

## ضرورت تدوین دستورالعمل، استاندارد و امکان‌سنجی استفاده مجدد از پسابهای شهری در نیروگاه‌ها

نرگس خاتون متین فر\*<sup>۱</sup>، دانشجوی دکترای مدیریت محیط‌زیست دانشگاه علوم و تحقیقات

احسان ربیعی<sup>۲</sup>، دکترای علوم استراتژیک و محقق

\* [narsis.matin@gmail.com](mailto:narsis.matin@gmail.com)

### چکیده

کمبود منابع آبی کشور و لزوم استفاده از منابع جایگزین برای صنایع که قلب تپنده اقتصاد کشور هستند، اهمیت ویژه‌ای دارد. طبق تحقیقات انجام شده، استفاده از پساب شهری همانقدر که می‌تواند برای محیط‌زیست و صنعت نیروگاهی مفید و جذاب باشد، در صورت عدم کنترل و پایش پارامترهای فنی و عدم در نظر گرفتن ابعاد اجتماعی-بهداشتی می‌تواند منجر به عدم بهره‌وری مناسب از نیروگاه شود.

با توجه به ناکافی بودن ضوابط و استانداردهای داخلی و اهمیت موضوع استفاده از پساب در نیروگاه لازمست تا با استفاده از تجربه و دانش سایر کشورهای پیشرو در این زمینه و بومی‌سازی آن پژوهش‌های بیشتری نسبت به تکمیل ضوابط و دستورالعمل‌ها صورت بگیرد.

واژگان کلیدی: مدیریت بحران آب، نیروگاه، استفاده مجدد، پساب شهری، دستورالعمل، ضوابط

### ۱- مقدمه

در پی بوجود آمدن خشکسالی‌ها، کاهش بارندگی، تغییرات اقلیم و کاهش منابع آب قابل دسترس سطحی و زیرزمینی در دنیا، مسئله مدیریت بحران آب بخصوص برای کشور بحران‌زده و خشک ایران، بعنوان یکی از مسائل جدی و پر اهمیت در سطح کلان کشور بصورت ویژه مطرح می‌باشد. از آنجاییکه صنایع بعنوان قلب تپنده اقتصاد کشورها دارای جایگاه ویژه‌ای می‌باشند و گردش چرخ تولید آنها برای جامعه ضروری است، لذا فعالیت آنها بسیار اهمیت دارد. حیات برخی از صنایع اصلی کشور مانند پالایشگاه‌ها، نیروگاه‌ها، صنایع فولاد به منابع آبی قابل دسترس وابسته می‌باشد. نیروگاه‌ها یکی از صنایع مهم، حساس و دارای جایگاه استراتژیک در کشور محسوب شده و یکی از صنایع پرمصرف آب می‌باشند. با توجه به شرایط منابع آبی کشور و اهمیت فعالیت نیروگاه‌ها، بررسی منابع جایگزین مناسب و مقرون به صرفه تامین آب، همواره یکی از دغدغه‌های مدیران کشور و صنایع بوده است. حدود ۵۵ سال است که در

دنیا اقداماتی جهت جایگزینی آب مورد نیاز نیروگاه‌ها با منابع دیگر مورد بررسی و اجرا قرار گرفته است. یکی از این منابع قابل دسترس، استفاده مجدد از پساب شهری تصفیه شده در نیروگاه‌ها می‌باشد. از آنجاییکه در کشور ایران بعثت دسترسی به منابع آب سطحی و زیرزمینی و سوء مدیریت منابع آبی، استفاده از این روش کمتر مورد توجه قرار گرفته است، رشد جمعیت و توسعه اقتصادی، نیاز به انرژی برق را روز به روز افزایش می‌دهد. [۱] برنامه‌های مرکز تحقیقات انرژی آمریکا نشان داد که از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۳۵ نیاز به برق در ایالات متحده آمریکا ۳۰٪ افزایش می‌یابد. [۲] بر اساس برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد در سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۳۵ نیاز به انرژی الکتریسته در جهان ۴۹٪ افزایش خواهد یافت. [۳] علی‌رغم رشد منابع انرژی تجدیدپذیر، در دهه آینده همچنان منابع سوخت نیروگاه‌ها از زغال سنگ، گاز طبیعی و انرژی هسته‌ای تامین خواهد شد. از بین ۵۴۰۰ نیروگاه در ایالات متحده آمریکا تنها ۶۰ نیروگاه آب تغذیه سیستم خنک‌کننده خود را از پساب شهری تصفیه شده تامین می‌کنند. این تصفیه‌خانه‌ها اغلب در ایالت‌های فلوریدا، کالیفرنیا، تگزاس و آریزونا قرار دارند ولی سایر ایالت‌هایی که دارای کمبود منابع آبی هستند نیز نظیر ماساچوست، نیوجرسی و مینسوتا دارای اینگونه نیروگاه‌ها می‌باشند. [۴]

### ۲- بدنه مقاله

طبق تحقیقات انجام شده در دانشگاه پیتسبورگ فاصله مناسب بین تصفیه‌خانه شهری و نیروگاه بهتر است که در شعاع ۱۰ تا ۲۵ مایل (۱۶ تا ۴۰ کیلومتر) قرار گرفته شود. کلیه نیروگاه‌ها بطور معمول برای تولید ۱ کیلووات برق ۹۵ لیتر (۲۵ گالن) آب مصرف می‌کنند. بیشتر آب مورد استفاده در نیروگاه در سیستم خنک‌کننده و مابقی آن در Makeup بویلر، انتقال خاکستر و افزودن مواد شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. حدود ۴۳٪ نیروگاه‌های آمریکا با سیستم آب یکبار چرخش کار می‌کنند و این در حالی است که مابقی نیروگاه‌ها که اکثر آنها نیروگاه‌های جدید می‌باشند، با سیستم آب ۴ تا ۸ بار چرخش طراحی شده‌اند. [۴] طی ۱۰ سال اخیر امکانات و تسهیلات متعددی به منظور بازیافت فاضلاب شهری جهت استفاده در برج‌های خنک‌کننده نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌های نفت، کارخانجات شیمیایی و تهویه مطبوع، به دلیل خشکسالی و تنش‌های آبی استفاده شده است. با برنامه ریزی مناسب میتوان با صرف ۱۰ تا ۳۰ درصد هزینه بیشتر نسبت به آب شیرین، از آب بازیافتی استفاده نمود، که این هزینه با توجه به کیفیت آب بازیافتی و امکانات موجود متفاوت خواهد بود.

[۵]

### ۳- بیان مسئله

همانطور که در نشریه ۵۳۵ که به بررسی چارچوبها و معیارهای قانونی و استانداردهای مربوط به استفاده مجدد از پسابها و آبهای برگشتی اشاره شده است، متأسفانه از نقاط ضعف قوانین ما به قدیمی بودن آنها و کلی‌گویی و برخورد کیفی با مسایل می‌توان نام برد. [۶]

از جمله راهکارهای بلند مدت اشاره شده در این نشریه، لزوم بازنگری توسعه و تفسیر قوانین و مقررات به منظور تثبیت موقعیت سازمان حفاظت محیط زیست و یا زارت نیرو بعنوان یک نهاد ناظر و کنترل کننده الزامات محیط زیستی در فرایند بهره برداری از پسابها و آبهای برگشتی می‌باشد.

در حال حاضر تنها استاندارد داخلی موجود در رابطه با استفاده از پساب در صنعت، استاندارد کیفی آب برای مصارف صنعتی (نشریه ۴۶۲) می‌باشد.

نشریه شماره ۴۶۲ برای کیفیت آب در مصارف صنعتی، از بررسی و جمع‌بندی استانداردها و منابع بین‌المللی و بررسی شرایط اجتماعی، فرهنگی و طبیعی برای مصارف صنعتی از پساب‌ها و آب‌های برگشتی تدوین و در نشریه شماره ۴۶۲ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور (راهنمای طبقه‌بندی کیفیت آب خام، پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای مصارف صنعتی و تفریحی) برای مصارف صنعتی ارائه گردید. در تدوین استاندارد مذکور موارد زیر مورد توجه بوده است:

- ❖ با توجه به تنوع صنایع و هم‌چنین تنوع کیفیت آب مورد نیاز در صنایع مختلف، امکان ارائه استاندارد مطمئن و مناسب برای صنایع مختلف مقدور نبوده و سعی گردیده با گروه‌بندی صنایع برای هر گروه استاندارد کیفی مناسبی ارائه گردد.
- ❖ پارامترهایی انتخاب شده است که بیش‌ترین کاربرد را در صنایع مختلف دارا می‌باشند.
- ❖ در انتخاب شاخص‌های آب صنعتی به پارامترهایی توجه شده است که غلظت‌های بیش از حد استاندارد آنها سبب آسیب‌های جزئی تا عمده به تجهیزات و سازه‌های کارخانجات و کیفیت نامطلوب مواد تولیدی شده و برای اکثر مصارف آب صنعتی ایجاد حساسیت می‌کنند و از سوی دیگر در غلظت‌های قابل توجه در آب‌های کشور مشاهده می‌شوند.

با توجه به تنوع صنایع و هم‌چنین فرایندهای مختلف تولید محصول و تنوع کیفی آب مورد نیاز، ارائه استاندارد کیفی برای استفاده از این منابع در صنایع مختلف نیاز به کار تخصصی و صرف زمان دارد. برای انتخاب مهم‌ترین شاخص‌های آب صنعتی باید به پارامترهایی توجه کرد که از سویی غلظت‌های بیش از استاندارد آنها سبب آسیب‌های جزئی تا عمده به تجهیزات و سازه‌های کارخانجات و کیفیت نامطلوب مواد تولیدی شده و برای اکثر مصارف آب صنعتی ایجاد حساسیت می‌کنند و از سوی دیگر در غلظت‌های قابل توجه در آب‌های کشور مشاهده می‌شوند. [۶]

برای استفاده از پساب ها در مصارف صنعتی استاندارد ارائه شده در نشریه شماره ۴۶۲ (راهنمای طبقه بندی کیفیت آب خام، جدول (۱)-۳) پیشنهاد می گردد. براساس این استاندارد آب های خام در - پساب ها و آب های برگشتی برای مصارف صنعتی و تفریحی سه گروه به شرح زیر تقسیم بندی و شاخص های کیفی آب برای گروه های فوق ارائه می گردد:

**گروه الف:** این گروه به آب هایی اطلاق می شوند که برای فرایندهایی در صنعت که به آب با کیفیت بسیار بالا نیاز ندارند، بدون تصفیه و یا با حداقل تصفیه قابل استفاده می باشند و برای فرایندهای با حساسیت زیاد، باید تصفیه مورد نیاز بر روی آنها صورت گیرد. این گروه از لحاظ مصارف صنعتی دارای کیفیت خوب می باشند.

**گروه ب:** این گروه به آب هایی اطلاق می شوند که برای فرایندهای با کم ترین حساسیت، که بدون تصفیه و یا با حداقل تصفیه، قابل استفاده می باشند. اما برای فرایندهای نسبتا حساس، انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی با توجه به نوع استفاده، لازم می باشد. این گروه از لحاظ مصارف صنعتی دارای کیفیت متوسط هستند.

**گروه ج:** این گروه دارای کیفیت ضعیفی بوده و برای هر مصرفی در صنعت نیاز مند تصفیه هستند، لذا توصیه می شود بیشتر برای مصارف خنک کننده که نیازمند تصفیه بالایی نمی باشند به کار روند. با توجه به نیاز به میزان بالای تصفیه جهت فرایندهای حساس، استفاده از این آب ها در این فرایندها توصیه نمی گردد. [۶]

جدول (۱-۳): استاندارد پیشنهادی برای مصارف صنعتی از پساب ها و آبهای برگشتی [۶]

شاخص (میلی گرم بر لیتر)	گروه الف	گروه ب	گروه ج
آهن	<۰/۳	<۱	>۱
منگنز	<۰/۳	<۱	>۱
pH	۶-۹	۶-۹	۶-۹
COD	<۲۰	<۷۵	>۷۵
سختی	<۲۵۰	<۵۰۰	>۵۰۰
قلیابیت	<۱۵۰	<۵۰۰	>۵۰۰
سولفات	<۲۵۰	<۵۰۰	>۵۰۰
سیلیکا	<۲۰	<۵۰	>۵۰
مواد معلق	<۵۰	<۱۰۰	>۱۰۰
TDS	<۵۰۰	<۱۰۰۰	>۱۰۰۰
کلراید	<۲۰۰	<۵۰۰	>۵۰۰

همانگونه که در بالا ذکر شد عدم کفایت قوانین و ضوابط و پرداختن آنها ب مشکلات با جزئیات فنی پساب ورودی به تجهیزات نیروگاهی لزوم بررسی و تحقیق در این مورد را پیش از پیش روشن می کند.

#### ۴- بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به ضرورت استفاده از آب‌های بازیافتی بدلیل وجود منابع آبی محدود و بحران آب در کشور، استفاده از این آب‌ها دارای مزایا و معایب متعددی می‌باشد که رعایت نکات و دستورالعمل‌های ایمنی، بهداشتی و زیست‌محیطی می‌تواند ضمن بهره‌برداری مناسب از مزایای آن در راستای کاهش آسیب‌پذیری استفاده از آب بازیافتی در صنایع آب‌بر کشور گام‌های موثرتری برداشت. برای حل چنین چالش‌های بزرگی نیاز به تحقیقات جدید برای شناسایی تکنولوژی‌های مناسب و مقرون به صرفه می‌باشد. امکان استفاده از بازدارنده‌های شیمیایی به همراه تصفیه پیشرفته برای مدیریت کیفیت آب برج‌های خنک‌کننده نیاز به تحقیق و آزمایش در این زمینه را بیش از پیش نشان می‌دهد. [۱].

مقرون به صرفه‌ترین راهکار برای مدیریت فاضلاب شهری در سیستم‌های خنک‌کننده بستگی به کیفیت فاضلاب، احتمالاً اضافه شدن تصفیه ثالثیه در سایت نیروگاه برای پساب شهری و اضافه کردن مواد شیمیایی به برج‌های خنک‌کننده دارد. همانطور که باید اثرات زیست‌محیطی انتقال پساب شهری و تصفیه ثالثیه نیز دیده شود. ملاحظات یکپارچه اثرات زیست‌محیطی چرخه حیات بعلاوه هزینه‌های فرایند برای معرفی پایدارترین راهکارها بمنظور استفاده پساب شهری تصفیه شده در توسعه آینده نیروگاه‌های الکترونیکی مورد نیاز است. [۱]

بطور کلی در طراحی پروژه استفاده از پساب شهری در نیروگاه‌ها باید به مسائل اجتماعی (ازمنظر پذیرش عمومی جامعه)، مسائل بهداشت عمومی (دریافتهای حاوی عوامل بیماری‌زا و آلوده شیمیایی)، مسائل فنی و تکنیکی از طریق پایش و کنترل مستمر خصوصیات متغیر پساب حاصل می‌گردد، توجه ویژه ای نمود. [۱]

از آنجا که در دنیا بیش از ۵۰ سال است که از پساب برای تغذیه آب نیروگاهی استفاده می‌کنند و کشورهای پیشرو دارای دستورالعمل‌ها و قوانین ویژه برای پساب ورودی به نیروگاه و تجهیزات آن می‌باشند لذا با بهره‌گیری از دانش پژوهشگران و متخصصین آب و تحقیق و بررسی تجربیات کشورهای پیشرو می‌توان به تدوین ضوابط و دستورالعمل‌های لازم برای نیروگاه را تامین نمود.



اولین اجلاس «هم‌اندیشی با متخصصان علوم آب و محیط‌زیست»  
وزارت نیرو، ۱۰ اسفند ۱۳۹۶

[۱] متین فر، ن. خ. (۱۳۹۵) "امکان سنجی استفاده مجدد از پساب تصفیه شهری در نیروگاه ها و ارائه راهکارهای کاهش آسیب پذیری آن" همایش شیمی نیروگاه های کل کشور ۹۵

[2]. Energy information administration. International energy look 2010, www.eia.doe.gov

[3]. UNESCO. Summary of the monograph "world water resources at the beginning of the 21<sup>st</sup> century in the framework of IHP UNESCO 1999

[4]. "Reusing municipal waste water for power generation cooling towers- opportunities and obstacles", Ivan Cooper, the water and waste water industry journal, summer 2012

[5]. <http://www.waterworld.com/articles/iww/print/volume-13/issue-1/featureeditorial/recycled-water-for-cooling-tower-good-idea-or-bad.html>

[۶] - معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور (۱۳۸۷) " ضوابط زیست محیطی استفاده مجدد از آب های برگشتی و پسابها " ، نشریه شماره ۵۳۵