تحلیل و ارزیابی مدیریت بهینه مصرف انرژی مشترکین شبکه هوشمند با در نظر گرفتن برنامه پاسخگویی بار با دو الاستیسیته متضاد

محمد هادی اسکندری ثانی [*۱]، علیرضا نوروزپور شهربجاری[۲].

۱- گروه مهندسی برق، دانشگاه فنی و حرفه ای، تهران، ایران/Mohammadhadieskandarisani80@gmail.com

۲- گروه مهندسی برق، دانشگاه فنی و حرفه ای، تهران، ایران/Norouzpour.official@gmail.com

خلاصه

هدف این مقاله طرح بهینه سازی توان مصرفی و کاهش هزینه کل مصرف کننده و مقایسه دو مصرف کننده با دو الاستیسیته متفاوت می باشد که با یک سیاست قیمت گذاری اگاهانه مصرف کننده بر اساس الگوی تقاضای بار فردی۲ مصرف کننده را در شبکه هوشمند برسی میکند که برای هر ساعت از شبانه روز به طوری برنامه ریزی شده است که کمترین مقدار بار از شبکه دریافت شود و کمترین هزینه را برای مصرف کننده داشته باشد. برای دست یابی به این هدف مدل و روش ریاضی که شامل قیمت گزاری اگاهانه مشتری است فرموله میشود. این فرمول ریاضی با یکپارچه سازی انرژی¬های تجدید پذیر خورشیدی و بادی موجود در شبکه هوشمند و با قرار دهی برنامه پاسخگویی بار درون ان مسئله بهینه سازی مصرف انرژی را حل میکند . این مسئله بهینه سازی با استفاده از الگوریتم ژنتیک برای هر مصرف کننده با هدف توزیع قیمت منصفانه و حداقل بار دریافتی از شبکه به صورت مجزا حل میکند و بسته به الاستیسیته هر مشتری برای قرار گیری در برنامه پاسخگویی بار مقدار بهینه سازی ان متفاوت است و حداقل سازی مصرف بار بر اساس الاستیسیته هر مشتری انجام میشود . در نهایت نتایج کل هزینه با و بدون برنامه پاسخگویی بار برای دو مشتری با دو الاستیسیته متفاوت مقایسه میشود و میانگین ان برسی می شود تا نتیجه برنامه ریزی های انجام شده مورد برسی قرار گیرد.

کلمات کلیدی: بهینه سازی ، شبکه هوشمند ، پاسخگویی بار ، الاستیسیته

۱. مقدمه

با توجه به افزایش روزافزون جمعیت جهان و توسعه سریع در صنعت فناوری اطلاعات و ارتباطات، انرژی تقاضا به طور قابل مالحظه ای افزایش می یابد لذا استفاده بهینه از منابع تولید انرژی یکی از چالش های مبرمی است که بخش برق امروزی با آن مواجه است. زیرا، در مقابل، مولد برق و قابلیت انتقال سیستم برق فعلی رو به افزایش است با سرعت بسیار کمتر این به دلیل محدودیت ظرفیت در منابع تولید برق معمولی است زیرا تولید برق حرارتی است به دلیل انتشار دی اکسید کربن بسیار محبوب نیست. بنابراین، توسعه طرح های زمان بندی بار با استفاده کارآمد از منابع انرژی موجود با ادغام انرژی های تجدیدپذیر است برای رفاه جمعی و کیفیت زندگی مستمر لازم است. برای این منظور لازم است فعالیت ها یا برنامه هایی در نظر گرفته شود کاهش مصرف انرژی و مدیریت بارهای کاربر نهایی را ترویج می کند. اولی مصالح ساختمانی کارآمد را در نظر می گیرد و بارهای هوشمند.

مورد دوم بر توسعه بار تکنیک های زمان بندی و بهینه سازی کارآمد متمرکز است.

به طور کلی، طرحهای DR پویا به طور گسترده در توسعه برنامه های مدیریت انرژی مورد استفاده قرار میگیرند برنامه های DR به صراحت برای مسکونی طراحی شده اند مصرف کنندگان بارهای خود را مجدداً برنامه ریزی کنند ، برای مدیریت طولانی مدت انرژی مسکونی بسیار کارآمد، تقاضای بار، قیمت برق و انرژی های تجدید پذیر منابع انرژی باید به دقت مورد توجه قرار گیرد. در غیر این صورت، آب و برق و به ویژه کاربران نهایی ممکن است به طور نامناسبی شارژ شوند. در نتیجه، این ممکن است کاربران نهایی را در سازگاری و مشارکت در DR دلسرد کند.

۲. معادلات حاکم بر مسئله

به طور کلی دو مقوله پاسخگویی بار و شبکه هوشمند هر کدام به صورت مجزا دارای مبحث های مفصلی هستند که تحقیقات و مقالات بسیار زیادی در این دو زمینه وجود دارد . نواوری که در این مقاله وجود دارد ترکیب این دو مقوله است بدین صورت که یک شبکه هوشمندی وجود دارد که برنامه پاسخگویی بار درون این شبکه برنامه ریزی شده است .

سیر عملی بدین صورت است که تمامی شبیه سازی ها و برنامه نویسی این پروژه در نرم افزار MATLAB انجام می شود به طوری که یک شبکه هوشمند مجزا برای هر مصرف کننده وجود دارد که در کل ۲ مصرف کننده مورد برسی قرار میگیرند که هر مشتری در شرایط اب و هوایی مختلفی مورد برسی قرار میگیرد و هر کدام دارای الاستیتیه و در نتیجه کلی این نواوری در شرایط اب و هوایی مختلف و میانگین کل مورد برسی قرار می گیرند. در شبکه هوشمند برای هر مصرف کننده یک نیروگاه فتوولتائیک و یک نیروگاه بادی در نظر گرفته شده است و روند کار به این صورت است که مصرف کننده دارای دو منبع تولید توان بادی و خورشیدی است و از شبکه نیز تغذیه میکند و برنامه پاسخگویی بار درون این شبکه هوشمند برنامه ریزی شده تا بهینه سازی هم از لحاظ توان دریافتی ازشبکه و هم از لحاظ حداقل سازی قیمت در طی یک دوره ۲۴ ساعته انجام شود .

جهت دستیابی به این هدف و رسیدن به بهینه سازی دلخواد برای هرمصرف کننده توان مصرفی که دریافت میکند به عنوان مصرفی [1] در هر ساعت از شبانه روز مورد استفاده قرار میگیرد . وزش باد، دمای هوا و تابش نور خورشید [2] به عنوان دیتا های ورودی به حل مسئله است که توسط یک برنامه الگوریتم ژنتیک مجزا برنامه نویسی شده است که این برنامه برای هر مصرف کننده با توجه به نوع مصرف و محل جغرافیایی ان و الاستیسیته ان در یک دوره ۲۴ ساعته متفاوت است .

$$Total\ Cost = \sum_{i=1}^{4}\{(C_{PV,i} \times P_{PV,i} + C_{wt,i} \times P_{wt,i}) + (\sum_{t=1}^{24}(P_{s,i,t} \times MP_{t,i} + P_{DR,i,t} \times s_{i,t}))\} \quad (۱)$$

در رابطه بالا [3] $MP_{t,i}$ و $P_{s,i,t}$ به ترتیب قیمت برق و توان دریافتی از شرکت برق است و به همین صورت $s_{i,t}$ و $P_{DR,i,t}$ که به ترتیب مبلغ دریافتی کاربر در زمان است که به عنوان پاداش به ازای کاهش مصرف و میزان توان کاهشی مصرف کننده است . $P_{PV,i}$ و $C_{PV,i}$ میزان توان تولیدی و قیمت فتوولتائیک است و $P_{wt,i}$ و $C_{wt,i}$ توان تولیدی وقیمت تولیدی ژنراتور بادی است

این تابع هدف دارای قیودی می باشد [3] از جمله:

$$P_{DG1} + P_{DG1} + \cdots + P_{DGi} = Load \quad (۲)$$

$$P_{Gen}^{min} \leq P_{Gen} \leq P_{Gen}^{\max} \quad (۳)$$

توام خروجی منبع فتوولتائیک به دمای سلول ها و شدت تابش خورشید در نقطه ماگزیمم وابسته است که رابطه ان به صورت زیر می باشد:

$$P_{PV}(t) = [\ (P_{PV,stc} \times \frac{G_T(t)}{1000}) \left(1 - \gamma\left(T_j - 25\right)\right) \times N_{PVs} \times N_{PVp} \quad (۴)$$

$$T_j = T_{amp} + \frac{G_T}{G_{T,STC}} \times (NOCT - 20) \quad (۵)$$

در روابط بالا P_PV برابر توان خروجی ژنراتور در نقطه ماگزیمم ، P_(PV,stc) توان نامی فتوولتائیک در نقطه ماگزیمم و شرایط استاندارد G_T میزان تابش در شرایط استاندارد γ ضریب دمایی توان در نقطه ماگزیمم توان ، T_j دمای سلول خورشیدی ، N_PVs ⟦ و ⟧N PVp_ تعداد مایول های سری و موازی ، NOCT دمای عملکرد نامی سلول است [4] .

توان تولیدی توربین بادی به سرعت باد بستگی دارد. تغییرات سرعت باد میتواند به صورت لحظه ای ، ساعتی ، روزانه و فصلی باشد . اما فرض ما در این پروژه تغییرات باد برحسب ساعت است . لذا برای مدل سازی توان حقیقی تولید شده توسط توربین بادی از رابطه زیر استفاده می کنیم.

$$P_{wt} = \begin{cases} 0 & if\ v < v_{ci} \\ P_R(A + Bv + Cv^2) & if\ v_{ci} < v < v_r \\ P_R & if v_r < v < v_{co} \\ 0 & if\ v_{co} < v \end{cases} \quad (۶)$$

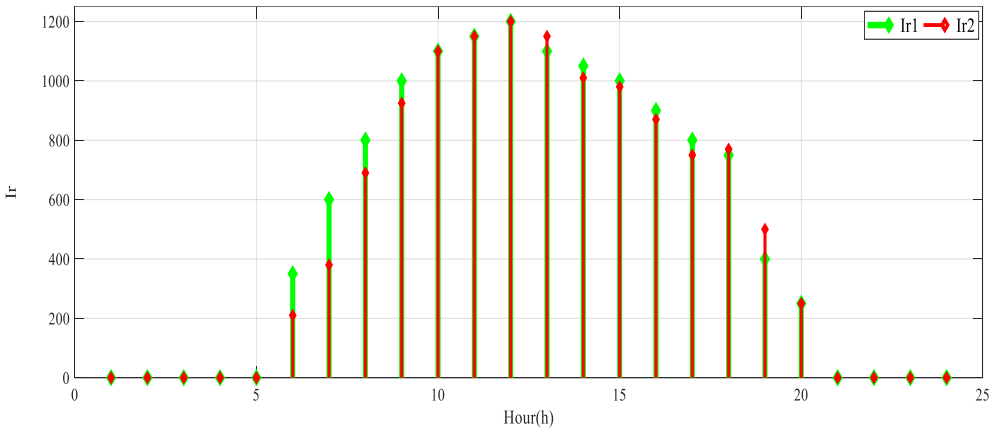
که در رابطه بالا v_co و v_ci به ترتیب سرعت قطع بالا و پایان و v_r سرعت نامی توربیت بادی ، P_R توان نامی توربینی بادی است و A B C ضرایبی مربوط به نوع توربین مورد استفاده است [5] .

برای ارزیابی دقیق در هنگام شبیه سازی اطلاعاتی از جمله تابش، دما و ورزش باد برای هر چهار مشتری از سامانه هواشناسی برای مناطق گرم و خشک ، سرد و کوستانی استعلام گرفته شده است.

۳. اطلاعات مربوط به مصرف کنندها

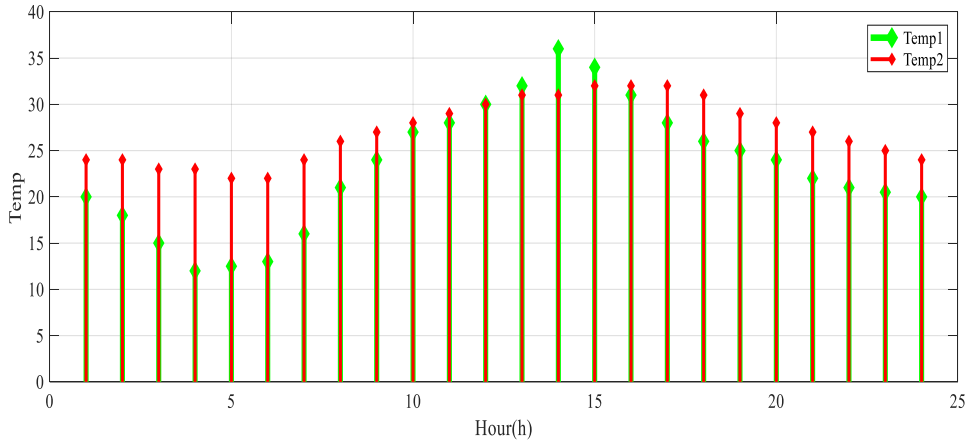
تمامی اطلاعات مربوط به مصرف کننده ها از سامانه هواشناسی دریافت گردیده است.

مقدار تابش نور خورشید مصرف کننده:



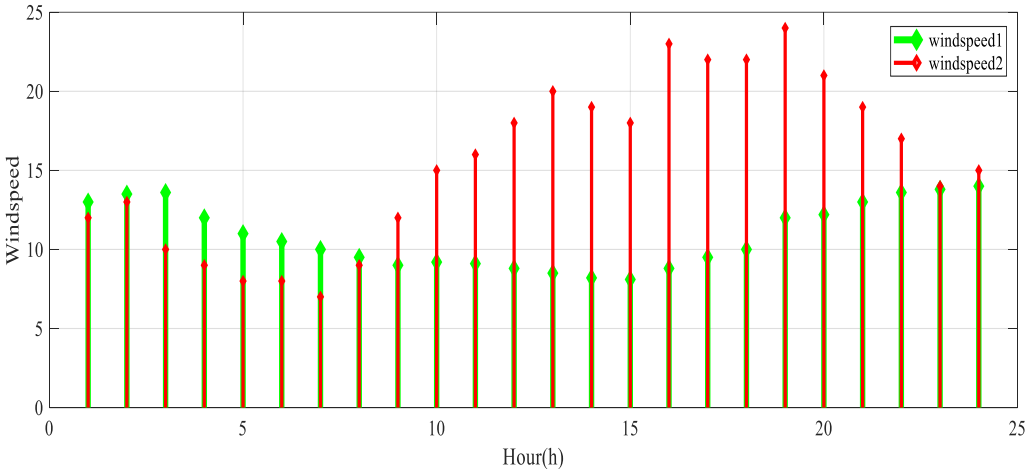
نمودار۱. نمودار مقادر تابش نور خورشید مربوط به ۲ مصرف کننده

مقدار تابش نور خورشید مصرف کننده:



نمودار۲. نمودار مقدار دمای هوای محیط مربوط به ۲ مصرف کننده

مقدار تابش نور خورشید مصرف کننده:

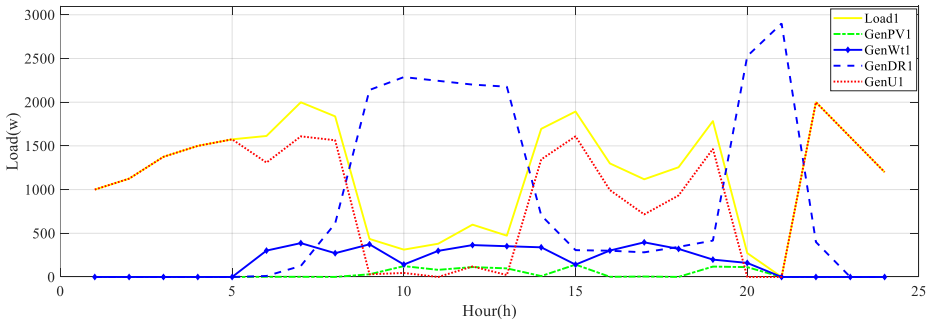


نمودار۳. نمودار مقدار سرعت باد مربوط به ۲ مصرف کننده

۴. نتایج مربوط به مصرف کننده ها

۴.۱. نتایج مربوط به مصرف کننده یک

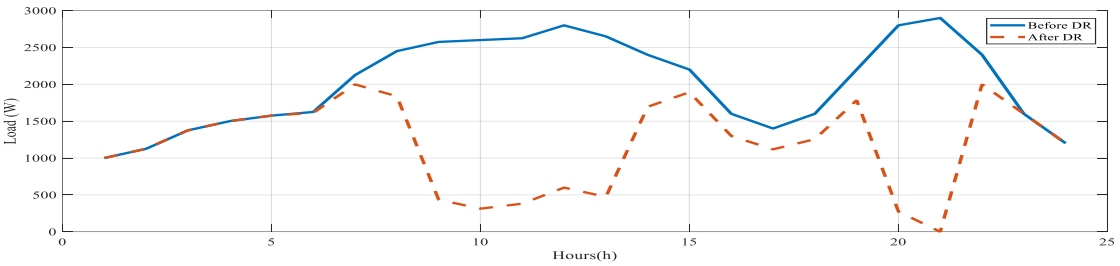
خروجی مقدار توان های تولید شده توسط انرژی باد و انرژی خورشیدی و پاسخگویی بار و دریافتی از شبکه مجزا برای هر ساعت با استفاده از الگوریتم ژنتیک به صورت زیر میباشد.



نمودار۴. نمودار مربوط به تمامی توان های تولیدی و مصرفی از شبکه مصرف کننده ۱

این نمودار نشان دهنده توان تولیدی توسط انرژی خورشیدی و بادی و برنامه پاسخگویی بار و دریافتی از شبکه برای هر ساعت به صورت مجزا است که نشان میدهد در هرساعت از کدام یک از توان ها به چه مقداری استفاده نماییم تا حداقل توان مصرفی استفاده شود به قیدی که به رفاه اجتمایی مصرف کننده لطمه ای وارد نشود و کمترین هزینه را برای کاربر داشته باشد . به عبارت دیگر منظور از اینکه به رفاه اجتماعی مصرف کننده لطمه ای وارد نشود این است که مقدار توانی که در ابتدا وقبل از شبکه هوشمند و برنامه پاسخگویی بار، مصرف کننده دارد از شبکه دریافت میکند توسط نیروگاه خورشیدی و بادی جبران میشود مقدار تفاوت توان دریافتی قبل وبعد از شبکه هوشمند و برنامه پاسخگویی بار بسته به الاستیسیته [2] مصرف کننده برای شرکت در برنامه پاسخگویی بار دارد که کاملا اختیاری وابسته به تعدادی پارامتر ازجمله سبک زندگی، درامد و .. دارد که هرچه کشش مصرف کننده بیشتر باشد نقش ان در برنامه پاسخگویی ان بیشتر است و توان کمتری مصرف میکند و پاداش بیشتری از شبکه برق دریافت میکند موقعیت جغرافیایی این مصرف کننده در اب و هوای گرم و خشک در نظر گرفته شده است.

تاثیر گذاری برنامه پاسخ گویی بار قبل و بعد از اجرا در نمودار زیر برای مشتری اول امده است.



نمودار۵. نشان دهده توان دریافتی از شبکه قبل و بعد از برنامه پاسخگویی بار مصرف کننده۱

در واقع این نمودار نشان دهنده تاثیر میزان بار دریافتی مصرف کننده از شبکه قبل و بعد از اجرای برنامه پاسخگویی بار می باشد که همانطور که مشخص است با توجه به الاستیسیته این مشتری برنامه پاسخگویی بار توانسته است پیک های بوجود امده از تقاضای بار کاربر را بشکند و در نهایت مقدار بار دریافتی از شبکه را کاهش دهد و بهینه سازی را انجام بدهد[۶]. مقدار توان های بهینه سازی شده و بدست امده مجز برای هر ساعت توسط الگوریتم ژنیتیک برای توان های باد، خورشید ، دریافتی از شبکه و پاسخگویی بار به صورت زیر می باشد.

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
P_{PV}	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۷	۹۶	۱۰۹	۱۱۶	۱۱۶	۱۱۳	**۱۱۲**
P_{wt}	۰	۰	۰	۰	۰	246.5	192.6	344	327	139	225	**279**
P_{DR}	۰	۰	۰	۰	۰	240	246	270	2111	2345	۲۲۸۷	**۲۳۸۱**
P_{new}	1000	1125	1375	1500	1575	1137	1589	1527	20	0	0	**8**

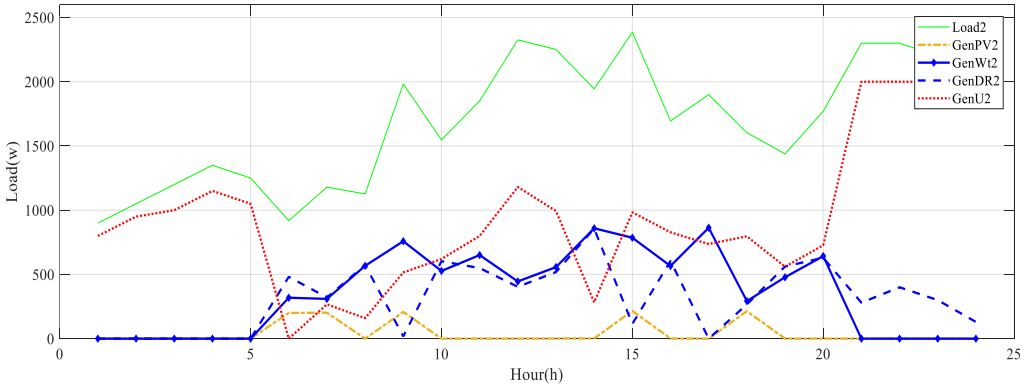
جدول۱. جدول توان های محاسبه شده توسط الگوریتم ژنتیک مصرف کننده ۱ در ۱۲ ساعت اول

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_{PV}	۱۳۰	۶۵	۱۴۷	۱۴۲	17	116	3.7	0	۲	۰	۰	۰
P_{wt}	۳۵۲	289	143	365	396	420	354	467	۰	۰	۰	۰
P_{DR}	۲۱۶۶	۴۱۷	۳۴۳	۳۲۱	۷۰	۴۲۰	۴۶۹	۲۳۳۲	۲۹۰۰	۴۰۰	0	**0**
P_{new}	66	1545	1574	897	70	756	1377	0	0	2000	1600	**1200**

جدول۲. جدول توان های محاسبه شده توسط الگوریتم ژنتیک مصرف کننده ۱ در ۱۲ ساعت اول

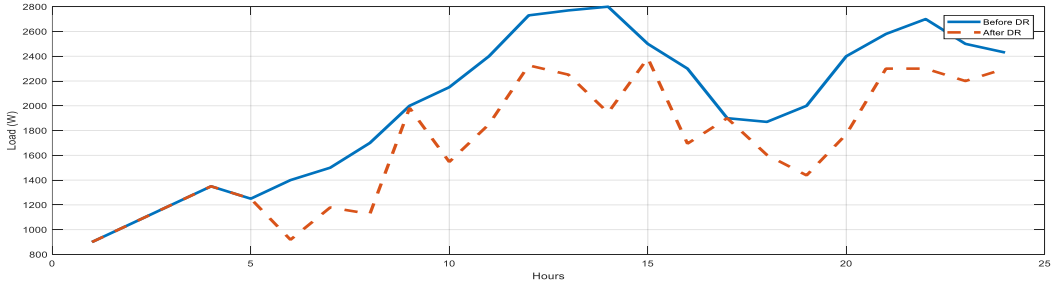
۴.۲. نتایج مربوط به مصرف کننده دو

خروجی مقدار توان های تولید شده توسط انرژی باد و انرژی خورشیدی و پاسخگویی بار و دریافتی از شبکه با استفاده از الگوریتم ژنتیک به صورت زیر میباشد.



نمودار۶. نمودار مربوط به تمامی توان های تولیدی و مصرفی از شبکه مصرف کننده ۲

تاثیر گذاری برنامه پاسخ گویی بار قبل و بعد از اجرا در نمودار زیر مشاهده میکنیم:



نمودار۷. نشان دهده توان دریافتی از شبکه قبل و بعد از برنامه پاسخگویی بار مصرف کننده۲

موقعیت جغرافیایی این مصرف کننده در اب و هوای سرد و کوهستانی در نظر گرفته شده است و کشش ان در برنامه پاسخگویی بار کم است کاملا متضاد مصرف کننده یک است . موقعیت جغرافیایی که برای این مصرف کننده در نظر گرفته شده است در اب و هوای سرد و کوهستانی است .

مقدار توان های بهینه سازی شده و بدست امده مجزا برای هر ساعت توسط الگوریتم ژنیتیک برای توان های باد، خورشید ، دریافتی از شبکه و پاسخگویی بار به صورت زیر است.

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
P_{PV}	۰	۰	۰	۰	۰	۴۴.۲	۲۰۲	۲۰۳	۰	۰	0	**۲۱۳**
P_{wt}	۰	۰	۰	۰	۰	513	295	426	654	840	558	**757**
P_{DR}	۰	۰	۰	۰	۰	442	403	424	596	0	606	**145**
P	800	950	1000	1150	1050	0	200	448	244	909	835	**913**

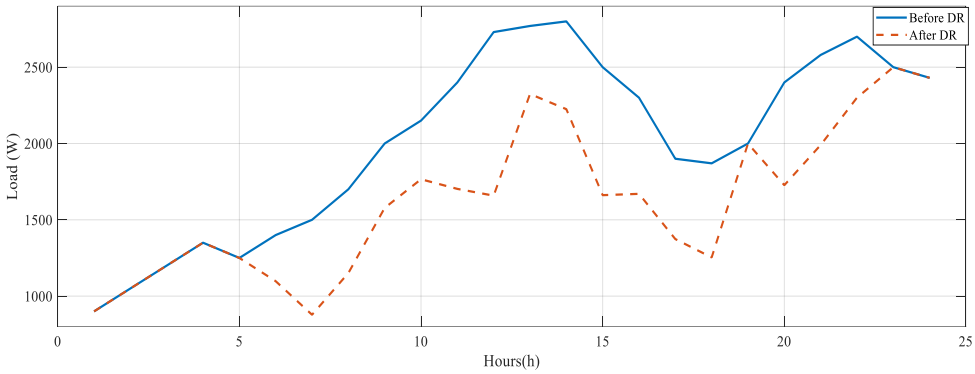
جدول۳. جدول توان های محاسبه شده توسط الگوریتم ژنتیک مصرف کننده ۲ در ۱۲ ساعت اول

	13	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
P_{PV}	۲۱۴	۲	۱۹۵	۰	۲۱۵	1	0	2	2	۰	۰	۰
P_{wt}	294	493	930	581	797	447	584	621	0	0	0	**0**
P_{DR}	1337	156	277	20	0	0	618	362	580	700	500	**430**
P	1269	1038	975	946	551	614	465	758	2000	2000	2000	**2000**

جدول۴. جدول توان های محاسبه شده توسط الگوریتم ژنتیک مصرف کننده ۲ در ۱۲ ساعت دوم

۴.۳. میانگین و نتایج دو مصرف کننده

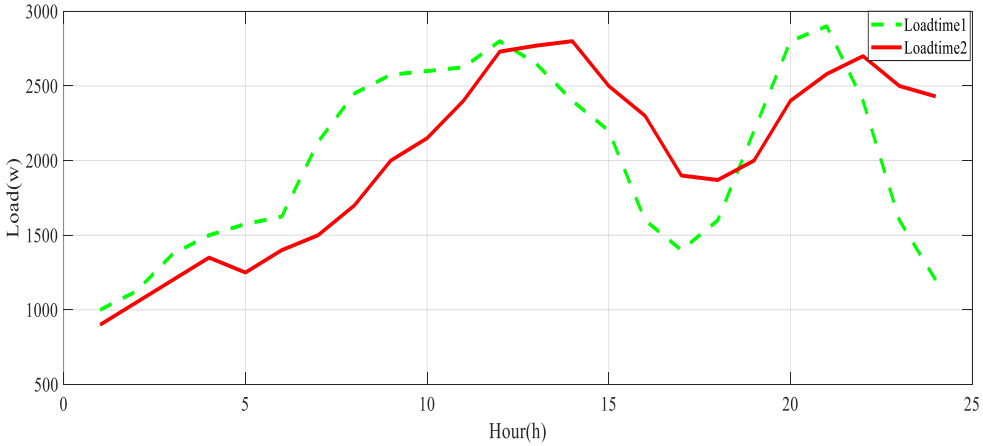
هدف از این بخش این است که اگر در یک شبکه یک مصرف کننده تمایل زیادی برای حضور در برنامه پاسخگویی بار داشته باشد و یک شرکت کننده تمایل زیادی برای حضور در برنامه ندارد به طور کلی از دیدگاه شبکه این دو مصرف کننده قبل و بعد از حضور برنامه پاسخگویی بار و شبکه هوشمند چه میزان توان دریافت میکند و اینکه ایا برنامه پاسخگویی بار توانسته است در میزان توان دریافتی مصرف کننده از شبکخ تاثیر گذار باشد یا خیر . به طور کلی میانگین توان های دریافتی قبل و بعد از برنامه پاسخگویی بار در شبکه هوشمند مربوط به دو اقلیم اب و هوایی مختلف به صورت زیر می باشد.



نمودار۸. نشان دهده میانگین توان دریافتی از شبکه قبل و بعد از برنامه پاسخگویی بار تمامی مصرف کننده ها

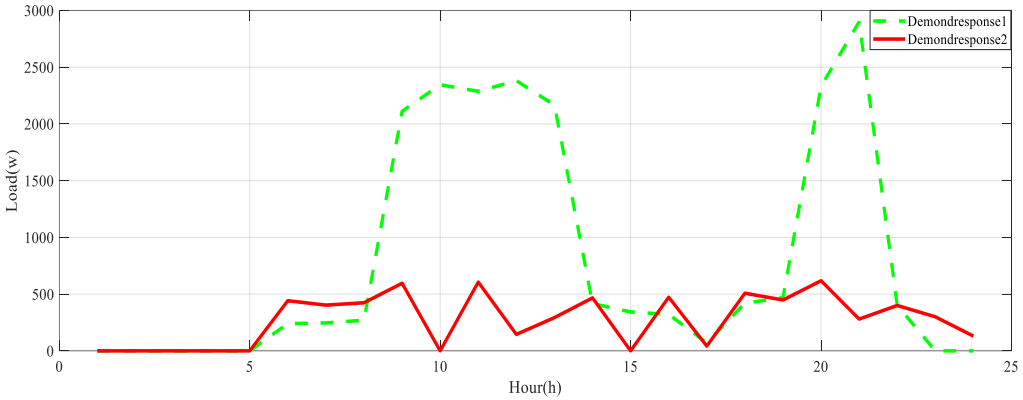
هدف از این میانگین ، نقش برنامه پاسخگویی بار درشبکه هوشمند با حضور منابع تولید پراکنده باد و خورشید این است که نشان دهد برنامه پاسخگویی بار در تمامی اقلیم ها با وجود تعدادی اسلاستیسیته مختلف مصرف کنندگان به چه صورت عمل میکند که همان طور که مشخص است بهینه سازی انجام شده و نقاط پیک تبدیل به نقاط میان پیک و اف پیک شدند [7] .

نمودار مقدار بار های دریافتی از شبکه توسط دو مصرف کننده به صورت زیر میباشد.



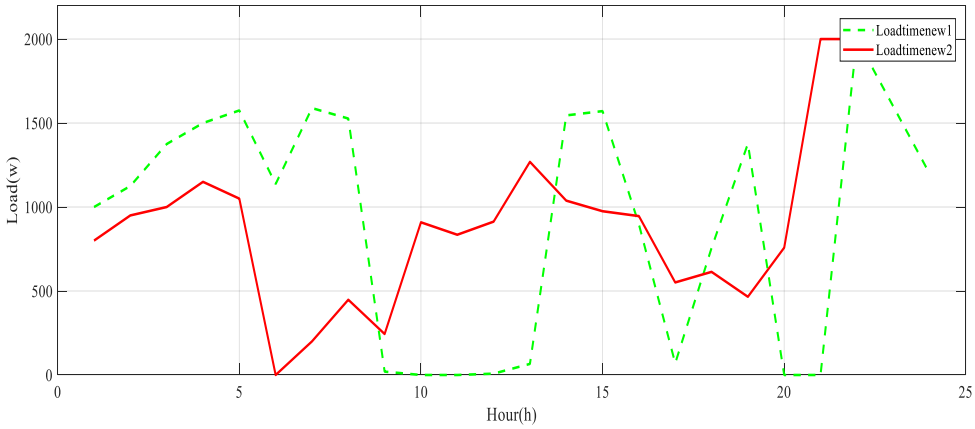
نمودار۹. نمودار توان های دریافتی هر ۲ مصرف کننده از شبکه قبل از برنامه پاسخگویی بار

نمودار مقدار توان تولیدی توسط برنامه پاسخگویی بار با توجه به اسلاستیسیته برای چهار مشتری به صورت زیر است:



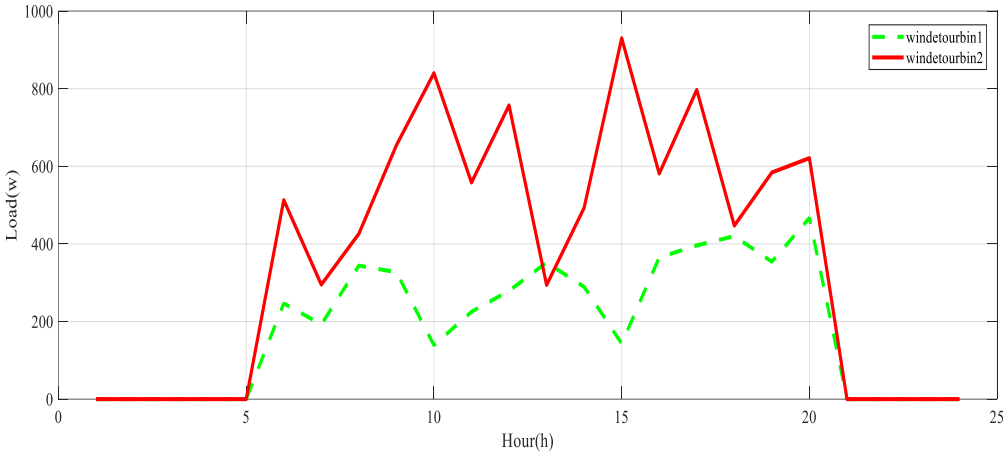
نمودار۱۰. نمودار توان های بهینه شده توسط برنامه پاسخگویی بار

نمودار نهایی مقدار توان دریافتی از شبکه با استفاده از تاثیر گزاری برنامه پاسخگویی بار و شبکه هوشمند برای چهار مشتری به صورت زیر می باشد.



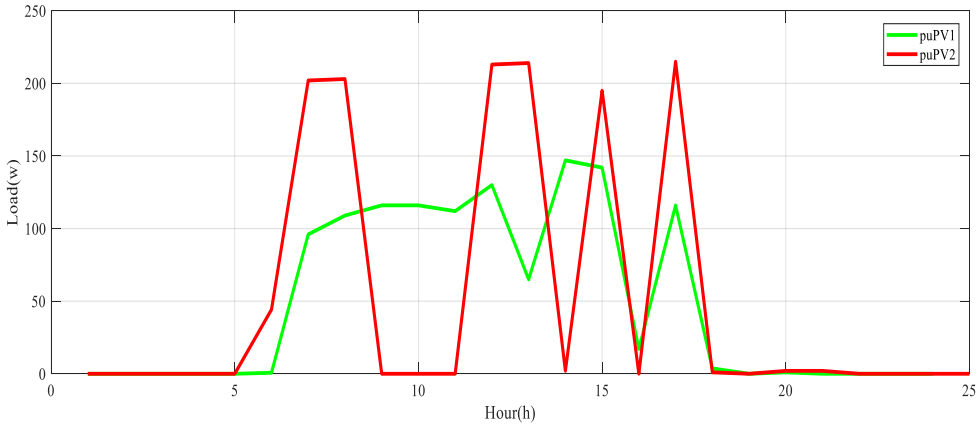
نمودار۱۱. نمودار توان های دریافتی هر مصرف کننده از شبکه بعد از برنامه پاسخگویی بار

نمودار تولید توان الکتریکی برای نیروگاه بادی هر مصرف کننده در چند اقلیم مختلف به صورت زیر می باشد.



نمودار۱۲. نمودار توان های تولیدی هر چند مصرف کننده توسط نیروگاه بادی

نمودار تولید توان الکتریکی برای نیروگاه فتوولتائیک چهار مصرف کننده در چند اقلیم مختلف به صورت زیر می باشد.



نمودار۱۳. نمودار توان های تولیدی هر ۴ مشتری توسط نیروگاه خورشیدی

۵. نتایج عددی و محاسباتی

می خواهیم برسی کنیم که میزان توان تولیدی و مصرف هر مصرف کننده به صورت مجزا و کلی چه مقدار است و هچنین مقدار هزینه مصرفی هر مصرف کننده را به صورت مجزا و کلی مورد برسی قرار میدهیم که در حالت کلی که مصرف کننده تنها از شبکه برق توان دریافت میکند چه میزان هزینه برای مشتری دارد و در مرحله بعد برسی میکنیم که در حالی که منابع بادی و خورشدی و برنامه پاسخگویی بار در شبکه در حال اجرا هستند مصرف کننده چه مقدار توان از شبکه دریافت میکند و همینطور به طور کلی چه مقدار هزینه برای مصرف کننده دارد و این دو مورد برسی قرار میگیرند .

بررسی بعدی به این گونه است که اگر تنها برنامه پاسخ گویی بار در شبکه نباشد و مصرف کننده از طریق شبکه برق و منابع بادی و خورشیدی تعمین شود مقدار هزینه که مصرف کننده در این حالت باید بپردازد با حالتی که تنها از شبکه تغذیه می شود مورد برسی قرار می گیرد.

در مراحل بعدی توان کلی دریافتی هر مصرف کننده صورت مجزا و کلی محاسبه مشیود و همین طور توان تولیدی کلی و همینطور قزینه کلی منابع بادی و خورشیدی به صورت مجزا و کلی مورد برسی قرار می گیرد.

فرمول ها و نحو محاسبات هزینه هر توان به صورت مجزا [8]

فرمول نحوه محاسبه هزینه توان تولیدی فتوولتائیک: $Cpv=49.55+1.95*Ppv$

فرمول نحوه محاسبه هزینه توان تولیدی بادی: $Cwt=85+1.05*Pw$

فرمول نحوه محاسبه هزینه توان مصرفی از شبکه: $Cu=100+8.1*Pu$

۵.۱. نتایج عددی:

جدول تمامی توان های خروجی الگوریتم ژنتیک:

	PL old	PL new	Pwt	Pdr	Ppv	Pcg	Puc new	Puc old
Customer1	48.325	21.93	4.53	19.51	1.17	25.42	27.64	48.32
Customer2	48.349	23.11	8.79	6.57	1.29	16.65	33.19	48.380
total Customers	96.67	100	28.28	57.8	5.21	42.1	60.8	96.7

جدول۵. جدول توان های محاسبه شده توسط الگوریتم ژنتیک تمامی مصرف کننده ها در ۱۲ ساعت اول

جدول تمامی هزینه های مصرف کننده ها:

	C old	C new	Cwt	Cdr	Cpv	Cuc new	Cuc old	Cucwtpw
Customer1	**490**	**278**	**89**	**118**	**51**	**159**	**490**	**345**
Customer2	**492**	**321**	**94**	**53**	**59**	**247**	**491**	**344**
total Customers	**982**	**599**	**183**	**171**	**110**	**407**	**981**	**689**

جدول۶. جدول توان های محاسبه شده توسط الگوریتم ژنتیک تمامی مصرف کننده ها در ۱۲ ساعت دوم

۶. فهرست اطلاعات و علائم

PLold توان دریافتی کل مصرف کننده	PLnew توان دریافتی جدید کل مصرف کننده
CLold قیمت توان دریافتی کل مصرف کننده	CL new قیمت توان دریافتی جدید کل مصرف کننده
Pwt توان تولیدی بادی مصرف کننده	Cwt قیمت توان تولیدی بادی مصرف کننده
Pdr توان برنامه پاسخگویی بار	Cdr قیمت توان برنامه پاسخگویی بار
Ppv توان تولیدی فتوولتائیک	Cpv قیمت توان تولیدی خورشیدی:
Pcg توان تولیدی کل مصرف کنند	Puc old توان کل مصرفی مصرف کننده
C cu قیمت توان کل مصرفی مصرف کننده old	Puc new توان کل مصرفی جدید مصرف کنند
C cu قیمت توان کل مصرفی جدید مصرف کننده new	Cucwtpw :قیمت توان کل مصرفی مصرف کننده یک بدون بدون در نظر گرفتن برنامه پاسخگویی بار

۷. نتیجه گیری

به طور کلی هدف از انجام این پروژه بهینه سازی مصرف بار از دیدگاه شبکه و بهینه سازی هزینه مصرف از دیدگاه مصرف کننده است به به طور کلی نتایج پس از قرار هدی برنامه بهینه سازی پیشنهادی به شرح زیر می باشد .

برای مصرف کننده اول با برقراری برنامه پاسخگویی بار از دیدگاه شبکه مصرف کننده ۴۵ درصد توان اولیه که از شبکه دریافت میکرد مصرف میکند و به طور کلی ۵۵ درصد کاهش توان از دیدگاه شبکه دارد .و از دیدگاه مصرف کننده میزان هزینه که مصرف کننده باید پرداخت کند ۵۶ درصد هزینه اولیه ای است که باید به شرکت برق پرداخت نماید و به طور کلی این برنامه ۴۴ درصد کاهش هزینه برای مصرف کننده دارد.

برای مصرف کننده دو از دیدگاه شبکه مصرف کننده ۵۶ درصد توان اولیه که از شبکه دریافت میکرد مصرف میکند و به طور کلی ۴۴ درصد کاهش توان از دیدگاه شبکه دارد .و از دیدگاه مصرف کننده میزان هزینه که مصرف کننده باید پرداخت کند ۶۵ درصد هزینه اولیه ای است که باید به شرکت برق پرداخت نماید و به طور کلی این برنامه ۳۵ درصد کاهش هزینه برای مصرف کننده دارد.

هزینه اولیه ای است که باید به شرکت برق پرداخت نماید و به طور کلی این برنامه ۴۲ درصد کاهش هزینه برای مشتری دارد.

به طور کلی برای تمامی مصرف کننده از دیدگاه شبکه مصرف کننده ۵۰.۵ درصد توان اولیه که از شبکه دریافت میکرد مصرف میکند و به طور کلی ۴۹.۵ درصد کاهش توان از دیدگاه شبکه دارد .و از دیدگاه مصرف کننده میزان هزینه که مصرف کننده باید پرداخت کند .۵۶۱ درصد هزینه اولیه ای است که باید به شرکت برق پرداخت نماید و به طور کلی این برنامه ۴۸.۵درصد کاهش هزینه برای مشتری دارد

۸. مراجع

[1] M. B. Rasheed and M. D. R-Moreno, "Minimizing pricing policies based on user load profiles and residential demand responses in smart grids," Applied Energy, vol. 310, p. 118492, 2022.

[۲] H. J. Monfared, A. Ghasemi, A. Loni, and M. Marzband, "A hybrid price-based demand response program for the residential micro-grid," Energy, vol. 185, pp. 274-285, 2019.

[۳] C. Yang, C. Meng, and K. Zhou, "Residential electricity pricing in China: The context of price-based demand response," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 81, pp. 2870-2878, 2018.

[٤] Y. He, B. Wang, J. Wang, W. Xiong, and T. Xia, "Residential demand response behavior analysis based on Monte Carlo simulation: The case of Yinchuan in China," Energy, vol. 47, no. 1, pp. 230-236, 2012.

[5] Y. Wang, H. Lin, Y. Liu, Q. Sun, and R. Wennersten, "Management of household electricity consumption under price-based demand response scheme," Journal of Cleaner Production, vol. 204, pp. 926-938, 2018.

[6] H. M. Hussain and P. H. Nardelli, "A heuristic-based home energy management system for demand response," in 2020 IEEE Conference on Industrial Cyberphysical Systems (ICPS), 2020, vol. 1: IEEE, pp. 285-290.

[7] H. T. Haider, O. H. See, and W. Elmenreich, "A review of residential demand response of smart grid," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 59, pp. 166-178, 2016.

[8] R. Zafar, A. Mahmood, S. Razzaq, W. Ali, U. Naeem, and K. Shehzad, "Prosumer based energy management and sharing in smart grid," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 82, pp. 1675-1684, 2018.