

بررسی ضرورت بکارگیری انرژی تجدید پذیر با رویکرد پتانسیل سنجی استحصال انرژی از زیست توده فاضلاب شهری

رامین قنبری (1)؛ سجاد رضازاده (2)؛ عبدالرحمن دادوند (3) و محسن کامرانی (4)
(1,2,3) دانشگاه صنعتی ارومیه، (4) عضو و دبیر کمیته علمی شرکت برق منطقه ای تهران

چکیده

هدف از این تحقیق، شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های مرتبط با انتخاب فرآیند هضم بیوهوایی و احتراق؛ جمع‌آوری اطلاعات مرتبط با تصفیه‌خانه‌ها؛ پتانسیل سنجی استحصال انرژی از بیوگاز و لجن سوزی در تصفیه‌خانه‌ها؛ در قلمرو مکانی شرکت فاضلاب تهران می‌باشد. با توجه به اهداف مورد نظر، مقاله حاضر در صدد یافتن پاسخ به این پرسش است که "با چه رویکردی می‌توان پتانسیل سنجی استحصال انرژی از زیست توده فاضلاب شهری را در حوزه یادشده امکان پذیر نمود؟" نوع تحقیق کاربردی و روش آن تجربی می‌باشد. روش‌های جمع‌آوری اطلاعات به صورت کتابخانه‌ای و میدانی بوده است. ابزار اندازه‌گیری پژوهش از نوع مقیاس نسبی بوده و برای مثبت ارزیابی نمودن اعتبار پژوهش از ابزار مشاهده و مصاحبه با کارشناسان خبره، استفاده گردید. از تصفیه‌خانه‌های دارای لجن فعال با اندازه‌گیری حد پایین و بالای حجم بیوگاز در روز نتیجه حاصل گردید که استحصال انرژی از بیوگاز نسبت به سایر روش‌ها از پتانسیل بیشتری برخوردار هستند. با گسترش و توسعه تصفیه‌خانه‌های کشور و افزایش جمعیت، پتانسیل بازیابی انرژی تجدید پذیر از منبع فاضلاب شهری افزایش چشم‌گیری خواهد داشت. بنابراین پیشنهاد می‌گردد صنعت آب و برق کشور نسبت به انرژی‌های تجدیدپذیر یک رویکرد جدی داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: "انرژی تجدید پذیر، زیست توده، استحصال، شرکت فاضلاب تهران، صنعت آب و برق".

1- مقدمه

2006 حدود 18% از انرژی مصرفی جهانی از راه انرژی‌های تجدید پذیر بدست آمد. سهم زیست توده² به طور سنتی حدود 13%، که بیشتر جهت حرارت دهی و 3% انرژی آبی بود. 2.4% باقیمانده شامل نیروگاه‌های آبی کوچک، زیست توده مدرن، انرژی بادی، انرژی خورشیدی، انرژی زمین‌گرمایی و سوخت‌های زیستی می‌باشد که به سرعت در حال گسترش هستند.

انرژی تجدید پذیر¹، انرژی برگشت پذیر نیز نامیده می‌شود. به انواعی از انرژی می‌گویند که بر خلاف انرژی‌های تجدیدناپذیر قابلیت بازگشت مجدد را به طبیعت را دارند. در سال‌های اخیر با توجه به اینکه منابع انرژی تجدیدناپذیر رو به اتمام هستند این منابع مورد توجه قرار گرفته‌اند. در سال

² Biomass

¹ Renewable Energy

2- مساله پژوهش

توسعه و گسترش انرژی های تجدیدپذیر باعث کمک به تحقق توسعه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی کشور می شود که از عوامل اساسی در رسیدن به توسعه پایدار در هر کشوری هستند [3]. در این راستا، فلسفه و علت استفاده از انرژی های نو و پاک یا همان تجدیدپذیر در عین وضوح چندین زمینه مختلف را در بر می گیرد که بعضی از آن ها نیز با پیچیدگی هایی همراه هستند. برای استفاده از انرژی های نو چندین دلیل و نگرانی را می توان متصور بود. اول از همه تاثیر دی اکسید کربن بر آب و هوای کره ی زمین و گرم شدن تدریجی آن، تاثیر آلودگی های سوخت های فسیلی⁵ ناشی از روند ناقص سوزی و آزاد شدن گازهای سمی، تولید انرژی از منابع مختلف برای ایجاد موارد پشتیبانی در صورت نبود یک منبع و همچنین تولید برق بدون آلودگی، ایجاد فرصت های شغلی و دستیابی به قیمت پایدار برای انرژی الکتریکی و در آخر تولید انرژی از منابع رایگان و تمام نشدنی و یا تجدیدپذیر. همان گونه که قابل مشاهده است دلایل بسیاری برای توجیه استفاده از این انرژی ها وجود دارد که در ادامه به توضیح آن ها می پردازیم.

بر اساس مطالعات دانشمندان و محققین در زمینه هواشناسی و جغرافیا هم اکنون درجه هوای کره ی زمین 2 درجه نسبت به زمان ابتدای انقلاب صنعتی بالاتر است و این اختلاف دما تا سال 2100 به 4 درجه خواهد رسید. دلیل این تغییر آب و هوا افزایش روزافزون گازهای گلخانه ای است. در قرارداد کیوتو که در سال 2005 در سازمان ملل به تصویب رسید، هر کشور در برنامه ای بلند مدت تا سال 2050 ملزم به کاهش مصرف 50 درصدی سوخت فسیلی و کاهش تولید دی اکسید کربن شد و کشورهایمانند سوئد در برنامه ای بسیار سخت گیرانه تا 2050 خود را ملزم به کاهش 100 درصدی دی اکسید کربن کرده اند. در ایران نیز در برنامه چشم انداز توسعه تا سال 1400 این برنامه گنجانده و توسعه انرژی های تجدیدپذیر پیش بینی شده است. علاوه بر این، سوزاندن سوخت های فسیلی باعث

⁵ محدودیت منابع انرژی و مشکلات ناشی از مصرف سوخت های فسیلی، فرصتی مناسب برای کاربرد و توسعه انرژی اتمی تجدیدپذیر فراهم آورده که زیست توده از مهمترین این منابع انرژی میباشد. موارد زائد جامد شهری (زباله) یکی از انواع منابع مهم زیست توده می باشد. بررسی ها نشان می دهد زباله های شهری ایران حاوی مواد سوختنی و قابل احتراق مناسبی است که میتواند بعنوان سوخت در نیروگاه های زیست توده مورد استفاده قرار گیرد [4].

ذخایر نفت جهان تا 40 سال دیگر تمام خواهد شد. تا سال 2100، دمای زمین 4 تا 8 درجه گرم تر از امروز خواهد بود. تا پایان قرن، بسیاری از سرزمین های کنونی با بالا آمدن آب دریاها به زیر آب فرو خواهند رفت. بر اساس گزارش IEEE، ذخایر نفت جهان تنها تا 40 سال دیگر می تواند در سید انرژی ما نقشی جدی داشته باشد؛ بنابراین، برای بقا و تداوم زندگی، ناگزیر باید به دنبال منابعی جایگزین برای سوخت های فسیلی باشیم. از این واقعیت هم که بگذریم، گرمایش جهانی ناشی از احتراق سوخت های فسیلی و افزایش بیش از اندازه گازهای گلخانه ای در جو زمین، زندگی آینده ما را در معرض خطری جدی قرار داده است. در این میان به نظر می رسد انرژی های نو و تجدید پذیر، یگانه راهکاری است که می تواند ما را از این [تنگناها و مشکلات] برهاند. استفاده از انرژی های تجدیدپذیر برای تولید برق و انرژی³، نه تنها مشکل انتشار کربن را حل می کند؛ بلکه از آنجایی که این نیروگاه ها بر خلاف نیروگاه های فسیلی به آب نیاز ندارند، می توانند پیامد های ناشی از بحران آب در جهان - که ابعاد آن اگر از بحران گرمایش زمین شدیدتر نباشد، کمتر نیست - را نیز کاهش دهند [1]. بدین ترتیب بشر با نگاهی دوباره به خورشید، باد، امواج و سایر منابع طبیعی پایان ناپذیر، در پی کاهش وابستگی خود به منابع فسیلی است. طی چند سال گذشته روند استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر به ویژه در کشورهای صنعتی با سرعت زیادی در حال افزایش بوده و این کشورها به دنبال افزایش بیشتر سهم منابع تجدیدپذیر در سبد انرژی خود می باشند. کشور ما نیز علی رغم داشتن منابع فسیلی فراوان، از این قاعده مستثنی نیست. با توجه به برخورداری از پتانسیل مطلوب و مناسب انرژی های تجدیدپذیر در کشور، توسعه منطقی این منابع ارزشمند و خداداد موجه به نظر می رسد. از این طریق می توان در جهت اهداف توسعه پایدار نیز گام برداشت [2]. بر اساس اهداف نقشه راه آبی 4 آژانس بین المللی انرژی در صورت تحقق اهداف انرژی های تجدیدپذیر در جهان، 4.5 میلیارد تن از انتشار کربن در سال 2050 کاسته خواهد شد که رقم قابل ملاحظه ای است. به همین دلیل است که بسیاری از کشورهای جهان بر آن شده اند که سهم عمده ای از سبد انرژی خود را به منابع تجدیدپذیر اختصاص دهند [1].

³ Generating Power and Electricity

⁴ Blue Map

آلودگی زیست محیطی و افزایش بیماری‌هایی مانند سرطان و بیماری‌های تنفسی می‌گردد. آلودگی‌های زیست محیطی همچنین باعث افزایش مرگ و میر کودکان در مناطق مختلف جهان می‌شود. نرخ متوسط هزینه مصرفی برای سلامت شهروندان برابر 300 تا 800 دلار است؛ اما با استفاده از انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر این هزینه‌ها 47 تا 53 درصد کاهش پیدا می‌کند^[14].

فرصت‌های شغلی اعلام شده در این زمینه تا سال 2025 برابر 202 هزار نفر اعلام شده است. به تمام این موارد حوادثی مانند فوکوشیما ژاپن و طوفان سال 2012 در نیویورک و نیوجرسی را نیز اضافه کنید. این نمونه‌ها کشورهای مختلف را به فکر تولید انرژی از منابع مختلف در مناطق مختلف انداخت تا با استفاده از مفهوم شبکه‌های برقی عظیم⁷ به تامین برق کشور خود بپردازند. باید گفت به دلیل تمام شدن سوخت‌های فسیلی و نوسان قیمت آن در بازارهای جهانی بیش‌تر کشورها ترجیح داده‌اند تا با سرمایه‌گذاری بر روی منابع تجدیدپذیر به سمت ثبات قیمت برق تولیدی و کاهش آن قدم بردارند^[5].

حدود 16% از مصرف انرژی نهایی جهان از منابع تجدیدپذیر تولید می‌شود که 10% از آن از بیوماس (زیست توده) سنتی است که اغلب برای گرمایش استفاده می‌شود و 3.4% از آن برق آبی می‌باشد. تجدیدپذیرهای جدید شامل برق آبی‌های کوچک شامل زیست توده مدرن، توان بادی، انرژی خورشیدی، انرژی زمین گرمایی و بیوسوخت‌ها می‌شوند که در حدود 3% تخمین زده می‌شوند ولی به سرعت در حال رشد هستند^[6].

⁶ امروزه به دلیل نیاز به کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای توجه بازار جهانی به مصرف سوخت‌های پاک و به ویژه بایومس معطوف گردیده است که این امر موجب افزایش تقاضای بین‌المللی این منبع انرژی برای مصارفی چون حمل و نقل، برق و حرارت گردیده است^[12].

⁷ Super Grid

⁸ انرژی زیست توده یا زیست توده یکی از انواع انرژی است که با توجه به فراوانی آن در کشورهای مختلف از آن به عنوان منبع سوخت استفاده می‌شود. زیست توده اصطلاحی است که مواد سلولزی مانند ضایعات کشاورزی، ضایعات خانگی (با منشاء سلولزی)، ضایعات کاغذ و ضایعات جنگل‌ها را شامل می‌شود. با افزایش تقاضا برای انرژی و کاهش روزافزون منابع طبیعی برای تولید زیست توده، روش‌های افزایش بازدهی انرژی از این منبعی که در حال کاهش است ضروری به نظر می‌رسد^[10].

2-1- از ضرورت‌ها و مزایای استفاده از انرژی زیست توده در کشور می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

ü رفع مشکلات زیست محیطی حاصل از رهاسازی منابع زیست توده در طبیعت (آلودگی آب، خاک، هوا و بو و ...)

ü کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای بویژه متان در جو- بیش از 50% متان منتشره از این منابع می‌باشد؛

ü امکان تولید انرژی در محل مصرف (کاهش تلفات شبکه)؛

ü امکان تحویل انرژی پاک به شکل جامد، مایع و گاز؛

ü امکان تحویل انرژی به فرم برق، حرارت و سوخت خودروها و یا خوراک واحدهای پتروشیمی؛

ü ایجاد ارزش افزوده و اشتغال مولد قابل توجه؛

ü تولید سالانه 25 میلیون تن زباله شهری و صنعتی، بیش از 5 میلیارد مترمکعب فاضلاب‌های شهری و صنعتی، بیش از 400 میلیون تن زائدات و ضایعات کشاورزی- جنگلی و دامی؛

ü کمک به ارتقای بهداشت عمومی؛ و

ü تولید انرژی با قابلیت دسترسی بالا^[11].

با توجه ضرورت‌های اشاره شده، به نظر می‌رسد منبع انرژی زیست توده در میان انرژی‌هایی قرار دارد که در کشور ایران به آن کمتر پرداخته و مورد مطالعه و استفاده قرار گرفته است. با عنایت به اینکه یکی از منابع غنی زیست توده فاضلاب شهری می‌باشد؛ از این رو، در این پژوهش در مورد چگونگی امکان استفاده از این منبع پرداخته می‌شود.

به منظور روشن نمودن ابعاد تحقیق و آشکار نمودن فضای مطالعه، لازم است طرح تحقیق به صورت پرسش‌آغازین بیان شود. پرسش‌آغازین دارای سه ویژگی روشنی، عملی بودن و مناسب بودن است که کامپنهود و کیوی از آن به عنوان صفات پرسش‌آغازین یاد می‌کنند^[7].

بنابراین پرسش‌آغازین پایه و اساس هر تحقیق و پژوهش است و باید در هر تحقیق مطرح شود. در این تحقیق نیز در

راستای رعایت روش علمی تحقیق، محقق، کار خود را با یک پرسش آغازین شروع نموده است. که عبارتست از: با چه رویکردی می توان پتانسیل سنجی استحصال انرژی از زیست توده فاضلاب شهری را امکان پذیر نمود؟

3- اهمیت و ضرورت پژوهش

اهمیت این موضوع در صنعت آب و برق - به ویژه در فاضلاب شهری و به تبع آن شرکت فاضلاب تهران - نیز روشن است. سازمان فاضلاب شهری در قلمرو حوزه صنعت آب و برق به منظور پاسخگویی به نیاز مشتریان ناچار است تغییرات جدی در روند فعالیتهای خود ایجاد نماید تا بتواند خود را با شرایط محیط داخلی و بین المللی سازگار نماید. از آنجاییکه مبالغ قابل توجهی از بودجه شرکتها، به امر مطالعه و تحقیقات اختصاص می یابد؛ لذا ضروری است قبل از هر اقدام، سازمان مشکلات و ضعفهای خود را بشناسد و با شناسایی آسیب های خود، در راستای حل مشکلات برآید. روشن است که بدون شناخت دردها عواقب زاینباری در انتظار سازمان و - به تبع آن - جامعه خواهد بود. بنابراین، انجام مطالعات و تحقیقات در زمینه های آسیب شناسی سازمانی از بعد اقتصادی، مزایای قابل توجهی برای سازمان به بار خواهد آورد و از اتلاف انرژی، بودجه، زمان و مانند آنها جلوگیری خواهد نمود. همچنین، شناخت و تجزیه و تحلیل دقیق تنگناها و نارسایی یک سازمان، اولین و اساسی ترین گام برای ایجاد تحول سازمانی، و حرکت به سوی وضعیت مطلوب تلقی می شود [8]

4- پرسش های پژوهش

ساختار هر پروژه یا تحقیق برپایه فرضیه یا سؤالات طراحی می شود [9]. در این تحقیق نیز فعالیت پژوهشی بر بنیاد یک سؤال اصلی و پنج سؤال فرعی پی ریزی شده است، که محقق در صدد پاسخ به آنهاست. سؤال اصلی تحقیق عبارتست از: "با چه رویکردی می توان پتانسیل سنجی استحصال انرژی از زیست توده فاضلاب شهری را امکان پذیر نمود؟" در پاسخ به سؤال فوق ضروری است سؤالات محدودتر و مشخص تری طراحی گردد. از اینرو سؤالات ذیل به عنوان سؤالات فرعی برای این تحقیق در نظر گرفته شده است:

1-4- شاخص های مربوط به انتخاب فرآیند هضم بیوهورزی شامل چه مولفه هایی می باشد؟

2-4- شاخص های مربوط به انتخاب فرآیند احتراق شامل چه پارامترهای مهم می باشد؟

3-4- پتانسیل استحصال انرژی از بیوگاز در تصفیه خانه های فاضلاب کشور چه میزان است؟

4-4- پتانسیل استحصال انرژی از لجن سوزی در تصفیه خانه های فاضلاب کشور چه میزان است؟

5-4- شاخص های انتخاب سایت مناسب برای استحصال انرژی از لجن سوزی کدام است؟

5- روش شناسی پژوهش

پژوهش یا تحقیق صرفاً جمع آوری اطلاعات و انتقال از یک محل دیگر نیست [16]. این سؤال که «چگونه داده ها گردآوری شود و مورد تفسیر قرار گیرد، به طوری که ابهام حاصل از آن ها به حداقل ممکن کاهش یابد»، مربوط به روش شناسی تحقیق است [17]. پژوهشگر باید توجه داشته باشد که اعتبار دستاوردهای تحقیق، به شدت تحت تأثیر روشی است که برای تحقیق خود برگزیده است [18]. طرح پژوهش، قلمروی کلیت را تعیین می کند و به این سؤال پاسخ می دهد که آیا نتایج به دست آمده، می تواند به جامعه بزرگتر یا موقعیت های مختلف تعمیم یابد؟ [19] بنابراین، روش تحقیق، چارچوب عملیات یا اقدامات جستجوگرانه برای تحقق هدف پژوهش، جهت آزمودن فرضیه یا پاسخ دادن به سؤال های تحقیق را فراهم می آورد [18]. در پژوهش حاضر، پژوهشگر کوشیده است تا روش شناسی تحقیق را از لحاظ نوع تحقیق، روش تحقیق، جامعه آماری، روش نمونه گیری، ابزار اندازه گیری، روشهای جمع آوری اطلاعات، اعتبار و پایایی تحقیق مورد بررسی و بازشکافی قرار دهد:

1-5- نوع پژوهش:

پژوهش کاربردی⁹ (استفاده از دانش موجود در حل مسائل عملی)؛

2-5- روش پژوهش:

پژوهش تجربی¹⁰ (قرار دادن نمونه‌های آزمایشی در شرایط مورد نظر و مطالعه واکنش آنها)؛

3-5- جامعه آماری پژوهش:

این پژوهش در حوزه‌ی شرکت فاضلاب تهران صورت گرفته است؛

4-5- ابزار عمومی پژوهش:

در این پژوهش از منابع کتابخانه‌های شرکت برق منطقه‌ای تهران، وزارت نیرو، شرکت توانیر، شرکت آب و فاضلاب تهران، سازمان انرژی‌های نو ایران، دانشگاه صنعتی ارومیه و به تبع آن از اینترنت و اینترنت شرکت‌ها و سازمان‌های یاد شده استفاده شده است. و از ابزار مشاهده و نیز مصاحبه - که توسط پژوهشگر صورت گرفته است - برای جمع‌آوری داده‌های آماری، اندازه‌گیری و تکمیل اطلاعات مرتبط با پژوهش حاضر بهره‌گیری گردیده است؛ و

5-5- ابزار اندازه‌گیری پژوهش:

اندازه‌گیری از نوع مقیاس نسبی¹¹ بوده است و برای مثبت ارزیابی نمودن اعتبار¹² پژوهش (به مفهوم ابزار آنچه را که مورد نظر است تا اندازه‌گیری کند)، پژوهشگر ضمن مراجعه‌ی حضوری به شرکت فاضلاب تهران، تصفیه‌خانه فاضلاب تهران و نیز سازمان انرژی‌های نو ایران، علاوه بر استفاده از ابزار مشاهده و مصاحبه با کارشناسان ذیربط، مدارک و مستندات جمع‌آوری شده را شامل جداول، نمودارها، اعداد و مدل‌های ریاضی، فرمولهای شیمیایی و مهندسی و غیره مورد اصلاح، بازنگری و تائید نهایی قرار می‌گرفت. اضافه می‌نماید به منظور افزایش اعتبار تحقیق، اطلاعات جمع‌آوری شده از طریق سرپرستان و کارشناسان ارشد سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) مورد تایید قرار گرفته است.

6- یافته‌های مدیریتی پژوهش¹³

ü در پژوهش حاضر پتانسیل استحصال انرژی از فاضلاب شهری تهران به دو روش هضم بیوگازی و لجن سوزی برای شهر تهران محاسبه و ارائه شد؛

ü پارامترهای مهم عملیاتی و محیطی دو فرآیند هضم بیوگازی و برکه تثبیت مطرح گردید؛

ü شاخص‌های انتخاب فرآیند هضم بیوگازی و استحصال بیوگاز برای یک تصفیه‌خانه آورده شد؛

ü پارامترهای مهم در فرآیند لجن سوزی و شاخص‌های انتخاب این فرآیند برای یک تصفیه‌خانه مطرح گردید؛

ü مشخصات تصفیه‌خانه‌های شهر تهران در جداولی به تفکیک هر منطقه آورده شد؛

ü مشخصات شامل جمعیت تحت پوشش، میزان مصرف انرژی، دبی سالیانه و لحظه‌ای، مقدار پارامترهای COD, BOD, TS, N, P در ورودی و خروجی تصفیه‌خانه، شرایط اقلیمی محل استقرار و نحوه پردازش و دفع لجن می‌باشد؛

ü متدهای تخمین میزان تولید بیوگاز¹⁴ در تثبیت بیوگازی لجن ارائه گردید؛

ü تصفیه‌خانه‌های شهر تهران با فرآیند لجن فعال و برکه تثبیت از نظر پتانسیل استحصال بیوگاز و تولید انرژی ارزیابی شد؛

ü برای ارزیابی پتانسیل استحصال بیوگاز از فرآیند هضم بیوگازی در تصفیه‌خانه‌ها با فرآیند لجن فعال،

¹³ در این بخش، خلاصه یافته‌های تحقیق که در فصل چهارم به تفصیل در قالب جداول، نمودارها و فرمول‌ها بیان شده است، در دو محور (خلاصه مدیریتی و پاسخگویی به پرسش‌های تحقیق) مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

¹⁴ از آنجاییکه بیوگاز حاصل از فاضلاب دارای مقادیری از گاز خورند هی هیدروژن سولفاید می‌باشد، پیش از استفاده باید مورد تصفیه قرار گیرد [13].

¹⁰ Experimental Research

¹¹ Ratio Scale

¹² Validity

انرژی تجدیدپذیر از منبع فاضلاب شهری افزایش چشمگیری خواهد داشت.

7- یافته های حاصل از پرسش های پژوهش

1-7- (سوال اول) : شاخص های مربوط به انتخاب فرآیند هضم بیوهوایی شامل چه مولفه هایی می باشد؟

پارامترهایی که در فرآیند هضم بیوهوایی باید مدنظر قرار بگیرد شامل دما، اسیدیته (PH)، اختلاط، مواد جامد کل (TS)، مواد جامد فرار (VS)، COD و زمان ماند جامد (SRT) می باشد. در این راستا پارامترهای مهم در فرآیند برکه تثبیت نیز شامل عوامل طبیعی اثر باد، دما، بارش، تبخیر، نشت و عوامل فیزیکی شامل سطح، عمق، اتصال کوتاه یا جریان میانبر می باشد. پارامترهای گوناگونی در تعیین اینکه آیا تصفیه خانه فاضلاب شهری تهران سایت مناسبی برای استحصال انرژی به روش هضم بیوهوایی لجن می باشد یا خیر دخیل است. برای انتخاب یک تصفیه خانه جهت مطالعات امکان سنجی استحصال انرژی از طریق فرآیند هضم بیوهوایی، کمیت و کیفیت این پارامترها مطالعه و ارزیابی می شود. این پارامترها عبارتند از:

ü دما، اقلیم و شرایط جوی تصفیه خانه اعم از میزان بارندگی در آن منطقه؛

ü نوع فرآیند تصفیه فاضلاب سایت مورد نظر؛

ü جمعیت تحت پوشش و میزان دبی ورودی به تصفیه خانه؛

ü میزان مصرف انرژی تصفیه خانه؛

ü فاضلاب صنعتی و نحوه اثر آن بر فرآیند هضم بیوهوایی؛ و

ü ورود رواناب های سطحی به تصفیه خانه.

2-7- (سوال دوم) : شاخص های مربوط به انتخاب فرآیند احتراق و لجن سوزی شامل چه پارامترهای مهم می باشد؟

در این بخش ابتدا پارامترهای مهم در فرآیند احتراق و سپس شاخص هایی که برای انتخاب لجن سوز باید مد نظر قرار گیرد، ارائه می شود:

دو روش متکاف و ادی و IPCC به ترتیب برای تخمین حداقل و حداکثر تولید بیوگاز انتخاب شد؛

ü متوسط این دو مقدار می تواند پتانسیل واقعی تولید بیوگاز در تصفیه خانه های با فرآیند لجن فعال را بدست دهد که با داده های تجربی از هاضم های موجود در تصفیه خانه های شهر تهران به ویژه تصفیه خانه جنوب تهران هم خوان است؛

ü برای برکه های تثبیت میزان بیوگاز تولیدی به روش IPCC بر مبنای BOD تخمین زده شد؛

ü در برکه های تثبیت، علاوه بر پتانسیل تولید انرژی از بیوگاز، میزان کاهش انتشار CO2 مورد ارزیابی قرار گرفت؛

ü سایت های مناسب برای استحصال بیوگاز و تولید انرژی ارائه شد؛

ü محاسبات مربوط به سوختن لجن در کوره لجن سوز و تولید برق در سیکل های بخار، پتانسیل تولید انرژی از یک کیلوگرم لجن فاضلاب در فرآیند لجن سوزی بدست آمد. با توجه به میزان لجن تولیدی در هر تصفیه خانه، میزان انرژی قابل استحصال از لجن سوزی در تصفیه خانه های تهران ارزیابی گردید؛

ü با عنایت به آنچه اشاره شد و بر اساس پتانسیل سنجی استحصال انرژی از فاضلاب شهری تهران نتایج بدست آمده حاکی از آن است که:

الف. از تصفیه خانه های دارای لجن فعال با اندازه گیری حد پایین و بالای حجم بیوگاز در روز نتیجه حاصل گردید که استحصال انرژی از بیوگاز نسبت به سایر روش ها از پتانسیل بیشتری برخوردار هستند؛

ب. بررسی های میدانی به عمل آمده نشان می دهد که در ایران در حدود 100 تصفیه خانه فاضلاب بهره برداری شده وجود دارد که نزدیک به 20% از جمعیت شهری را تحت پوشش قرار داده است؛

پ. با گسترش و توسعه تصفیه خانه های تهران و افزایش جمعیت تحت پوشش، پتانسیل ارزیابی

الف) پارامترهای مهم در فرآیند احتراق

ü پتانسیل شامل ارزش حرارتی مواد قابل احتراق و محتوای آب مواد قابل احتراق؛

ü دما؛

ü زمان ماند؛

ü هوای کافی؛ و

ü آشفستگی یا اختلاط.

خانه، متوسط دو مقدار فوق (166 و 95) که 130 گرم می‌باشد، به عنوان متوسط روزانه لجن تهران لجن تولیدی 30% به ازای هر نفر در نظر گرفته می‌شود. با توجه به مقدار 130 گرم تولید روزانه لجن 30% به ازای هر نفر، و با عنایت به اینکه هر کیلوگرم لجن 1236 کیلوژول انرژی تولید می‌کند می‌توان مقدار پتانسیل انرژی از لجن‌سوزی تصفیه خانه های تهران را محاسبه کرد.

5-7- (سوال پنجم): شاخص های انتخاب سایت مناسب برای استحصال انرژی از لجن سوزی کدام است؟

هدف اصلی از لجن سوزی کاهش 90 درصدی حجم لجن به منظور کاهش زمین مورد نیاز برای دفن و حذف مطمئن عوامل بیماریزا است و استحصال انرژی از این فرآیند در لجن سوزهای مدرن به منظور مقرون به صرفه کردن آن‌ها انجام می‌شود. با توجه به هزینه ی بالای سرمایه گذاری اولیه، لجن سوز اغلب در تصفیه خانه هایی با تولید بالای لجن نصب می‌شود و تصفیه خانه های کوچکتر در صورت نیاز، میتوانند لجن تولیدی خود را به واحد لجن سوز تصفیه خانه های بزرگ منتقل کنند. بنابراین نمی‌توان به طور مشخص لجن سوزی را برای تصفیه خانه ای پیشنهاد داد و تنها در صورت بروز مشکل در دفع لجن در اراضی، استفاده از لجن سوزی توصیه می‌شود.

8- بحث و نتیجه گیری

8-1- نتایج حاصل از یافته های پژوهش

با توجه به یافته های حاصل از تحقیق، تصفیه خانه های دارای لجن فعال با برآورد کردن میزان حجم بیوگاز تولیدی روزانه به نتیجه رسیدیم که این روش نسبت به سایر روش ها از پتانسیل بیشتری برخوردار است. برکه های تثبیت نیز دارای پتانسیل تولید 31,120 مترمکعب بیوگاز در روز می‌باشند که در صورت جمع آوری با کاهش انتشار 111,170 تن معادل CO2 در سال همراه خواهد بود. از نظر پتانسیل تولید برق، طبق برآوردهای فنی انجام شده مجموعاً در کل کشور تولید 208,079 کیلو وات ساعت در روز، که تقریباً معادل ظرفیتی حدود 9 مگاوات می‌باشد، از تصفیه خانه های با فرآیند لجن فعال و برکه تثبیت (به جز تصفیه خانه جنوب تهران) قابل انتظار است. در صورت به کار گیری فناوری لجن سوز در تصفیه خانه های دارای میزان کافی لجن نیز پتانسیل تولید برق حدود 366,066 کیلووات ساعت در روز (حدود 15 مگاوات) می‌باشد.

ب) شاخص های انتخاب فرآیند لجن سوزی

ü نوع فرآیند تصفیه فاضلاب؛

ü ظرفیت تصفیه خانه؛

ü کیفیت لجن برای کاربرد در اراضی؛ و

ü زمین مناسب برای دفن لجن.

3-7- (سوال سوم) : پتانسیل استحصال انرژی از بیوگاز در تصفیه خانه های فاضلاب تهران چه میزان است؟

بر اساس مقادیر بیوگاز محاسبه شده برای تصفیه خانه های جنوب تهران و تبریز به ترتیب 22800 و 3472 مترمکعب در روز می‌باشد. پائین بودن مقدار بیوگاز واقعی در تبریز در مقایسه با مقادیر محاسباتی می‌تواند به دلیل بهره برداری ناکارآمد از هاضم‌های آن تصفیه خانه باشد؛ زیرا طبق مصاحبه به عمل آمده پژوهشگر با مسئول تصفیه خانه، هاضم تبریز هم‌اکنون با زمین ماند 9 تا 13 روز کار می‌کند که این زمان ماند برای دستیابی به میزان بهینه بیوگاز مناسب نمی‌باشد.

4-7- (سوال چهارم) : پتانسیل استحصال انرژی از لجن سوزی در تصفیه خانه های فاضلاب شهر تهران چه میزان است؟

به طور تقریبی هر نفر روزانه 1 کیلوگرم لجن 5% تولید می‌کند که معادل با 166 گرم لجن 30% می‌باشد. مازول‌های اشاره شده تصفیه خانه جنوب تهران روزانه به ازای 2,100,000 نفر 240 تن لجن تولید میشود. بنابراین هر نفر روزانه 115 گرم لجن 25% یا 95 گرم لجن 30% تولید می‌کند. در نتیجه به منظور تخمین صحیح میزان لجن 30% تولیدی در هر تصفیه

2-8- نتایج حاصل از یافته های پژوهش سایر محققان

ن بر مبنای تحلیل های انجام شده ، میزان انرژی قابل استحصال سالانه از منابع زیست توده حاصل از برآوردسنجی مراکز دفن زائدات جامد شهری زباله ها سامانه های جمع آوری فضلابهای شهری موجود ، فضلابهای صنایع غذایی ، زائدات دامی و ضایعات و زائدات کشاورزی و باغی، در استان خراسان رضوی برابر 66587.31 گیگاوات ساعت برآورد میگردد [15].

ن با محدود شدن منابع سوخت فسیلی، استفاده از سایر منبع برای تولید انرژی، اهمیت زیادی یافته است. علاوه بر این، با اجرای هدفمندسازی یارانه ی انرژی الکتریکی، استفاده از منابع تجدیدپذیر تولید انرژی مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. در حال حاضر با توجه به پتانسیل کشور، زیست توده به عنوان مهمترین منبع تجدیدپذیر تولید انرژی مطرح است و پیش بینی می شود که در سال های آتی سهم بسزایی از تولید انرژی کشور از طریق نیروگاه های زیست توده باشد. بنابراین، دستیابی به دانش فنی استحصال و تصفیه ی از اهمیت ویژه ای برخوردار خواهد بود [20].

ن ایجاد تحول در ساختار نظام سیاست گذاری و اجرایی در بخش انرژی های تجدیدپذیر به منظور تسریع دستیابی به اهداف معین در برنامه های پنجساله توسعه کشور، امری است ضروری که نمی توان از آن چشم پوشی نمود. اما در این میان باید توجه داشت که ارائه راهکار برای رفع هر یک از موانع اشاره شده در راه دستیابی به اهداف مقرر نیازمند بحث گسترده و بررسی همه جانبه کلیه عوامل مرتبط است. آنچه نیازمند توجه ویژه است بحث برنامه ریزی استراتژیک در زمینه حرکت به سوی کاربرد هر چه بیشتر انرژی های تجدیدپذیر و جایگزینی آن به جای سوخت فسیلی است. لذا با توجه به اینکه در تصمیمات استراتژیکی، باید کلیه جوانب را مد نظر قرارداد و از تمام گزینه های موجود به بهترین وجه ممکن استفاده نمود، به عبارتی نمی توان به اصطلاح ، صفر و یکی عمل کرد ، لازم است با عنایت به پتانسیل های موجود در کشور و همچنین در نظر گرفتن ابعاد اقتصادی و تکنولوژیکی منابع مختلف انرژی تجدیدپذیر ، استفاده از منابع و تجهیزات با صرفه

اقتصادی فعلی را در اولویت قرار داده و از صرفه حاصل از این کاربرد ، برای تربیت نیروی انسانی ، ایجاد تخصص و فراهم سازی زمینه در بخش تولید و راه اندازی برای سایر منابع انرژی تجدید پذیر بهره برد [21].

9- پیشنهاد های حاصل از نتایج پژوهش

در این بخش از پژوهش حاضر، با توجه به تحلیل اطلاعات جمع آوری شده از نمونه آماری پژوهش و اخذ نتایج حاصل از این تحلیلها، پیشنهاداتی مبتنی بر یافته های پژوهش ارائه می شود:

1) با گسترش و توسعه تصفیه خانه های کشور و افزایش جمعیت تحت پوشش، پتانسیل بازیابی انرژی تجدید پذیر از منبع فضلاب شهری افزایش چشم گیری خواهد داشت. بنابراین پیشنهاد می گردد صنعت آب و برق کشور نسبت به انرژی های تجدیدپذیر یک رویکرد جدی داشته باشد.

2) به منظور مشارکت فعال دانشگاه ها و مراکز پژوهشی کشور در اجرای پروژه ها و طرح های تحقیقاتی صنعت آب و برق و به تبع آن سیاست های وزارت نیرو، پیشنهاد می گردد عناوین نیازها و اولویت های تحقیقاتی به شرح زیر در اولویت فعالیت های تحقیقاتی قرار گیرد:

ن تولید برق یا حرارت یا برودت با استفاده از انرژی خورشیدی؛

ن تولید برق با استفاده از انرژی های امواج؛

ن تولید برق با استفاده از انرژی های آبی کوچک؛

ن تولید برق با استفاده از انرژی باد؛

ن تولید برق با استفاده از ذخیره سازی انرژی؛

ن گرمایش و تولید برق با استفاده از انرژی زمین گرمایی؛

ن تولید برق با استفاده از انرژی هیدروژن و پیل سوختی؛

ن تولید برق یا حرارت با استفاده از انرژی زیست توده؛

ن مطالعات زیست محیطی انرژی های نو و تجدید پذیر؛

ü برنامه‌ریزی و بررسی مسائل فنی اتصال مولدهای انرژی نو به شبکه سراسری؛

ü برنامه‌ریزی توسعه شبکه توزیع در کنار منابع انرژی تجدیدپذیر؛

ü برنامه‌ریزی منابع انرژی تجدیدپذیر در کنار تولید متمرکز؛

ü تولید برق و حرارت با استفاده از سیستم‌های هیبرید تجدیدپذیر

ü؛ مطالعات امکان‌سنجی استفاده از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر؛ و

ü تدوین دانش فنی به منظور بومی‌سازی سیستم‌های تبدیل انرژی‌های تجدیدپذیر

10- سایر پیشنهادها پژوهش

در ادامه، پیشنهادها کلی که بر اساس مصاحبه‌های برنامه‌ریزی شده و ساختارمند منطبق با اهداف تحقیق از جامعه آماری مورد مطالعه صورت گرفته است؛ به همراه تجارب پژوهشگر - که از طریق ابزار مشاهده، مشکلات و خلاءهای موجود را در حوزه و قلمرو صنعت از نزدیک لمس نموده است - ارائه می‌شود. از سوی دیگر حل مشکلات و خلاءهای اشاره شده صنعت آب و برق برون نیم‌نگاهی به برنامه‌های صنعت برق جهان امکان‌پذیر نیست؛ با توجه به بررسی‌ها و مطالعات صورت گرفته مهم‌ترین چالش‌های برق جهان تا سال 2050 عبارتند از:

الف. ترکیب بهینه روش‌های تولید برق با بهره‌گیری از انرژی پاک؛ با هدف کاهش سهم 40 درصدی صنعت برق جهان در انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از سوخت‌های فسیلی؛

ب. برق برای همه؛ باهدف رسیدن به حدنصاب دست کم 1000 کیلووات ساعت مصرف سرانه سالانه؛

پ. برق باکیفیت، مطمئن، پایدار و اقتصادی (چشم‌انداز وزارت نیرو)؛ برای پاسخ‌گویی به نیازهای جامعه دیجیتال؛

از سوی دیگر، مطابق مستندات موسسه EPRI¹⁵، پرداختن به اولویت‌ها چالش‌های سه‌گانه بالا تنها با تمرکز بر حل پنج موضوع استراتژیک زیر ممکن خواهد بود:

ü کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (از طریق توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، جذب کربن و بهبود راندمان نیروگاه‌های موجود)؛

ü ترکیب بهینه و کم‌ریسک سبد تولید (بر خلاف سبد پر ریسک و گازمحور صنعت نیروگاه‌های ایران)؛

ü توسعه حمل و نقل بر پایه برق؛

ü مدیریت مصرف (با هدف کاهش شدت مصرف برق و آزادسازی ظرفیت برای تحقق هدف برق برای همه تا سال 2050)؛ و

ü هوشمندسازی شبکه.

با توجه به موضوعات پنج‌گانه مورد اشاره در بالا، به نظر می‌رسد که "توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر" از یک سو به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و توازن و کاهش ریسک سبد تولید کمک کرده و از سوی دیگر با کاهش تلفات در خدمت موضوع مدیریت مصرف خواهد بود.

11- منابع و ماخذ

[1] "رشد توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر"، انجمن جهانی سیاست‌گذاری انرژی‌های تجدیدپذیر؛ ترجمه: شیرین ناظرزاده و ناهید فرازمنند، انتشارات تهران: آریانا قلم، سال 1392.

[2] wikipower.ir

[3] http://www.bashgah.net/fa/content/print_version/88543

[4] عطایی، آبتین؛ خشایار شکیبی؛ اکبر شعبانی کیا و علی نظری، امکان‌سنجی و طراحی مفهومی احداث نیروگاه زیست‌توده با سوخت زباله شهری، اولین کنفرانس ملی صنعت نیروگاه‌های حرارتی، تهران، دانشکده فنی دانشگاه تهران، 1388.

[5] <http://hostchi.com/hub3/2013-10-25-18-40-43>

[19] ایران نژاد پاریزی، مهدی؛ "روش‌های تحقیق در علوم اجتماعی"، چاپ چهارم، انتشارات تهران: موسسه تحقیقات و آموزش مدیریت، سال 1388.

[20] قانع، محمدرضا؛ حسین درخشان فر؛ محمدرضا شیری و سیدحسین حسینی، "استحصال بیوگاز از فاضلاب شهری اصفهان و تصفیه ی آن جهت استفاده در مصارف تولید انرژی"، دومین همایش بیوانرژی ایران (بیوماس و بیوگاز)، تهران، هم اندیشان انرژی کیمیا، سال 1390.

[21] زوارحسینی، ابراهیم و اسماعیل زوارحسینی، "تحلیل انرژی زیست توده در ایران و آمریکا و چالش های موجود در ایران"، دومین همایش بیوانرژی ایران (بیوماس و بیوگاز)، تهران، هم اندیشان انرژی کیمیا، سال 1390.

[6] <http://suna.org.ir>

[7] کیوی، ریمون و کامینهود، لوک وان؛ "روش تحقیق در علوم اجتماعی (نظری و عملی)" ترجمه: عبدالحسین نیک گوهر، چاپ چهارم، تهران: نشر توتیا، سال 1388.

[8] وزیری سابق، حسین؛ "پروژه بازشناسی، تحلیل و ایجاد تحول مستمر در فرهنگ سازمان"، شرکت برق منطقه ای تهران، سال 1382.

[9] دلاور، علی؛ "روش تحقیق در روانشناسی و علوم تربیتی"، ویرایش چهارم، تهران: نشر ویرایش، سال 1386.

[10] اوتادی، نسرین؛ امین احمدپور و محمد یوسفی، بررسی روش های تولید انرژی از زیست توده، سومین همایش بیوانرژی ایران (بیوماس و بیوگاز)، تهران، هم اندیشان انرژی کیمیا، 1391.

[11] http://www.iranecs.com/articles_det.php?id=10

[12] <http://www.suna.org.ir/fa/biomas/statistics>

[13] قانع، محمدرضا؛ حسین درخشان فر؛ محمدرضا شیری و سیدحسین حسینی، استحصال بیوگاز از فاضلاب شهری اصفهان و تصفیه ی آن جهت استفاده در مصارف تولید انرژی، دومین همایش بیوانرژی ایران (بیوماس و بیوگاز)، تهران، هم اندیشان انرژی کیمیا، 1390.

[14] <http://www.tpww.ir/fa/p1/p2>

[15] جواهری، شیما؛ "امکان سنجی استفاده از انرژی بیوماس (بخش انرژی)"، پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته مهندسی نقت، دانشگاه صنعت آب و برق، تهران، سال 1391.

[16] Pail D. Leedy, Jecne Ellis Ormrod; "Practical Reasearch: Planning and Design: International Edition (10th)", Pearson Higher ED USA 2005.

[17] سرمد، زهره و همکاران؛ "روش‌های تحقیق در علوم رفتاری"، چاپ بیست و ششم، انتشارات تهران: آگاه، سال 1393.

[18] خاکی، غلامرضا؛ "مدیریت بهره‌وری"، چاپ پنجم، انتشارات تهران: مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، سال 1388.