معرفی میکرو شبکه

پیوستن تولیدات کوچک و مدولار و ذخیره ی انرژی در سیستم های ولتاژ پایین یا متوسط نوع جدیدی از سیستم قدرت را به نام سیستم میکرو شبکه شکل می دهد.

سیستم های میکرو شبکه در سایزها و شکل های مختلفی هستند و می توانند به شبکه ی قدرت اصلی متصل شوند و یا به طور مستقل ، مشابه سیستم های قدرتی که در جزیره های طبیعی وجود دارد مورد بهره برداری قرار بگیرند. به عبارت دیگر سیستم میکرو شبکه یک تجمع از بارها و منابع میکرو فرض می شود که به صورت یک سیستم تنها برای ایجاد توان و گرما فعالیت می کنند.

تولید کنندگان در سیستم میکرو شبکه می توانند میکرو توربین ها ، پیل های سوختی، فتوولتایی، موتورهای رفت و برگشتی و یا هر کدام از منابع توان متناوب به همراه وسایل ذخیره ساز همچون فلای ویل ها، خازن های انرژی و باتری ها باشند. یعنی شامل منابع تجدیدپذیر همچون تولید کنندگان فتوولتایی یا بادی همراه با تولید کنندگان با سوخت فسیلی هستند که نیازهای حرارتی محلی را بر طرف می کنند و تولید الکتریسته می نمایند. (cogeneration) . البته در بعضی مواقع می توان نیازهای سرمایشی مشتریان را نیز برطرف کرد. یعنی گرمای تولید کنندگان می تواند برای گرمایش آب، گرمایش فضا، خنک سازی ، یا فرایندها و پردازشهای صنعتی مورد استفاده قرار بگیرد. چنین

کاربردیهایی یا به صورت سیستم های ترکیبی توان و حرارت (CHP) یا به صورت سیستم ترکیبی توان و سرمایش (CCP) هستند.

در حال حاضر سیستم های میکرو شبکه بر روی تکنولوژی های متعارف و متداول منبع انرژی پراکنده (DER) ، مخصوصا موتورهای احتراق داخلی گاز طبیعی و میکرو توربین ها تکیه کرده اند ودر آینده تکنولوژی های پیشرفته نظیر پیل های سوختی ، یا سیستم های ذخیره همچون باتری ها یا فلای ویل ها با بازدهی بالا استفاده خواهند شد. یک میکرو شبکه می تواند یک مرکز خرید، پارک صنعتی یا محوطه ی یک دانشگاه را در بر بگیرد. سیستم میکرو شبکه از طریق یک نقطه ی کوپلینگ مشترک (PCC) به شبکه ی توزیع متصل می شود و به عنوان یک واحد تنها ، در شبکه ی قدرت ظاهر می شود که از بارهای کنترل شده در محل (LCL) و تولید کنندگان کنترل شده در محل (LGG) ساخته شده است. بنابراین سیستم میکرو شبکه مسئول دادن سرویس و ارائه خدمات به نیازها و تقاضای مصرف کنندگان خود است که می تواند شامل بارهای حساس و بارهای غیر حساس باشد. توان مبادله شده ، سطح مشترک با بهره بردار و شرکت برق محلی خواهد بود. بنابراین میکرو شبکه شبیه به یک بار یا تولید کننده ی خوش رفتار است.

میکرو شبکه مدل تحویل انرژی است که پتاسیل های نفوذ انرژی های تجدید پذیر و منابع انرژی گسترده را زیاد می کند

{۲} . در واقع میکرو شبکه مجموعه ای از منابع انرژی توزیع شده است که با هم عمل می کنند تا توان تحویلی مطمئن ، ارزان ، کارآمد و مطابق با محیط زیستی داشته باشیم.

در بررسی یک میکرو شبکه می توان جنبه های تکنیکی و اقتصادی آن را در نظر گرفت. و مزایای حاصل از آن را بررسی کرد. اگر چه اهداف استفاده از میکرو شبکه ها را به دلیل تاثیرات مثبت آن بر روی محیط زیست و مزایای اقتصادی آن بیان کرده اند. اما در واقع اقتصاد اولین هدف در توسعه ی میکرو شبکه ها بوده است.

اقتصاد در میکرو شبکه ها

اقتصاد در میکرو شبکه به سه دسته تقسیم می شود:

۱- دسته ی اول که مربوط می شود به اساس اقتصاد سرمایه گذاری بهینه و تکنولوژی های بهره برداری برای میکرو شبکه

۲- دسته ی دوم که مربوط می شود به آن دسته از جنبه های میکرو شبکه که نیاز به ابداع و ابتکار دارد.در واقع نواحی وجود دارد که در آن میکروشبکه با شبکه ای اصلی متفاوت است. برای مثال امکان سطوح غیر یکنواخت قابلیت اطمینان برای نقاط انتخابی و یا اهمیت حیاتی برخی محدودیت های بهره برداری مانند نویز که در اقتصاد تامین کنندگان انبوه توان ناچیز است

۳- دسته ی سوم که مربوط می شود به رابطه ی میکروشبکه باسیستم سراسری توزیع. در بسیاری جهات این مسائل شبیه مسائل موجود بین شبکه سراسری و مصرف کنندگان است. برای مثال نیاز به تامین یک سیگنال حاوی قیمت در زمان برای میکروشبکه تا اینکه میکروشبکه بتواند براساس آن استفاده از منابع خود را بهینه کند. مسئله ی چالش برانگیز دیگر توانایی میکروشبکه ها برای شرکت در بازارهای عرضه ی برق است که می تواند از جانب ولتاژ و یا اتلافات محدود شود. ولی در هر حال میکروشبکه می تواند خدمات محلی فرعی مثل سایرت ولتاژ را سرویس دهی کند.

یک میکرو توسط یک مصرف کننده یا گروهی از مصرف کنندگان جهت منافع اقتصادی آنها طراحی، نصب و بهره برداری می شود. اگر چه ممکن است شرکای میکروشبکه هم به اثرات محیطی سیستم تامین انرژی داشته باشند اما مهم ترین منافعی که شرکا به جستجوی آن هستند صورت حساب انرژی پایین تر است. (که شامل گرما، الکتریسته و انتقال می شود.).

میکرو شبکه می تواند نقاط انتهایی را با قیمتی پایین تر از شبکه ی اصلی تامین کند. هزینه ی انرژی تحویل داده شده توسط سیستم توان سخت شامل اتلافات، سرویس های مربوط به مشتریان cogeneration و سایر هزینه هایی است که ما هم بیشتر از هزینه ی تولید انرژی هستند. {۳} برای مثال قیمت انرژی الکتریکی فروخته شده در سال گذشته

در اروپا به صورت عمده بود در حالی که در نقاط انتهایی به قیمت $10-15 EURCENT/_{KWH}$ فروخته می شد {۷}

میکرو شبکه دارای اتلافی کم است با در نظر گرفتن سایر مزایایی که باعث پایین آمدن قیمت انرژی در مقایسه با شبکه ی سراسری می شود. اما بدیهی است که میکروشبکه ها نیاز به یک سری تجهیزات جانبی نیز دارند که باید در محاسبات اقتصادی لحاظ شوند. مثلا با توجه به اینرسی کم سیستم های میکرو باید منابع ذخیره ای نیز وجود داشته باشند. این هزینه های اضافه باید با مزایای حاصل از جزیره شدن از دیدگاه مصرف کنندگان و هزینه ی نگهداری قابلیت اطمینان بالای سیستم از نظر شبکه ی سراسری سبک و سنگین شوند. از بسیاری جهات اقتصاد میکرو شبکه شبیه شبکه است. برای مثال اصول توزیع اقتصادی اعمال بر هر دو و مینیمم سازی قیمت ها برای هر نوع سیستم نیازمند این است که در تمامی زمان ها ترکیبی از منابع را به کار ببریم که کمترین هزینه ی ممکن را داشته باشند. خرید و فروش سیستم نیز ممکن است. گوناگونی چرخه کاری مورد نیاز نشان دهنده ی این مفهوم است که ترکیب بهینه ی منابع انتخابی توسط میکروشبکه همانند شبکه ی سراسری از لحاظ تکنولوژی متفاوت است. به این مفهوم که منابع تکنولوژی شامل آن دسته ای می شوند که بتوانند انواع مختلف تقاضا را تامین کنند. راه حل کلاسیک در سیستم شبکه این است که به تکنولوژی های دارای اهمیت بالا با تکنولوژی

هایی که با متغییر هزینه کمتر هستند برای بار پایه مناسب ترند. این اصل را مـی تـوان بـرای میکرو شبکه نیز اثبات کرد.

اگر چه شباهت هایی بین اقتصاد میکروشبکه وجود دارد از جنبه های هم متفاوتند. دو مثال مهم رابطه ی موجود بین منابع گرما و توان در رابطه ی موجود بین بار و منبع است.

CHP یکی از گزینه های تحت توسعه ی اقتصاد سیستم توان است {۳}

اگر چه بسیاری از سایت ها تولید گرمای مخصوص خود را دارند (بویلر) اما نصب CHP که محصولات گرمایی و الکتریکی می کند دارای مزایای محیطی و اقتصادی است. {۲}

رشد نیاز به ادوات گرمایشی در زمستان و ادوات خنک سازی در تابستان با اثر برجسـته ی آن بر روی بار پیک و نیاز به ملزومات سرمایه ای و قابلیت اطمینـان منبـع الکتریکـی مـورد توجه بسیاری است. در یونان پیک بار در تابسـتان در سـال ۲۰۰۵ تـا ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ حـدود ۱۰٪ ، ۱۵٪ و ۳۰٪ نسبت به پیک بار در زمستان بیشتر بود. علاوه بر ایـن در چنـین شـرایطی خروجی هیدرو توربین ها و خروجی های هسته ای بـه دلیـل نیـاز بـه ظرفیـت هـای خنـک سازی محدود می شوند {۷}

در واقع دلیل اصلی برای استفاده از این سیستم، استفاده از گرمـای اتلافـی مـی باشـند. {۳} استفاده از میکرو CHP ها اتـلاف تـوان را مـی توانـد در منـاطق شـهری ۲۵٪ و در منـاطق روستایی ۳۵٪ کاهش دهد. {۷} دلیل کلیدی دیگر کم تر کردن کربن انتشاری است. سـه پتانسیل CHP در میکرو شبکه ها به قرار زیر است:

۱- گرمایش فضا، گرمایش آب داخلی و استریزه کردن

۲- فرایندهای صنعتی یا کارخانه ای

۳- سرمایش فضا و خنک کنندگی از طریق چیلرهای جذب

برای نشان دادن اینکه بهره برداری از CHP گزینه ی خوبی برای مصرف کنندگان تولید داخلی الکتریسته است کافی است چند مثال تکنیکی از هر سه نوع CHP بزنیم تا قیمت پایین حاصل از آن را در مقایسه با خرید از منابع دیگر نشان دهیم. برای نشان دادن اینکه CHP به تنهایی گزینه ای مناسب و قوی برای برانگیزاندن مصرف کنندگان چند گانه برای پیوستن به هم و تشکیل دادن میکرو شبکه است لازم است تا نشان دهیم که گردهم آیی گرما و بار توانی مزایای اقتصادی زیادی دارد. {۳}

{۷} با آوردن یک نمونه ی مثالی برای یک خانه با بار مصرفی نمونه هزینه های حاصل از به کاربردن CHP را با هزینه های حاصل از بویلر مقایسه کرده و به این نتیجه رسیده است که در حدود ۳۰-۲۰٪ کاهش هزینه در صورتحساب وجود داشته است.

همچنین بیان کرده که با استفاده از CHP استفاده از منابع با بازده ۱۵٪-۹۰٪ می رسد . در مقایسه با ۵۰٪ برای بویلر معمولی و ٪(۵۰-۳۰) برای ایستگاه های توان رایج.

رابطه دیگر رابطه ی بین منبع و تقاضا است. در میکروشبکه ها برق نزدیک بار تولید می شود و این مانع اتلافات حاصل از انتقال و توزیع می شود. از آن گذشته میکروشبکه های می توانند به نواحی تبدیل شوند که به موجب آن بارهای بسیار حساس توسط بر یکی از

بارهای غیر ضروری جدا شوند تا قابلیت اطمینان بیشتری برای آنها تامین شود. و مصرف کنندگان با توجه به بودجه خود انتخاب کنند که تا چه حد برایشان قطع بار مربوط به آن مهم است. {۲} . بنابراین میکروشبکه ها بنابر مقتضیات خود می توانند تعدادی از بارها را قطع کنند. بدین ترتیب تبدیل به منابع کنترل پذیر بار می شوند.

سیستمهای توان که بصورت سنتی طراحی شده اند حول مفهوم سرویس همگانی عمل می کنند که در آن باید کیفیت و قابلیت اطمینان توان تحویلی به همه ی مصرف کننده ها یکسان باشد. در عمل انحراف هایی از این استاندارد به وجود می آید و این بخاطر مسائل مربوط به مناطق جغرافیایی مختلف و وسیع می باشد اما همچنان هدف وفادار بودن به استاندارد همگانی می باشد. یک محرک کلیدی برای میکرو شبکه ها، نزدیک تر کردن کنترل قابلیت اطمینان و کیفیت به نقاط انتهایی است. اقتصاد به ما می گوید که کنترل قابلیت اطمینان و کیفیت در نقاط انتهایی می تواند حاوی منافعی باشد. به دلیل اینکه در زمان های کسری انرژی ، انرژی می تواند از مقدارهای پایین تر نقاط انتهایی به نقاط ابتدای انتقال داده شود . اگر چه با انجام این کار تامین کیفیت بالاتر و قابلیت اطمینان بالاتر می تواند موجب هزینه هایی شود. ذخیره کردن نیز گزینه ای است که در هنگام عدم نیاز به توان با کیفیت بالا در نقاط انتهایی می تواند وجود داشته باشد.

اقتصاد سیستم توان سخت توجه قابل ملاحضه ای به برخی تخمین هزینه ی قطع برق و قیمت گذاری اولویت دارد که به مصرف کننده اجازه می دهد که سطح قابلیت اطمینان

را انتخاب کند. با این وجود این نکته که سیستم هایی می توانند با کیفیت سرویس دهی غیر یکنواخت ساخته شوند کاملا جدید است. از آن گذشته اگر میکروشبکه به طور موثر بارهای حساس را با تولید کننده ی محلی و پشتیبان و ذخیره تامین کند. سیستم توان سود می کند.

از طرفی محاسبات اقتصادی گرما، برق و ذخیره ی سوخت مشکلات پیچیده ای را مطرح می کند و این به دلیل طبیعت زودگذر آن است. نیاز به تصمیم گیری تحت آینده ای نامعلوم، ذخیره شدن سوخت در مقادیر زیاد در تانک های گاز طبیعی و عدم ذخیره ی گرما در مقیاس های زیاد از جمله مشکلات می باشد. همچنین در میکروشبکه ها هزینه های اضافی تولید در هر لحظه از زمان توسط چند میکروشبکه پرداخته می شود. از طرف دیگر برای توان تولیدی از جانب میکروشبکه، خیال بهبود هزینه ی سرمایه گذاری،سوبسید،اندازه گیری نادرست و تعرفه ها وجود ندارد. اگر چه اصلاح تعرفه ها برای بهبود هزینه برای مصرف کنندگان کم بوده و اضطرار میکروشبکه این تعادل را بر هم میزند.

در میکروشبکه ژنراتور، مصرف کننده و تصمیم گیرنده یکی است و کشمکش های سرمایه گذاری و تصمیم گیری وجود ندارد. بنابراین میکروشبکه می تواند با داشتن هزینه های اضافی جهت تامین توان و هزینه های معادل سرمایه گذاری و با پاره ای آنالیزها هزینه ی قطع را محاسبه کرده و بین همه اینها تصمیم گیری نماید. {۳}

اقتصاد بین میکروشبکه و شبکه ی اصلی

موضوع حائز اهمیت دیگر رابطه ی بین میکروشبکه با شبکه اصلی است. نکته مهم برای یک میکروشبکه این است که باید خود را به شبکه ی اصلی خوب معرفی کند بنابراین اکیدا باید به قوانین اعمالی به ادارات متصل شده به شبکه وفادار باقی بماند و به هنوان یک مصرف کننده یا ژنراتور یا هر دوی آنها قانونی عمل نماید.

تحویل دادن سیگنال های قیمتی صحیح در هر زمان و مکان بحث برانگیز است. به دلیل اینکه یک میکروشبکه که تولید جدید را در سیستم توزیع شفاعی موجود در بردارد بالا بردن درجه ی سیستم که ممکن است برای تامین بارهای اضافی تازه لازم است امکان دارد به تعویق بیافتد و یا اینکه کلا از آن اجتناب شود. به طور آرمانی یک سیگنال قیمت می تواند زمانی به مصرف کننده تحویل داده شود که تراکم به گونه ای افزایش یافته که میکرو شبکه را تشویق به توسعه و و سرمایه گذاری در تولید و یا کنترل بار برای سبک تر کردن تراکم می کند. اما این در عمل کمی سخت است {۳}

بنابراین مدیریت فعال منابع برای میکروشبکه لازم است. کنترل فعال میکروشبکه حاوی ملاحظات فراوانی است همراه با قالب های زمانی متفاوت مدیریتی . به طور مثال هر ژنراتور باید در زمان میلی ثانیه تا ثانیه کنترل شود تا بتواند حفاظت و پایداری را در شبکه تامین کند در جای که گاه بیشتر از چندین دقیقه طول می کشد تا تکلیف صادرات و

واردات برق معلوم شود و یا ممکن است چندین روز برای ملاحظات ذخیره ی انرژی لازم باشد. {۲}

انتظار می رود که رابطه ی موجود بین میکروشبکه و بازار با هم به صورت اتوماتیکی با استفاده از کنترل کننده ی مرکزی میکروشبکه (MGCC) کنترل شود. این عمل قیمت های اضافی میکروشبکه را کاهش می دهد. به طور رایج، اپراتورسیستم (SO) سطح کاری هر ژنراتور را با در نظر گرفتن قیمت پیشنهادی آنها در بازار برق تعیین می کند. هر ژنراتور مختار است که براساس قیمت داده شده در بازار میزان و سطح خدمات خود را تعیین کند.

تولید تا زمانی ادامه دارد که SO قیمت های آپ دیت شده ی جدید را دریافت کند. قیمت دریافتی توسط SO تنها بر خروجی شرکا تاثیر نمی گذارد بلکه بر روی بارها نیز تاثیر می گذارد بدین ترتیب که ممکن است شماره ای از بارهای غیر حساس برای برابری قیمت تولید و عرضه قطع شود. این روش کنترلی را می توان به عنوان یک سیگنال قیمت حلقه بسته در نظر گرفت. به طوریکه قیمت های برق داده شده توسط مرکز کنترل براساس پاسخشان به صورت فیزیکی به SO باز می گردند. {۸}

{۸} از یک الگوریتم OPF (optimal power flow) که براساس توان بهینه AC در حالت ماندگار است استفاده کرده تا امکان عملکرد بازار برق در زمان واقعی در کنار یک میکروشبکه را که به منظور رسیدن به کارایی اقتصادی بهتر است نشان دهد.

الگوریتم OPF ، توزیع بهینه را با مینیمم کردن قیمت های تـوان اکتیـو وراکتیـو و قیمـت مربوط به قطع بار با در نظر گرفتن محدودیت های تولید، محدودیت های ظرفیتـی شـبکه، محدودیت ولتاژ و محدودیت های کنترلی محاسبه کرده اسـت. یکـی از سـناریوهای ایـن شبیه سازی بررسی عمل میکروشبکه قطع از شبکه است. در ثانیه ۰ به دلیل خطـا در شـبکه کلید و شبکه از شبکه قطع می شود. فلای ویل به عنوان پشتیبان بارهای درون میکرو شبکه را پشتیبانی می کند. فلای ویـل همچنـین قیمـت خـود را بـرای ایـن سـرویس دهـی بـرای MGCC ضمیمه می کند. بنـابراین MGCC الگـوریتم OPF را بـه کـاری مـی بـرد تـا توزیع بهینه ی تولید میکرو شبکه را انجام دهد و قیمت و چگونگی تولید را بـه ژنراتورهـا ارسال نماید. پس خروجی میکرو ژنراتورهای مستعد شروع به افزایش می کنـد (همـراه بـا افزایش قیمت) و جـای خروجـی فـلای ویـل را قبـل از آنکـه بـه طـور کامـل شـارژ شـود می گیرد. این شبیه سازی نشان می دهد که MGCC قیمت ها را به اندازه ی کافی سـریع آپ دیت می کند تا منابع میکرو بتوانند جای فلای ویل را قبل از شارژ کامل بگیرند.

چنانچه در شکل ملاحضه می شود در t=0 میکرو شبکه از شبکه قطع می شـود. فرکـانس تا 97% افت می کند. MGCC در t=1 زمان تولید را به ژنراتور ها می دهد و در t=4 فرکانس به حد نـامی خـود مـی رسـد. سیسـتم مـی توانسـت در صـورت نیـاز وافـت زیـاد فرکانس تعدادی از بارهای غیر حساس را نیز قطع کند.

امـــا همـــواره پارامترهـــای نـــامعلومی وجـــود دارد کـــه بررســـی بازارهـــای بـــرق تـــاثیر می گذارد.پارامترهایی که می تواند شامل قیمت برق، قیمت سوخت، و متوسط وزش باد و یا تابش خورشید و غیره .... گردد. که براساس آنها قیمت برق و یـا میـزان عرضـه ی آن در بازارها بیشتر می شود.

با سیگنال های قیمت بسیار اتفاقی شـرکای میکـرو شـبکه نمـی تواننـد بـه طـور فعالانـه در بازارهای برق شرکت داشته باشند. از دیدگاه میکروشبکه گرفتن تصمیمات بهره برداری و سرمایه گذاری واحدهای DG بایـد شـامل تخمـین و ارزیـابی مجهـولات در قیمـت هـای الکتریسته و سوخت باشد. {۸}

منبع {۸} قیمت های احتمالی گاز و برق را براساس پارامترهای مربوط محاسبه کرده اسـت تا شرکای میکرو شبکه براساس این محاسبات تخمینی بتوانند آستانه ی سـرمایه گـذاری و یا بهره برداری خود را مشخص کنند. به طور مثال واضح است که افـزایش در قیمـت گـاز سرمایه گذاری را کاهش می دهد.

توافق و مصالحه برای گرد هم آیی میکرو ژنراتورها در میکرو شبکه

در حالی که مدل بازاری برای شبکه ی سراسـری برقـرار اسـت مـدلی بازارهـای در درون میکروشبکه نیز قابل تحقیق است . که مربوط به رابطه ی موجود بـین ژنراتـور هـا در یـک میکروشبکه می شود و تاثیرات که بین جریان نقدی عادلانه بـه یـک عمـل کننـده و یـا از جانب یک عمل کننده می گذارد. برای مثال در بسیاری جاها بهره برداری بهینه برای کـل

میکرو شبکه در نظر گرفته می شود اما ممکن است یک میکروشبکه دارای شرکای متعدد باشد در آن صورت اگر بهینه سازی برای هر کدام از شرکای میکروشبکه به صورت جداگانه انجام گیرد ممکن است که باعث کاهش هزینه های یک واحد گردد در حالیکه هزینه های شرکای دیگر را افزایش می دهد. در واقع نوعی کشمکش بین منافع شخصی و جمعی وجود دارد .

این حالت شباهتی با تئوری بازی دارد. مثال کلاسیکی تئوری بازی با نام مسئله ی غیر قابل حل زندانی شهود است که شرایطی را ایجاد می کند که هر قیمت انگیزه دارد در جهت تامین منافع خود پیش برود اما به صورت جمعی نتایج کار بهتر است زمانی که یک بار بازی انجام می شود شرکا دانشی کم یا صفر درباره گرایش شرکت کنندگان دیگر دارند. اغلب گرایش به سمت منافع شخصی دارند. با این وجود چنانچه بازی مکررا تکرار شود. همکاری برای همه ی شرکا بهتر است به طوری که شرکایی که دنبال منافع خود هستند می توانند توسط شرکای دیگر تنبیه شوند که منجر به قطع از شبکه سراسری شود. {۲}

برای مثال در نمونه ی میکروشبکه ی آورده شده در {۲} سایت ۱ خروجی خود را محدود کرده است تا به CHP2 و CHP3 اجازه دهد که تولید کرده و گرمای سایت ۲ را تامین کند در این صورت اگر چه هزینه ی خود را افزایش داده ولی هزینه ی کلی میکروشبکه کاهش یافته است. یک راه ممکن برای این مسئله گسترش پروسوی توافق و تصامح است که هر یک از شرکا به طور مساوی پاداش مهم نسبی خود را از بهره ی کلی

دریافت می کند که این امر شامل محاسبه ی هزینه برای هر یک از شرکا هنگامی است که براساس منفعت خود تولید می کند اطمینان نسبت به اینکه هزینه ی دریافتی آنها به طور متوسط از این مقدار تبعیت نمی کند. این به معنای جریان یافتن پول بین شرکا به عنوان سرویس گردهم آیی است. {۲}

{۵} یک روش ممکن است برای اشتراک هزینه ها و قیمت ها را به صورت زیر بیان کرده است .

$$B_j^f = C_j + X_j(\sum_j (B_j - C_j)) \qquad X_j \in (0,1) \qquad (۱)$$

X_j = **فاکتور شراکت برای شریک j** C_j = **هزینه ی تولید**

B_j^f = **سود نهایی** B_j = **سود حاصل**

ممکن است حالتی پیش بیاید که این امر امکان پذیر نباشد و میکروشبکه نتواند و ضعیتی بهتر از حالتی داشته باشد که هر کدام از شرکا تنها عمل می کنند. این امر ایجاب می کند که قرار دادی وجود داشته باشد (بین میکروشبکه و شرکا) که شرکا اجازه ی ورود و خروج به میکروشبکه را در هر زمان که دلشان خواست نداشته {۲}باشند.

{۵} معادله ۱ را به عنوان یک رابط ی نمونه برای اشتراک هزینه ها و قیمت ها بین عوامل مختلفی چون (مصرف کننده C ، میکروشبکه pgrid ، جامعه و اپراتور شبکه) بیان کرده است که نوع عامل را نشان می دهد. سود کلی برای هر گروهی باید از هزینه ی کلی به اندازه ای بیشتر باشد که برای میکروژنراتورها نامطلوب نباشند

$$(B_j \geq PC_j P\rangle 1)$$

پس سودهای حاصل از میکروشبکه را فرموله کرده و بین ۴ عامل تقسیم نموده به صورت زیراست:

$$C_{\mu Grid} = Inv + \Delta C \qquad B_{\mu Grid} = V_{ANDE} + V_{NLG} \qquad (۲)$$

$$C_s = 0 \qquad B_S = \Phi + V_{CC}$$
$$C_N = 0 \qquad B_N = V_{NDE}^{DNO} + V_P + V_{RP}$$
$$C_C = V_{RP} \qquad C_C = V_{RC} + V_S$$

توانایی میکروشبکه برای کار جداگانه از شبکه ی اصلی بعد از یک خطا باعث می شود. سود حاصل از خروش انرژی اضافی نصیب میکروژنراتورهای داخلی شود. اما بعضی از میکرو ژنراتورها بعد از جدا شدن توانایی افزایش تولید را دارند با فرض اینکه تمام برق تولیدی مصرف شود ارزش تولید از دست رفته به صورت زیر است:

$$V_{NLG} = \sum_P (\sum_G \lambda_{up}^p (R_{up}^p - P_M T_a) \frac{WG^p}{T_P} \times P_G - \Delta C_G^P) \qquad (۳)$$

که p بیان کننده ی پر یود، G ژنراتور ، λ_{up} نرخ قطع ، R_{up} زمان میانگین سیستم شبکه اصلی ، P_M احتمال ناموفق بودن میکروشبکه در جداشدن از شبکه، T_a زمان میانگین بازگشت به حالت اولیه بعد از یک قطع کامل ، توان متوسط تولیدی توسط μG پریود P، P_G ارزش پولی به ازای هر KWH ، $\frac{WG^p}{T_P}$ هزینه ی ژنراتوری در زمان P برای افزایش تولید زمان قطعی .

اما عدم قطع برق برای مصرف کننده ی داخلی میکروشبکه نیز سودمند است. برای اینکه میکروشبکه شخص سود سالانه اقتصادی مصرف کننده می تواند از فرمول زیر به دست آید:

$$V_{ANDE} = \sum_c \sum_p \lambda_{up}^p (r_{up}^p - P_M T_a) V_c^p \times V_c^p \qquad (۴)$$

که C نشان دهنده ی نوع بار، V_c^p مقدار میانگین انرژی توزیع نشده ی اجتناب شده برای بار در پریودp:

$$\overline{f}(c) = \begin{cases} W_c^p & if \ \frac{W_{GOT}^P}{T_P} - \sum_{i \in \Omega} W_i^P \geq W_c^p \\ \frac{W_{GOT}^P}{T^P} - \sum_{i \in \Omega} W_i^p & if \ \frac{W_G^P}{T^P} - \sum_{i \in \Omega} W_i^p \langle W_c^p \end{cases} \qquad (۵)$$

که W_c^p توان متوسط مصرفی با بار C در پریود P ، $\frac{W_{GOT}^P}{T^P}$ توان متوسط تولید شده توسط μG در پریود P .

Ω مجموعه ی بارها با درجه ی شایستگی بالاتر از بار

علاوه براین به عنوان نتیجه ی حاصل از بهبود قابلیت اطمینان مصرف کننده ها ، کاهش در مقدار انرژی توزیع نشده به وجود می آید که باعث افزایش در سود DNO می شود این سود با فرمول زیر بدست می آید:

$$V_{ANPE}^{DNO} = \Delta NDE \times VDE \qquad (۶)$$

که Δ NDE انرژی توزیع نشده ی اجتناب شده و VDE ارزش پولی به ازای هر KWH می باشد.

وجود میکروشبکه همچنین می تواند به اپراتور توزیع کمک کند تا از هزینه ی مجازاتی قطع برق کم کند و یا حتی سود پاداشی نیز بدست آورد. به این دلیل که چنانچه قطعی در شبکه رخ دهد برخی از مصرف کنندگان خارج از میکروشبکه قطع نمی شوند. V_{RP} نمی تواند این مزیت را نشان دهد. V_P نیز مربوط به سود حاصل از عدم قطع برای مصرف کنندگان خود میکروشبکه است که نصیب اپراتور توزیع می شود.

V_L : هزینه های اجتناب شده برای سرمایه گذاری مجدد و مخارج انتقال و توزیع است(Dedderral of TSD load-related investment)

V_{CC}: سود حاصل از توزیع میکروشبکه برای تولید کافی (توزیع میکروشبکه برای اطمینان از اینکه تولید کافی برای عدم قطع برق وجود دارد)

V_{RC} : سود حاصل از وجود ساختارهای جدید در شبکه ی سراسری به دلیل قابل کنترل بودن تولید و بار در میکروشبکه برای مصرف کنندگان خارج از میکروشبکه . در نتیجه ی ساختارهای جدید شاخص اطمینان بعضی از مصرف کنندها که متعلق به میکروشبکه نیستند افزایش می یابد. این سود متعلق به مصرف کنندگان است که قابلیت اطمینانشان افزایش یافته است.

ϕ : سودی است که در مقابل بالا بردن اطمینان جامعه از میکروشبکه دریافت می کند.

معمولا برای نشان دادن نقش موثر میکروشبکه ها در کاهش هزینه از نمونه ها مثالی استفاده می کنند. این کار مستلزم محاسبه ی هزینه های میکروشبکه است.

{۱}و{۲} نمونه ای از این محاسبات را برای میکروشبکه های طراحی شده ی خود انجام داده اند و بعد از انجام محاسبات و شبیه سازی در نرم افزارهای مطلب و Homer به این نتیجه رسیده اند که میکروشبکه ها در کاهش هزینه ها موثر هستند.

بعد از تشکیل میکروشبکه ی دلخواه محاسبه ی هزینه ها می توان آنالیز حساسیت را نیز در نظر گرفت.مانند آنچه {۲} برای افزایش قیمت برق و گاز بررسی کرده است.

تابع هدف برای بهینه سازی هزینه ها

معادله ی ۱۸ تابع هدفی است که هزینه ی کلی سالانه را برای مصرف کننده بیان می کند . در این مطالعه سر نوع هزینه در نظر گرفته شده است.

۱- هزینه های بهره برداری DER

۲- هزینه های اصلی DER

۳- شارژ انرژی که از جانب مصرف کننده پرداخت شود.

هزینه های بهره برداری شامل هزینه های سوخت و هزینه های تعمیر و نگهداری می شود. هزینه های اصلی هزینه هایی هستند که برای نصب DG ها ضروری هستند و شارژ الکتریکی باید زمانی پرداخت شود که میکروشبکه از شبکه اصلی برق خریداری می کند

(۷)

$$Z_1 = \sum_{S=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} Sj \sum_{i=1}^{+} \left\{ (f_{dj} + m_{dj})\, pdg(i,j,L) + (f_{bI} + m_{bI})\, pbI(i,j,L) + \mu m_{st} + pr_{st} \right\}$$

$$(i,j,S) + e_e(i,j)\, p_e(i,j,S) - e_s(i,j)\, p_s(i,j,s) +$$

$$\sum_{s=1}^{n}\left\{\alpha C_{gs}\, gs(s)+\beta C_{s}+SS(s)+\beta C_{s}+SS(s)+\alpha C_{bI}\, bs(L)\right\}_1\mu_{ebes}$$

$$e_{s}=\max\left\{\sum_{s=1}^{n} p_{e}(i,j,s)\middle| i=1,...,=,\ j=1,...,m\right\},$$

$$\alpha,\beta,\delta=\frac{u(1=u)^{n_{\alpha,\beta,\delta,}}}{(1=u)^{n_{\alpha,\beta,\delta,}}-1}$$

I زمان، j فصل،s مصرف کننده، S_j تعداد روز در فصل، f_{dg} هزینه سوخت dg بر kwh، m_{dg} هزینه نگهداری dg بر kwh، p_{dg} خروجی منبع dg ، f_{bi} هزینه سوخت منبع گرما بر kwh، m_{bi} هزینه نگهداری منبع گرما بر kwh، p_{bi} خروجی منبع گرما، m_{st} هزینه نگهداری منبع ذخیره انرژی بر kwh، pr_{st} توان الکتریکی شار شده، e_e بهره ی در خرید برق، p_e توان خریداری شده، e_s بهره در فروش برق، p_s توان فروخته شده، C_{gs} هزینه ابتدایی dg در kwh، g_s ظرفیت نصب شده dg، C_{st} هزینه ابتدایی منابع ذخیره انرژی بر kwh،ss ظرفیت نصب شده ی منابع ذخیره انرژی، C_{bI} هزینه اولیه ی منبع گرما، bs ظرفیت نصب شده منابع گرما،eb قیمت شارز بر kwh، e_s ظرفیت قراردادی،u نرخ بهره و n تعداد $n_{\alpha,\beta,\delta}$ سال می باشد.

سه جمله ی اول برای هزینه های بهره برداری DG ، منابع گرما و سیستم ذخیره ی انرژی است . چهارمین و پنجمین مربوط به هزینه های خریداری برق از شبکه و فروش برق به شبکه است. سه جمله بعدی مربوط به هزینه های اولیه DER هاست و جمله ی آخر

بهره ی پایه ی برقی است که باید توسط شبکه شارژ شود. X، B ،U بهره های استهلاکی هر DER هستند {۱}

(۸)

$$\lambda = \left\{ \begin{array}{l} \frac{r(r+1)T}{(r+1)^T - 1} \times C^{cap} + OMifnotCHp \\ \frac{\eta th}{\eta e}\left(\frac{r(r+1)^T}{(R+1)^T - 1}(C^{cap} - C_b^{cab}) + C_f\left(\frac{1}{\eta_{th}} - \frac{1}{\eta_b}\right)ifCH\ p\right. \end{array} \right\}$$

که r نرخ بهره ، T زمان بارگشت ، C^{cap} هزینه ی سرمایه گذاری ، C_b^{cab} هزینه ی تولید مرجع ، C_f هزینه ی واحد سوخت است. تولید مرجع تولیدی است که کار CHpرا در عدم وجود آن انجام می دهد.

علاوه بر هزینه های نگهداری وسوخت و هزینه های اولیه می توان هزینه های دیگری را نیز با عنوان هزینه های تعویض سالیانه به هزینه های فوق اضافه کرد. {۹} این هزینه به صورت زیر بدست آمده است:

$$SFF(r,n) = \frac{r}{(r+1)^n - 1} \qquad (۹)$$

طول عمر تعویض Li^{rep} ، I امین DG برحسب سال توسط فرمول زیر به دست می آید.

(۱۰)

$$L_i^{rep} = L_i^{DG}\ Floor\ \left(\frac{L_{proj}}{L_i^{dg}}\right)$$

L_i^{DG} طول عمر I امین DG و L_{proj} طول عمر پروژه بر حسب سال است.

$$F_i^{rep} = \frac{CRF\ (R, L_{proj})}{CRF\ (R, L_i^{rep})} \qquad (۱۱)$$

Fi^{rep} فاکتور تعویض برای i امین DG است

$$Si = RiC_i^{rep}\left[1 - \frac{L_{proj} - L_i^{rep}}{L_i^{DG}}\right] \qquad (۱۲)$$

Si ارزش بازیافتی i امین DG ، C_i^{rep} هزینه ی تعویض DG i ام می باشد.

هزینه ی تعویض سالیانه Z_μ برحسب year به صورت زیر خواهد بود:

$$Z_2 = \sum_{i=1}^{m} RiC_i^{rep} F_i^{rep} SFF(r, L_i^{DG}) - \sum_{i=1}^{m} S_i SFF(r, L_{proj})$$

m تعداد کل انواع DG و Ri توان نامی i امین تولید کننده بر حسب KW است.

هزینه ی ساخت میکروشبکه

قیمت متحمل شده توسط مصرف کننده تنها مربوط به نصب و بهره برداری نیست بلکه شامل هزینه های ساخت نیز می باشد. میکروشبکه نیازمند امکانات خاصی مثل مدیریت انرژی {EM} ، ادوات جداساز، توزیع های اختصاصی و خطوط ارتباطی . ژنراتورها و ... است

$$Z_3 = \delta C_{SD} + \eta C_{EM} + \lambda C_{DL}(D1_{total}) + \delta C_{SD}(CS_{total})$$

$$S,\eta,\lambda,\delta = \frac{u(1+u)^{n_{s,\eta,\lambda,\delta}}}{(1+u)^{n_{s,\eta,\lambda,\delta}} - 1} \qquad (۱۴)$$

C_{SD}: هزینه ی ادوات جداساز C_{EM}هزینه ی سیستم مدیریت انرژی C_{PL} هزینه خطوط انتقال ، $C_{SD}(CS_{total})$ ، $d1_{total}$طول کلی خطوط اتصال، CS_{total}طول کلی خطوط ارتباطی است {۱}

هزینه ی قطع برق

هزینه ی قطع برق (PIC) مربوط به قیمت خسارت وارده به مصرف کننده است این هزینه به مدت زمان قطع ، نوع مصرف کننده و ویژگی جغرافیایی بستگی دارد. پیش بینی و جلوگیری از قطعی بار بسیار مشکل می شود با این وجود زمانی که خطایی در شبکه رخ می دهد یک میکروشبکه می تواند تامین توان را با کیفیت بالا برای بارهای مهم ادامه دهد. می توان این هزینه به صورت زیر فرموله کرد:

(۱۵)

$$IC(I,J,S) = \begin{Bmatrix} 0 If L0L(i,j,s) \le 0 \\ \frac{1\mu d^{ai}}{1^{bi}} L0L(i,j,s), 0 \le L0L(i,j,s) \end{Bmatrix}$$

$$L0L(i,j,s) = L_e(i,j,s) - \{gs(s) + ss(s)\}$$

مقدار PIC به نوع مصرف کننده ها بستگی دارد که توسط پارامترهای a_1 و b_1مشخص می شود.

D مدت زمان قطع Le دیماند الکتریکی ، gs (s) ظرفیت DG نصب شده SS(S) ظرفیت ذخیره کننده ی نصب شده با یکسان در نظر گرفتن احتمال قطعی برق در یک سال هزینه ی قطع برق را برای یک سال می توانیم تخمین بزنیم.

$$Z_4 = \sum_{s=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{t} \{IC(i, j, s)\, prob(i)\} \qquad (۱۶)$$

هزینه های متفرقه سالیانه:

شارژهای متفرقه ی میکروشبکه شامل هزینه ی کنترلرها، هزینه ثابت عمومی، میزان احتمال وقوع ، مالیات ها و بیمه های می باشد. شارژها به ترتیب ۲۰٪ ، ۱۰٪ ، ۳٪، ۵٪ هزینه ی مالی سالیانه DG ها در نظر گرفته شوند. بنابراین برای هزینه های متفرقه سالیانه خواهیم داشت:{۹}

$$Z_5 = 0/3\, SCRF(r, n) \sum_{i=1}^{m} C_i^{cap}\, Ri \qquad (۱۷)$$

C_i^{cap} هزینه ی اولیه ی هر DG ، Ri توان نامی DG

بنابراین کل هزینه های سالیانه ی مربوط به یک میکروشبکه را می توان به صورت زیر در نظر گرفت:

$$Z = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 \qquad (۱۸)$$

محدودیت های اعمالی بر منابع بهینه

همواره محدودیت هایی برای بهره برداری وجود دارد. بسته به مسئله و شرایط فیزیکی می تواند این محدودیت ها تغییر کند. برای مثال {۱} محدودیت های زیر را برای تابع بهینه ی خود در نظر گرفته است.

(۱۹)

$$\sum_{L=1}^{n} L_e(i,j,s) = \sum \{pdg(i,j,s) + pr_{st}(i,j,s) - pc_{st}(i,j,s) + p_e(i,j,s) - p_s(i,j,s)\}$$

$$\sum_{L=1}^{n} Lh(i,j,s) \le \sum_{L=1}^{n} \{hr.pdg(i,j,x) + pbi(i,j,y)\} \qquad (۲۰)$$

$$-hass(s) \le \sum_{i=1}^{T} pr_{st}(i,j,s) - pc_{st}(i,j,s) \le 0 \qquad T = 1,...,t \qquad (۲۱)$$

$$Sv.gs(s) \le pdg(i,j,s) \le gs(s) \qquad (۲۲)$$

$$0 \le pbI(i,j,s) \le bs(s) \qquad (۲۳)$$

$$0 \le pr_{st}(i,j,s) \le ss(s) \qquad (۲۴)$$

$$0 \le pc_{st}(i,j,s) \le ss(s) \qquad (۲۵)$$

$$0 \le p_e(i,j,s), p_s(i,j,s), gs(s), ss(s), bs(s), es \qquad (۲۶)$$

که معادله ی ۱۹ محدودیت تعادل بین منبع و تقاضا است. معادله ی ۲۰ محدودیت تعادل منبع و تقاضای گرمایی است. معادله ی ۲۱ اطمینان می دهد که سیستم ذخیره ی انرژی نمی تواند فورا شارژ کند. معادلات ۲۲-۲۵ محدودیت برای DER هاست و ۲۶ اطمینان می دهد که متغیرهای داده شده است.

Le تقاضای برق ،ph تقاضای گرما hr نرخ گرمایی الکتریکی DG ها ، h محدودیت زمانی شارژ دشارژ، sv ضریب محدودیت پایین DG ها است.

در ابتدا {۲} نیز محدودیت هایی که بر بالا نرفتن خروجی گرما و الکتریکی از ظرفیت و یا گرما و برق ذخیره شده نسبت به ظرفیت دلالت دارد و یا محدودیت های شیب که به خروجی توان هر ژنراتور اعمال شده و نسبت شارژ و شارژ که به خروجی هر واحد ذخیره اعمال شد. است وجود دارد . همچنین محدودیت هایی که به انتقال نیافتن گرما از سایتی به سایت دیگر مگر در موارد تعیین شده پرداخته است و یا محدودیت ای که بیان می کند که انرژی گرمایی یا الکتریکی ذخیره شده در یک فصل نمی تواند به فصل دیگر منتقل شود.

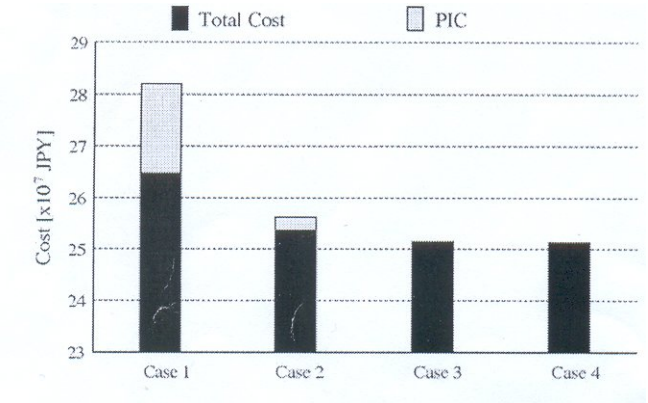
مثال ۱

بعد از تعریف تابع بهینه می توان برای یک میکروشبکه نمونه محاسبات فوق را انجام داد. با انجام محاسبات فوق و برآورد هزینه ها و مزایای حاصل از میکروشبکه ها بهتری توان به انتقاد میکروشبکه پرداخت. {۱} نمونه ای از این مثال ها را در نظر گرفته و نتایج اقتصادی آن را آورده است. میکروشبکه ی در نظر گرفته شده در {۲} شامل ۶ مصرف کننده ی هتل، مرکز ورزشی، اداره، بیمارستان ،کارخانه و سوپرمارکت است. در این مثال ها مورد در نظر گرفته شده و نتایج حاصل از آنها با هم بررسی گردیده است. مورد ۱: هیچ مصرف کننده ای DER نصب نکرده و از شبکه ی سراسری تغذیه می شود.مورد۲:

هر مصرف کننده DER نصب کرده و قراردادی هم با شبکه ی سراسری دارد مورد ۳: میکروشبکه با ۶ مصرف کننده به وجود آمده و بارها توسط DER و شبکه ی درون تغذیه می شوند .مورد ۴: میکروشبکه با ۶ مصرف کننده به وجود آمده و تمامی بارها توسط DER ها و شبکه ی سراسری تغذیه می شوند. این محاسبات با در نظر گرفتن ۲ تعرفه و ثابت و براساس زمان استفاده و براساس اینکه در هر مورد کدام از لحاظ اقتصادی با صرفه تر است انجام شده است. در مورد ۱و۲ هزینه های ساخت میکروشبکه است. در مورد ۱ هزینه های بهره برداری DER هم وجود ندارد در حالی که در ۲ وجود دارد. در مورد ۳ خرید الکتریسته از شبکه ی سراسری وجود ندارد.

مقایسه ی ۴ حالت:

شکل۱ جمع قیمت ها را نشان می دهد و نشان می دهد که یک میکروشبکه می تواند علی رغم را هزینه ی سرمایه گذاری هزینه ها را کاهش دهد. مقایسه ی بین ۳و۴ نشان می دهد که ۴ اقتصادی تر است.



شکل ۱

مثال۲:

مثال آمده در {۲} شامل ۳ عـدد CHP ، تـوربین بـادی، فتوولتابیـک، یـک بـویلر در هـر سایت، ذخیـره ی گرمـایی، مـدیریت سیسـتم ، ادوات جداسـازی، کنتـرل محلـی، سیسـتم اجتماعی ، سیستم تعویض گرمایی که در موارد تعریـف شـده گرمـا را بـین سـایت هـا بـه اشتراک می گذارد ، کنداکتورها و اتصال به شبکه است.

سه سناریوی قیمت برای حالت عادی، افزایش ۴۰٪ قیمت گاز و افـزایش ۴۰٪ قیمـت بـرق بـرای ۳ حالـت اسـتفاده از شـبکه اصـلی ، اسـتفاده از DER هـا بـه تنهـایی و اسـتفاده از میکروشبکه بررسی شـده اسـت. بـرای هـر سـه سـناریوی قیمـت هزینـه هـای میکروشـبکه محاسبه شده کمتر از زمانی است که انرژی توسط شبکه ی سراسـری تـامین مـی شـود. در حالت پایه هزینه های حاصـل از میکروشـبکه ۱۰٪ پـایین تـر از شـبکه ی اصـلی اسـت. در سناریوی قیمت برق بالا و قیمت گاز بالا این مقدار به ترتیب ۲۸٪ و ۱٪ می شود.

کاهش کربن انتشاری در حالت میکروشبکه پایه، قیمت بالای گاز و قیمت بـالای بـرق بـه ترتیب ۳۴٪ ، ۲۸٪ و ۳۵٪ نسبت به شبکه ی اصلی بوده است که نشان دهنـده ی اثـر مثبـت میکروشبکه بر روی محیط می باشد.

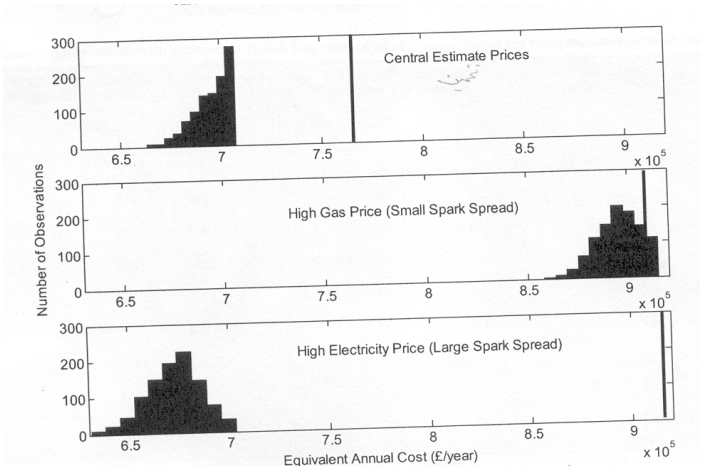
اگر چه میکروشبکه اثربهتری برروی محیط زیست دارد امـا دلیـل نمـی شـود کـه پیشـنهاد های دیگر وجود نداشته باشد. مثلا هنگام استفاده از DER ها که بدون پیوستن بـه هـم و

تشکیل میکروشبکه به صورت موازی بارها را تامین مـی کننـد نتیجـه ی اقتصـادی بهتـری دارد اگر چه تاثیر آن بر روی محیط زیست بیشتر است.

هنگام قیمت بالا گاز تفاوت مهمی بین میکروشبکه و DER وجوددارد همـراه بـا دوره ی برگشت دو برابر و حدود ۱۰٪ قیمت پایین تر نسبت به میکروشبکه . اگر چه هنگام قیمـت بالای برق این تفاوت کمتر است.

در واقع طراحی میکروشـبکه بـر روی اقتصـاد آن و همچنـین تـاثیری کـه بـر روی محـیط زیست دارد بسیار مهم است. چنانچه انتخاب CHP و ظرفیت سـایر ادوات تحـت سـرعت باد و قیمت های انرژی نامعلوم و سایر پارامترهای نامعلوم باشد تـلاش بیشـتری بایـد انجـام گیرد تا با انتخاب بهینه ی ظرفیت ها و یا از طریق ابزارهای رایج (مثل بیمه، یا قرار دادهای غیر بیمه) ریسک کار را کاهش دهیم.

شکل ۲ توزیع EAC را براساس هر سه سناریوی قیمتی نشان می دهد .



شکل ۲

توزیع EAC تقریبا دارای میانگین ۲۵۰۰۰۰ در هر سه مورد می باشد شکل ها نشان می دهد که سناریوی قیمت با تغییر در قیمت ها بیشتر از تغییرات باد بر اقتصاد میکروشبکه تاثیر می گذارد. چنانچه تنها در یکی از آنها به دلیل تغییرات سرعت باد در نواحی EAC ناشی از میکروشبکه بیشتر از شبکه ی سراسری است که مقدار آن هم ناچیز است ظرفیت های بهینه برای این مثال درجدول۱ آمده است.

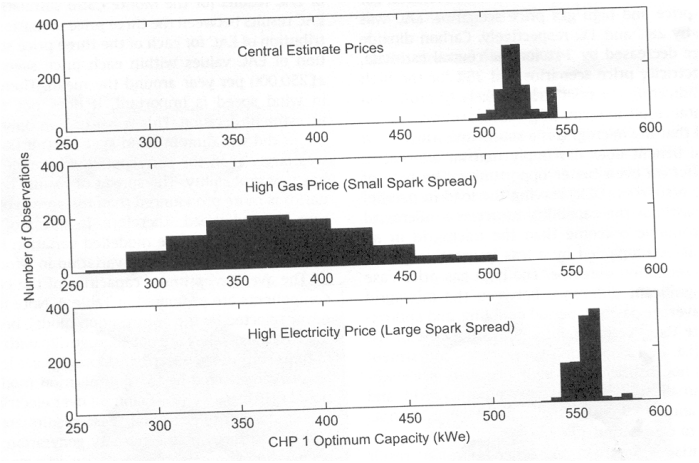
جدول ۱

Table 4
Statistics of Monte Carlo results for central estimate prices and sensitivity analysis, for baseline (grid–boiler), conventional decentralised energy resources (DER), and a microgrid

Case	EAC saving vs. baseline (£/year)	Payback period (years)	Emissions reduction vs. baseline (% CO_2)	Average CHP 1 optimum capacity (kW_e)	Average CHP 2 optimum capacity (kW_e)	Average CHP 3 optimum capacity (kW_e)	Average optimum boiler 1 capacity (kW_{th})	Average Optimum Boiler 2 Capacity (kW_{th})	Average Optimum Thermal Energy Storage Capacity ($kW_{th}h$)	Average Optimum Wind Power Capacity (kW_e)
Central estimate baseline	770,000	–	–	–	–	–	1251	1106	–	–
Central estimate DER	682,000	6.1	29%	254	168	221	924	237	231	555
Central estimate microgrid	696,000	7.4	34%	521	183	254	817	233	141	503
+40% gas price baseline	908,000	–	–	–	–	–	1251	1106	–	–
+40% gas price DER	865,000	8.5	23%	148	126	133	1060	534	87	592
+40% gas price microgrid	896,000	14.1	28%	374	193	388	899	63	86	569
+40% electricity price baseline	936,000	–	–	–	–	–	1251	1106	–	–
+40% electricity price DER	669,000	3.5	35%	570	283	127	518	246	518	597
+40% electricity price microgrid	673,000	3.5	35%	556	257	146	778	341	169	599

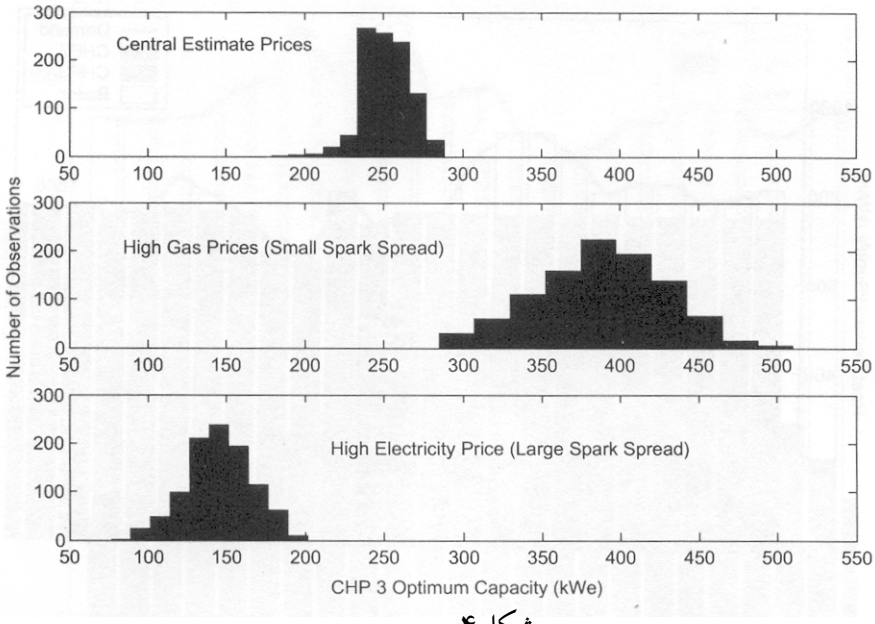
با توجه به اینکه سیستم های Pv هیچ وقت در مدل های بهینه ظاهر نمی شوند و این به دلیل قیمت بالای اصلی آنهاست در مقایسه با تکنولوژی های دیگر ذخیره ی انرژی نیز زیاد انتخاب نمی شود. در همه ی موارد ظرفیت اضافی CHP نسبت به ظرفیت ذخیره مورد توجه بیشتری است واضح است که نتایج در مصرفی که مزایای را برای تولید انرژی های تجدید پذیر در نظر بگیریم تغییر خواهد کرد. در این صورت سیستم هایی نظیر Pv یا ژنراتورهای باری ترکیبی با ذخیره کننده های الکتریکی تاثیرات اقتصادی جالب تری خواهند داشت . طراحی میکروشبکه همچنین شامل انتخاب ظرفیت برای هر واحد CHP

است. شکل۳ تغییرات در بهینه سازی ظرفیت CHP تحت تغییرات سرعت باد و سه سناریوی قیمت نشان می دهد .



شکل ۳

سناریوی قیمت بالای گاز، وسیع ترین تغییرات را در بهینه سازی ظرفیت CHP1 نشان می دهد با مقادیر اصلی که بین ۲۷۵ و ۵۰۰ کیلو وات می باشد. در جایی که بقیه ی سناریوها رنجی در حدود 50KW دارند. شکل ۴ این تغییرات را برای CHP3 نشان می دهد.



شکل۴

با توجه به شکل در می یابیم که این CHP حساسیت بیشتری نسبت به قیمت بالای گاز دارد. بنابراین انتخاب بهترین ظرفیت برای هر واحدCHP پیچیده ی می شود. چون تفاوت برجسته ای بین ظرفیت های بهینه در سناریوهای قیمت موجود وجود دارد و حتی در سناریوهای قیمت براساس تغییرات در سرعت باد.

نتیجه گیری

امروزه میکروشبکه ها تکنولوژی های جدید هستند که به دلیل مزایای زیست محیطی و اقتصادی خود مورد توجه بسیاری قرار گرفته اند. پژوهش ها نشان می دهد که میکروشبکه ها مزایای اقتصادی فراوانی دارند. اگر چه این در همه ی موارد و برای همه ی شرایط صادق نمی باشد. از آن گذشته وجود پارامترهای نامعلوم نظیر سرعت بارها تابش خورشیدو... و پارامترهایی نظیر قیمت برق و قیمت گاز و ... کار را کمی سخت میکند. بنابراین وسعتی وسیع برای مطالعات در مورد میکروشبکه و اقتصاد آن در شرایط مختلف وجود دارد.

از آن گذشته تکنولوژی های مفیدی نظیر Pv ، توربین های بادی و... به دلیل هزینه های بالای اصلی آنها در بهینه سازی های هزینه ای قرار نمی گیرند. اما چنانچه دولت ها حمایت خود را مشمول این نرخ تکنولوژی ها کنند امید است که علاوه بر اثرات زیست محیطی اقتصاد میکروشبکه ها نیز آینده ای بهتر داشته باشد.