

## مکانیابی واحدهای تولید پراکنده به منظور کاهش تلفات و ظرفیت آزادسازی خطوط شبکه‌های توزیع با استفاده از الگوریتم تکاملی دیفرانسیلی بهبود یافته

مقداد ضاربیان<sup>۱</sup>، دکتر منصور حسینی فیروز<sup>۲</sup> و دکتر غلامرضا آقاجانی<sup>۳</sup>  
<sup>۱</sup>دانشجوی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل، meghdadzarebian@gmail.com  
<sup>۲</sup>استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل، hosseini\_firooz@yahoo.com  
<sup>۳</sup>مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل، Aghajani\_gholamreza@yahoo.com  
گروه برق، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران

### چکیده

در این مقاله، روش جدید به منظور مکانیابی تولید پراکنده برای نشان دادن صحت و کارایی روی شبکه ۳۳ شینه IEEE با الگوریتم تکاملی دیفرانسیلی (SAIDI) شبیه‌سازی گردیده است. در این الگوریتم، حل پخش بار توزیع مبتنی بر روش پسرور \_ پیش‌رو می‌باشد که از ماتریس‌های تزریق شین به جریان شاخه (BIBC) و جریان شاخه به ولتاژ شین (BCBV) استفاده می‌کند. مسأله جایابی واحدهای چندتایی واحدهای DG به منظور کاهش زیاد تلفات در شبکه‌های توزیع اولیه مقیاس بزرگ مورد بحث قرار می‌گیرد. الگوریتم بهینه‌سازی خودانطباقی تکاملی دیفرانسیلی بهبود یافته (AIDE) به عنوان ویرایش جدید الگوریتم DG در این تحقیق پیشنهاد شده است و نتایج به دست آمده با روش‌های ضریب حساسیت تلفات (LSF)، تحلیلی بهبود یافته (IA) و پخش بار جامع (ELF) مقایسه شده است. نتایج نشان می‌دهند که روش SAIDE نسبت به سایر روش‌ها اثربخش می‌باشد.

کلمات کلیدی: مکانیابی واحد تولید پراکنده، کاهش تلفات، آزادسازی ظرفیت خطوط

کمیته‌سازی کل تلفات توان اکتیو را ارائه می‌دهد. هر دو جواب بهینه مربوط به اندازه و مکان واحدها به عنوان خروجی‌های جعبه ابزار الگوریتم ژنتیک حاصل شده نتایج با استفاده از دو ابزار تحلیلی پخش بار برای شبکه توزیع مورد بررسی و تأیید قرار گرفته است. همچنین این مرجع بر اهمیت انتخاب صحیح اندازه و مکان مناسب نصب DG برای کاهش تلفات شبکه تأکید دارد.

### ۲- الگوریتم پخش بار پسرور \_ پیش‌رو

یکی از مهمترین و وسیع‌ترین ابزار تجزیه و تحلیل سیستم توزیع آنالیز، پخش بار می‌باشد. آنالیز پخش بار، اطلاعاتی را در مورد شرایط نقطه کار حالت پایدار یک سیستم توزیع ارائه می‌دهد. تحلیل پخش بار ابزاری اساسی و مهم در بررسی هر سیستم قدرت، چه در طراحی و چه در بهره‌برداری می‌باشد. در حال حاضر، روش غالب مورد استفاده برای محاسبه پخش بار سیستم‌های توزیع استفاده از روش پخش بار موسوم به پسرور \_ پیش‌رو.

### ۱. مقدمه

شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی گسترده‌ترین بخش سیستم قدرت به‌شمار می‌روند این شبکه‌ها واسط میان مصرف‌کننده و سیستم انتقال و تولید هستند و به سبب نزدیکی به مصرف‌کننده از حساسیت خاصی برخوردارند. مرجع [۱] یک روش مبتنی بر الگوریتم ژنتیک را برای تعیین مکان و اندازه واحدهای تولید پراکنده در شبکه شعاعی و حلقوی جهت کمیته‌سازی تابع هدفی متشکل از توان تلفاتی ارائه می‌دهد. چندین شبیه‌سازی عددی روی فیدرهای شعاعی و شبکه‌های حلقوی با در نظر گرفتن تنها یک واحد تولید پراکنده و نیز چندین واحد تولید پراکنده جهت کمیته‌سازی توان تلفاتی با قید اینکه هیچ شینی از حدود مجاز ولتاژ عبور نمایند، به صورت مجزا اجرا شده است. نتایج شبیه‌سازی با برخی مراجع دیگر مورد مقایسه قرار گرفته و بهبود حاصله در توان تلفاتی و ظرفیت آزادسازی خطوط شبکه‌های توزیع بررسی شده است. مرجع [۲] روشی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک برای جایابی واحدهای تولید پراکنده در شبکه‌های توزیع به منظور

کمینه‌سازی تلفات توان شبکه به عنوان تابع هدف در این تحقیق در نظر گرفته شده است.

$$\text{Minimize } PLI = \frac{[P_{LDG}]}{[P_L]} \quad (6)$$

که PLDG کل توان تلفاتی اکتیو شبکه توزیع با لحاظ نمودن واحدهای تولید پراکنده می‌باشند، PL کل توان تلفاتی اکتیو شبکه توزیع بدون لحاظ نمودن واحدهای تولید پراکنده در شبکه توزیع می‌باشند. تلفات توان کل شبکه از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$P_L = \sum_{i=1}^{n-1} P_{Loss,i} \quad (7)$$

که  $P_{Loss,i}$  تلفات توان مربوط به شاخه  $i$  ام شبکه می‌باشد و  $n$  تعداد شین‌های شبکه است.

#### ۲-۴. قیود حل مساله

قید توازن توان

$$P_{slak} + \sum_{i=1}^N P_{DG_i} = \sum_{i=1}^N P_{DG_i} + P_{L_n} \quad (8)$$

تمامی تزریقی از شین اسلک و توان تولیدی از طریق واحدهای تولید پراکنده بایستی با مجموع بار نقاط بار شبکه و تلفات شبکه برابر باشد.

محدوده تولید توان اکتیو و راکتیو توسط DG

$$\begin{aligned} Q_{DG_i}^{\min} &\leq Q_{DG_i} \leq Q_{DG_i}^{\max} \\ P_{DG_i}^{\min} &\leq P_{DG_i} \leq P_{DG_i}^{\max} \end{aligned} \quad (9)$$

توان اکتیو و راکتیو تولیدی واحدهای تولید پراکنده بایستی خارج از ظرفیت اسمی این واحدها نباشد.

محدوده تلفات شبکه

$$\sum Loss_k (with DG) \leq \sum Loss_k (withou DG) \quad (10)$$

جوابی از مساله که افزودن DG در نقطه غیر بهینه باعث بالا رفتن توان تلفاتی شبکه شود قابل قبولی نخواهد بود.

محدوده ولتاژ با  $i$  ام

$$|V_i|^{\min} \leq |V_i| \leq |V_i|^{\max} \quad (11)$$

به طور معمول، محدوده ولتاژ  $(V_{MIN} \leq V_i \leq V_{MAX})$  به عنوان یک قید فنی در نظر گرفته می‌شود. طرح پیشنهادی جهت نصب واحدهای تولید پراکنده بایستی باعث افزایش ولتاژ یک شین بیش از مقدار  $V_i^{\max}$  (ماکزیمم ولتاژ مجاز شبکه که ۱،۱ پریونیت در نظر گرفته می‌شود) یا کاهش ولتاژ یک شین

#### ۱-۲. روش پیشنهادی پخش بار

روش پیشنهادی بر اساس دو ماتریس ذیل توسعه داده شده است [۳]:

الف: ماتریس تزریق - شین به جریان - شاخه ۱ (BINC)

ب: ماتریس جریان - شاخه به ولتاژ - شین ۲ (BCBV)

#### ۲-۲. جریان تزریقی معادل

در سیستم توزیع، توان مختلط  $S_i$  برای شین  $i$  به صورت زیر بیان می‌شود.

$$S_i = (P_i + jQ_i) \quad i=1, \dots, N \quad (1)$$

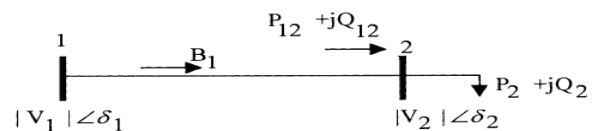
جریان تزریقی معادل در  $k$  امین تکرار به صورت زیر

$$I_i^k = \left[ \frac{P_i + jQ_i}{V_i^k} \right]^* \quad (2)$$

می‌باشد که  $V_i^k$  و  $I_i^k$  به ترتیب ولتاژ شین و جریان تزریقی معادل شین  $i$  در  $k$  امین تکرار می‌باشند.

#### ۳. محاسبه تلفات توان و توان انتقالی خطوط

شکل (۱) را در نظر بگیرید. با توجه به اطلاعات شکل و رابطه افت ولتاژ بین دو شین طبق رابطه (۳) مقدار توان انتقالی و توان تلفاتی خطوط به ترتیب زیر حساب می‌شوند:



شکل ۱: شماتیک خط واقع بین دو گروه ۱ و ۲

$$V_1 = |V_1| \angle \delta_1, V_2 = |V_2| \angle \delta_2 \quad (3)$$

$$V_1 - V_2 = Z_{12} b$$

$$P_{12} + jQ_{12} = V_2 \left( \frac{V_1 - V_2}{Z_{12}} \right) \quad (4)$$

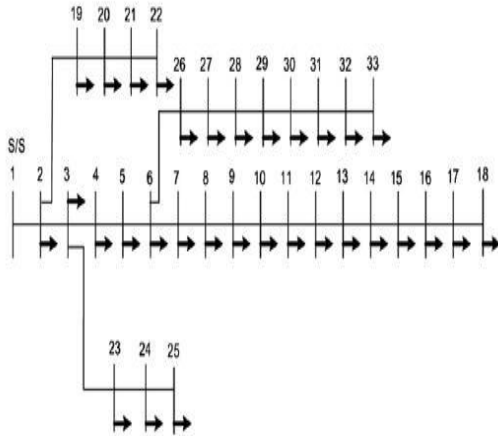
توان انتقالی از شین یک به شین دو از حاصلضرب ولتاژ انتهای خط مزدوج جریان عبوری از خط مطابق با رابطه زیر به دست می‌آید.

$$P_{loss} = \text{real} \left( V_1 \left( \frac{V_1 - V_2}{Z_{12}} \right)^* - V_2 \left( \frac{V_1 - V_2}{Z_{12}} \right)^* \right) \quad (5)$$

#### ۴. فرمول‌بندی مساله

۱-۴. تابع هدف

شاخه خط بوده و با ساختار شعاعی کل بار ۳,۷۲ مگاوات و ۲,۳ مگاوات را تغذیه می‌کند.



شکل ۲. دیگرگام تک خطی شبکه ۳۳ شین

اطلاعات مربوط به مقدار بار اکتیو و راکتیو شبکه و همچنین مقادیر امپدانس خطوط مطابق با مرجع [۴] در جدول ۱ ارائه شده است.

بیش از مقدار  $V_i^{\min}$  (مینیمم ولتاژ مجاز شبکه که ۰,۹ پریونیت در نظر گرفته می‌شود) شود.

این الگوریتم از جمعیتی متشکل از بردارهای حقیقی با ابعاد  $D$  که همان تعداد متغیرهای مسأله است، تشکیل می‌شود. تعداد جمعیت اولیه با تابع توزیع یکنواخت به صورت زیر تولید می‌شود:

$$(12)$$

$$x_{i,k}^G = x_{k \min} + rand[0,1] \times (x_{k \max} - x_{k \min})$$

$$i \in [1, N_p], k \in [1, D]$$

هر متغیر  $k$  در عضو  $i$  در نسل  $G$  در بازه  $x_{k \min}$  و  $x_{k \max}$  مقداردهی اولیه می‌شود.

عملگر جهش بردارهای جهش  $X_i'$  را با ایجاد اختلال به وسیله بردار انتخاب شده تصادفی  $X_a$  با دو بردار انتخاب شده تصادفی  $X_b$  و  $X_c$  با استفاده از رابطه زیر تولید می‌کند.

$$X_i^{(G)} = X_a^{(G)} + F(X_b^{(G)} - X_c^{(G)}) \quad (13)$$

$$i = 1, \dots, N_p$$

که  $a, b, c$  اندیسهایی هستند که به صورت تصادفی از  $\{1, \dots, N_p\}$  با رعایت اینکه  $a \neq b \neq c \neq i$  می‌شود انتخاب می‌شوند. شایان ذکر است که بایستی برای هر  $i$  مقدار تصادفی جدید برای  $a, b, c$  تولید شوند. ضریب مقیاس  $F$  یک پارامتر الگوریتم در بازه  $[0, 2]$  می‌باشد.

$$X_{j,i}^{(G)} = \begin{cases} X_{j,i}^{(G)} & \text{if } p_j \leq C_R \text{ or } j = q \\ X_{j,i}^{(G)} & \text{otherwise,} \end{cases} \quad (14)$$

$$i = 1, \dots, N_p, j = 1, \dots, D$$

که  $p_j$  عدد تصادفی با توزیع نرمال در بازه  $[0, 1]$  می‌باشد که برای هر مقدار  $z$  یک مقدار جدیدی را تولید می‌کند. ثابت تقاطع  $C_R$  پارامتر کنترل تنوع الگوریتم تکاملی دیفرانسیلی می‌باشد که نرخ تقاطع نامیده می‌شود و به وسیله کاربر بین بازه  $[0, 1]$  انتخاب می‌گردد.

#### ۴-۳. صحت‌سنجی نتایج بخش بار

برای این بخش شبکه استاندارد ۳۳ شینه (مطابق شکل ۴-۱) در نظر گرفته شده است. این شبکه دارای ۳۳ نقطه بار و ۳۲

جدول ۱: اطلاعات مربوط به مقدار بار اکتیو و راکتیو شبکه و همچنین مقادیر امیدانس خطوط

توان راکتیو در شین انتها (kvar)	توان اکتیو در شین انتها (kw)	X(Ω)	R(Ω)	شین انتها	شین ابتدا	توان راکتیو در شین انتها (kvar)	توان اکتیو در شین انتها (kw)	X(Ω)	R(Ω)	شین انتها	شین ابتدا
۴۰	۹۰	۰.۵۷۴	۰.۷۳۲	۱۸	۱۷	۶۰	۱۰۰	۰.۰۴۷۷	۰.۰۹۲۲	۲	۱
۴۰	۹۰	۰.۱۵۶۵	۰.۱۶۴	۱۹	۲	۴۰	۹۰	۰.۲۵۱۱	۰.۴۹۳	۳	۲
۴۰	۹۰	۱.۳۵۵۴	۱.۵۰۴۲	۲۰	۱۹	۸۰	۱۲۰	۰.۱۸۶۴	۰.۳۶۶	۴	۳
۴۰	۹۰	۰.۴۷۸۴	۰.۴۰۹۵	۲۱	۲۰	۳۰	۶۰	۰.۱۹۴۱	۰.۳۸۱۱	۵	۴
۴۰	۹۰	۰.۹۳۷۳	۰.۷۰۸۹	۲۲	۲۱	۲۰	۶۰	۰.۷۰۷	۰.۸۱۹	۶	۵
۵۰	۹۰	۰.۳۰۸۳	۰.۴۵۱۲	۲۳	۳	۱۰۰	۲۰۰	۰.۶۱۸۸	۰.۱۸۷۲	۷	۶
۲۰۰	۴۲۰	۰.۷۰۹۱	۰.۸۹۸	۲۴	۲۳	۱۰۰	۲۰۰	۱.۲۳۵۱	۱.۷۱۱۴	۸	۷
۲۰۰	۴۲۰	۰.۷۰۱۱	۰.۸۹۶	۲۵	۲۴	۲۰	۶۰	۰.۷۴	۱.۰۳	۹	۸
۲۵	۶۰	۰.۱۰۳۴	۰.۲۰۳	۲۶	۶	۲۰	۶۰	۰.۷۴	۱.۰۴	۱۰	۹
۲۵	۶۰	۰.۱۴۴۷	۰.۲۸۴۲	۲۷	۲۶	۳۰	۴۵	۰.۰۶۵	۰.۱۹۶۶	۱۱	۱۰
۲۰	۶۰	۰.۹۳۳۷	۱.۰۵۹	۲۸	۲۷	۳۵	۶۰	۰.۱۲۳۸	۰.۳۷۴۴	۱۲	۱۱
۷۰	۱۲۰	۰.۷۰۰۶	۰.۸۰۴۲	۲۹	۲۸	۳۵	۶۰	۱.۱۵۵	۱.۴۶۸	۱۳	۱۲
۶۰۰	۲۰۰	۰.۲۵۸۵	۰.۵۰۷۵	۳۰	۲۹	۸۰	۱۲۰	۰.۷۱۲۹	۰.۵۴۱۶	۱۴	۱۳
۷۰	۱۵۰	۰.۹۶۳	۰.۹۷۴۴	۳۱	۳۰	۱۰	۶۰	۰.۵۲۶	۰.۵۹۱	۱۵	۱۴
۱۰۰	۲۱۰	۰.۳۶۱۹	۰.۳۱۰۵	۳۲	۳۱	۲۰	۶۰	۰.۵۴۵	۰.۷۴۶۳	۱۶	۱۵
۴۰	۶۰	۰.۵۳۰۲	۰.۳۴۱	۳۳	۳۲	۲۰	۶۰	۱.۷۲۱	۱.۲۸۹	۱۷	۱۶

با اعمال پخش بار روی شبکه ۳۳ شینه و بدون حضور DG، کمترین ولتاژ شبکه مربوط به شین ۱۸ با مدار ۰.۹۰۳۷۸، پریونیت و تلفات اکتیو در حدود ۲۱۱ کیلووات حاصل می‌شود. نتایج به‌دست آمده با مراجع [۵ و ۶] نیز همخوانی دارد. دامنه ولتاژ شبکه ۳۳ شینه در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲: ولتاژ شین های شبکه ۳۳ شینه برحسب پریونیت

ولتاژ (p.u.)	شماره گره	ولتاژ (p.u.)	شماره گره	ولتاژ (p.u.)	شماره گره	ولتاژ (p.u.)	شماره گره
۰.۹۳۳۵	۲۸	۰.۹۹۶۴	۱۹	۰.۹۲۰۱	۱۰	۰.۹۶۷۰	۱
۰.۹۲۵۳	۲۹	۰.۹۹۲۹	۲۰	۰.۹۱۹۲	۱۱	۰.۹۶۷۰	۲
۰.۹۲۱۷	۳۰	۰.۹۹۲۲	۲۱	۰.۹۱۷۷	۱۲	۰.۹۸۲۸	۳
۰.۹۱۷۵	۳۱	۰.۹۹۱۵	۲۲	۰.۹۱۱۵	۱۳	۰.۹۷۵۳	۴
۰.۹۱۶۶	۳۲	۰.۹۷۹۳	۲۳	۰.۹۰۹۲	۱۴	۰.۹۶۷۹	۵
۰.۹۱۶۳	۳۳	۰.۹۷۲۶	۲۴	۰.۹۰۷۸	۱۵	۰.۹۴۹۴	۶
		۰.۹۶۹۳	۲۵	۰.۹۰۶۴	۱۶	۰.۹۴۵۹	۷
		۰.۹۴۷۵	۲۶	۰.۹۰۴۳	۱۷	۰.۹۳۲۲	۸
		۰.۹۴۴۹	۲۷	۰.۹۰۳۷	۱۸	۰.۹۲۵۹	۹

#### ۴-۲- بررسی اثر مکان نصب و ظرفیت DG

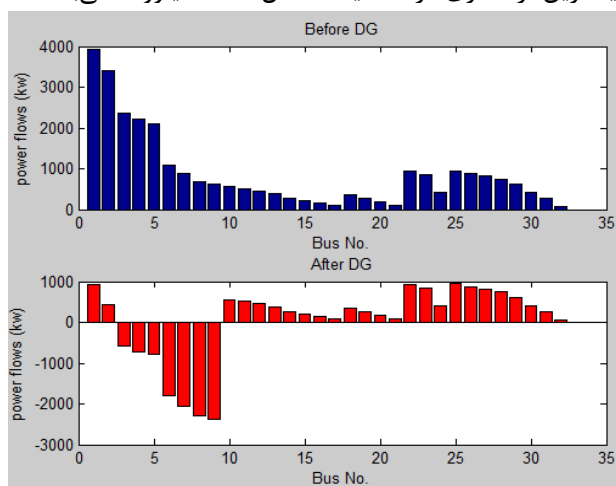
در این بخش سعی می‌شود اثر ظرفیت و مکان نصب DG روی تلفات توان، و نیز آزادسازی ظرفیت خطوط شبکه ۳۳ شینه بررسی شود. برای این قسمت سناریوهای مختلفی در نظر گرفته شده است.

#### ۴-۳- بررسی اثر مکان نصب و ظرفیت DG

سناریو ۱: نصب یک DG با ظرفیت ۱۰۰۰ کیلووات روی شین ۱۰  
سناریو ۲: نصب یک DG با ظرفیت ۳۰۰۰ کیلووات روی شین ۱۰

سناریو	مکان نصب DG	ظرفیت DG (kw)	تلفات توان اکتیو (kw)	کمترین دامنه ولتاژ (p.u.)	آزادسازی خطوط (kw)
۱	-	-	۲۱۰,۹۹	۰,۹۰۳۷۸	-
۲	شین ۱۰	۱۰۰۰	۱۳۰,۲۵	۰,۹۳۱۹	۷۶۳۲
۳	شین ۱۰	۲۰۰۰	۱۳۷,۳۳	۰,۹۴۵۷	۸۷۵۵
۴	شین ۱۰ شین ۱۸ شین ۳۳	۵۰۰ ۵۰۰ ۵۰۰	۹۶,۹۷	۰,۹۵۳۵	۱۳۹۰۶

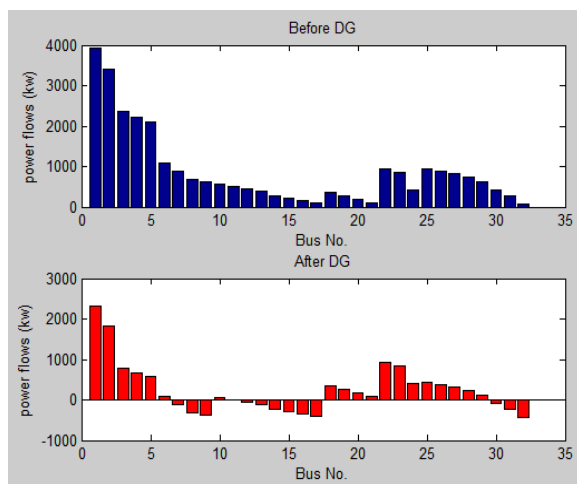
میزان ظرفیت آزادسازی شده خطوط معادل ۷۶۳۲ کیلووات و بیشترین آزادسازی در خط یک معادل ۱۰۷۶ کیلووات می‌باشد.



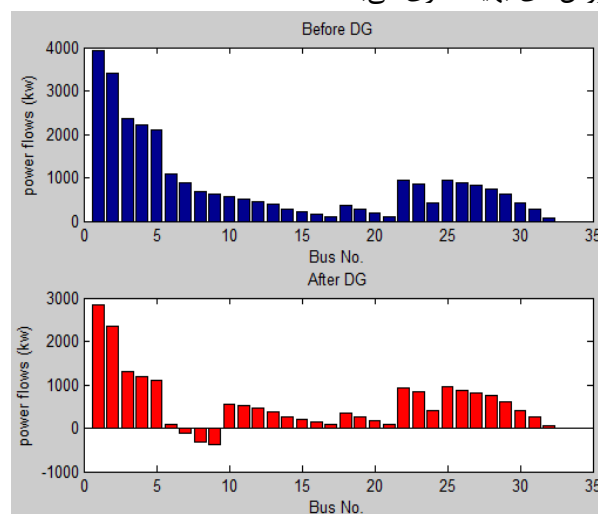
شکل ۴. توان عبور از خطوط قبل و بعد از نصب DG سناریوی ۲

میزان ظرفیت آزادسازی شده خطوط معادل ۵۲۹۷ کیلووات و بیشترین آزادسازی در خط یک معادل ۲۹۹۸ کیلووات می‌باشد.

نصب سه DG با ظرفیتهای ۵۰۰ کیلووات روی شین‌های ۱۰، ۱۸ و ۳۳



سناریو ۳: نصب یک DG با ظرفیت ۵۰۰ کیلووات روی شین‌های ۱۰، ۱۸ و ۳۳ در سه سناریویی که اجرا شد دو سناریو مربوط به نصب واحدهای DG تکی روی شین‌های ۱۰ می‌باشد که همان‌طور که از جدول (۳) مشخص است، افزایش ظرفیت از ۱۰۰۰ مگاوات به بالا در شین‌های ۱۰ و ۱۸ سناریوی سه نشان می‌دهد که با نصب ۱۵۰۰ کیلووات DG اثربخشی این سناریو از دیدگاه تلفات توان، و آزادسازی ظرفیت خطوط نسبت به سناریوهای قبلی بیشتر بوده است. توان عبوری از خطوط برخی از سناریوهای مورد بحث در شکل‌های (۳ و ۲، ۱) ارائه شده است. با توسعه این مفهوم می‌توان گفت که میزان اثربخشی واحدهای تولید پراکنده روی تلفات توان شبکه کاملاً وابسته به مکان نصب و ظرفیت بهینه واحد می‌باشد، بنابراین، تعیین دقیق مکان و ظرفیت بهینه این واحدها نیازمند حل مسأله با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی می‌باشد.



شکل ۳. توان عبور از خطوط قبل و بعد از نصب DG سناریوی ۱

شکل ۵. توان عبور از خطوط قبل و بعد از نصب DG سناریوی ۳

میزان ظرفیت آزادسازی شده خطوط معادل ۱۳۹۰۶ کیلووات و بیشترین آزادسازی در خط یک معادل ۱۶۰۸ کیلووات می باشد. نتایج به دست آمده حاصل از بهینه‌سازی برای شبکه ۳۳ شینه در جدول ۴. ارائه شده است.

جدول ۴. مکان‌یابی و تعیین ظرفیت DG برای شبکه ۳۳ شینه

سناریو	نصب DG (شین و ظرفیت برحسب کیلووات)					
	تلفات توان (kw)	DG (kw)				درصد کاهش
بدون DG	۹۹,۲۱۰	-	-	-	-	۰
یک DG	۰۲,۱۱۱	۲۵۸۸	-	-	۶	۳۸,۴۷
			-	-	۴,۲۵۷۶	
دو DG	۲۳,۸۷	۱۹۷۹	-	۳۰	۱۳	۶۶,۵۸
			-	۱۱۶۴	۸۱۵	
سه DG	۲۸۲,۷۳	۲۷۳۸	۳۰	۲۴	۱۳	۲۷,۶۵
			۹۷۴	۹۵۵	۸۰۹	

جدول ۵. نتایج به دست آمده برای مکان‌یابی و تعیین ظرفیت DG برای

سناریو	الگوریتم	واحدهای DG نصب شده					
		تلفات توان (kw)	DG (kw)				درصد کاهش تلفات
بدون DG	-	۲۱۱,۲	-	-	-	-	۰
۱ DG	LSF	۱۴۶,۸۲	۷۴۳	-	-	۱۸	۳۰,۴۸
				-	-	۶	
	IA	۱۱۱,۱۰	۲۶۰,۱	-	-	۲۶۰,۱	۴۷,۳۹
				-	-	۶	
	ELF	۱۱۱,۱۰	۲۶۰,۱	-	-	۲۶۰,۱	۴۷,۳۹
				-	-	۳۳	
۲ DG	LSF	۱۰۰,۶۹	۱۶۲۰	۹۰۰	۷۲۰	۱۸	۵۲,۳۲
				-	-	۱۴	
	IA	۹۱,۶۳	۲۵۲۰	۷۲۰	۱۸۰۰	۱۸۰۰	۵۶,۶۱
				-	-	۳۰	
	ELF	۸۷,۶۳	۲۰۴۰	۱۰۲۰	۱۰۲۰	۱۰۲۰	۵۸,۵۱
				-	-	۲۵	
۳ DG	LSF	۸۵,۰۷	۲۴۳۰	۹۰۰	۸۱۰	۱۸	۵۹,۷۲
				-	-	۳۱	
	IA	۸۱,۰۵	۲۵۲۰	۷۲۰	۹۰۰	۹۰۰	۶۱,۶۲
				-	-	۲۴	
	ELF	۷۴,۲۷	۲۷۰۰	۹۰۰	۹۰۰	۹۰۰	۶۴,۸۳
				-	-	۳۰	

شبکه ۳۳ شینه [۶]

## ۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله جایابی و تعیین ظرفیت واحدهای تولید پراکنده از دید بهبود شاخص‌های توان تلفاتی اکتیو، و آزادسازی ظرفیت با استفاده از الگوریتم SAIDE تحت مدل‌های مختلف بار صورت می‌گیرد. از مزایای این تحقیق، استفاده از روش پخش بار مستقیم به عنوان ابزار تحلیل شبکه می‌باشد که دارای الگوریتمی ساده به لحاظ برنامه‌نویسی می‌باشد. با توجه به اینکه کاهش تلفات توان یکی از شاخص‌های بسیار مهم چه در بهره‌برداری و چه در طراحی شبکه می‌باشد، به عنوان تابع هدف برای مسأله بهینه‌سازی مد نظر قرار گرفته است. الگوریتم تکاملی دیفرانسیلی که با استفاده از چندین مرحله بهبود در مقالات مختلف با نام الگوریتم بهینه‌سازی خودانطباقی تکاملی دیفرانسیلی بهبود یافته مورد استفاده قرار گرفته بود، در این تحقیق به عنوان ابزار بهینه‌سازی استفاده شد. عدم انتخاب بهینه‌ساز و مکان احداث DG می‌تواند باعث افزایش تلفات در شبکه گردد. اثراتی که واحدهای DG روی شبکه خواهند گذاشت عبارتند از: کاهش تلفات و آزادسازی ظرفیت خطوط که با توجه به نتایج به دست آمده این موارد کاملاً به صورت مشهود بهبود یافته‌اند. مکان و ظرفیت نصب DG‌ها تأثیر به‌سزایی در میزان کاهش تلفات و ظرفیت خطوط که با توجه به نتایج به دست آمده این موارد کاملاً به صورت مشهود بهبود یافته‌اند. مکان و ظرفیت نصب DG‌ها تأثیر به‌سزایی در میزان کاهش تلفات و ظرفیت آزادسازی خطوط دارد. نتایج به دست آمده از این تحقیق در مقایسه با نتایج مرجع [۶] بهبود یافته است. مطابق با نتایج به دست آمده مشاهده شد که در صورت نصب واحد تولید پراکنده با ظرفیت بزرگ در یک نقطه غیربهینه ممکن است باعث افزایش تلفات توان گردد.

## مراجع

۱. D. Gautam, N. Mithulananthan, "Optimal DG placement in deregulated electricity market" Electric Power Systems Research ۷۷ (۲۰۰۷) pp. ۱۶۲۷-۱۶۳۶
۲. S. Kotamarty, S. Khushalani, Noel Schulz "Impact of distributed generation on distribution contingency analysis," Electric Power Systems Research ۷۸ (۲۰۰۸) ۱۵۳۷-۱۵۴۵
۳. N. Mithulananthan, Than Oo and Le Van Phu, "Distributed Generator Placement Power Distribution System Using Genetic Algorithm to Reduce Losses," Thammasa Int. J. Sc. Tech. Vol. ۹, No. ۴, July-September ۲۰۰۴
۴. Narayan S. Rau, SM Yih-heui Wan, M, "Optimum Location of Resources in Distributed Planning," IEEE Trans. on Power Systems, Vol. ۹, No. ۴, November ۱۹۹۴
۵. C. Wang, and M. Hashem Nehrir, "Analytical Approaches for Optimal Placement of Distributed Generation Sources in Power Systems," IEEE Trans. on Power Sys. Vol. ۱۹, No. ۴, Nov. ۲۰۰۴



Generation (IDG) algorithm

چهارمین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق  
۱۳۹۴-۱۳۹۵ آبان ماه - دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)



۶. H. Khan, M. A. Choudhry "Implementation of Distributed