فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۳۸ ، پاییز ۹۵

سامانه تامین آب دوست‌دار محیط زیست شهر یوکوهامای ژاپن

سید محمد موسویان[1*]

smm1358@gmail.com

چکیده

آب به عنوان یکی از نیازهای اساسی و دایمی انسان به شمار می‌رود و تامین، انتقال و توزیع مناسب آن یکی از دغدغه‌های جدی متولیان این عرصه می‌باشد. اما این امر مهم نباید طراحی و بکارگیری فناوری‌های مختلف در سامانه تامین آب، به نحوی که کم‌ترین آسیب را به محیط‌زیست بزند و منجر به کاهش آلودگی، مصرف انرژی گردد تحت‌الشعاع قرار دهد. از این رو، برنامه‌ریزی‌ها و تمهیدات لازم برای به حداقل رساندن اثرات منفی ناشی از ساخت سدها، مخازن و خطوط انتقال، مصرف انرژی برای پمپ‌ها و فرایندها و انتقال بین حوضه‌ای و به طور کلی پروژه‌های تامین آب ضروری است. در این رابطه سامانه تامین آب شهر یوکاهامای ژاپن می‌تواند الگوی مناسبی در زمینه تامین آب یک شهر با کم‌ترین تخریب محیط‌زیست باشد. این مقاله که حاصل گذراندن دوره آموزشی در سال ۱۳۹۴ در کشور ژاپن و همچنین بررسی و تحقیق بر روی سامانه تامین آب شهر یوکوهامای ژاپن به عنوان یک سامانه تامین آب دوست‌دار محیط زیست بوده و به راه‌کارهای مورد استفاده برای کاهش آلودگی بخش‌های مختلف سامانه تامین آب شهر مذکور پرداخته است و هدف آن، آشنایی اجمالی مسوولان و کارشناسان ذیربط با این گونه سامانه تامین آب با توجه به این‌که ژاپنی‌ها توانسته‌اند با روش‌های ساده، مکان‌یابی مناسب، با استفاده از نیروی‌های طبیعی، کاربرد فناوری‌های پیشرفته تصفیه، تجهیزات مدرن، جلب مشارکت مردم و بخش خصوصی و برنامه کاهش تلفات شبکه آب، گام موثری را در کاهش آلودگی محیط‌زیست و مصرف انرژی بردارند و در عین حال آبی با کیفیت بالا را به مصرف کنندگان عرضه نمایند.

کلمات کلیدی: یوکوهاما، سامانه تامین آب، محیط‌زیست.

۱- دانش آموخته کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشگاه تربیت مدرس و کارشناس گروه محیط زیست وزارت نیرو *(مسوول مکاتبات).

مقدمه

شهر یوکوهاما[1] یکی از شهرهای ژاپن و مرکز استان کاناگاوا[2] در سمت غربی خلیج توکیو نزدیک پایتخت کشور ژاپن یعنی شهر توکیو واقع شده است. یوکوهاما دارای تسهیلات لنگرگاهی و یکی از بندرهای اصلی ژاپن و همچنین یک مرکز صنعتی است که کارخانه‌های کشتی‌سازی، پالایشگاه، نفت، کارخانجات مواد شیمیایی، تجهیزات الکتریکی، فراورده-های غذایی، ماشین‌آلات و خودرو در آن قرار دارند. یوکوهاما در سال ۱۸۴۵ یک دهکده کوچک ماهی‌گیری با جمعیتی نزدیک به ۳۵۰ نفر بود. اما در سال ۱۸۵۹ زمانی که این بندر به روی تجارت خارجی گشوده شد، شروع به شکوفایی کرد. در سال ۱۹۲۳ یوکوهاما با یک زلزله تقریبا به کلی ویران شد و چند سال بعد، دوباره شهر با خاک یکسان شد این بار آمریکایی‌ها در جنگ جهانی دوم، یوکوهاما را ویران کردند. اما پس از آن، شهر به سرعت بازسازی شد و در حال حاضر، این شهر با جمعیت ۳/۶ میلیون نفری پرجمعیت‌ترین شهر ژاپن پس از توکیو می‌باشد و هم اکنون در میان مدرن‌ترین شهرهای ژاپن جای دارد (۱،۲). این شهر، اکو شهر[3] محسوب می شود و اقدامات موثری در حفاظت از محیط زیست اعم از کاهش مواد زاید، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای با استفاده از انرژی باد و خورشید و بازیافت آب و پساب همراه با توسعه اقتصادی انجام داده است.

یوکوهاما، یکی از شهرهای پیش‌رو در تامین آب مدرن با بیش از ۱۲۸ سال قدمت است و پیشینه آن به سال ۱۸۸۷ میلادی به زمانی که اولین سامانه مدرن تامین و عرضه آب کشور ژاپن توسط یک مهندس انگلیسی به نام هنری اسپنسر پالمر[4] طراحی و ساخته شد. در این سامانه، از فیلتر شنی برای تصفیه آب سطحی استفاده می شده و پس از آن، آب فیلتر شده، مورد ضدعفونی قرار گرفته و توسط لوله‌های آهنی تحت فشار توزیع می‌گردید. قبل از این سامانه از چاه برای تامین آب شهر و از لوله‌های چوبی برای انتقال آب استفاده می‌شد که کیفیت مناسبی برای آب آشامیدن نداشت و با افزایش جمعیت و گسترش صنایع و بروز آلودگی آب منجر به توسعه سامانه‌های پیشرفته و جدید در این شهر گردید و هم اکنون ۱۰۰ درصد از جمعیت این شهر به آب پاک دسترسی دارند و پایداری ذخایر تأمین آب نیز تا مدت‌ها تضمین شده است(۳).

۱- سامانه تامین آب شهر یوکوهاما

۱-۲- منبع تامین آب

پروژه‌های تأمین آب ارتباط تنگاتنگی با محیط‌زیست شهر دارند زیرا از گردش منابع آب پیرامون شهر و محیط طبیعی آن برای تأمین آب مورد نیاز شهروندان استفاده می-شود.

در حال حاضر آب شهر یوکوهاما از رودخانه دوشی[5]، دو دریاچه ساگامی[6] و تسوکی[7] تامین می‌گردد که همگی دارای آبی با کیفیت بالا و درجه آلودگی کم هستند. رودخانه دوشی از قدیمی‌ترین منابع تامین آب شهر محسوب می‌شود و با توجه به این‌که از این رودخانه منحصراً برای تامین آب شهر یوکوهاما استفاده می‌شود و کیفیت آب آن خیلی خوب است از اهمیت خاصی برخوردار است و اهتمام زیادی در حفظ آن صورت می-پذیرد. سه تصفیه‌خانه آب کاوایی[8]، نیشیا[9] و کوسوزومه[10] وظیفه تصفیه آب دومین شهر بزرگ ژاپن یعنی شهر یوکوهاما را بر عهده دارند(۴).

رودخانه دوشی، از جنگلی که در استان یاماناشی[11] واقع شده است سرچشمه می‌گیرد. جنگل مذکور در حدود ۲۸۷۳ هکتار مساحت دارد و ۳۶ درصد سطح روستای دوشی را در بر می‌گیرد. این جنگل قابلیت نگهداری و ذخیره سازی آب باران را دارد و از این رو به سد سبز معروف است و علاوه بر ذخیره‌سازی، در تصفیه آب و در جلوگیری از جاری شدن سیل نقش به سزایی دارد. در شکل ۱ نقش جنگل دوشی در ذخیره

1-Yokohama
2- Kanagawa
3- ECO-City
4- Henry Spencer Palmer

5- Doshi River
6- Sagami
7- Tsukui
8- Kawai
9- Nishiya
10- Kosuzume
11-Yanamashi Prefecture

سازی، تصفیه و ممانعت از وقوع سیل را نشان می‌دهد. با توجه به اهمیت این جنگل، اداره آب شهر یوکاهاما که متولی تامین و انتقال آب شهر است از سال ۱۹۱۶ میلادی حفاظت از جنگل را بر عهده گرفته است و فعالیت‌های مختلف اعم از تُنُک، هرس و وجین کردن و ارایه آموزش‌های لازم به منظور حفظ و توسعه جنگل توسط آن اداره انجام گیرد و یک دفتر مدیریتی به منظور حفاظت از منابع آب جنگل تاسیس نموده است. داوطلبین محلی و گروه‌های غیرانتفاعی در حفاظت و نگهداری جنگل به ارگان‌های دولتی کمک می‌کنند و مردم خود روستای دوشی نیز نیز برای نگهداری و بهبود عملکردهای جنگل، آموزش دیده‌اند. همچنین اداره آب شهر نسبت به تولید آب بسته‌بندی از چشمه‌های بالادست رودخانه دوشی اقدام کرده است که بخشی از درآمد حاصل از فروش آب با هدف نگهداری از جنگل به گروه‌ها و دواطلبین محلی پرداخت می‌شود (۶،۵). همچنین قوانین لازم برای دریافت مالیات از خانوارها به عنوان مالیات حفاظت جنگل برای تامین بخشی از هزینه حفظ و نگهداری از این گونه جنگل‌ها وضع شده است (۷).

آب زیرزمینی به صورت چشمه بر روی سطح زمین جاری شده و رودخانه‌ها را به وجود می آورند. بدون جنگل، روان آب ناشی از باران یک‌جا به دریا منتهی خواهد شد. درختان و پوشش گیاهی جنگل با تعدیل مقدار آب باران از وقوع سیل پیشگیری خواهند کرد (۶).

آب باران به تدریج وارد بستر جنگل شده که قادر است حجم زیادی از آب را حفظ نماید. نفوذ تدریجی آب از لایه و خاک جنگل منجر به پاک‌سازی آب خواهد شد و آب زیرزمینی تمیز تشکیل می‌گردد.

برگ‌های انباشته شده در کف جنگل در طول سالیان گذشته، لایه ضخیمی را بر روی بستر جنگل تشکیل می‌دهند که بسیار آب‌دوست می باشند و توانایی فوق‌العاده‌ای در ذخیره‌سازی آب را در خود (به علت قابلیت نگهداری آب چند برابر وزن خود) دارند.

شکل ۱- نقش جنگل دوشی در ذخیره سازی، تصفیه و ممانعت از وقوع سیل

۲-۲- تصفیه‌خانه آب

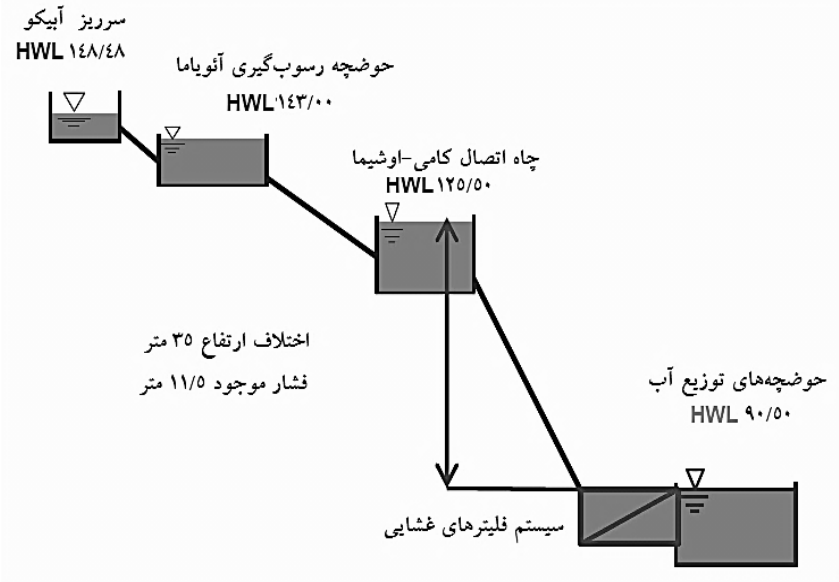
همان طور که در بالا اشاره گردید در شهر یوکوهاما، سه تصفیه‌خانه ساخته شده است که یکی از آنها، تصفیه‌خانه کاوایی می‌باشد. این تصفیه خانه، آب رودخانه دوشی را تصفیه می‌کند. تصفیه‌خانه آب کاوایی با ظرفیت ۱۷۲۸۰۰ مترمکعب در روز آب یک سوم جمعیت شهر را تصفیه می‌کند و در حال حاضر بزرگ‌ترین تصفیه‌خانه از لحاظ کاربرد فیلترهای غشایی[1] در کشور ژاپن است. قدمت این تصفیه‌خانه به ۱۱۴ سال قبل یعنی به سال ۱۹۰۱ میلادی بر می‌گردد. به خاطر قدمت بالای این تصفیه‌خانه و به تبع آن عدم مقاومت کافی در مقابل زلزله، بازسازی و همچنین توسعه کامل آن مورد توجه قرار گرفت. در سال ۱۹۶۳ میلادی بیش‌تر واحدهای مهم و اساسی آن ارتقا

1- Membrane Filter

یافت و چندین بار بین سال‌های ۱۹۵۰ تا سال ۱۹۸۰ میلادی بازسازی گردید. بازسازی این تصفیه‌خانه با سرمایه‌گذاری بخش خصوصی (۲۷/۷ میلیارد ین) در سال ۲۰۰۹ میلادی شروع گردید و در آوریل ۲۰۱۴ وارد مدار گردید. تصفیه‌خانه آب کاوایی قادر است بعد از هر حادثه‌ای و حتی قطع برق، بدون توقف آب شهر را تامین نماید.

در واقع، تصفیه‌خانه کاوایی، اولین پروژه‌ای بوده است که از سرمایه بخش خصوصی برای بازسازی، مدیریت و کنترل تصفیه‌خانه استفاده کرده است. استفاده از ظرفیت بخش خصوصی مزایایی همچون کاهش هزینه‌ها به علت و انتقال ریسک پروژه‌ها به بخش خصوصی و استفاده بهینه از دانش و مهارت بخش خصوصی برای دولت دارد.

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود بین منبع آب و تصفیه خانه اختلاف ارتفاع ۳۵ متری وجود دارد. به علت همین اختلاف ارتفاع بین منبع آب (آب‌گیر رودخانه دوشی) و تصفیه‌خانه آب کاوایی و به تبع آن، فشار ناشی از این اختلاف ارتفاع، آب از فیلترهای غشایی بدون نیاز به پمپاژ و برق عبور می‌کند . برق مورد نیاز تصفیه‌خانه از صفحات خورشیدی نصب شده در قسمت‌های مختلف تصفیه‌خانه (حوضچه‌های ته‌نشینی و توزیع آب- شکل ۳) و یا نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک که از انرژی آب در خطوط انتقال برای تولید برق استفاده می‌کنند تامین می‌گردد و توسعه این گونه منابع تولید انرژی در دستورکار دست اندرکاران قرار دارد. در جدول ۱ میزان تولید برق و میزان کاهش دی‌اکسید کربن ناشی از کاربرد نیروگاه-های برق آبی و صفحات خورشیدی در انتهای سال ۲۰۰۸ میلادی نشان می‌دهد.



شکل ۲- اختلاف ارتفاع بین منبع آب (آب‌گیر رودخانه دوشی) و تصفیه‌خانه کاوایی(فیلترهای غشایی)

صفحات خورشیدی بر علاوه بر تامین برق، از ورود مواد خارجی به فیلترها و از مصرف بیش‌تر کلر جلوگیری می-کند و مانع تابش نور خورشید به حوضچه‌های ته‌نشینی شده و از رشد جلبک‌ها جلوگیری می‌کند و همچنین از تولید بو در حوضچه‌های توزیع آب ممانعت به عمل می‌آورد. بخشی از برق تولید شده توسط نیروگاه‌های برق‌آبی برای روشنایی خیابان-های اطراف مصرف می‌شود و مابقی به شرکت برق فروخته می-شود.

شکل ۳- صفحات خورشیدی نصب شده در قسمت‌های مختلف تصفیه‌خانه کاوایی (حوضچه‌های ته‌نشینی و توزیع آب)

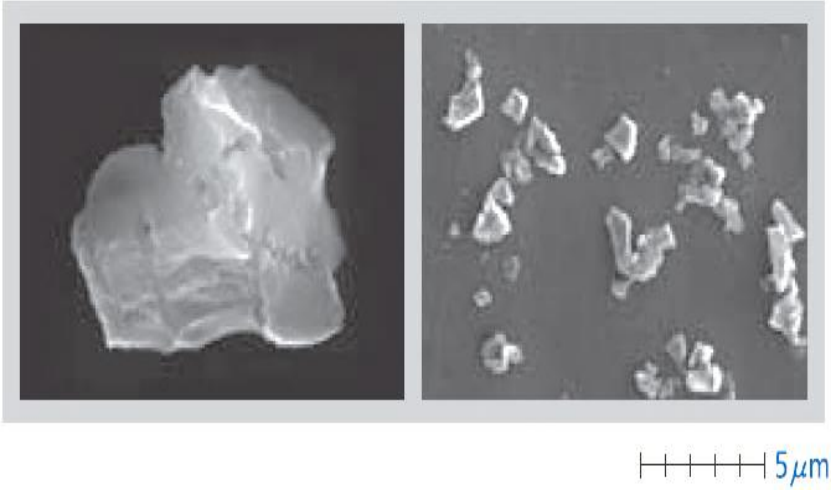
جدول ۱- میزان تولید برق و کاهش انتشار دی اکسیدکربن (انتهای سال ۲۰۰۸میلادی) توسط نیروگاه‌های برق آبی و صفحات خورشیدی(۸)

تجهیزات	ظرفیت تولید برق (کیلووات‌ساعت)	میزان کاهش دی‌اکسید کربن (تن)
نیروگاه های برق آبی	۱۸۰۰۰۰۰	۷۶۵
صفحات خورشیدی	۹۴۹۰۰۰	۴۰۴
مجموع	۲۷۴۹۰۰۰	۱۱۶۹

در این تصفیه‌خانه قبل از فیلترهای غشایی از پودر کربن فعال خیلی ریز[1] برای حذف آلاینده‌ها و رنگ استفاده می‌کنند که نسبت به پودر کرین فعال معمولی از مساحت سطحی بالایی برخوردار بوده و از این رو میزان مصرف آن ۲۰ الی ۳۳ درصد در مقایسه با پودر کربن معمولی برای جذب حجم یکسانی از آلاینده‌ها، کمتر است.

در شکل ۴ تفاوت کربن معمولی با پودر کربن ریز مشاهده می‌کنید. بعد از مرحله جذب، آب به فیلترهای غشایی حاوی منافذ ۰/۱ میکرومتری به منظور حذف آلاینده‌های خیلی ریز تزریق می‌گردد (۹).

1- Super Powdered Activated Carbon



شکل ۴- پودر کربن فعال معمولی (سمت چپ) و پودر کربن فعال ریز (سمت راست)

جنس فیلترهای بکار برده شده در تصفیه‌خانه از سرامیک است و به همین علت خیلی بادوام و در برابر مواد شیمیایی، تغییرات گرما و فشار مقاوم هستند (شکل ۵). این فیلتر در داخل استوانه‌های عمودی فلزی تعبیه شده‌اند. تعداد فیلترهای استفاده شده در تصفیه‌خانه کاوایی۲۴۰۰ عدد که اندازه هر کدام از آن‌ها ۱۵۰۰ در ۱۸۰ میلی‌متر و مساحت هر فیلتر ۲۴ مترمربع است. شرکت متاواتر[1] سازنده این فیلترهای سرامیکی بوده و وظیفه بهره‌برداری و نگهداری آن‌ها را نیز بر عهده دارد (۱۰).

از دلایل استفاده از فیلترهای غشایی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- هزینه ساخت، هزینه عملیاتی(۵۰ ساله)، هزینه نگهداری کم‌تری دارند
- میزان کاربرد مواد شیمیایی کم‌تر و بهره‌برداری و مدیریت آن آسان‌تر ست.
- فضای کم‌تری را اشغال می‌کنند.
- بازدهی بیش‌تر، مصرف انرژی پایین‌تر، و آلودگی محیط‌زیستی کم‌تری دارند.

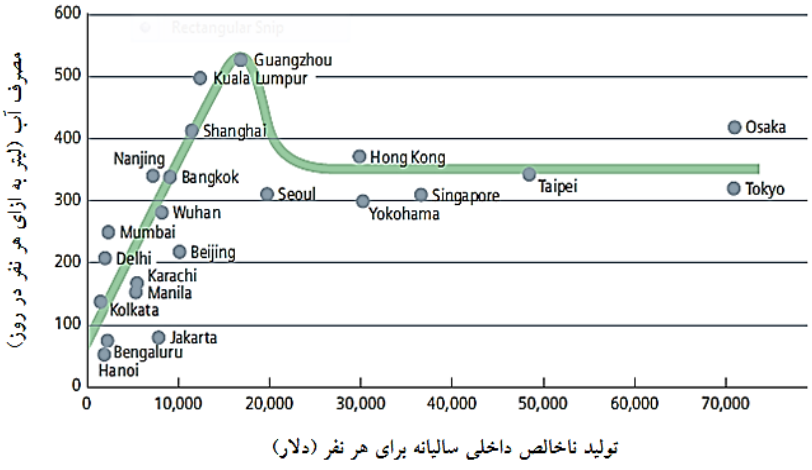
1- Metawater Co. Ltd.

شکل ۵- فیلتر غشایی مورد استفاده در تصفیه‌خانه کاوایی

پساب تولید شده در اثر شستشوی فیلترها جمع‌آوری به وارد حوضچه‌های تغلیظ می‌شود. در غلیظ کننده‌ها فاضلاب به دو بخش مایع و لجن جدا می‌شود. بخش مایع بعد از جداسازی مواد شناور آن، به ابتدای تصفیه‌خانه منتقل و دوباره مورد تصفیه قرار می‌گیرد و لجن تشکیل شده نیز برای آب-گیری به ماشین آب‌گیری منتقل می‌شوند و در فرایند آب-گیری، رطوبت موجود در لجن به کم‌ترین میزان می رسد و کیک لجن تشکیل شده برای استفاده‌های بعدی (کود و در ساخت آسفالت یا سیمان‌های مخصوص) مورد استفاده قرار می‌گیرد. آب حاصل از شستشوی فیلترها، بعد از حذف ناخالصی‌ها آن دوباره به ابتدای تصفیه‌خانه برگشت داده می-شود. در اصل، ۹۹/۹۹٪ آب خام بعد از فرایند تصفیه وارد شبکه توزیع آب می‌شود و به این معنی که آب غیرقابل تصفیه به ازای هر ۱ لیتر آب در حدود ۰/۱ لیتر می باشد.

۲- مصرف آب

همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌کنید شهر یوکوهاما در فهرست شهرهای سبز آسیا در موضوع مصرف آب در رده بالاتر از متوسط قرار دارد. شش شهر ثروتمند آسیا (اوزاکا، توکیو، تایپه، سنگاپور، یوکوهاما و هنگ‌کنگ) به طور متوسط ۳۴۳ لیتر در روز آب مصرف می‌کنند این عدد بالاتر از متوسط ۲۲ شهر سبز آسیا است(۲۷۸ لیتر) اما شهرهایی با درآمد متوسط، مصرف آب بیشتری نسبت به شش شهر مذکور دارند(۳۹۳ لیتر). شهر یوکوهاما از میان شهرهای پردرآمد موجود در فهرست دارای مصرف پایین‌تری می‌باشد(۸).



شکل۶- میزان مصرف آب شهرهای سبز آسیا

۱- کاهش آب بدون درآمد

کاهش آب بدون درآمد به ویژه کنترل نشت آب یکی از اقدامات جدی ژاپنی‌ها به جای فشار به منابع آبی، مصرف انرژی بیش‌تر برای تولید و انتقال آب، هزینه نگهداری، تولید فاضلاب و مصرف مواد شیمیایی و در نهایت آلودگی بیش‌تر محیط‌زیست است. از این رو آن‌ها به تغییر در جنس لوله‌های شبکه توزیع و خانگی (جنس لوله‌های مورد استفاده در شبکه توزیع آب، آهن داکتیل و لوله‌های خانگی، استیل) روی آوردند و توانستند با این کار و اجرای طرح‌ها به صورت مهندسی و دقت زیاد و همچنین بازدیدهای دوره‌ای، میزان نشت آب را از ۲۰ درصد در سال ۱۹۶۹ به ۵ درصد در سال ۲۰۱۴ برسانند و یا درصد انشعابات غیرمجاز را با فرهنگ‌سازی و نظارت جدی و مستمر به صفر برسانند. برای دست‌یابی به این درصد نشت آب، در حدود ۴۲۱۰ کیلومتر (۱۰۰ کیلومتر در سال) از لوله‌های فرسوده شهر یوکوهاما را با لوله‌های نو و با جنس مرغوب‌تر طی ۴۵ سال (از ۱۹۶۹ تا ۲۰۱۴ میلادی) تعویض شده است(۱۱). شایان ذکر است شهر یوکوهاما یکی از شهرهایی است که کمترین میزان نشت آب را میان شهرها را داراست(۸). بالا بردن راندمان ایستگاه‌های پمپاژ و طراحی مناسب شبکه توزیع آب از اقدامات دیگر ژاپنی‌ها برای کاهش مصرف انرژی است(۱۲).

۲- فناوری‌های نوین تامین آب

توسعه فناوری‌های استفاده مجدد از فاضلاب صنایع برای پاسخ‌گویی به تقاضای آب روزافزون صنعت و پیشگیری از آلودگی‌های محیط‌زیستی از نمونه تلاش‌های این کشور در راستای مقابله با کمبود آب و کاهش انتشار گازهای مخرب گلخانه‌ای (دی‌اکسید کربن) هم‌زمان با توسعه صنعتی است(۱۳و ۱۴). تخمین زده شده است با بازچرخانی آب در یک کارخانه، مصرف آب از ۵۰ تا ۹۵ درصد کاهش پیدا می‌کند. در این راستا به منظور کاهش مصرف آب در صنایع خود، میزان بازچرخانی فاضلاب را در سال ۱۹۹۷ به حدود ۸۰ درصد رسانده‌اند (۱۵).

میانگین بارندگی سالیانه در ژاپن در حدود ۱۶۶۸میلی‌متر درسال است(۱۶). بنابراین استفاده از آب باران از راه‌کارهای دیگر ژاپنی‌ها برای تامین آب سرویس‌های بهداشتی، آبیاری فضای سبز و تامین آب فضاهای تفریحی در جهت کاستن از فشار بر روی منابع آبی موجود است. برای این کار از سطوح آسمان‌خراش‌ها و استادیوم‌های ورزشی استفاده می‌کنند. در این خصوص می‌توان استادیوم ورزشی شهر یوکاهاما را مثال زد که قابلیت دخیره‌سازی آب باران به میزان ۲۰۰۰ مترمکعب را دارد که برای تامین نیاز آبی چمن استادیوم و سرویس‌های بهداشتی بکار می‌رود(۱۷).

بحث و نتیجه‌گیری

این مقاله نشان‌گر رویکرد ژاپنی‌ها در دست‌یابی به توسعه پایدار با رعایت الزامات حفاظت محیط زیست است به همین منظور با برنامه‌ریزی‌های حساب شده و اقدامات جدی و آموزش و با استفاده از ظرفیت‌ها و دانش بخش خصوصی و مشارکت مردم در راه رسیدن به هدف خود یعنی توسعه اقتصادی و صنعتی همراه با کم‌ترین انتشار آلودگی و آسیب به محیط‌زیست تلاش می‌کنند با توجه به این که کشور ژاپن دارای منابع آب قابل قبول می‌باشد و هنوز وارد دوره تنش آبی نشده است مسوولان و مردم شهر یوکوهاما به طرق مختلف از جمله حفظ و توسعه جنگل‌ها و تولید نیرو از انرژی خورشیدی و انرژی آب، استفاده از فناوری‌های نوین، کاهش هدر رفت آب، استفاده مجدد از فاضلاب و جمع‌آوری باران، به تعهدات و مسئولیت‌هایشان در قبال محیط‌زیست عمل می‌کنند و لذا اهتمام به این موضوع در ایران و الگو برداری منطقی از دانش فنی و تجارب آن‌ها، با توجه به روند رو به رشد صنعت کشور، کمبود منابع آبی و وضعیت محیط زیست ضروری می‌باشد و بهره‌گیری از سامانه آب پیاده شده در ژاپن می‌تواند تاثیر چشمگیری در وضعیت آب و محیط زیست کشورمان داشته باشد.

تشکر و قدردانی

از شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور که به منظور آشنایی با آخرین فناوری‌های روز دنیا در زمینه محیط زیست و تصفیه آب و فاضلاب هزینه دوره آموزشی را که با مشارکت

Japan Cooperation Center for Middle East در کشور ژاپن برگزار گردید تقبل نمودند تشکر می نمایم.

منابع

1- https://wikipedia.org/wiki/yokohama
2- http://www.britannica.com/place/yokohama
3- City of Yokohama Waterworks Bureau Website,http://www.city.yokohama.lg.jp
4- http://www.city.yokohama.lg.jp/seisaku/senryaku/en/policies/water
5- Inoue, M., Isozaki, H., 2003. People and Forest-Policy and Local Reality in Southeast Asia, The Russian Far East, and Japan, Springer Science & Business Media.
6- Yokohama Waterworks Bureau, 2013. Doshi Water Conservation Forest, Water Conservation Forest Management Office, pp.78-9
7- World Bank Environment and Social Development, 2006. Water Resources Management in Japan Policy, Institutional and Legal Issues, pp.1-24.
8- Asian Green City Index Assessing the Environmental Performance of Asia's Major Cities, 2012. Economist Intelligence Unit, Sponsored by Siemens, pp.1-63.
9- Metawater Co. Ltd, 2014. Advanced Purification Plant for Production of Highly-Quality Water, Kawai Purification Plant-Cerarocca.
10- http://www.metawater.co.jp/eng
11- Yasuda, G., 2012. Japanese Technologies for the Development of Water Infrastructure in Overseas Countries, 3rd Meeting of PPP Council for Overseas Water Infrastructure, pp.1-21.
12- Japan Water Works Association, 2011. Profile of Water Utilities/Water Associations Aspire Region, pp.1-42.
13- Ministry of Economy of Japan, 2008. Trade and Industry White Paper on International Economy and Trade.
14- Yasutoshi, S., 2014. Water-Saving Technologies in Japan, Un-Water Annual International Zaragoza Conference. Preparing for World Water Day 2014: Partnerships for Improving Water and Energy Access, Efficiency and Sustainability.
15- Asano, T., Visvanathan, C., 2001. Industries and Water Recycling and Reuse The Proceedings of the 2001 Founders Seminar, Business and Industry, A Driving or Braking Force on the Road towards Water Security. Founders Seminar, Organized by Stockholm International Water Institute, Sweden.
16- http://data.worldbank.org/indicator/ag.lnd.prcp.mm
17- Furumai, H., Okui, H., 2011. Historical Transition and Progress of RWHM Projects in Japan, 4th IWA International Rainwater Harvesting and Management workshop as a IWA Vienna World Water Congress and Exhibition, Vienna, Austria.