



بررسی روشهای ذخیره سازی انرژی و مطالعه اثرات روش ذخیره سازی انرژی هوای فشرده

امیرحسین عشقی¹، دکتر محمد مهدی رضایی^{*2}

* دکتر محمد مهدی رضایی: mm.rezaei@iaukhsh.ac.ir

چکیده

انرژی های تجدید پذیر به گونه ای از انرژی اطلاق می شوند که برخلاف انرژی های تجدید ناپذیر، قابلیت بازگشت مجدد را به طبیعت دارند. در سال های اخیر، مشکلات زیست محیطی و مسأله تغییر آب و هوای کره زمین به علت استفاده از منابع انرژی تجدید ناپذیر، استفاده از انرژی های تجدید پذیر را تشدید کرده است. منابع انرژی نو (تولیدات پراکنده) در سیستم های قدرت، جهت تولید توان الکتریکی در سطح وسیعی بکارگرفته می شوند. در برخی از این منابع، به عنوان مثال باد و خورشید، به دلیل ماهیت رفتار تصادفی، امکان پیش بینی توان خروجی تولیدی مشکل بوده و این مسأله سبب وقوع نوسانات شدیدی در توان خروجی می گردد که این امر مشکلات فراوانی را برای عملکرد سیستم قدرت به همراه خواهد داشت. به همین دلیل، بکارگیری سیستم های ذخیره انرژی در نقاط مختلف سیستم قدرت ضروری است تا تعادل بین تولید و مصرف برقرار گردد و یا اینکه برای بازه های زمانی که تولید کمتر از مصرف است، بتوان ذخیره سازی انجام داد. به عنوان مثال، تولید برق به وسیله توربین های بادی می تواند در ساعات پیک بسیار مفید باشد، البته عکس این موضوع نیز صادق است، یعنی شاید زمانی در ساعات پیک، تولید برق موثر و اقتصادی نباشد. روش های متنوعی در خصوص ذخیره سازی انرژی برق وجود دارند که می توان انرژی را در ساعات غیر پیک ذخیره نمود. در این مقاله، ابتدا ویژگی های هریک از این روش های ذخیره سازی انرژی بیان شده و در انتها به مزایای روش ذخیره سازی انرژی هوای فشرده به طور خاص می پردازیم.

واژه های کلیدی: انرژی های تجدیدپذیر، تولیدات پراکنده، ذخیره سازی انرژی برق، ذخیره سازی انرژی هوای فشرده

1- مدرس، آموزشکده فنی و حرفه ای سما، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد، نجف آباد، ایران

2- استادیار، دانشکده فنی و مهندسی گروه برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر

مقدمه

امروزه، به علت مزایای فراوان انرژی های نو و تجدید پذیر، استفاده از این انرژی ها بسیار مورد توجه قرار گرفته است. پس از بحران های انرژی که عمده ترین آنها در دهه هفتاد میلادی به وقوع پیوست، توجه بسیاری از کشورهای دنیا به استفاده از انرژی های نو نظیر انرژی باد، انرژی خورشیدی، انرژی زمین گرمایی¹ و سایر منابع تجدیدپذیر جلب شده است. باد، یکی از منابع انرژی پایان ناپذیر جهان هستی است که بر اثر اختلافات ترمودینامیکی نظیر اختلاف دما و فشار بین نواحی مجاور به وجود می آید. یکی از بهترین روش های بهره برداری از انرژی باد، تولید انرژی الکتریکی از باد است. به این صورت که با قرار دادن یک توربین بادی در مسیر باد و انتقال انرژی مکانیکی توربین به یک ژنراتور، انرژی الکتریکی حاصل می شود.

در سال های اخیر، استفاده از انرژی باد جهت تولید برق رایج شده و این موضوع به دلیل تجدیدپذیر بودن این منبع و عوامل زیست محیطی که چالش اصلی جهان امروزی می باشد، رو به گسترش است. با افزایش سطح نفوذ انرژی باد در تولید انرژی الکتریکی، باید اثرات مختلف آن را بر روی جنبه های گوناگون سیستم قدرت از جمله پایداری²، کیفیت توان³ و قابلیت اطمینان⁴ بررسی نمود. عدم امکان پیش بینی دقیق و متغیر بودن توان خروجی نیروگاه های بادی، کنترل پذیری آنها را دشوارتر نموده و ممکن است در صورت سهم زیاد واحدهای بادی در تولید توان سیستم، سیستم قدرت قادر به داشتن پاسخ مناسب به تغییرات توان خروجی آنها نباشد. به دلیل عدم قطعیت و تصادفی بودن سرعت وزش باد، توان تولیدی توسط

واحدهای بادی متغیر می باشد و این امر اثرات مختلفی بر روی سیستم قدرت و از جمله بر روی قابلیت اطمینان سیستم خواهد داشت.

به طور کلی قابلیت اطمینان، به میزان توانایی یک سیستم در انجام کاری که به آن محول شده می گویند. به عبارت دیگر، قابلیت اطمینان، درجه عملکرد اجزاء سیستم است که نتیجه آن، تحویل برق با استانداردهای قابل قبول و به مقدار لازم به مصرف کننده ها می باشد. با رقابتی شدن بازار برق و وابستگی به تکنولوژی هایی که نیروی برق با قابلیت اطمینان بالا نیاز دارند، اهمیت استانداردهای قابلیت اطمینان افزایش یافته است.

استفاده از سیستم های ذخیره انرژی⁵، به عنوان راهکاری برای غلبه بر ماهیت تصادفی توان خروجی واحدهای بادی مطرح گردیده است [1].

در این مقاله، ابتدا به بررسی انواع روش های ذخیره سازی انرژی و بیان ویژگی های هریک پرداخته شده و سپس مزایای ذخیره سازی انرژی هوای فشرده (CAES)⁶ در توربین های بادی مطرح خواهد شد.

برخی از سیستم های ذخیره انرژی

1- ذخیره انرژی در باتری

باتری، انرژی پتانسیل را طی واکنش های شیمیایی در اجزاء الکتروشیمیایی خود ذخیره می کند. عمل شارژ موجب وقوع واکنش هایی در ترکیبات باتری شده و انرژی به صورت شیمیایی ذخیره می گردد. براساس تقاضا، واکنش های شیمیایی برعکس باعث ایجاد جریان الکتریسته به خارج از باتری و به سمت شبکه می گردد.

¹ Geothermal² Stability³ Power quality⁴ Reliability⁵ Energy storage⁶ Compressed air energy storage

3- تکنولوژی پمپ ذخیره ای^۸

برای اولین بار، روش ذخیره آب پمپاژ شده در ایتالیا و سوئیس در سال 1890 استفاده شد. این سیستم، از دهه 1930 تا به حال به عنوان فراگیرترین سیستم ذخیره انرژی برای شبکه قدرت با قابلیت بیش از 90 گیگاوات ذخیره سازی توان طی زمان کار، در سراسر جهان می باشد.

ایستگاه های پمپاژ آب از توان غیر پیک استفاده می کنند تا آب را در انبارهایی که در بالا دست قرار دارند ذخیره کنند. در زمان نیاز، جهت جریان آب برعکس می شود تا با پس دادن انرژی پتانسیل، انرژی الکتریکی تولید شود. در اصل، امکان پمپاژ آب تقریباً در هر مقیاسی، با زمان دشارژ از چند ساعت تا چند روز وجود دارد.

راندمان سیستم، بسته به اندازه نیروگاه، قطر دریچه تنظیم آب، نوع توربین آبی مورد استفاده و ارتفاع بین بالاترین و پائین ترین انباره، حدود 70% تا 85% است [2].



شکل (1) یک نیروگاه پمپ ذخیره ای

4- ذخیره انرژی مغناطیسی در ابر رساناها

سیستم ذخیره انرژی مغناطیسی در ابررساناها، انرژی را در میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط جریان مستقیم در یک سیم پیچ از جنس رسانا ذخیره می کند. جهت

پاسخ سریع، یکی از ویژگی های استفاده از تکنولوژی ذخیره سازی انرژی در باتری می باشد. برخی از باتری ها می توانند به تغییرات بار در طی حدود 20 میلی ثانیه پاسخ دهند. راندمان باتری ها، بسته به ماده شیمیایی و اینکه چند بار شارژ و دشارژ می شوند، در حدود 60% تا 80% است.

بیشتر تکنولوژی های باتری ها از نظر توان یا انرژی و یا هردوی آنها بهینه شده اند. به علاوه، باتری هایی که برای توان بالا طراحی شده اند، نمی توانند چرخه تکرار شارژ و دشارژ را که در بسیاری از کاربردهای ذخیره انرژی لازم است فراهم کنند [2].

2- ذخیره انرژی هوای فشرده (CAES)

این روش، با به کارگیری یک کمپرسور، از انرژی در زمان غیر پیک برای فشرده سازی هوا و ذخیره آن در فشار بالا (به طور نوعی حدود 75 بار^۷) در یک مخزن هوا استفاده می کند. طی مرحله دشارژ در لحظات پیک بار، هوای فشرده در محفظه احتراق پخش شده و با نفت یا گاز ترکیب می شود تا اینکه نهایتاً یک توربین گازی را که انرژی الکتریکی تولید می کند بچرخاند.

اندازه نوعی سیستم، 300-50 مگاوات با راندمانی حدود 85% است. اولین واحد تجاری ذخیره هوای فشرده با توان 290 مگاوات واقع در هانتورف آلمان در سال 1978 بکارگرفته شد. این واحد، به مدت 30 سال کار کرده و راندمانی بالای 90% داشته است.

تحقیقات اخیر در این زمینه، به کنترل و ردیابی نقطه حداکثر راندمان و یا ترکیب تکنولوژی های مختلف برای کاربردهای منابع تغذیه اختصاص پیدا کرده است [2].

^۸ Pumped storage

^۷ Bar

کاهش تلفات ناشی از جریان گردشی و یا اصلاح سیستم خنک کننده که گرما را در داخل محفظه خلأ از چرخ جدا می کند، از دیگر اقدامات در حال انجام در این زمینه می باشند [2].



شکل (2) چرخ طیار

6- ذخیره انرژی در ابر خازن

ابر خازن ها انرژی الکتریکی را درون دو خازن دو لایه ای الکتریکی، بین هر کدام از الکترودها و الکترولیت ها ذخیره می کنند. فاصله ای که در آن تجزیه بارها رخ می دهد، تنها چند آنگستروم است.

ظرفیت خازنی و چگالی انرژی الکتریکی این قطعات هزاران برابر بیشتر از خازنهای الکترولیتی است. در مقایسه با باتری های سرب اسید¹⁰، ابرخازنها چگالی انرژی الکتریکی کمتری دارند. اما می توانند دهها هزار سیکل کار کنند و همچنین در مقایسه با باتری ها، توانایی شارژ و دشارژ سریعتری را دارند. امید شایانی برای جایگزینی باتری ها توسط این عناصر و یا استفاده از آنها به همراه باتری ها در کاربردهای متنوع و وسیع وجود دارد.

تحقیقات جدید، در استفاده از ابرخازنها در کاربردهای کیفیت توان، تأمین مقطعی تقاضای حداکثر توان بالا، تجمع با سایر تکنولوژی های ذخیره سازی انرژی و توسعه کاربردهای ولتاژ بالا متمرکز شده است [2].

نگهداشتن سیم پیچ در حالت ابر رسانایی خود، آن را در یک مخزن هلیوم مایع که شامل یک مخزن ایزوله سرماسنج می باشد، غوطه ور می کنند.

انرژی خروجی این سیستم، در مقایسه با باتری ها وابستگی کمتری به نرخ دشارژ دارد. همچنین این سیستم طول عمر بالایی داشته و در نتیجه، برای کاربردهایی که نیاز به عملکرد در حالت های چرخه کامل، ثابت و پیوسته دارند، مناسب می باشد.

امروزه، اکثر تحقیقات به سمت سیستم های با ظرفیت بزرگ، در رنج 100-10 مگاوات سوق یافته اند. اخیراً نیز تحقیقاتی بر روی ابزارهای میکرو سیستم کوچکتر، در رنج 1-10 مگاوات، برای کاربردهای کنترل پایداری سیستم تمرکز پیدا کرده است [2].

5- ذخیره انرژی در چرخ طیار⁹

سیستم ذخیره چرخ طیار از یک سیلندر بزرگ چرخان (با لبه متصل به شفت) تشکیل شده است. این سیلندر در سرعت بالا می چرخد. زمانی که مجموعه ادوات الکتریکی به عنوان موتور عمل کرده و سیلندر را می چرخانند، انرژی ذخیره می کنند. به هنگام نیاز، سیستم به صورت ژنراتور عمل می کند تا با استفاده از انرژی ذخیره شده در سیلندر، توان الکتریکی مورد نیاز را تأمین نماید.

کارآیی مازول چرخ طیار، بسته به تلفات چرخشی، تلفات سیم پیچ و تعداد دفعات کار، بین 80% تا 85% می باشد.

در حال حاضر، تحقیقات بر روی افزایش گشتاور، چگالی توان و انرژی با طراحی جدید متمرکز شده است.

¹⁰ Lead acid

⁹ Flywheel

7- سیستم های ذخیره انرژی بر پایه هیدروژن

سیستم های ذخیره سازی بر پایه هیدروژن، اخیراً مورد توجه فزاینده ای قرار گرفته اند. المان های اساسی شامل یک واحد الکترولیزگر که انرژی الکتریکی ورودی را به هیدروژن تبدیل می کند، خود سیستم ذخیره هیدروژن و یک سیستم تبدیل انرژی هیدروژن که انرژی شیمیایی ذخیره شده در هیدروژن را به انرژی الکتریکی تبدیل می کند، می باشند.

بیشترین کاربرد آن برای خودروهای برقی و تولید الکتریسته توسط پیل سوختی می باشد.

بسته به فشار کاری و راندمان ترکیب الکترولیزگر و پیل سوختی و یا فشار کاری و راندمان پیل سوختی دو طرفه، انتظار می رود که راندمان بین 60% تا 85% باشد. در هر حال، ذخیره سازی هیدروژن، اساساً ایراد هزینه بالا را داراست.

واحدهای تحقیق و توسعه، اخیراً بر روی مواد یا تکنولوژی های جدید برای ذخیره هیدروژن تمرکز کرده اند [1].

مقایسه بین تکنولوژی های مختلف ذخیره سازی

پارامترهای کارآیی وسایل ذخیره سازی معمولاً در سطح وسیع و متنوعی از اصطلاحات و واحدها بیان می شوند. هر کدام از تکنولوژی ها دارای تعدادی مزایا و معایب می باشند که کاربرد آنها را از نظر عملیاتی و اقتصادی فقط برای یک رنج محدود میسر می سازد. ایستگاه های ذخیره انرژی در مقیاس بزرگ بر اساس کاربرد به سه دسته اصلی تقسیم می شوند:

الف: کیفیت توان

در این گونه کاربردها، ذخیره سازی انرژی برای چند ثانیه و یا کمتر، جهت تضمین و اطمینان از پایداری ولتاژ انجام می شود.

ب: واسط توان

در این حالت، ذخیره ساز انرژی در هنگام سوئیچ از یک منبع به منبع دیگر، از چند ثانیه تا چند دقیقه جهت تضمین پیوستگی تأمین بار به کار برده می شود.

ج: مدیریت انرژی

در این حالت، محیط ذخیره سازی برای جدا کردن زمان تولید و مصرف انرژی الکتریکی استفاده می شود. یک کاربرد نوعی آن، توازن بار است که شامل شارژ ذخیره ساز - زمانی که هزینه انرژی پائین است - و دشارژ انرژی در زمان نیاز می باشد. این کار می تواند مصرف - کنندگان را قادر سازد برای ساعات متمادی به صورت مستقل از شبکه کار کنند.

اگرچه تعدادی از فناوری های ذخیره سازی می توانند در محدوده هر سه کاربرد فوق استفاده شوند، اما در بیشتر مواقع، در تمام موارد قابل اعمال نخواهند بود. در نظر گرفتن همزمان ملاحظات فنی و اقتصادی همچون مقادیر نامی، وزن، هزینه نهایی، راندمان و طول عمر در انتخاب محیط ذخیره سازی امری ضروری است [2].

در ادامه، به طور مجزا به توصیف روش ذخیره سازی انرژی هوای فشرده که در کنار توربین های بادی مزایای بسیاری را به همراه خواهد داشت می پردازیم.

ذخیره سازی انرژی هوای فشرده

تا چند سال گذشته، درمورد بهینه سازی عملکرد CAES روی بازارهای برق و ابزارهای استراتژیک مناسب بهینه سازی بازار برای این نوع نیروگاه ها کار چندانی نشده بود، ولی در سال های اخیر و با پیشرفت انرژی های نو، این نیروگاه ها به طور فزاینده ای به عنوان روشی برای توسعه پیوستن انرژی نوسانی باد به شبکه های برق مورد بررسی قرار گرفته اند. فناوری CAES در حقیقت یک مدل اصلاح شده از تکنولوژی توربین گازی است و به عنوان یک فناوری دردسترس و قابل اطمینان مطرح می باشد.

در شکل (3)، بلوک دیاگرام یک سیستم ساده CAES نشان داده شده است. به طور کلی این سیستم از برق ارزان قیمت در زمان غیر پیک استفاده نموده و هوای فشرده را با فشار بالا در یک مخزن ذخیره می کند. این هوای فشرده در زمان پیک بار در یک اتاق احتراق گرم شده و منبسط می گردد و به یک توربین گازی تغذیه می شود تا برق مورد نیاز را تامین کند.

CAES از پنج بخش اصلی تشکیل شده است:

1- یک موتور-ژنراتور که با استفاده از کلاچ ها، توالی کارکرد کمپرسور و توربین را تعویض می نماید.

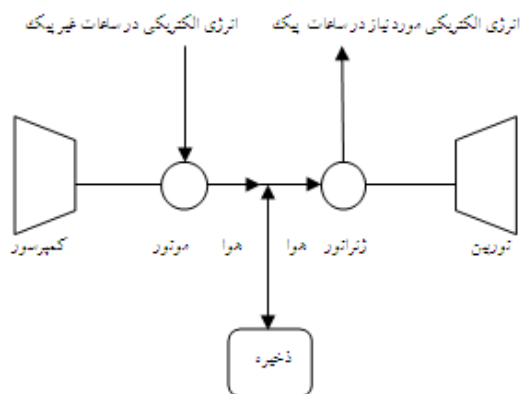
2- یک کمپرسور هوا که جهت دستیابی به صرفه اقتصادی در فرآیند فشرده سازی هوا و همچنین کاهش رطوبت موجود در هوای فشرده، از مجموعه ای از خنک کننده ها استفاده می کند.

3- یک رشته توربین شامل توربین های فشار قوی و فشار ضعیف.

4- یک مخزن زیرزمینی جهت ذخیره هوای فشرده.

5- تجهیزات کنترل سیستم و سایر متعلقات مانند مخازن سوخت و مبدل های حرارتی.

در زمان کاهش تقاضای انرژی الکتریکی، هوا توسط کمپرسور که انرژی آن از موتور تهیه می شود فشرده شده و به مخزن هدایت می گردد. به منظور بازیابی انرژی ذخیره شده، هوای فشرده ای که از مخزن آمده است گرم شده و سپس در توربین فشار قوی منبسط می گردد. بدین طریق مقداری از انرژی نهفته در هوای فشرده توسط توربین فشارقوی دریافت می شود. سپس هوا با سوخت مخلوط گردیده و به همراه هوای منبسط شده خروجی در یک توربین فشارضعیف محترق می گردد و هر دو توربین فشار قوی و فشارضعیف جهت تولید برق به یک ژنراتور متصل می شوند [3].



شکل (3) یک طرح ساده از سیستم CAES

مزایای CAES

فن آوری CAES دارای قابلیت بهره برداری بالا و هماهنگی قابل توجه با منابع دیگر تولید انرژی است. به طور کلی یک سیستم ذخیره سازی انرژی برای داشتن بازده بالا باید دارای توانایی قابل ملاحظه ای جهت ایجاد

همانگی با نوع کاربرد مورد نظر و همچنین با نوع تولیدی که از آن انتظار می رود، باشد که این امر نیاز به همانگی با شبکه دارد. فناوری CAES مورد استفاده در توان های بالا در این زمینه نیز نسبت به سایر روش های ذخیره سازی انرژی دارای وضعیت مطلوبی است.

از جمله مزایای استفاده از سیستم ذخیره سازی هوای فشرده، ارائه برخی خدمات پشتیبانی به شبکه است، خدماتی نظیر کاهش پیک بار، کاهش ذخیره چرخشی¹¹، تامین توان راکتیو، تنظیم فرکانس و کاهش قیمت برق.

از مزایای دیگر این سیستم در زمینه خدمات مدیریت شبکه می توان به توانایی عملکرد موثر این سیستم در شرایط وجود بارهای جزئی در شبکه اشاره کرد. که این مزیت از توانایی تغییر حالت سریع CAES از حالت تولید به حالت فشرده سازی (ذخیره کردن) و بالعکس ناشی می شود. همچنین نیروگاه های CAES قادر به پاسخ گویی به بارهای متغیر در شبکه هستند چرا که در مقابل تغییرات مداوم روشن/خاموش مقاوم هستند.

توان تولیدی توسط این نیروگاه ها معمولاً بین 50 تا 300 مگاوات است که از تمامی روش های ذخیره سازی به جز روش پمپ ذخیره ای بیشتر است [3].

معایب CAES

این روش نیز مانند هر فن آوری دیگر تولید شده توسط بشر، دارای معایب و نواقصی می باشد که ذکر چند مورد از آن ها ضروری می باشد. در مکانیزم CAES نیز مانند هر مورد دیگر از تبدیلات انرژی، اتلاف انرژی، اجتناب ناپذیر است. فشرده سازی و انبساط دو فرآیند اصلی در CAES هستند. اگرچه فشرده سازی به طور جداگانه

صورت می گیرد ولی به هنگام بازیافت آن، بخشی از انرژی دریافتی معمولاً به هدر می رود. از این رو باید بهره دریافت مجدد انرژی بهبود بخشیده شود. بدین منظور باید انرژی که در خلال فشرده کردن هوا به صورت حرارت خارج می گردد مجدداً دریافت و در حین مرحله انبساط مورد استفاده مجدد واقع گردد. اما مهم ترین عیب CAES، نیاز به گرمای اضافی در خلال فرآیند انبساط است که این، خود باعث بالا رفتن مصرف سوخت در حین فرآیند انبساط می شود و دلایل آن در اصول فیزیکی انبساط گازها نهفته است. این ازدیاد مصرف سوخت، موجب می شود تا ارزش اقتصادی طرح با تغییرات قیمت سوخت، کاهش یابد. همچنین سوخت اضافی باعث افزایش هزینه های جانبی تولید می شود. یکی از راه های جلوگیری از اتلاف انرژی در حین انجام فرآیند انبساط، بازیافت حرارت باقی مانده از دود جهت گرم کردن هوا می باشد [3].

مکان یابی CAES

اولین شرط انجام یک عملیات اجرایی یا یک پروژه صنعتی، وجود مکان مناسب جهت استقرار پروژه در آن مکان است و پروژه CAES نیز از این امر مستثنی نمی باشد. علاوه بر این، به علت وابستگی این طرح به شبکه قدرت و همچنین بالا بودن هزینه های تحقیقاتی، طراحی و اجرا، باید از هر گونه اشتباه در انتخاب مکان مناسب راه اندازی پرهیز شود. در تحقیقات مختلف انجام شده در سطح جهان به خصوص در آمریکا و اروپا، چند گزینه جهت ایفای نقش مخزن، برای فن آوری CAES مطرح شده اند که عبارتند از: سفره های آب زیرزمینی، معادن سنگ های صخره ای و معدنی، مخازن گنبد نمکی و...

¹¹ Spinning reserve

ویژگی های ژئوفیزیکی مخازن

مخازن گاز طبیعی که به منظور ذخیره سازی هوای فشرده به کارگرفته می شوند بایستی برخی خصوصیات را دارا باشند، از جمله این خصوصیات قابلیت تحمل فشار و قابلیت نفوذپذیری مخازن می باشد.

نتیجه گیری

سیستم های ذخیره انرژی می توانند جهت مقاصد مدیریت انرژی، کیفیت توان و یا به عنوان واسط انرژی بکار گرفته شوند. در این مقاله، روش های مختلف ذخیره سازی انرژی بیان گردید و در انتها، روش ذخیره سازی انرژی هوای فشرده که از تکنولوژی های کارآمد در امر ذخیره سازی انرژی است مورد بررسی قرار گرفت. همچنین مزایا، معایب و محدودیت های بکارگیری این سیستم ارزیابی گردید.

این سیستم، در صورت اجرا باعث کاهش فشار در ساعات پیک بار بر روی سیستم قدرت و همچنین تثبیت فرکانس و افزایش بازده شبکه خواهد شد [4 و 5].

افزودن واحدهای تولید پراکنده¹² از قبیل واحدهای بادی به سیستم موجب بهبود قابلیت اطمینان آن می شوند، اما به علت ماهیت تصادفی انرژی باد و بنابراین خروجی متغیر نیروگاه بادی، اثر بهبود قابلیت اطمینان توسط این واحدها کمتر از واحدهای معمول سیستم قدرت است. به علاوه، به دلیل اعمال محدودیت ضریب نفوذ در مورد واحدهای بادی ممکن است نتوان کل توان تولیدی نیروگاه بادی را به شبکه تزریق کرد؛ بنابر این می توان از سیستم ذخیره ساز انرژی استفاده کرد و مشکل ماهیت تصادفی بودن انرژی باد را رفع نمود [1].

مکان مورد نظر از هر نوع که باشد باید دارای ویژگی های مناسب زمین شناسی و موقعیت مکانی مناسب جهت احداث پروژه باشد که در ادامه، این عوامل بررسی خواهند شد.

الف: دسترسی به گاز طبیعی

برای راه اندازی سیستم CAES، نیاز به سوخت فسیلی (گاز طبیعی) می باشد که این فن آوری وابسته به نیروگاه های گازی است و باید با آنها در ارتباط باشد. بنابراین مکان احداث پروژه باید در جایی انتخاب شود که تاحد امکان به منابع گاز طبیعی و همچنین به نیروگاه های گازی نزدیک باشد.

ب: مجاورت و نزدیکی به خطوط انتقال

انتقال انرژی از نیروگاه به مرکز بار از طریق خطوط انتقال صورت می گیرد و هرچه نیروگاه از خطوط انتقال دورتر باشد به معنی دوری از مرکز بار خواهد بود. این مسأله برای سیستم های ذخیره ساز انرژی اهمیت بسیاری دارد، زیرا تلفات انتقال انرژی در دو وضعیت ذخیره سازی انرژی و همچنین بازیافت انرژی وجود خواهد داشت. بنابراین هزینه های بهره برداری طرح افزایش یافته و توجیه پذیری اقتصادی آن کاهش می یابد.

ج: نويز

تأسیسات CAES باید در جایی واقع شود که نويز حاصل از توربین آن تأثیر منفی بر تجهیزات و محیط اطراف نداشته و یا تأثیر آن به حداقل مقدار ممکن کاهش یابد.

¹² Distributed generation

- یکی از چالش های جدید پیش روی واحدهای تولید، تعهد این واحدها در قبال تأمین بار (^{13}UC) و رقابت بر سر قیمت تمام شده برق تولیدی و در نتیجه فروش برق به صورتی اقتصادی می باشد. در این میان، استفاده از سیستمهای ذخیره انرژی، راهکاری به سمت استفاده اقتصادی از سیستم می باشد [6].
- انرژی باد، یکی از ارزان ترین و پاک ترین منابع تولید الکتریسیته می باشد. ظرفیت نصب شده نیروگاه های بادی از 59/3 گیگاوات در سال 2005 به 198 گیگاوات در سال 2010 رسیده و این، در حالی است که در 20 سال گذشته، حدود 20 میلیارد دلار بر روی انرژی باد سرمایه گذاری شده است. به دلیل ماهیت دوره ای بودن انرژی باد، استفاده از این انرژی بر عملکرد دینامیکی سیستم تأثیر خواهد گذاشت. به منظور جبران این وضعیت، باید سیستم را به تجهیزاتی اضافه مجهز نمود. نشان داده شده که استفاده از تجهیزات ذخیره سازی انرژی می تواند عملکرد دینامیکی سیستم را بهبود بخشد [7].
- [3] ناصح، م، فلک باز، م، ذخیره سازی انرژی الکتریکی در ابعاد وسیع به کمک هوای فشرده و مکان یابی ساخت آن در جنوب ایران، اولین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران، بیرجند، 1388، 7.
- [4] خرسند، ح، روز بهانی، ن، بررسی چگونگی بومی سازی استفاده از انرژی تجدیدپذیر باد در توربین های بادی و اثرات زیست محیطی آن، اولین همایش ملی بیابان، تهران، 1391، 9.
- [5] سرمدی، م، ذخیره انرژی باد به صورت هوای فشرده، اولین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران، بیرجند، 1388، 9.
- [6] Tomonobu Senjyu, Kai Shimabukuro, Katsumi Uezato, A Technique for Thermal and Energy Storage System Unit Commitment, 2015, pp.2465.2478.
- [7] E.M.G. Rodrigues, G.J. Osório, J.M. Lujano-Rojas, J.C.O. Matias, J.P.S. Catalão, An Innovative Technique for Energy Storage System Management based on Vanadium Redox Batteries, IEEE 5th International conference on power engineering, energy and electrical drives (POWERENG), 2015, Lisbon, Portugal.

مراجع

- [1] شاهوی، ز، عباسپور تهرانی فرد، علی، فتوحی فیروزآباد، م، اصلانی، ا، ارزیابی اثر سیستم ذخیره ساز انرژی به همراه نیروگاه بادی بر روی قابلیت اطمینان سیستم قدرت، بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق، 1388، 10.
- [2] آفازاده، ه، مددی کجابادی، ح، صادقی یزدان خواه، ا، بررسی روشهای مختلف ذخیره سازی انرژی در تولیدات پراکنده، اولین کنفرانس انرژی های تجدید پذیر و تولید پراکنده ایران، بیرجند، 1388، 7.