



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

## سیستم چند عاملی برای مدیریت انرژی مشارکتی در میکروگرید ها

### چکیده:

در طی سال های اخیر، میکرو گرید ها به عنوان یک مولفه کلیدی برای افزایش کارایی، اطمینان پذیری و پایداری زیر ساخت های الکتریکی ظهور یافته اند. سیستم های توزیع میکرو ترکیبی از منابع توان تجدید پذیر مدولار الکتریکی، بار محلی و حافظه توزیعی می باشند که برای تبادل توان با الکتریسیته در حالت متصل استفاده می شوند. یکی از وظایف اصلی در عملیات میکرو گرید توازن دینامیک عرضه محلی و تقاضای توان به دلیل ماهیت متناوب منابع انرژی تجدید پذیر و تغییرات تقاضای بار می باشد. با اینحال، انتقال توان میان شبکه اصلی و میکرو گرید معمولا با هزینه ناشی از تلف توان در خط توزیع ارتباط دارد. در این مقاله، یک سیستم چند عاملی توزیعی برای هماهنگی بهینه منابع انرژی چندگانه نیاز است. عوامل مرتبط با هر میکروگرید از یک راهبرد مشارکتی برای کمینه سازی افت توان در خط توزیع و بیشینه سازی درآمد اقتصادی با تسهیم مازاد توان تولید شده بین میکرو گرید های متعلق به یک ترکیب بررسی می شوند. نتایج شبیه سازی حاکی از اثر بخشی راهبرد کنترل پیشنهادی است که نشان می دهد بازده MG تا 30 درصد افزایش می یابد به خصوص زمانی که میکرو گرید ها به توازن بار می انجامند.

**کلمات کلیدی:** شبکه هوشمند، شبکه کوچک، چند عاملی، بازی مشارکتی TU، مدیریت توزیع انرژی

### 1- پیش زمینه

شبکه های هوشمند نسخه ای از شبکه توان سنتی در یک سیستم سایبری فیزیکی پیچیده و مرتبط است که به بیشینه سازی دارایی و بهبود کیفیت توان در برابر اغتشاشات و خرابی ها می انجامد. این چالش ها نیازمند توسعه موارد زیر است

- سیستم های ارتباط و پایش پیشرفته برای جمع اوری داده ها برای تصمیم گیری زمان مند
- منابع انرژی تجدید پذیر در سطح توزیع و تاخیر در ساخت نیروگاه های جدید و خطوط انتقال
- سیستم های هوشمند مصنوعی توزیع شده برای مدیریت تقاضای کنترل هزینه انرژی

با توجه به این اهداف، میکروگریدها به عنوان یک شیوه بالقوه برای عرضه بارهای بحرانی می‌باشند که انرژی می‌تواند یک سری قابلیت‌های کنترلی را در اختیار بگذارد (4). در حقیقت، میکروگریدها به صورت سیستم‌های پیچیده‌ای در LV و یا شبکه توزیع MV توریج می‌شوند که شامل ژنراتور برق کوچک، دستگاه‌های تبدیل انرژی، هوشمند سوئیچ کنترل استاتیک و مجموعه‌ای از بارهای محدود شده است. میکروگریدها به عنوان مراکز کنترل شده در شبکه الکتریسیته سنتی عمل کرده و منبع کمی از توان و بار بر طبق نیازهای توان محلی است. پر واضح است که میکروگریدها نیازمند معماری‌های کنترل هوشمند برای مدیریت عدم قطعیت تولید توان تجدیدپذیر و نوسانات تقاضای انرژی با اطمینان پذیری و مقرون به صرفگی می‌باشند.

در این مقاله، یک سیستم چند عاملی توزیعی برای هماهنگی بهینه منابع انرژی چندگانه نیاز است. عوامل مرتبط با هر میکروگرید از یک راهبرد مشارکتی برای کمینه‌سازی افت توان در خط توزیع و بیشینه‌سازی درآمد اقتصادی با تسهیم مازاد توان تولید شده بین میکروگریدهای متعلق به یک ترکیب بررسی می‌شوند عوامل میکروگرید با یک دیگر تعامل داشته و منجر به پیکر بندی مجدد فیدرهای بهینه‌ای برای توزیع مجدد مازاد انرژی میکروگرید شده و این موجب کاهش بار شبکه اصلی و تلفات فنی به شیوه‌ای مطمئن می‌شود.

کنترل منطقی عوامل MG برای پیاده‌سازی بازی مشارکتی TU طراحی شده است تا امکان ترکیب بین میکروگریدها برای دست‌یابی به توازن وجود داشته باشد این رویکرد امکان توزیع قابلیت‌های تصمیم‌گیری را برای تسهیل پاسخ تقاضا می‌دهد. به علاوه، عملیات هم‌زمان عوامل و مدیریت انرژی توزیعی امکان ورود به هر ترکیب را می‌دهد. این مسئله منجر به بهبود اطمینان پذیری شبکه توزیع، افزایش انعطاف پذیری خرابی و تسریع احیای سرویس می‌شود.

MAS پیشنهادی برای مدیریت انرژی مشارکتی با استفاده از JADE میان افزار توسط TILAB برای توسعه برنامه‌های چند عاملی توزیعی بر اساس معماری ارتباط هم‌تا به هم‌تا (6) شبیه‌سازی می‌شوند. این میان‌افزار امکان توزیع اطلاعات روش و کنترل را بر روی پایانه‌های مختلف برای پیاده‌سازی اثرات متقابل موازی بین هم‌تا با رفتارهای مختلف مطابق با FIPA می‌دهد. JADE امکان ارتباط بین عوامل را در هر دو شبکه بی‌سیم را داده و به این ترتیب امکان تبادل پیام‌های غیر سنکرون وجود دارد. نتایج شبیه‌سازی حاکی از اثر بخشی راهبرد کنترل

پیشنهادی است که نشان می دهد بازده MG تا 30 درصد افزایش می یابد به خصوص زمانی که میکرو گرید ها به توازن بار می انجامند.

ادامه این مطالعه به صورت زیر سازمان دهی شده است. دومین بخش به بررسی مدلی برای شبکه توزیع ، اجزای MAS و راهبرد کنترلی بر اساس بازی TU می پردازد. سومین بخش به توصیف محیط مطالعه و نتایج آزمایشی می پردازد. چهارمین بخش مربوط به نتیجه گیری است

## 2- MAS برای توزیع قدرت بهینه

در طی سال های اخیر، فناوری های چند عاملی در زمینه های مختلف شبکه هوشمند نظیر کنترل فراوانی، زمان بندی بار، تشخیص خرابی سیستم و احیای سیستم استفاده شده اند (9-13). در این بخش، یک سیستم چند عاملی برای مدیریت کارآمد جریان توان در میان میکرو گرید ارایه شده است. این MAS یک راه حل فناوری برای مسئله چند منظوره باز پیکر بندی خطوط توزیع است که یک مجموعه ای از میکرو گرید های N متصل می کنند. اهداف دنبال شده شامل توازن بار و کاهش کمینه سازی انرژی و تلفات توان خطوط است. به طور ویژه عوامل هوشمند با یک دیگر همکاری کرده و به باز توزیع کارآمد توان تولید شده با پیاده سازی راهبرد کنترل بر اساس بازی ترکیبی با تاسیسات کمک می کند.

معماری توزیع مورد مطالعه شامل میکرو گرید های  $N_{mg}$  است که شامل منابع انرژی مدولار و نیز بار های بحرانی و غیر بحرانی (مدارس ، بیمارستان ها، کاربران مسکونی) است. و از این روی تقاضای بار انرژی در سیستم کنترل میکروگرید وجود دارد.

جریان های توان این معماری پیچیده توسط یک MAS مدیریت شده و با عوامل مربوط به قواعد مختلف همراه هستند. برای مدل سازی سناریوی شبکه توزیع چهار عامل تعریف می شود یعنی نقطه مشترک کوپلینگ (PCC) عوامل، شبکه تسهیل (GF) عوامل، (GM) عامل مدیریت شبکه و ریزشبکه (MG) است.

عوامل PCC: این عوامل مربوط به زیر ایستگاه ها بوده و عملیات توان بین شبکه تاسیسات و میکرو گرید را هماهنگ سازی می کند. آن ها یک سری نقضیات فنی را در نقطه کوپلینگ و ارتباط با عوامل MG الکتریسیته در دوره زمانی نشان می دهند.

عامل GM: با توجه به شبکه توزیع، این عامل مسئول ایجاد و حذف عوامل MG از پلتفرم MAS می باشد که برای تعیین مشخصات FIPA استفاده می شود. در حقیقت، هر عامل MG بایستی در عامل GM ثبت شود و با شناساگر منحصر به فرد در یک شبکه توزیعی تعیین شود. AID در دایرکتوری عامل GM با هر دو توصیف و حالت جریان حفظ می شود. عامل NG یک عامل کنشی یا واکنشی است که میکرو گرید کنترل شده در حالت متصل یا جزیره ای باشد.

عامل GF: این خود یک فهرست کاملی از عوامل MG را حفظ کرده و اطلاعاتی را در مورد سرویس ها و ترکیبات ارائه شده در اختیار می گذارد این عامل سرویس صفحه زرد را پیاده سازی می کند که توسط عامل MG برای فروش یا خرید توان در یک بازه زمانی استفاده می شود. MAS شامل عوامل GAF برای زیر مناطق شبکه توزی بوده و قادر به انتشار سرویس و درخواست MG یا تغییرات MG است.

عوامل MG: این عوامل مسئول توازن بار هر میکرو گرید تلفیق شده در سطح توزیع است. آن ها اطلاعاتی را در مورد وضعیت عملیات میکرو سورس جمع اوری کرده است. هدف اصلی ارزیابی مقدار توانی است که هر میکرو گرید بایستی قادر به انتقال میکرو گرید ها برای کمینه سازی تلفات توان باشد

#### الف- راهبرد کنترل MAS

راهبرد کنترل عوامل MG بر اساس تئوری بازی ترکیبی با تاسیسات قابل انتقال پیشنهادی توسط منابع اخیر طراحی می شود. هر عامل MG یگ بازیگری است که با سایر بازیگران برای تسهیم مازاد بار و توزیع بازده همکاری می کند. ارزیابی مازاد توان موجود با عامل MG با در نظر گرفتن تقاضای توان و تولید میکرو شبکه با گذشت زمان تعیین می شود. با توجه به دوره زمانی  $\delta t$ ، تقاضای توان  $P_{load_i}$  و عرضه توان  $P_{gen_i}$  میکرو گرید، می توان  $MG_i$  را به صورت زیر تعیین کرد

$$P_{load_i}(\delta t) = \sum_{j=1}^{Nk_i} l_{j,i}(\delta t) \quad (1)$$

$$P_{gen_i}(\delta t) = \sum_{j=1}^{Nh_i} g_{j,i}(\delta t) \quad (2)$$

که  $Nk_i$  تعداد بارها با تقاضای توان  $l_{j,i}(\delta t)$  و  $Nh_i$  تعداد ژنراتورهای توان  $g_{j,i}(\delta T)$  است. از این روی هر میکروگرید  $MG_i$  بایستی قادر به مبادله توان  $P_{exch_i} = P_{gen_i} - P_{load_i}$  برای توازن با مقدار توان مورد نیاز باشد. در معماری توزیع، هر میکروگرید به طور خودکار عمل کرده و توان  $P_{exch_i}$  را از شبکه تاسیسات خریداری می کند. با این حال در شبکه های توزیع هوشمند پیشنهادی، عوامل  $MG$  توزیع شده با مجموعه ای از میکروگریدها برای انتقال کارآمد توان همکاری می کنند. به طور خاص عامل  $MG$  قادر به پایش دارایی های  $DER$  یا سویچ ها است. برای دست یابی به این هدف عامل  $MG$  سه فاکتور را در نظر می گیرد. تلفات توان با انتقال شبکه اصلی، کاهش توان در خطوط ارتباطی و بازده تاسیسات مربوط به هر ترکیب. برای هر میکروگرید  $MG_i$ ، افت توان فنی  $LPL_i$  تابعی از توازن قدرت در باس  $k^{th}$  است.

$$LPL_i = \sum_{k=1}^{K_i} R_{k,i} \frac{(P_{qk,i})^2}{V_k^2} + \beta P_{qk,i} \quad (3)$$

که  $V_k$  ولتاژ خط،  $R_{k,i}$  مقاومت خطی، بتا ضریب تلفات مبدل است. معادله 3 قادر به مدل سازی همه ضایعات توان در انتقال شبکه اصلی است. به علاوه مقدار توان  $P_{exch_i}$  با میکروگرید  $MG_i$  مطابق با معادله 4 است

$$P_{exch_i} = \begin{cases} \sum_k P_{qk,i} & \text{if } P_{gen_i} > P_{load_i} \\ \sum_k P_{0rk,i} & \text{if } P_{gen_i} < P_{load_i} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

که  $P_{0rk,i}$  نشان دهنده میزان توانی است که بایستی تولید شود تا اطمینان حاصل شود که میکروگریدها  $MG_i$  توان  $P_{qk,i}$  را در  $K$  دریافت می کند از این روی توان  $P_{0rk,i}$  به صورت زیر توصیف می شود

$$P_{0rk,i} = R_{k,i} \frac{P_{0rk,i}^2}{V_{k,i}^2} + \beta P_{0rk,i} + |P_{qk,i}| \quad (5)$$

برای هر میکرو گرید  $MG_i$ ، ترکیب بهینه تاشی از عامل میکرو گرید  $i^{th}$  به صورت راه حلی برای بازی TU  $(N, v)$  است

این بازی TU دارای تابع هزینه  $v(S)$  متناسب افت توان است

$$v(S) = \min_{S \subseteq N} u(S, \Sigma) \quad (6)$$

$$u(S, \Sigma) = \sum_{i \in S_s, j \in S_s} LPL_{ij} + \sum_{i_u \in S_s} LPL_{i_u} + \sum_{j_u \in S_b} LPL_{j_u} \quad (7)$$

در معادله  $S = S_b \cup S_s$ ، ترکیب میکرو گرید های ماکزیمم با مجموعه SB میکرو گرید  $\Sigma_b$  بر اساس میزان توان است. در معادله 7،  $LPL_{i,j}$  توصیف کننده تلفات در خطوطی است که میکرو گرید را ترکیب می کند و اولین و دومین مورد تلفات تحمیل شده در انتقال توان از شبکه است می توان تاسیسات را در میان عوامل بر اساس روش متناسب تقسیم کرد. از این روی  $\phi_i$  عامل  $MG_i$  مربوط به S به صورت زیر انتخاب می شود

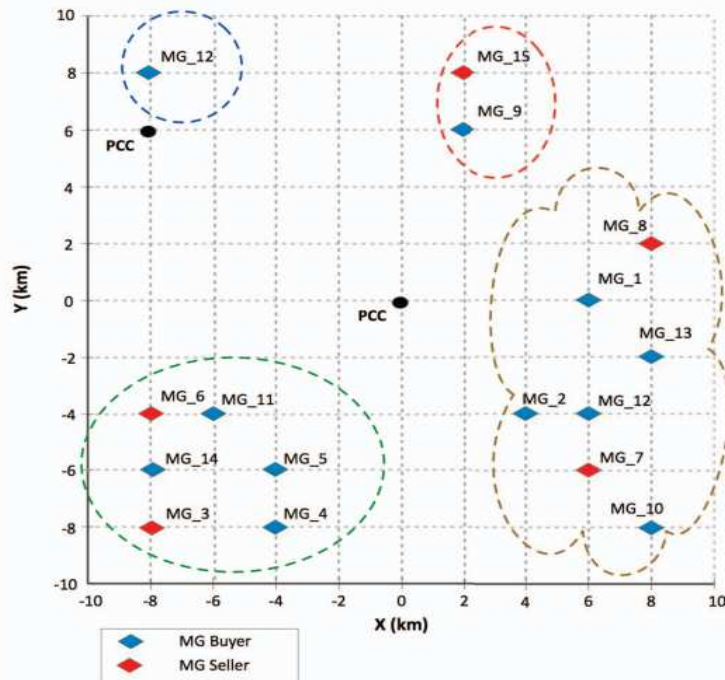
$$\phi_i = v(\{MG_i\}) + \gamma_i \left( v(S) - \sum_{MG_j \in S} v(\{MG_j\}) \right) \quad (8)$$

که  $v(S)$  بهترین هزینه مشارکتی از S از جمله  $MG_i, v(\{MG_j\})$  می باشد که هزینه ترکیب میکرو گرید  $MG_j$  بوده و بر اساس توازن میان میکرو گرید ها تعیین می شود

$$\gamma_i = \frac{\sum_{k \in S, k \neq i} P_{exch}(MG_i, MG_k)}{\sum_{j \in S} \sum_{k \in S, k \neq j} P_{exch}(MG_j, MG_k)} \quad (9)$$

معادلات ریاضی توصیف کننده راهبرد مشارکتی اجرا شده توسط عامل MG قادر به رد یا قبول درخواست از انتقال توان است

### 3- مطالعه موردی و محیط شبیه سازی



شکل 1: توزیع سناریوی شبکه با زیر ایستگاه های چند گانه و میکرو گرید ها در منطقه جغرافیایی 20 در 20

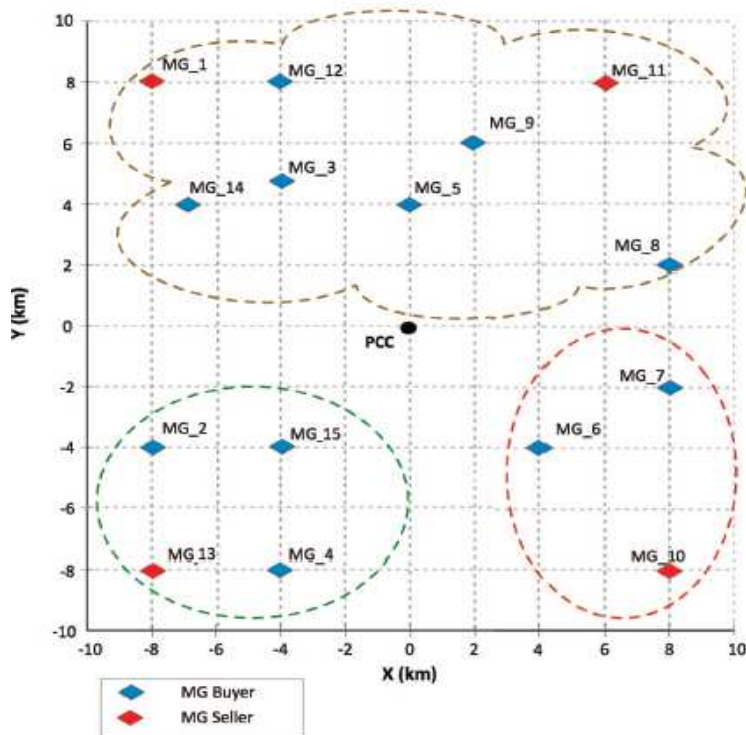
فرض می شود که بخشی از شبکه توزیع 400 کیلومتر مربع بوده و شامل  $N$  میکرو گرید است که در اطراف زیر ایستگاه ها،  $2 \leq N \leq 25$  با قرار دارد. میکرو گرید ها به سیستم الکتریکی اصلی از طریق گوبلینک مشترک متصل می شوند. به علاوه خطوط میان میکروگرید ها در ولتاژ متوسط با مجموعه ولتاژ  $10 \text{ kV}, 15 \text{ kV}$  or  $20 \text{ kV}$  قرار دارند. انتظار می رود که مقدار خاصی از توان در شبکه توزیع با نشت جریان، اثر کرونر و تلفات الکتریکی از بین برود. این تلفات فنی با معادله 3 برای هر خط مدل سازی می شود و مقادیر مقاومت معادل  $R_{k,i}$  در بازه  $[0.2 \sim 0.4] \Omega / \text{km}$  قرار دارد و مقادیر مبدل با ضریب  $\beta = 1.8\%$  است.

توپولوژی های مختلف شبکه توزیع در تست شبیه سازی تحلیل می شود و از این روی نیاز های توان  $P_{exch_i}$  هر میکرو گرید  $MG_i$  به صورت یک ضریب تصادفی ناشی از نوسان تحلیل می شود و از این روی می توان بر طبق توزیع احتمال گت که توزیع گوسی با مقدار صفر در انحراف معیار در بازه  $\sigma_i [0.5, 10] \text{ MW}$  [20]

تبیین می شود



معماری MAS با اجرای سیستم کنترل توان توزیعی برای مجموعه ای از میکرو گرید N، در چارچوب JADE توسعه می یابد و جاوای متن باز بر اساس میان افزار تحت LGPL است. JADE بر اساس IEEE FIPA و این موجب بهبود عملکرد جلوا با مقادیر JADE در شبکه است



شکل 2: مثالی از ترکیبات را با MAS کنترل کننده توزیع با 15 ز میکرو گرید را نشان می دهد

جدول 1: نیاز توان N میکروگرید

Microgrid ID	Exchanged Power (kW)
MG_1	12000
MG_2	-3000
MG_3	-6000
MG_4	-7000
MG_5	-4000
MG_6	-4000
MG_7	-3000
MG_8	-6000
MG_9	-7000
MG_10	14000
MG_11	14000
MG_12	-3000
MG_13	12000
MG_14	-2000
MG_15	-2000

برای تصمیم‌گیری در مورد گروه، عوامل MG پیام‌هایی را با عامل GM مبادله می‌کند و اطلاعاتی در خصوص میزان توان مورد نیاز با لایه‌های مختلف کسب می‌شود. از این روی عوامل MG قادر به اجرای فرایند مذاکره با بازی 6-7 است

این فرایند به تعادل پارتو منتهی می‌شود و مجموعه‌ای از ترکیبات را در جدول 2 می‌دهد

جدول 2: ترکیب پایدار

$S_i$	Players
$S_1$ :	{ MG <sub>2</sub> , MG <sub>4</sub> , MG <sub>13</sub> , MG <sub>15</sub> }
$S_2$	{ MG <sub>1</sub> , MG <sub>3</sub> , MG <sub>5</sub> , MG <sub>8</sub> , MG <sub>9</sub> , MG <sub>11</sub> , MG <sub>12</sub> , MG <sub>14</sub> }
$S_3$	{ MG <sub>6</sub> , MG <sub>7</sub> , MG <sub>10</sub> }

جدول 3 افت توان هر میکروگرید را برای هر دو مدیریت در میکروگرید نشان می‌دهد

جدول 2: افت توان

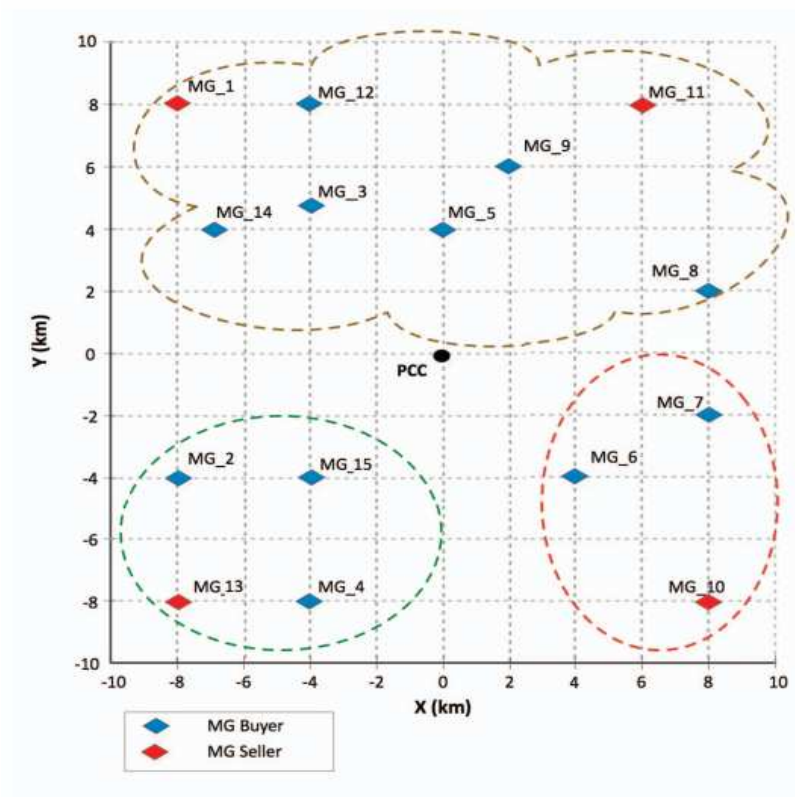
Microgrid ID	Non Collaborative Power Management	Collaborative Power Management
MG_1	1230	120.7
MG_2	104	18
MG_3	252	90
MG_4	400	98
MG_5	112	39.4
MG_15	50.1	11.3
MG_6	100	45.2
MG_7	128	27
MG_8	293.5	113.8
MG_9	319	109.5
MG_10	1600	544.7
MG_11	1470	237.8
MG_12	104.3	18
MG_13	1203	127.3
MG_14	56.1	8.2
MG_15	50.1	11.3

در محاسبه این نتایج، این به صورت انتقال توان میکروگریدها و تیز تبادل توان دو مجموعه از میکروگریدها

تعیین کی شود از این روی  $R_{k,i}=0.25 \Omega/\text{km}$  برای تبادل بین PCC مطلوب است و  $R_{k,i}=0.4 \Omega/\text{km}$  برای

ارتباط خطوط بین دو میکروگرید است

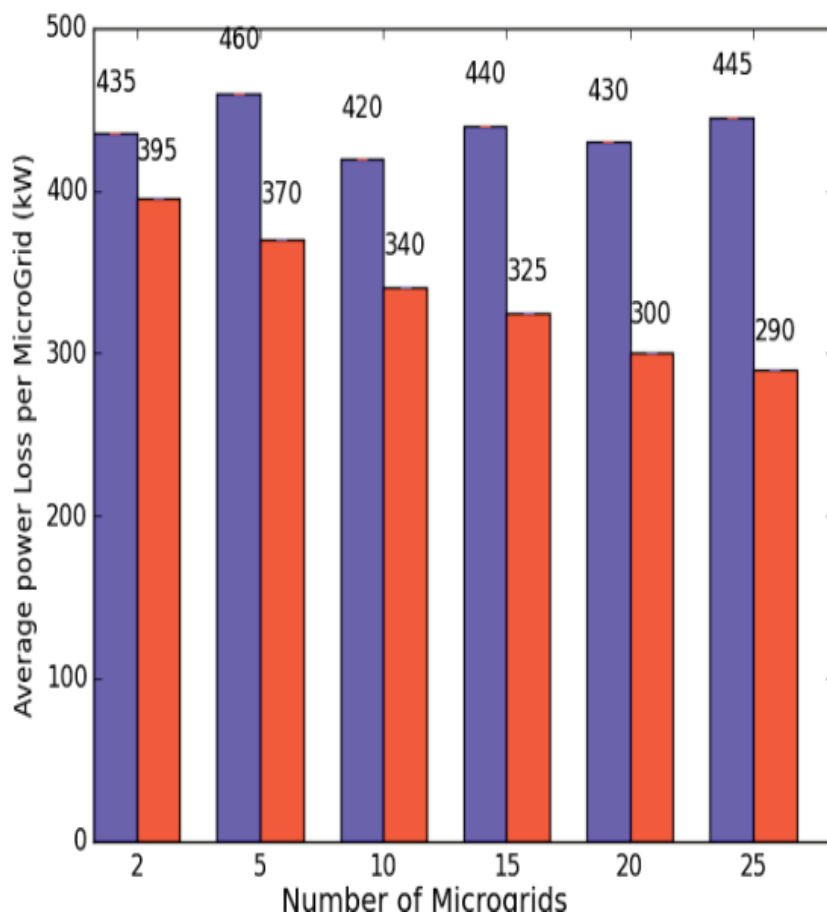
توجه کنید که مازاد تولید توان میکرو گرید NG13 با میکرو گرید MG\_2, MG\_4 و MG\_15 تبیین شده و به صفر می رسد. به طور مشابه، میکرو گرید های MG1 و MG11 دارای مازاد توان در میکرو گرید های ائتلافی است. در نتیجه، افت توان ترکیب S1-S2 حدود 85 درصد است در حالی که کاهش افت توان S3 حدود 66 درصد است



شکل 2: ترکیبات پیشنهادی در یک زمان معین با شبکه های توزیع با 15 میکرو گرید که در مرکز منطقه جغرافیایی قرار گرفته است

به منظور ارزیابی عملکرد MAS پیشنهادی در بهینه سازی توزیع انرژی محلی، کاهش افت توان برای هر میکرو گرید در تعداد زیادی از شبکه ها محاسبه می شود. تست ها با تعداد زیادی از میکرو گرید ها با توجه به مقدار گویلیتک تعیین شدند. به علاوه گراف هم بند خطوط بین میکرو گرید در نظر گرفته می شود. عملکرد MAS از حیث افت توان در شبکه ارزیابی شده و موجب بروز تست های مختلف می شود. شکل 3 نتایج را زمانی نشان می دهد که میکرو گرید ها از طریق MAS تبیین شود لازم به ذکر است که بهبود معنی دار کاهش افت توان وجود

دارد و مدیریت انرژی MAS پیاده سازی شده و این موجب افزایش میکرو گرید شده است. در حقیقت MAS قادر به ترکیب میکرو گرید ها بوده است



شکل 3: تلفات توان متوسط در هر میکرو گرید در حضور و غیاب MAS برای مدیریت انرژی

#### 4- نتیجه گیری

این مقاله به بحث در مورد طراحی MAS برای پیاده سازی راهبرد های کنترل برای توزیع کارآمد انرژی تولید شده با مجموعه از میکرو گرید ها می پردازد. سیستم های توزیع میکرو ترکیبی از منابع توان تجدید پذیر مدولار الکتریکی، بار محلی و حافظه توزیعی می باشند که برای تبادل توان با الکتریته در حالت متصل استفاده می شوند. یکی از وظایف اصلی در عملیات میکرو گرید توازن دینامیک عرضه محلی و تقاضای توان به دلیل ماهیت متناوب منابع انرژی تجدید پذیر و تغییرات تقاضای بار می باشد. با اینحال، انتقال توان میان شبکه اصلی و میکرو گرید معمولاً با هزینه ناشی از تلف توان در خط توزیع ارتباط دارد. در این مقاله، یک سیستم چند عاملی توزیعی برای هماهنگی بهینه منابع انرژی چندگانه نیاز است. عوامل مرتبط با هر میکروگرید از یک راهبرد مشارکتی برای کمینه

سازی افت توان در خط توزیع و بیشینه سازی درآمد اقتصادی با تسهیم مازاد توان تولید شده بین میکرو گرید های متعلق به یک ترکیب بررسی می شوند. نتایج شبیه سازی حاکی از اثر بخشی راهبرد کنترل پیشنهادی است که نشان می دهد بازده MG تا 30 درصد افزایش می یابد به خصوص زمانی که میکرو گرید ها به توازن بار می انجامند. برآیند MAS پیشنهادی از حیث کاهش افت توان، کارایی چارچوب پیشنهادی را بر عکس شبکه توزیع نشان داده است. احتمال ترکیب کارآمد برای تسهیم توان سود می تواند به سود اقتصادی با کاهش معنی دار توان مرتبط با میکرو گرید عملیاتی در سطح توزیع منجر شود.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی