ریاست جمهوری
مرکز همکاری های فناوری و نوآوری
گروه انرژی های پاک و محیط زیست

فناوری تولید انرژی الکتریکی از شبکه های توزیع آب شهری

مقدمه

با توجه به گستردگی خطوط انتقال و توزیع آب در سطح کشور و داخل شهرها، موقعیت جغرافیایی و پستی و بلندی‌های طبیعی در مسیر انتقال آب، معمولاً فشار آب داخل لوله‌ها به علت توپوگرافی منطقه به حدی بالا می‌رود که برای جلوگیری از ترکیدگی و شکستگی شبکه‌های آب‌رسانی الزاماً از شیرهای فشارشکن برای تعدیل و خنثی‌سازی نیروی فشار اضافی داخل خطوط، استفاده می‌شود. امروزه می‌توان با استفاده از فناوری‌های نوین از هدر رفت این انرژی مازاد که بصورت حرارت از سیستم خارج می‌گردد، جلوگیری و از آن برای تولید انرژی الکتریکی بهره‌برداری نمود. از جمله این فناوری ها افزودن سیستم فشارشکن نرم (توربین های داخل شبکه) با قابلیت تولید توان در ایستگاه‌های تقلیل فشار آب است. بررسی های انجام شده نشان می‌دهند به عنوان نمونه شهر تهران دارای بیش از ۶۰۰ ایستگاه فشارشکن سیستم آب شهری است که می‌توان با بازیابی انرژی اتلافی در این ایستگاه ها، این انرژی را با بازدهی مشخص به صورت مولد تولید پراکنده پاک به شبکه توزیع برق متصل نمود. سامانه‌های انتقال آب شهری موجود، موقعیت و فرصت منحصر به فردی را به منظور استحصال انرژی تجدیدپذیر موجود در جریان آب، فراهم می آورد. تولید انرژی از این طریق دارای مزایای اقتصادی و زیست‌محیطی از جمله کاهش آلاینده‌های هوا و گازهای گلخانه ای در داخل شهر می باشد. امروزه با وجود فناوری‌های جدیدتر، نیروگاه‌های برق آبی بزرگ با توجه به اثرات منفی زیست محیطی ناشی از ساخت سد و تغییرات اکولوژیکی بسیار زیاد در محدوده سد، دیگر مطلوبیت های گذشته را ندارند. به همین دلیل راه اندازی فشارشکن نرم (توربین های داخل شبکه) با قابلیت تولید توان انرژی الکتریکی، درون سامانه‌های تأسیساتی موجود و در حال کار، منجر به تولید الکتریسیته بدون اثرات زیست‌محیطی می شود و با استفاده از توان موجود در طبیعت بسیار مورد توجه کشورهای در حال توسعه است.

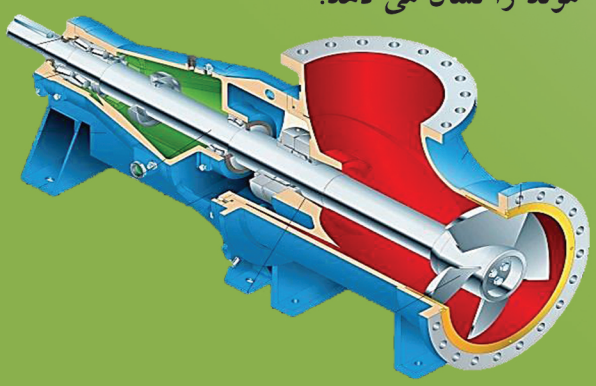
معرفی فناوری

فشار اضافی آب درون خطوط توزیع آب شهری به وسیله فشارشکن‌ها مستهلک شده و تلف می‌گردند، در حالی که می توان از این پتانسیل اتلاف شده جهت ایجاد یک سیستم تولید توان استفاده کرد. از آنجا که این سیستم در مسیر آب قرار می‌گیرد و آب خروجی آن به مصرف‌کننده می‌رسد، می‌بایست با یک فشار مشخص به شبکه تحویل شود. این اقدام از طریق دستگاهی که " فشارشکن نرم" نامیده می شود، امکان پذیر است. این دستگاه به منظور تقلیل فشار آب و تولید برق در خطوط توزیع آب استفاده می شود. معمولاً سیستم‌های تولید توان برحسب ظرفیت، به دسته‌های میکرو، مینی، کوچک، متوسط و بزرگ تقسیم‌بندی می‌شوند. هرچند در این زمینه توافق کلی وجود ندارد و این تقسیم‌بندی در برخی از کشورها متفاوت است، اما محدوده های ذکرشده به یکدیگر نزدیک هستند. در جدول ۱ تقسیم بندی کلی سیستم های تولید توان از نظر ظرفیت آنها، نشان داده شده است.

جدول ۱– تقسیم بندی سامانه های تولید توان از نظر ظرفیت تولید

نوع نیروگاه	توان(کیلووات)
میکرو	۱۰۰–۱۰۰۰
مینی	۱۰۰ –۱۰۰۰
کوچک	۱۰۰۰–۱۰۰۰۰
متوسط	۱۰۰۰۰–۱۰۰۰۰۰
بزرگ	بزرگ‌تر از ۱۰۰۰۰۰

در مهار انرژی آب با توجه به حجم دبی، از سیستم های تولید توان مختلفی استفاده می شود. فشارشکن نرم در خطوط لوله شبکه توزیع آب شهری، از نظر تولید توان در دسته میکرو قرار می‌گیرد. شکل زیر یک نمونه از پمپ محوری معکوس کوپل شده به مولد را نشان می دهد.



مزایای فناوری

هرگاه تولید توان از نیروگاه‌های برق آبی مورد نظر باشد، عوامل مختلفی از قبیل مجوز منابع طبیعی و محیط زیست، ارزش انرژی و دبی آب، بر زمان ساخت و بهره برداری و تولید توان تأثیر خواهند گذاشت. در مقابل، تولید توان از تأسیسات انتقال آب شهری علاوه بر اینکه چنین مجوزهایی نیاز دارد، مزایای زیادی نسبت به سیستم های برق آبی سنتی دارد. از جمله مزایای این نوع سیستم های تولید توان، عمر بالا، عدم ایجاد آلودگی، عدم استفاده از سوخت، راه اندازی سریع، تولید برق با قابلیت کوپلینگ به تجهیزات مسیر انتقال آب، ساده بودن ساخت و بهره برداری و اقتصادی بودن آن ها است. همچنین، نیروگاه های برق آبی متداول، وابسته به چرخه هیدرولوژیکی طبیعی هستند که باعث تمدید دوره‌های با تولید کم (تابستان) و بازگشت کم می شود. اما سیستم های برق آبی فشارشکن نرم که در سیستم های انتقال آب شهری جای می گیرند، وابسته به چرخه هیدرولوژیکی نیستند زیرا دبی آب بستگی به شرایط عملکردی و مقدار تقاضا دارد و بر این اساس دوره های غیرقابل پیش‌بینی و یا با تولید کم کاهش می یابد. وجود پتانسیل بالا در بهره وری پروژه های برق آبی درون مجرایی برای تأسیسات انتقال آب شهری بسیار واضح و مشخص است. اما چالش‌های فناورانه موجود در راستای توسعه آن می تواند پیچیده باشد. ارتفاع و رژیم جریان برای این نوع سیستم ها، چالش‌هایی را به وجود می آورند، زیرا مقدار آنها معمولاً در بازه طراحی توربین‌های متداول آبی نبوده و انتخاب و شناسایی توربین قابل قبول، به امری چالش بر انگیز تبدیل می‌شود. علاوه بر نکات مذکور، شناخت و شناسایی تأسیسات محلی که قرار است نیروگاه در آن راه اندازی شود، بسیار حائز اهمیت بوده و انجام این کار نباید سبب ایجاد اختلال در وظایف اصلی آنها شود.

کاربردهای فناوری

فناوری فشار شکن های نرم دارای کاربردها و اثرات متعددی می باشند که برخی از آنها عبارتند از:

- ✓ کاهش و تنظیم میزان فشار مورد نیاز آب در سیستم های توزیع آب
- ✓ تولید توان الکتریکی و جلوگیری از هدر رفت آن
- ✓ تولید توان در مکان‌هایی که امکان انتقال خطوط شبکه وجود ندارد
- ✓ کاهش آلاینده‌های محیط‌زیست و انتشار گازهای گلخانه‌ای
- ✓ کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی
- ✓ افزایش بهره‌وری سیستم‌های انتقال آب

وضعیت فعلی فناوری در دنیا

اگر چه به علت فناوری ساخت میکروتوربین‌ها و مشکلات ناشی از فشار و نشتی آب، این فناوری بصورت گسترده ا ی در جهان فراگیر نشده است، اما به عنوان نمونه در برخی از مناطق مورد بهره برداری قرار گرفته ا ند:

نیروگاه ایستگاه فشارشکن شهر ورمونت آمریکا
۱۲ کیلووات (۲۰۱۳)
نیروگاه مخزن برنکپ آفریقا
۹۶ کیلووات (۲۰۱۳)
نیروگاه مخزن پیر ون آفریقا
۱۵ کیلووات (۲۰۱۳)
بازیابی انرژی ایستگاه جاده لورینگ آمریکا
۲۰۰ کیلووات (۲۰۱۱)
بازیابی انرژی ایستگاه فشارشکن ورنون آمریکا
۲۵ کیلووات (۲۰۱۰)
بازیابی انرژی ایستگاه تصفیه آب بنینگتون آمریکا
۱۷ کیلووات (۲۰۰۹)
نیروگاه ایستگاه فشارشکن اورچارد کانادا
۳۲ کیلووات (۲۰۰۷)
نیروگاه ایستگاه فشارشکن کوف اشتاین استرالیا
۳۲ کیلووات (۲۰۰۷)

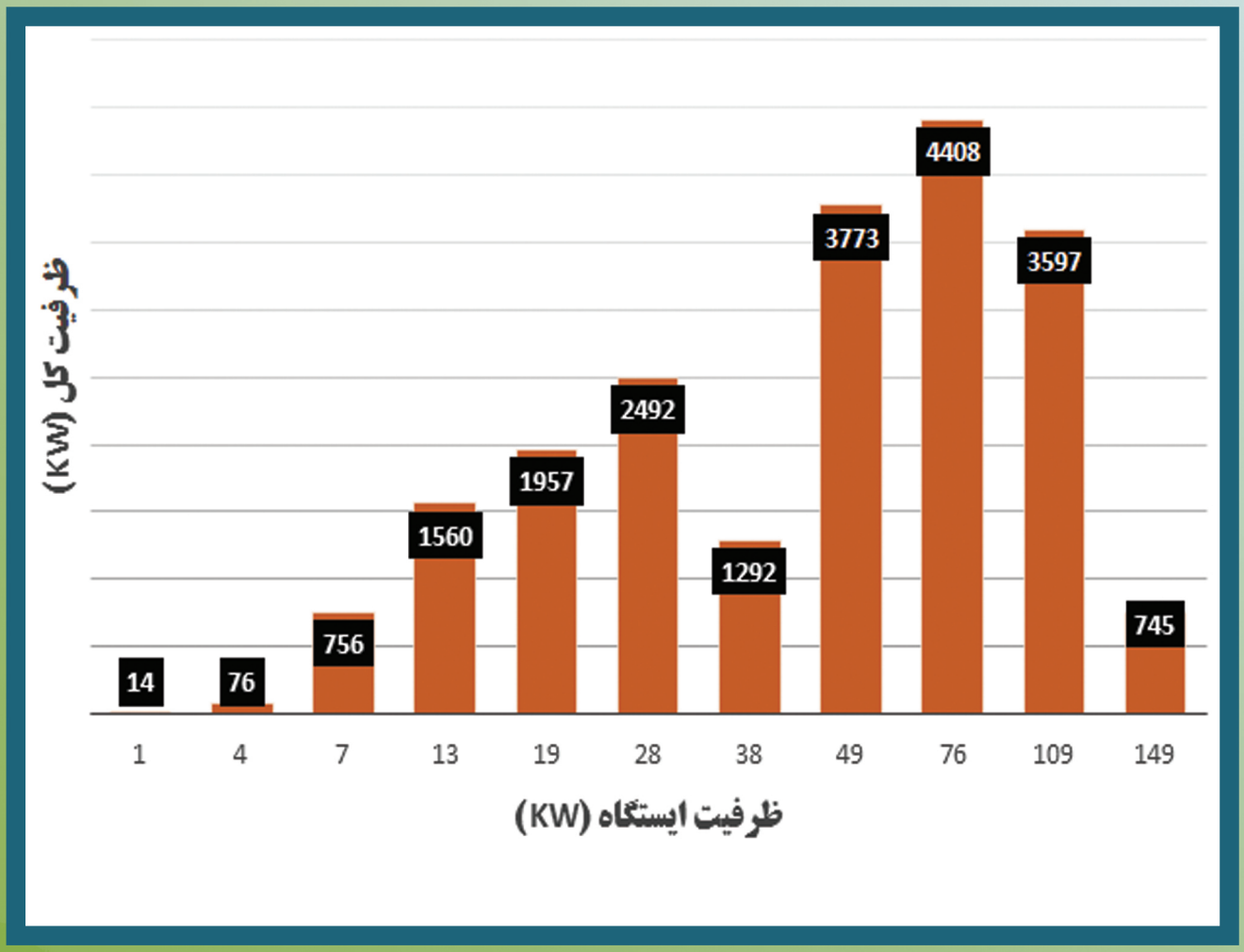
وضعیت فناوری در ایران

استحصال انرژی تجدیدپذیر از جریان آب خطوط توزیع آب شهری تا به حال در کشور ما به صورت متمرکز انجام نشده است و تعداد نمونه انگشت شمار مطرح شده در راستای بازیابی انرژی فشاری مازاد خط لوله انتقال آب به مخزن عمل می‌کند و مباحث کنترلی و فنی در خروجی آن مطرح نیست و تفاوت‌های ساختاری با این فناوری دارد. در این فناوری، می بایست فشار و دبی مشخص و کنترل شده‌ای در طول شبانه‌روز، برای مصرف‌کنندگان تامین شود و در فضایی محدود از این جریان، توان مناسب تولید گردد.

طرح دیگری با هدف ساخت میکروتوربین و کاربردهای عنوان شده برای فناوری با توان ۱۸ کیلووات در محل ایستگاه فشارشکن آب در تهران (محله گیشا) در حال تولید توان و تست اجرایی است.

آینده فناوری

بر این اساس و با توجه به اهمیت تولید انرژی از منابع غیر فسیلی، امنیت تامین انرژی از منظر پدافند غیر عامل روند رو به رشد شبکه های آب شرب در شهرها و توسعه منابع آبی پیش‌بینی می‌شود بهره برداری از انواع میکروتوربین‌ها در سال‌های آتی توسعه یابند. براساس مطالعات منطقه ایی صورت گرفته در کشورهای مختلف، پتانسیل‌های مناسب جهت استحصال توان در ایستگاه‌های فشارشکن شبکه توزیع آب مورد بررسی قرار گرفته اند. در سال ۲۰۱۱ در برزیل ۲۳ ایستگاه فشارشکن در محدوده‌های توانی ۲/۶ الی ۴۰ کیلووات جهت بازیابی انرژی پیشنهاد شده اند. در ایرلند طی سال ۲۰۱۲ نیز ۳۰ ایستگاه فشارشکن در بازه توانی ۰/۱ الی ۴۷ کیلووات مناسب تشخیص داده شده اند. همچنین مطابق بررسی صورت گرفته پتانسیل استحصال انرژی تجدیدپذیر از جریان آب خطوط توزیع شهر تهران به تفکیک کلاس توانی مطابق نمودار۱ می باشد که مجموعاً پتانسیل توانی بیش از ۲۰ مگاوات برآورد می شود.



نمودار۱- پتانسیل تولید انرژی از خطوط توزیع آب شهر تهران