

افزایش بهره‌وری واحدهای تولید همزمان برق و حرارت با مشارکت بخش خصوصی و دولتی

رضا محسنی¹، مسعود محمدی^{2*}

¹دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی،
re_mohseni@sbu.ac.ir

²دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه شهید بهشتی،
masoud.mohammadi1370@gmail.com

چکیده

امروزه تولیدات پراکنده با مقیاس کوچک توجه زیادی را در بین برنامه‌ریزان تولید انرژی به خود جلب کرده است و در این میان واحدهای تولید همزمان برق و حرارت (CHP) از اهمیت بیشتری برخوردار بوده‌اند. این نوع مولدها توانایی تولید همزمان انرژی الکتریکی و حرارتی را دارا می‌باشند. با توجه به ظرفیت تولید آن‌ها، می‌توان در مجتمع‌های تجاری، صنعتی و مسکونی، مجموعه‌های ورزشی، گلخانه‌ها، پست‌های انتقال برق و شهرک‌های صنعتی استفاده نمود. تولید همزمان برق و حرارت باعث افزایش بهره‌وری و در نتیجه کاهش هزینه‌های تولید انرژی می‌شود. اما در تمامی طرح‌های اقتصادی که سرمایه‌گذار خصوصی مسیولیت فراهم کردن سرمایه اولیه را برعهده دارد متقاعد کردن سرمایه‌گذار جهت آورد سرمایه‌ی اولیه کار سختی می‌باشد. از همین رو در این مقاله مدلی برای مشارکت بخش خصوصی و دولتی در این‌گونه فعالیت‌های اقتصادی ارائه شده‌است تا علاوه بر استفاده از امکانات و دارایی‌های دولتی بتوان از سرمایه‌های بخش خصوصی در مسیر افزایش بهره‌وری استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: تولید همزمان برق و حرارت، بهره‌وری، تولید پراکنده، CHP, PPP

1- مقدمه

اما با تغییر نحوه سرمایه‌گذاری در محیط تجدیدساختاریافته از شکل دولتی به سمت خصوصی دو نگرانی به وجود آمده‌است: یکی تهیه سرمایه‌ی اولیه هنگفتی است که با توجه به دیگر صنایع در صنعت نیروگاهی مورد نیاز است و دیگر اطمینان بخشیدن به بخش خصوصی برای بازگشت سرمایه و دریافت سود مورد انتظار از این سرمایه‌گذاری، که ما در این مقاله با مدلی که ارائه می‌دهیم به این نگران‌ها پاسخ می‌دهیم.

در فضای شبکه قدرت تجدیدساختاریافته، تولیدات پراکنده نقش پررنگی ایفا می‌کنند به نحوی که همزمان با تغییرات بنیادین در بازار برق و ساختار شبکه قدرت، استفاده از نیروگاه‌های کوچک‌مقیاس غیر-متمرکز رشد روزافزونی داشته‌است و مسیر پیشرفت را برای این نوع واحدهای تولیدی که تولید انرژی در سمت مصرف را ممکن ساخته‌اند، هموار کرده‌است.

با گذر زمان و محدود شدن روز به روز منابع سوخت فسیلی به خصوص در قرن جاری اهمیت دادن به بازده تولید انرژی در واحدهای مولدی و منابع پایدار بیشتر و بیشتر شده‌است به طوری که با وجود نیازمند بودن این‌گونه منابع به سرمایه اولیه بیشتر باز هم در ابتدای لیست انتخابی مطالعات توسعه در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه قرار گرفته‌اند.

در این میان با توجه به بهره‌مندی کشورهای همجوار ایران از منابع نفت و گاز، اشتیاق زیادی وجود دارد که علاوه بر تمرکززدایی تولید، با استفاده از واحدهای تولید همزمان برق و حرارت بتوان بهره‌وری از منابع را افزایش داد.

2- تولیدات پراکنده

امروزه با تغییرات شایانی که در زنجیره‌ی تامین انرژی صورت گرفته روز به روز شاهد افزایش تمرکززدایی در منابع تولید انرژی و حرکت به سمت تولید در سمت مصرف می‌باشیم. به طوری که امروزه بحث به کارگیری مولدهای خانگی رونق گرفته‌است. با جابه‌جایی تولید از محدوده تولید به سمت مصرف هزینه‌ی تمام‌شده برای تولید واحد انرژی در بیشتر مواقع افزایش می‌یابد اما این پایان ماجرا نیست با حرکت آرام بخشی از تولید به سمت بارها، انعطاف‌پذیری شبکه با به

با به کارگیری CHP در زنجیره تولید انرژی میزان تولید CO2 نیز کاهش می یابد. به طوری که با کاهش 35 درصد مصرف سوخت کمتر، آلاینده‌ی کمتری تولید می شود با توجه به این که تولید در محل مصرف قرار دارد به میزان 7 درصد تلفات خطوط انتقال و توزیع نیز از میزان تولید نیروگاهی متمرکز برای تامین بار یکسان کاهش می یابد که این نیز کاهش تولید آلاینده را به همراه دارد. این موارد و مزایای دیگری که این فناوری برای بشر دارد باعث استفاده روزافزون از واحدهای تولید همزمان برق و حرارت شده است به طوری که تعدادی از پیشروان عرصه مولدهای CHP در انگلستان توافق کرده اند که با فرض تصویب چارچوب قانونی تا سال 2828 یک میلیون واحد تولیدی CHP در این کشور نصب شود [5].

واحدهای CHP به طور معمول در بیمارستانها، دانشگاهها و هتلها کاربرد زیادی دارند زیرا این مکانها به مصرف همزمان انرژی الکتریکی و انرژی حرارتی نیاز دارند.

استفاده از این نوع مولدهای انرژی تاثیرات زیادی بر عملکرد سیستم قدرت دارد به طوری که می توان در بهبود مقاوم سازی، انعطاف پذیری و دیگر مشخصه های مطلوب شبکه از آنها استفاده کرد.

4- مشارکت خصوصی-دولتی (PPP)

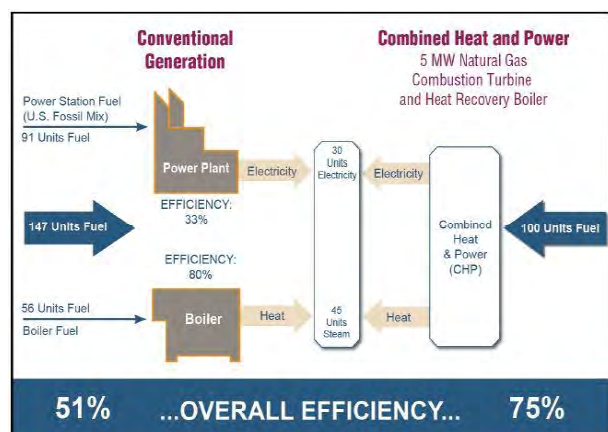
در مراجع تعریف یکتا و مشخصی از این موضوع با عنوان PPP (Public-Private Partnership) ارایه نشده است اما می توان دسته توافقات میان مدت و بلندمدتی که بین بخش خصوصی و دولتی منعقد می شود را به عنوان PPP برشمرد. در این قراردادها هدف علاوه بر سودآوری، انجام برخی خدمات اجتماعی می باشد [6]. یعنی بخش خصوصی با سرمایه ای که می آورد اموری که جز وظایف حاکمیتی است را انجام می دهد. برای مثال می توان به وظایف دولت در بخش بهداشت و درمان یا آموزش و پرورش اشاره داشت.

در PPP های مرسوم که در سرتاسر دنیا اتفاق می افتد این گونه است که بخش خصوصی سرمایه، نیروی انسانی را با خود می آورد تا بخشی از کار محول شده به بخش دولتی را انجام دهد در مقابل بخش دولتی بیشتر زیرساخت های مورد نیاز و تاییدیه های لازم امر را فراهم می کند. در موارد پیاده شده به طور معمول حجم سرمایه مورد نیاز و کارهایی که بایستی انجام شود آنقدر زیاد می شود که دیگر انجام آنها در توان دولت ها نمی باشد. از همین رو دولت به عنوان متولی امور، پیاده سازی و

وجود آمدن ریزشکبه ها بیشتر می شود که در مطالعات دینامیکی و امنیت شبکه مورد توجه قرار می گیرد. از طرفی این امر - نزدیکی تولید به مصرف - سبب کم شدن تلفات خطوط به خصوص در شبکه انتقال می شود و در مطالعات برنامه ریزی توسعه با توجه به این مساله هزینه ی کمتری برای توسعه شبکه در نظر گرفته می شود. از آنجا که واحدهای تولید پراکنده بیشتر از نوع منابع پاک و پایدار می باشند در کاهش گازهای گلخانه ای نیز موثر واقع می شوند. این موارد کاهش هزینه زمانی که با کاهش تولید آلاینده همراه می شوند هر برنامه ریز و تصمیم گیری را به سمت استفاده از منابع پراکنده سوق می دهد.

3- واحدهای CHP

مولدهای CHP گونه ای از منابع تولید انرژی می باشند که علاوه بر تولید انرژی الکتریکی انرژی حرارتی مفید و قابل استفاده نیز تولید می کند. همانطور در شکل 1 آمده است میزان کارایی سیستم و به نوعی بازده سیستم معادل تولید برق و حرارت مجزا را تا حدود 25 درصد افزایش می دهد. که این مقدار در نمونه های عملیاتی قابل افزایش می باشد. امکان آن وجود دارد که میزان راندمان را تا 08 درصد و یا حتی بیشتر از آن افزایش داد که برای این کار باید تجهیزات با هم و همچنین با بار الکتریکی/حرارتی هماهنگ باشند [3]. نصب واحد CHP در سایت، میزان سوخت مصرفی سایت را افزایش می دهد. زیرا واحد CHP سوخت بیشتری برای بهره برداری نیاز دارد اما این به معنی کاهش بهره وری نیست زیرا با اینکه برای تولید یکسان حرارت سوخت بیشتری مصرف می کند. همانطور که در شکل 1 مشاهده می شود علاوه بر حرارت، برق نیز تولید می کند که در مجموع از تولید مجزای برق و حرارت انرژی کمتری مصرف می کند.



شکل 1: میزان مصرف انرژی در دو حالت تولید مجزا و همزمان برق و حرارت

هزینه‌ی ناشی از سوخت از رابطه‌ی بالا به دست می‌آید که به اضافه حقوق کارکنان به عنوان هزینه‌ی جاری طرح محسوب می‌شود. از طرفی درآمد ناشی از فروش برق و حرارت از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید که در آن λ_p قیمت واحد برق تولیدی و λ_h قیمت واحد حرارت تولیدی می‌باشد.

$$M = P\lambda_p + H\lambda_h \quad (3)$$

آنچه مطرح شد در مورد گردش سرمایه جاری می‌باشد اما طرح‌های نیروگاهی نیاز به سرمایه‌ی اولیه هنگفتی دارند. تامین این سرمایه بر عهده بخش غیردولتی می‌باشد. با توجه به در اختیار قرار دادن زمین و زیرساخت‌های موجود از طرف بخش دولتی بخش قابل توجهی از این سرمایه اولیه مورد نیاز کاسته می‌شود. علاوه بر این مدیریت طرح و بازاریابی به خصوص در زمینه‌ی فروش حرارت و برق به بازارهای نزدیک همچون شهرک‌های صنعتی نزدیک به محیط دانشگاه نیز بر عهده بخش خصوصی می‌باشد.

در مقابل دانشگاه علاوه بر اینکه به عنوان مشتری مقدار مشخصی برق و حرارت پیش‌خرید می‌کند بایستی زیرساخت‌هایی همچون زمین مورد نیاز، بخشی از نیروی کار متخصص و کارشناسان و... را فراهم نماید. به دلیل نزدیک بودن به فضای علمی این متخصصین به آسانی در دسترس می‌باشند به خصوص این که می‌توان از دانشجویان به عنوان کارآموز در اجرا و بهره‌برداری نیروگاه کمک گرفت.

برای نمونه می‌توان این‌گونه طرح‌ریزی نمود که طبق قرارداد مصوب دانشگاه یا موسسه‌ی آموزشی زمین یا حتی ساختمان مورد نیاز برای واحد CHP را در اختیار طرف قرارداد قرار می‌دهد و مقدار مشخصی از برق و حرارت که در طول شبانه‌روز نیاز دارد را پیش‌خرید می‌کند به نوعی در ازای کسب اجاره از طرف قرارداد، برق و حرارت دریافت می‌کند و تا پایان فعالیت بر امور جاری نیروگاه نظارت دارد و کیفیت پیاده‌سازی و اجرای طرح را کنترل می‌کند. در مقابل شریک غیردولتی با سرمایه‌گذاری جهت خرید تجهیزات و استخدام کارکنان اقدام به احداث واحد می‌کند و در طول دوره‌ی بهره‌برداری مدیریت واحد را در اختیار دارد این طرف می‌تواند مازاد تولید خود را به صنایع و شبکه برق بفروشد و در فضای کسب و کار به دنبال افزایش هر چه بیشتر درآمد واحد و کارایی آن باشد.

طبق الگوهای PPP مشابه، بایستی قرارداد طرح، بلند مدت توافق شود تا نمودار دریافت و پرداخت طرح مقدار مثبتی به خود بگیرد. این گونه طرح‌ها به طور عمده پس از گذشت چند سال به سوددهی می‌رسند و سرمایه اولیه را جبران می‌کنند.

اجرا را به بخش خصوصی می‌سپارد و با داشتن نظارت بر نحوه‌ی اجرا، بهره‌برداری از پروژه را تحت کنترل خود نگه می‌دارد.

بخش خصوصی سرمایه‌گذاری مناسب و مدیریت بهبودیافته را با خود می‌آورد تا استفاده از ظرفیت بالقوه بخش دولتی افزایش یابد. در بیشتر موارد پروژه‌هایی که تحت مدیریت دولتی می‌باشند از تمام ظرفیت‌های موجود استفاده نمی‌شود و بخش خصوصی برای پر کردن این جای خالی وارد عمل می‌شود.

خصوصی‌سازی با PPP از این لحاظ که حق مالکیت در PPP همچنان در دست بخش دولتی است با یکدیگر تفاوت دارند. قراردادهای PPP به طور معمول بلند مدت می‌باشد تا طرف غیردولتی با اطمینان بیشتری سرمایه‌گذاری نماید. و بخش دولتی به جای اجرای مستقیم، خدمت مورد انتظار را از طرف قرارداد پیش‌خرید می‌نماید.

از دیگر امور محول به بخش خصوصی بازاریابی و مدیریت بهینه پروژه می‌باشد یعنی دولت از ارتباط مستقیم با مردم دور شده و وظایف خود را به طور غیرمستقیم و با واسطه‌ای از جنس خود مردم انجام می‌دهد.

5- مدل همکاری سرمایه‌گذاران

جهت بررسی این طرح بایستی با استفاده از یک طرح کسب و کار میزان پرداختی‌ها و نحوه‌ی کسب درآمد مشخص باشد. در این مدل که بر اساس PPP طراحی شده‌است محوریت آن تولید انرژی در دانشگاه‌ها می‌باشد. دانشگاه‌ها دارای ساختمان‌های زیادی می‌باشند همچون ساختمان‌های آموزشی، اداری و خوابگاه‌ها که برای اجرای پروژه بسیار خوش‌رفتار می‌باشند. به طوری که نیاز همزمان به برق و حرارت در طول شبانه‌روز به خصوص در خوابگاه‌ها باعث افزایش صرفه‌ی اقتصادی طرح می‌شود. از طرفی با توجه به اولویت قرار دادن به-کارگیری از تولیدات پراکنده توسط مجری شبکه، امتیازات زیادی همچون افزایش قیمت خرید برق از سوی شرکت برق منطقه‌ای یا پایین‌تر بودن نرخ فروش گاز به این واحدها از طرف شرکت گاز، به این گونه طرح‌ها تعلق می‌گیرد. بخشی از تولید انرژی از سوی واحد در دانشگاه مصرف می‌شود و مازاد تولید آن به ویژه بخش اضافی انرژی الکتریکی تولیدی را می‌توان به شبکه فروخت.

$$C_{total} = C_t + C_{employ} \quad (1)$$

$$C_t = aP^2 + bP + cH^2 + dH + ePH + f \quad (2)$$

6- نتیجه گیری

7- مراجع

- [1] Bahman Bahmani-Firouzi, Ebrahim Farjah, Alireza Seifi, "A new algorithm for combined heat and power dynamic economic dispatch considering valve-point effects", Energy 52 (2013) 320e332
- [2] Georgios M.Kopanos, Micheal C. Georgiadis, and Efstratios N. Pistikopoulos, "Energy Planning for a Residential Network of Compined Heat and Power Generations", 12th international conrence on control, automation and systems, jeju island, Korea, 2012
- [3] Milton Meckler, Lucas B. Hyman, "Sustainable on-site CHP systems", McGraw-Hill Companies, 2010
- [4] O. Siddiqui, R. Bedard, "Feasibility Assessment of Offshore Wave and Tidal Current Power Production: A Collaborative Public/Private Partnership", IEEE, 2005
- [5] U.S. Environmental Protection Agency Combined Heat and Power Partnership," Fuel and Carbon Dioxide Emissions Savings Calculation Methodology for Combined Heat and Power Systems", August 2012
- [6] www.worldbank.org

با توجه به گسترش روز به روز بار و افزایش درخواست تامین بار از سوی مصرف کننده و محدود بودن منابع تامین بودجه دولت‌ها، دیگر هیچ دولتی توان مدیریت انحصاری این حوزه را ندارد و باید کم کم بخش خصوصی به عنوان شریک اقتصادی وارد میدان شود. برای فراهم کردن زمینه فعالیت مشترک نقطه‌ی شروعی به نام PPP وجود دارد. همانطور که یاد شد واحدهای تولید همزمان برق و حرارت یکی از انتخاب‌های مناسب است و با وجود سازمان‌های دولتی همچون دانشگاه‌ها به عنوان بار مصرفی زمینه‌ی فعالیت این واحدها به خوبی فراهم شده‌است. از طرفی با وجود امتیازات تعلق گرفته به اینگونه طرح‌ها همانطور که نشان داده شد این فعالیت پربازده و زمان بازگشت سرمایه به نسبت مناسبی دارد. فعالیت در این حوزه افق روشنی دارد که در آینده می‌توان مشارکت در بخش درمانی و مشارکت دیگر منابع تولید انرژی پراکنده را نیز بررسی نمود.