

## پیشگفتار\*

### فناوری‌های نمک‌زدایی در توسعه منابع آب

برآورد افزایش جمعیت کشور تا ۱۰۰ میلیون نفر در دو دهه آینده، توسعه در محورهای کشاورزی، صنعتی و شهری را ایجاب می‌کند. در پیشگفتار مجله شماره ۹۹ مطرح شد که اگر سرانه آب برای توسعه همه جانبه، ۱۵۰۰ متر مکعب در سال فرض شود، با کمبود آب معادل ۵۰ میلیارد متر مکعب روبرو خواهیم بود. با توسعه و رشد فناوری‌های نمک‌زدایی و تصفیه پیشرفته فاضلاب، منابع جدید آب نا متعارف مورد توجه قرار می‌گیرد. این منابع شامل گروه آب‌های لب شور سطحی و زیر زمینی کشور، آب‌های شور خلیج فارس، دریای عمان و دریای مازندران و فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی است. فناوری‌های قابل اعتماد و در دسترس نمک‌زدایی در واحدهای با ظرفیت زیاد شامل تبخیر ناگهانی، تقطیر چند مرحله‌ای، نانو فیلتر و اسمز معکوس و در واحدهای با ظرفیت کمتر شامل تراکم بخار و الکترودیالیز است.

طبق آمار سال ۲۰۱۵ حدود ۱۹ هزار واحد تأسیسات نمک‌زدایی با تولید حدود ۳۲ میلیارد متر مکعب در سال در دنیا فعال بوده است. از این تأسیسات، حدود ۳۰ درصد آن در منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا واقع است و جمعیتی که زندگی روزمره آنها با این آب گره خورده است، حدود ۳۰۰ میلیون نفر می‌باشد.

بر اساس اطلاعات موجود، هزینه‌های تقریبی سرمایه‌گذاری برای تولید ۱۰۰ هزار متر مکعب در روز آب از دریا با فناوری تبخیر ناگهانی حدود ۱۷۰۰ تا ۲۹۰۰ دلار برای هر متر مکعب در روز تخمین زده می‌شود. این رقم با فناوری تقطیر چند مرحله‌ای حدود ۱۷۰۰ تا ۲۷۰۰ دلار و با فناوری اسمز معکوس حدود ۱۳۰۰ تا ۲۵۰۰ دلار است.

در پیشگفتار پیشین که در شماره پیاپی ۹۹ مجله آب و فاضلاب به چاپ رسید، به مقوله فاضلاب شهری پرداخته شد و یادآوری گردید که به عنوان یک منبع آب و همچنین یک عامل آلودگی دارای اهمیت بوده و در برنامه توسعه منابع آب، بخشی از بیلان آبی کشور به شمار می‌رود.

میزان آب لب شور کشور در حدود ۱۰ میلیارد متر مکعب است که با توجه به پتانسیل تجدید شونده آن، امکان برنامه‌ریزی برای تولید آب متعارف وجود دارد، اما تاکید می‌شود که دفع پساب حاصله به محیط زیست، بسیار مهم است و نیاز به توجه زیادی دارد.

از طرف دیگر با وجود آب‌های شور در خلیج فارس، دریای عمان و دریای مازندران و با در اختیار داشتن منابع نفت و گاز و انرژی حرارتی خورشیدی و دارا بودن توانی حدود ۵ کیلو وات ساعت در متر مربع در روز، می‌توان با برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری، نگرانی کمبود آب برای توسعه را از بین برد و هزینه‌های تولید آب و برق را نیز کاهش داد.

با توجه به هزینه‌های تولید آب متعارف از آب‌های شور و انتقال آن به شهرها، جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب در حدی که تخلیه آن باعث آلودگی محیط زیست و انتشار بیماری نشود، دارای پتانسیل استفاده دوباره می‌شود. بنابراین با تصفیه فاضلاب و نیز توسعه فناوری‌های نمک‌زدایی و تصفیه پیشرفته فاضلاب، منابع آبی کشور تقویت می‌شود. شایان توجه است که اولویت اول، بازیافت آب از فاضلاب و بازچرخش آب است، زیرا هزینه‌های آن کمتر از هزینه‌های نمک‌زدایی و انتقال آن از حاشیه‌های دور دریاهاست.

به این ترتیب لازم است در برنامه جامع همه‌سونگر توسعه منابع آب حوضه‌ها و کشور، آب‌های خاکستری، آب‌های لب شور و شور، فاضلاب و آب‌های قابل مهار در مقابل نیازها، نقشه راهی تهیه شود که محور اصلی آن توسعه پایدار، بهداشت و حفظ محیط

زیست از تخریب و آلودگی باشد. این برنامه باید دارای افق ۳۰-۴۰ ساله و زیر بنای آن جمعیت و نیازها باشد. با توجه به افزایش نیاز کشور به آب و گسترش صنعت تولید ممبران‌ها و فناوری‌های نمک‌زدایی گرمایی، پیش‌بینی می‌شود که هزینه‌های سرمایه‌گذاری و حتی بهره‌برداری از چنین تأسیساتی مانند دو دهه گذشته رو به کاهش گذارد. در زمینه تولید ممبران‌های اسمز معکوس، امید و هدف تولید ممبران‌هایی است که با فشار کمتر هیدرولیکی فلاکس بیشتری داشته باشد؛ ممبران‌ها نسبت به گرفتگی‌ها مقاومت بیشتری پیدا کنند و بنابراین حساسیت کمتری نسبت به اکسیدکننده‌ها داشته باشند تا بتوان با گرفتگی‌های بیولوژیکی مبارزه نمود؛ عمر مفید آنها با کاهش عبور نمک و حفظ فلاکس طولانی‌تر شود؛ و بالاخره با استفاده از مصالح ارزان‌تر، قیمت تمام شده سرمایه‌گذاری‌ها کاهش پیدا می‌نماید.

در خاتمه این پیشگفتار باید یادآوری شود که پساب تأسیسات نمک‌زدایی، حاوی غلظت بسیار زیاد نمک‌های محلول و ترکیب‌های بازدارنده ترسیب و گرفتگی است؛ بنابراین قبل از دفع به محیط باید مورد تصفیه قرار گیرند و به علاوه استفاده از آنها در بخش‌های مختلف مورد عنایت قرار گیرد.

در مورد تخلیه پساب تأسیسات نمک‌زدایی به دریاها و کشور و بروز تغییرات اکولوژیکی به ویژه در کفزیان باید هشدار داد که صنایع وابسته به کفزیان گرفتار تغییرات محیط زیستی بدون بازگشت نشود.

البته در خلیج فارس فرایند آسمزی حاکم بر آن باعث جریان آب از دریاها و آزاد به سمت خلیج شده که می‌تواند بخشی از مشکلات آبی را برطرف نماید.

به این ترتیب با برنامه‌ریزی، تهیه نقشه راه و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نمک‌زدایی و تولید همزمان آب و برق و استفاده چند باره از آب نباید نگران کمبود آب برای توسعه بود. البته مدیریت مصرف آب در بخش‌های کشاورزی و جلوگیری از آلودگی منابع آب باید از بخش‌های اساسی نقشه راه پیش‌گفته باشد.

در پایان سخن یادآوری می‌شود که برای خودکفایی در فناوری‌های نمک‌زدایی به ویژه ممبران‌ها و استوانه‌های فشار، تحقیقات کاربردی بیشتری لازم است.

دکتر ناصر رازقی

استاد گروه مهندسی محیط زیست دانشگاه تهران