i = 2, 3, \dots, N_n \quad (14)$$

$$f_3 = \frac{1}{f'_3} \quad (15)$$

تعیین بهینه مکان نصب منابع تولید پراکنده در بخشی از سیستم توزیع شهر همدان

قیود تساوی

- حضور DG در شبکه باید به گونه ای باشد که تمام متغیرهای کنترلی و متغیرهای سیستم در معادلات پخش بار شبکه صدق نمایند.

$$P_{gi} - P_{di} - V_i \sum_{j=1}^N V_j Y_{ij} \cos(\delta_i - \delta_j - \theta_{ij}) = 0 \quad (۱۶)$$

$$Q_{gi} - Q_{di} - V_i \sum_{j=1}^N V_j Y_{ij} \sin(\delta_i - \delta_j - \theta_{ij}) = 0 \quad (۱۷)$$

قیود حفاظتی

- شرط ولتاژ : به منظور رعایت کیفیت توان تحویلی به مصرف کننده ها ، ولتاژ هریک از شین ها در شبکه توزیع باید در محدوده‌ی حداقل و حداکثر مجاز تعریف شده قرار بگیرند.

$$V_i^{min} < V_i < V_i^{max} \quad i=1 \dots N_n \quad (۱۸)$$

شرط توان عبوری از خطوط

در سیستم های توزیع از هادی هایی با سطح مقطع متفاوت که حد توان عبوری از آنها متفاوت است استفاده می شود. بنابراین در هنگام نصب DG در شبکه و بر روی فیدرهای فرعی بایستی بررسی گردد که توان هر شاخه طبق رابطه (۱۹) از مقدار مجاز آن (که توسط نوع هادی های به کار رفته مشخص می شود) بیشتر نشود.

$$|S_i| \leq |S_i^{max}| \quad i=1 \dots N_b \quad (19)$$

در رابطه (۱۹)، S_i توان عبوری از شاخه i ، S_i^{max} حداکثر توان عبوری از شاخه i و N_b تعداد شاخه های

سیستم مورد تست می



در شبکه های توزیع معمولاً فرکانس شبکه ثابت در نظر گرفته می شود و تنها تغییرات بار در اثر تغییرات ولتاژ بررسی می شود [۸۳].

$$p = p_0 \bar{v}^\alpha \quad (20)$$

$$q = q_0 \bar{v}^\beta \quad (21)$$

$$\bar{v} = \frac{v}{v_0} \quad (22)$$

مدل سازی بار

(۱) بار توان ثابت یا نوع P ($\alpha = \beta = 0$)

(۲) بار جریان ثابت یا نوع I ($\alpha = \beta = 1$)

(۳) بار با امپدانس ثابت یا نوع Z ($\alpha = \beta = 2$)

(۴) در برخی مقالات نیز بار را به صورت ترکیبی از سه حالت بالا در نظر می گیرند.

مدل باری که در این تحقیق مد نظر قرار گرفته نوع یک می باشد.

مدل سازی منابع تولید پراکنده

- ❑ منابع تولید پراکنده که توانایی تولید فقط توان حقیقی را دارند. (فتولتاییک)
- ❑ منابع تولید پراکنده که توانایی تولید فقط توان راکتیو را دارند. (کندانسور سنکرون)
- ❑ منابع تولید پراکنده که توان اکتیو تولید کرده و توان راکتیو مصرف می کنند. (ژنراتور القایی و توربین بادی)
- ❑ منابع تولید پراکنده که به عنوان ژنراتور سنکرون شناخته می شوند خود به دو صورت به کار برده می شوند:
 - ✓ توان راکتیو ثابت یا نوع PQ
 - ✓ تنظیم ولتاژ یا نوع PV

روش های بهینه سازی

□ - نوین

- الگوریتم جستجوی ممنوع
- الگوریتم ژنتیک
- تکاملی تفاضلی
- PSO
- ACO
- فولاد آبکاری

□ - کلاسیک

- برنامه ریزی خطی
- شبه نیوتن
- جریمه ای
- گرادیان مزدوج
- □□□□□
- برنامه ریزی پویا



✓ مسئله ما غیرخطی است.

✓ تابع هدف ناپیوسته است.

✓ وجود یا عدم DG (یا ۰)

✓ ظرفیت DG پله ای است لذا امکان مشتق گیری نداریم.

۱- وابسته به حدس اولیه

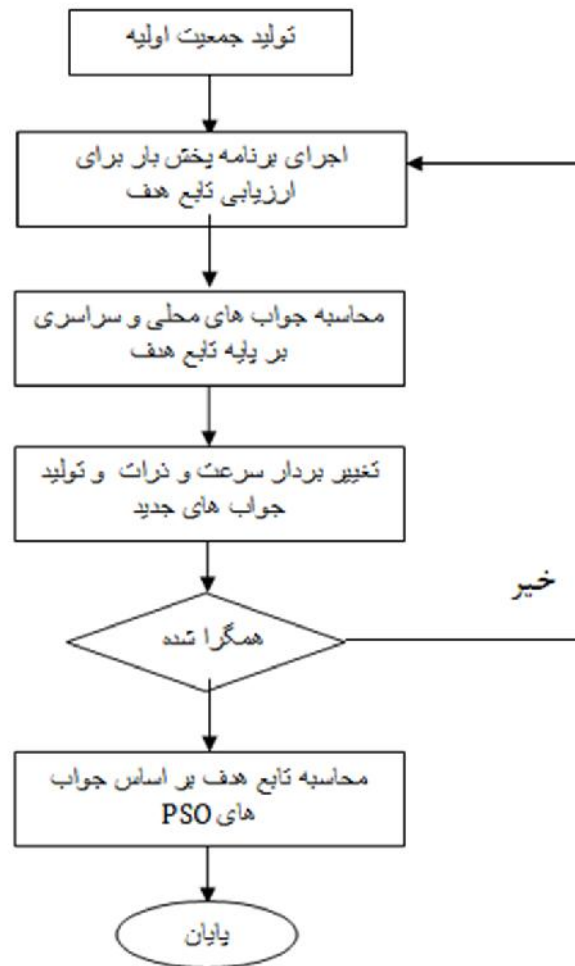
۲- نیاز به مشتق گیری

۳- وابستگی به نوع مسئله

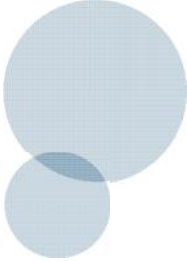
تعیین مکان و ظرفیت DG وابستگی زیادی به نوع روش بهینه سازی به کار گرفته شده دارد روش های کلاسیک به دلایل زیر برای مسئله جایابی DG مناسب نمی باشند:

تعیین بهینه مکان نصب منابع تولید پراکنده در بخشی از سیستم توزیع شهر همدان

پیاده سازی PSO برای تعیین ظرفیت و مکان بهینه DG



الگوریتم PSO برای تعیین اندازه و مکان DG



اجرای برنامه PSO بر روی فیدرهای شهر همدان

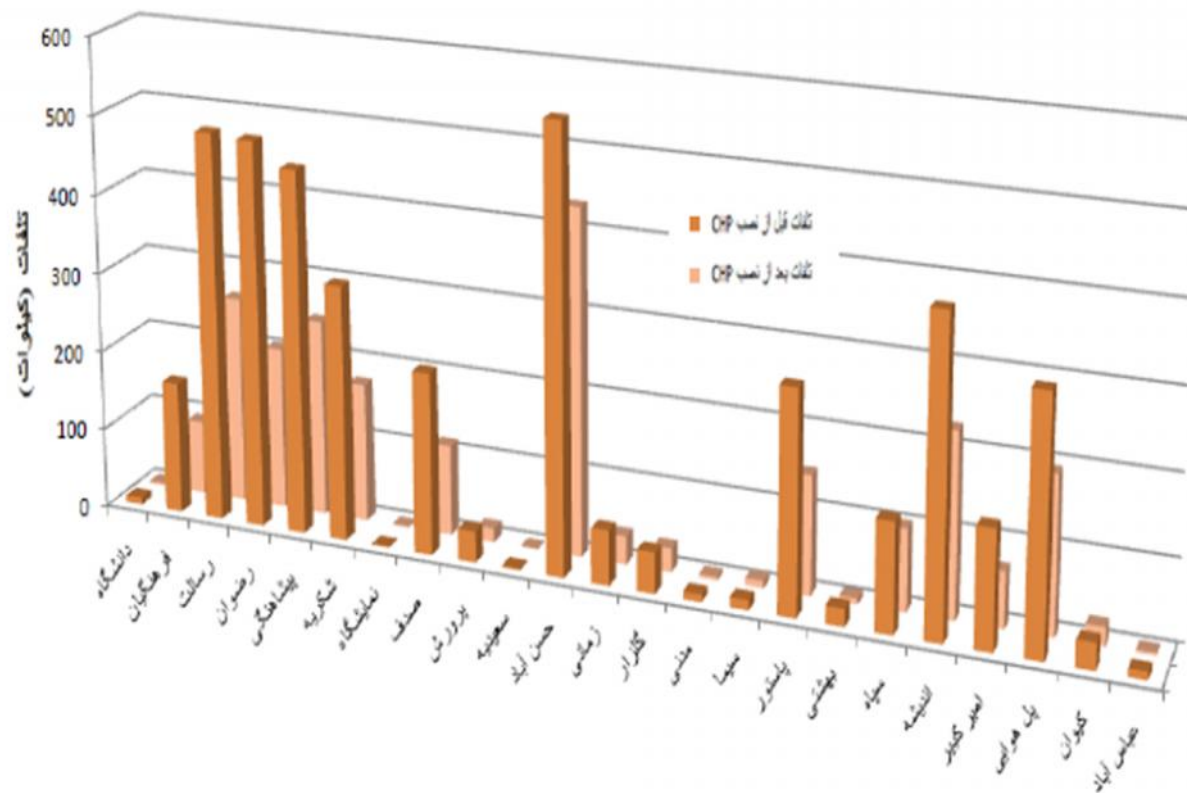
- (۱) ۲۳ فیدر شهر همدان مورد مطالعه قرار گرفته‌اند برخی از فیدرها به علت کوچک بودن شبکه و یا بار کم حذف گردیده‌اند.
- (۲) ضریب توان شبکه ۰.۸۵ فرض شده است
- (۳) سیستم توزیع شعاعی مدنظر قرار گرفته شده است
- (۴) رینگ‌های شبکه مدنظر قرار داده نشده است
- (۵) شبکه توزیع متعادل فرض شده است
- (۶) ماکزیمم تعداد DG نصب شده در شبکه ۲ می‌باشد
- (۷) ماکزیمم ظرفیت DG های نصب شده ۱.۵ مگاوات می‌باشد
- (۸) اطلاعات خطوط بر اساس اطلاعات داده شده در DATA SHEET برای حداکثر دما مدل شده‌اند
- (۹) جمعیت مورد جستجو ۸۵ در برنامه PSO فرض شده است
- (۱۰) تعداد تکرارهای برنامه بهینه سازی ۶۰ قرار داده شده است

نتایج اجرای برنامه PSO بر روی فیدرهای شهر همدان

نام فیدر	تعداد باس	ظرفیت	مکان نصب CHP	تلفات قبل از نصب CHP	تلفات بعد از نصب CHP	شاخص تنظیم ولتاژ بدون CHP	شاخص تنظیم ولتاژ یا تنظیم ولتاژ با CHP	شاخص پایداری ولتاژ بدون CHP	شاخص پایداری ولتاژ با CHP
دانشگاه	۱۹	۱.۱۵۷۵	۱۶	۸.۷	۲.۹	-۰.۱۷۲	-۰.۰۶۷	۱.۰۰۹	۱.۰۳۹
فرهنگیان	۴۲	۱.۴۹-۱.۴۹	۲۱-۴۱	۱۶۵.۶	۹۲.۹	-۰.۱۱۹	-۰.۰۷۸۸	۱.۰۶۱	۱.۰۹۹
رسالت	۳۵	۱.۴۹۸-۱.۴۹۳	۳۵-۳۰	۳۹۰	۲۶۱	-۰.۸۴۵۳	-۰.۷۷۲۷	۲.۲۸۲	۲.۵۱۵
رضوان	۳۹	۱.۴۹۸-۱.۵	۳۴-۳۱	۳۵۶.۳	۲۰۳.۸	-۰.۲۶۸۲	-۰.۲۰۸۴	۱.۲۲۲	۱.۳۰۹
پیشاهنگی	۳۸	۱.۴۹-۱.۴۶۵	۳۸-۳۰	۳۵۶.۸	۲۴۶.۹	-۰.۳۹۹۹	-۰.۳۱۲۵	۱.۱۸۱	۱.۲۷۴
شکریه	۳۵	۱.۴۶۵-۱.۴۶۹	۳۴-۳۴	۳۱۹.۸	۱۷۴	-۰.۱۷۵۲	-۰.۱۲۶	۱.۰۰۸	۱.۲
نمایشگاه	۹	۰.۵	۳	۱.۵	۰.۷۲۹	-۰.۰۰۴	-۰.۰۰۲۴	۱.۰۰۴	۱.۰۰۶
صدف	۵۲	۱.۳۰۲-۱.۴۹۲۵	۲۲-۲۷	۲۲۷.۳	۱۱۳.۱	-۰.۳۶۰۳	-۰.۱۶۳	۱.۰۰۶	۱.۱۸۹۷
پروزش	۲۵	۱.۵	۱۷	۳۹.۱	۱۷.۱	-۰.۰۵۵۱	-۰.۰۲۳۴	۱.۰۳۵	۱.۰۶۱
سعیدیه	۲۳	۱.۰۷۱۵	۱۲	۲.۶	۰.۹۹۸	-۰.۰۱۰۴	-۰.۰۰۳	۱.۰۰۳	۱.۰۱۱
حسن آباد	۶۱	۱.۴۹۸-۱.۳۷۷۱	۶۰-۳۴	۵۵۴	۴۲۳	-۰.۹۶۲۲	-۰.۷۲۹۸	۱.۶۴۲	۱.۸۷۸
زمانی	۴۸	۱.۴۸۷-۱.۴۹۹	۲۷-۳۹	۶۸.۷	۳۵.۴	-۰.۰۸۴۳	-۰.۰۴۴	۱.۰۳۶	۱.۰۷۱
گلزار	۲۳	۱.۵	۲۰	۵۱.۱	۳۰.۰۴	-۰.۰۱۳۴	-۰.۰۰۴۱	۱.۰۲۷	۱.۰۲
مدنی	۲۶	۱.۵	۱۴	۹.۵	۲.۹	-۰.۰۲۱۷	-۰.۰۰۹۳	۱.۰۱۰	۱.۰۲۴
سیما	۱۹	۱.۵	۱۱	۱۲.۵	۹.۰۳	-۰.۰۳۴۶	-۰.۰۲۹۳	۱.۰۶۱	۱.۰۷۲
پاستور	۲۵	۱.۴۹۴-۱.۴۲۳	۱۹-۱۸	۲۷۵.۵	۱۴۷.۷	-۰.۱۴۲۴	-۰.۱۰۲۷	۱.۰۲۵	۱.۰۳۱
بهبشتی	۳۹	۱.۵-۱.۱۷۳	۱۲-۲۸	۲۲.۱	۷.۱	-۰.۰۳۸۴	-۰.۰۱۰۴	۱.۰۳۱	۱.۲۳۱
سیاه	۲۷	۱.۴۷-۱.۵	۲۱-۲۲	۱۳۵.۶	۱۰۱.۵۷	-۰.۰۲۰۳	-۰.۰۱۰۴	۱.۰۳۱	۱.۲۳۱
اندیشه	۸۴	۱.۴۸-۱.۵	۱۱-۷۲	۳۸۹	۲۲۷	-۰.۳۷۵۳	-۰.۲۰۶۳	۱.۱۴۶	۱.۳۱۵
امیر کبیر	۴۹	۱.۵-۱.۵	۴۲-۱۴	۱۴۶.۵	۶۹.۳	-۰.۱۶۲۹	-۰.۰۸۹۱	۱.۰۶۶	۱.۱۵۸
یل هوایی	۶۲	۱.۴۷-۱.۵	۶۰-۳۱	۳۱۳	۱۹۳.۷	-۰.۲۴۲	-۰.۱۸۲۳	۱.۱۱۷	۱.۱۶۲
کیوان	۴۹	۱.۴۹۵-۱.۵	۲۲-۲۷	۳۳.۵	۲۳.۲۵	-۰.۰۲۴۴	-۰.۰۲۶۹۱	۱.۲۳۴	۱.۳۰۶
عباس آباد	۲۳	۱.۵	۲۱	۱۰.۲	۳.۴	-۰.۰۲۵۴	-۰.۰۰۲۲	۱.۰۵۴	۱.۲۳۴

اطلاعات خروجی برنامه نصب DG بر روی فیدر همدان

نتایج اجرای برنامه PSO بر روی فیدرهای شهر همدان

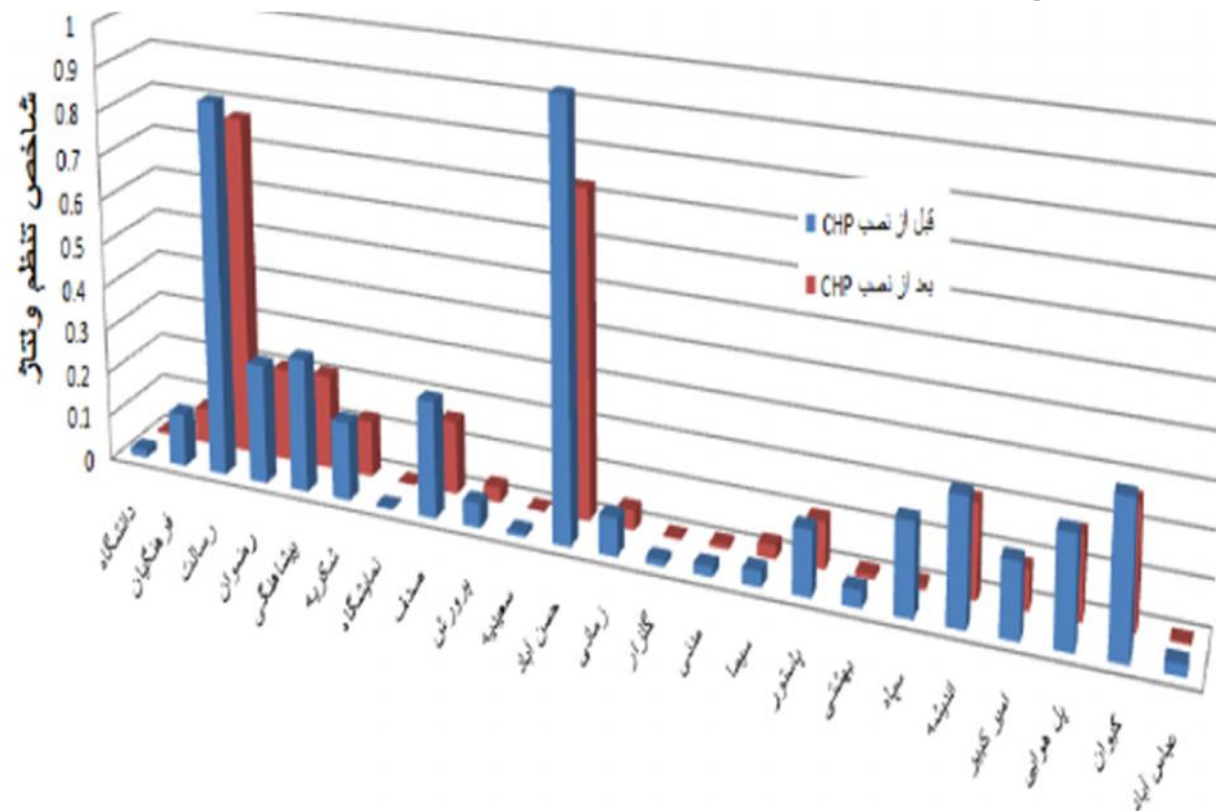


نمودار تلفات فیدرهای شهر همدان قبل و بعد از نصب DG

تلفات کمتر به منزله عملکرد بهتر می باشد

تعیین بهینه مکان نصب منابع تولید پراکنده در بخشی از سیستم توزیع شهر همدان

نتایج اجرای برنامه PSO بر روی فیدرهای شهر همدان

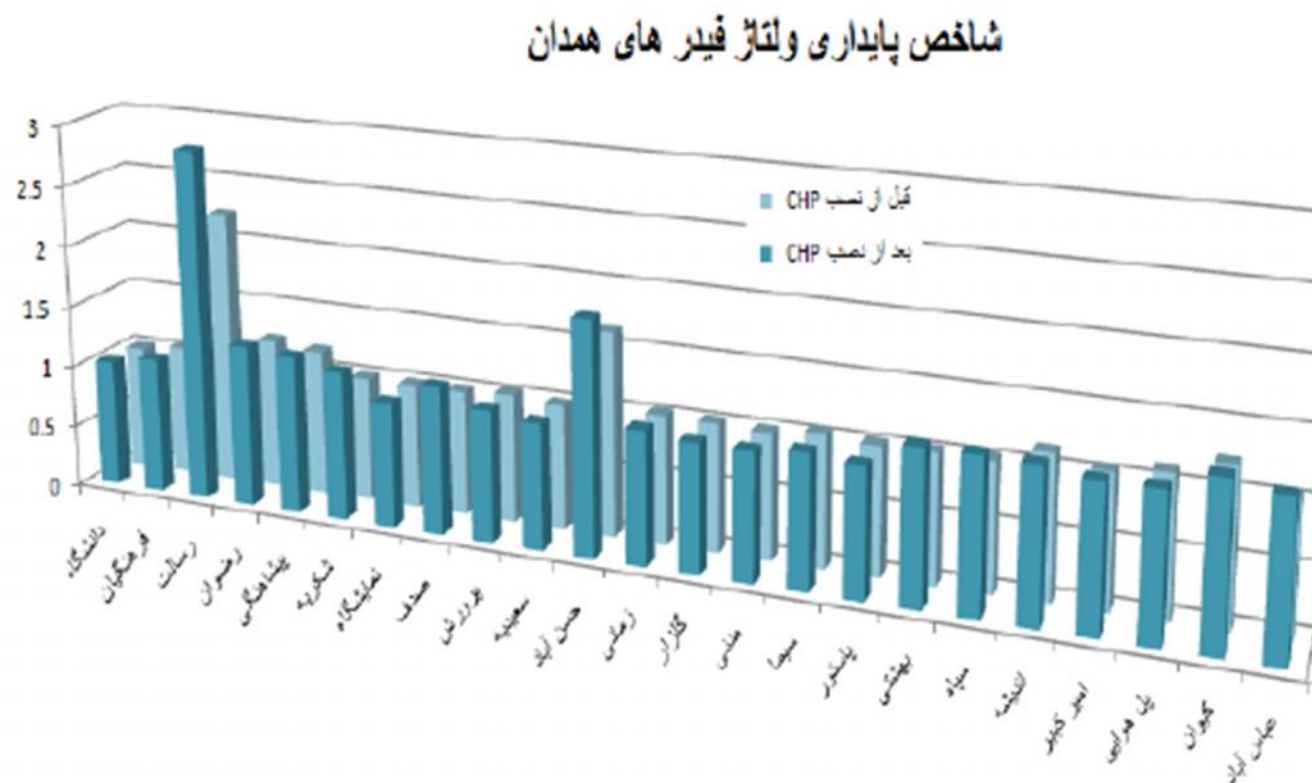


نمودار شاخص تنظیم و نتاژ فیدرهای شهر همدان قبل و بعد از نصب DG

شاخص تنظیم و نتاژ شبکه را نمایش می دهد هر چه مقدار این شاخص کمتر باشد نشان دهنده عملکرد بهتر فیدر می باشد.

تعیین بهینه مکان نصب منابع تولید پراکنده در بخشی از سیستم توزیع شهر همدان

نتایج اجرای برنامه PSO بر روی فیدرهای شهر همدان



نمودار شاخص پایداری ولتاژ فیدرهای شهر همدان قبل و بعد از نصب DG

مقدار این شاخص هرچه نسبت به قبل از نصب DG بیشتر باشد حکایت از عملکرد بهتر فیدر بعد از نصب DG دارد

تعیین بهینه مکان نصب منابع تولید پراکنده (CHP) در بخشی از سیستم توزیع شهر همدان

نتایج اجرای برنامه PSO بر روی فیدرهای شهر همدان

• نتایج کلی:

(□) با توجه به نتایج به ترتیب فیدرهای حسن آباد، رسالت، پیشاهنگی، اندیشه، پل هوایی، رضوان، شکریه، امیر کبیر و صدف فیدرهای مناسب جهت نصب DG می باشند.

(۲) با توجه به نتایج ارایه شده برای هر فیدر، نقاط انتهایی فیدرها ولتاژ شبکه، کاهش می یابد و گره هایی انتهایی گره های ناپایدار شبکه می باشند.

(۳) حضور DG بر روی شاخه های فرعی و انتهایی مکان های مناسب جهت نصب DG در شبکه می باشند.

(۴) حضور DG در تمام شبکه ها سبب کاهش تلفات، بهبود تنظیم ولتاژ و افزایش پایداری شبکه می گردد.

(۵) حضور DG سبب کاهش تراکم خطوط انتهایی فیدرها می شود و به آزادسازی ظرفیت شبکه کمک می کند.

با تشکر از توجه شما

