فصل یازدهم

ژاپن

سرآغاز

در سال ۲۰۱۰ ژاپن، سومین قدرت اقتصادی دنیا پس از ایالات متحده‌ی آمریکا و چین بوده است و در قاره‌ی آسیا رتبه‌ی دوم را پس از چین دارد. ژاپن یکی از اعضای گروه کشورهای جی هشت بوده و نخستین شریک تجاری ایالات متحده به لحاظ حجم مبادلات تجاری و اقتصادی است. این کشور منابع طبیعی بسیار محدودی دارد و بیش‌تر جزیره‌های آن کوهستانی و خاک آن‌ها آتشفشانی است که فاقد منابع نفتی و معدنی است و بیش‌تر مواد اولیه و معدنی را از سایر کشورها وارد می‌کند. با توجه به سرمایه‌گذاری‌های گسترده‌یی که در فنآوری‌های پیشرفته انجام شده، ژاپن به عنوان یکی از پیشگامان صنعت و فنآوری دنیا شناخته شده است.

این کشور یکی از پیشگامان اقتصاد چرخشی است که فعالیت‌های طراحی و استقرار اقتصاد چرخشی را از اوایل دهه‌ی ۱۹۹۰ با تصویب قوانین متعددی آغاز کرد. ضرورت توجه به اقتصاد چرخشی در ژاپن به محدودیت‌های منابع طبیعی، زمین، تراکم جمعیت زیاد، توسعهٔ صنعتی، تخریب محیط‌زیست، اتکای این کشور به واردات مواد اولیه و خام و... است. اقدام‌های دولت در راستای استقرار اقتصاد چرخشی در ژاپن بسیار اثربخش و کارآمد بوده است، به‌طوری‌که در حال حاضر یکی از کشورهای موفق در استفاده از سامانه‌های اقتصاد چرخشی است و توانسته موفقیت‌های متعددی را در این زمینه کسب کند. مهم‌ترین دلایل موفقیت این کشور در اقتصاد چرخشی، تصویب و اجرای قوانین متعدد، همکاری و مساعدت شهروندان با دولت، برنامه‌ریزی مدون حکومت‌های محلی و منطقه‌ای، همکاری مشترک دستگاه‌هایی اجرایی دولتی است.

اقتصاد چرخشی ژاپن

این کشور با تصویب قوانین جامع مدیریت پسماند زباله‌ها، بر مدیریت منابع تولیدی تمرکز دارد و موفقیت قابل توجهی در کاهش تولید پسماندها و افزایش نرخ بازیافت آن‌ها داشته است[۱]. ژاپن به دلیل محدودیت‌های جغرافیایی و زمین‌شناسی از کمبود منابع طبیعی رنج می‌برد و تولید انرژی در این کشور بسیار هزینه‌بر است. به همین دلیل برای تامین انرژی، متکی به واردات نفت است. بحران نفتی سال ۱۹۷۰ و تاثیر آن بر اقتصاد جهان، ژاپن را مجبور کرد با تدوین برنامه‌هایی، وابستگی کشور به نفت را تا حدی برای رشد اقتصادی کاهش دهد. اقتصاد چرخشی ژاپن رویکردی سه جانبه به شرح زیر دارد:

- برنامه‌ریزی‌های راهبردی کاهش وابستگی به نفت و افزایش بهره‌وری انرژی.
- تصویب قوانین محیط زیستی، استاندارد سازی و تنظیم مدیریت پسماندها.
- افزایش بیش‌تر مشارکت اجتماعی آحاد جامعه از طریق برگزاری دوره‌های آموزشی جامع و اطلاع‌رسانی عمومی.

قوانین و مقررات

دولت مرکزی ژاپن از سال ۱۹۹۱ چارچوب‌های قانونی برای استقرار اقتصاد چرخشی را با تصویب قانون توسعه‌ی بهره‌برداری موثر از منابع تولیدی[۲] (۱۹۹۱) آغاز کرد. این قانون، پایه‌یی برای قوانین مرتبط به سال‌های آتی مانند بازیافت خودروهای فرسوده، بازیافت مواد بسته‌بندی (کاغذ، پلاستیک، آلومینیوم و...)، لوازم خانگی، زباله‌های ساختمانی و ضایعات مواد غذایی است (شکل شماره‌ی ۱-۱۱).

قوانین این کشور، بر اساس ایجاد جامعه‌یی با چرخه‌ی مواد سالم[۳] طراحی و تصویب شده و برنامه‌های هدف‌گذاری شده‌ی آن‌ها بر مدیریت پسماند و کاهش مصرف منابع تولیدی استوار است. نمونه‌یی از قوانین این کشور، قانون ترویج استفاده‌ی موثر از منابع[۴] (۲۰۰۰) با هدف به حداقل رساندن پسماندها است. این قانون به عنوان نقطه‌ی عطف بی‌سابقه[۵] در جهان معرفی شده و تمام طول عمر محصول از تولید تا انتها (مصرف و بازیافت) را شامل می‌شود. قانون استفاده‌ی مجدد از خودروهایی که به پایان عمر خود می‌رسند (۲۰۰۲)، نیز تاثیر قابل توجهی بر اقتصاد

---

[۱] برای نمونه ۹۸ درصد از پسماندها و ضایعات مواد فلزی در این کشور بازیافت می‌شوند و فقط ۵ درصد پسماندها به محل دفن زباله حمل می‌شوند.

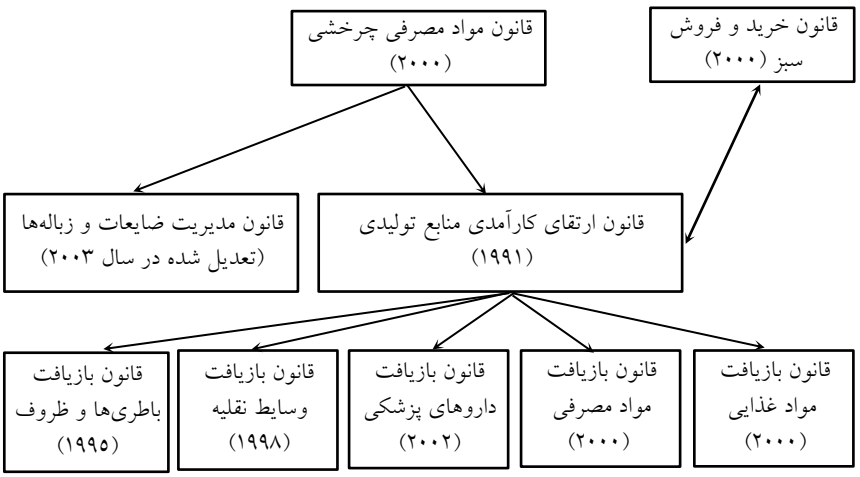
[2] Law for Promotion of Effective Utilisation of Resources

[3] Establishing a Sound Materials-Cycle Society

[4] The Promotion of Efficient Utilization of Resources

[5] Epoch-Making and Unprecedented in the World

چرخشی این کشور داشته است. شخصی که خودروی جدیدی می‌خرد، باید هنگام خرید وجه بازیافت را نیز پرداخت کند[۱] و زمانی که طول عمر مفید خودرو به پایان رسید، خودروی فرسوده‌ی خود را به نمایندگی‌ها و تعمیرگاه‌های مجاز خودرو، تحویل می‌دهند. جداکنندگان قطعات خودروهایی که عمر مفید آن‌ها به اتمام رسیده است، نقش بازیافت کنندگان را دارند.



شکل شماره‌ی ۱-۱۱: فعالیت‌های قانون‌گذاری ژاپن در راستای چرخه‌ی مواد (اقتصاد چرخشی)
(R:Europaean Academies (2017) "Indicators for a Circular Economy", EASAC Policy Report 30)

قوانین زباله‌ها و ضایعات اتحادیه‌ی اروپا و ژاپن الگوی مشابهی با یک دیگر دارند. مقررات زباله برای نخستین مرتبه در پاسخ به نگرانی‌های بهداشت عمومی کشور به اجرا درآمد. در ژاپن رسوایی بیماری میناماتا[۲] (۱۹۵۶)، منجر به تقویت قانونی و تنظیمات سختگیرانه در مورد، پارامترهای انتشار گازهای سمی، سوزاندن گیاهان و حمل و نقل زباله شد. پس از دهه‌ی ۱۹۶۰ به موازات رشد اقتصادی ژاپن به تدریج الگوی تولید انبوه، مصرف انبوه و کمپوسیت[۳] تغییرات محسوسی کرد. ضمن آن که با گسترش، تنوع و پیچیدگی محصولات جدید، جریان‌های جدید زباله نیز به ویژه در کالاهای برقی و الکتریکی مشکل

[۱] وجه نقدی بازیافت تا هنگامی که عمر مفید خودرو به پایان نرسیده، در حساب بانکی سپرده‌گذاری می‌شود.
[۲] بیماری متیل، ناشی از جیوه‌ی تخلیه شده از یک کارخانه‌ی تولید مواد شیمیایی در شهر مینامای استان کوماموتوی ژاپن بوده است (وقوع بیماری در سال ۱۹۵۶ توسط مقامات وزارت بهداشت تایید شده است).
[3] Mass Production, Mass Consumption and Mass Consumption

ساز و بیش‌تر شد. در پاسخ به این مشکلات، طیف وسیعی از قوانین خاص زباله‌ها مانند قانون زباله‌های بسته‌بندی کالاهای برقی و الکترونیکی، به تدریج تصویب شده‌اند.

تغییرات آب و هوایی، کاهش منابع، مواد اولیه و کمبود انرژی سبب شد تا دولت و اشخاص ذی‌نفع به ارزش اقتصادی و اهمیت ضایعات بیش‌تر پی ببرند و رویکرد تفکر استفاده از زباله به عنوان یک منبع، از کمیت به کیفیت مناسب تغییر و ارتقا یابد. در سال‌های اخیر سطح علاقه و حساسیت شهروندان نسبت به مسایل محیط زیست افزایش یافته است. این موضوع سبب افزایش چارچوب‌های قانونی، شیوه‌های نوین کسب و کار و در نهایت بهبود بیش‌تر پایداری جامعه شده است. طرح کلی و جامع قوانین ژاپن در خصوص زباله‌ها به شرح موارد زیر است:

۱.**طرح پایه‌یی جامع مواد**[1]: این برنامه‌ی ۵ ساله برای حل و فصل راهکارهایی برای توسعه‌ی بیش‌تر مواد جامد مطابق با چارچوب قوانین عمومی (آمره) تهیه شده است. این برنامه به عنوان مبنایی برای سایر قوانین عمل می‌کند و شامل برنامه‌های زیر است:

- برنامه‌ی اول (۲۰۰۳)، تدوین مفاد قانونی چرخه‌ی مواد که شاخص‌هایی را برای اندازه‌گیری سطح توسعه‌ی ابتکارات برای ایجاد جامعه‌یی با مواد صحیح معرفی کرده است.
- برنامه‌ی دوم (۲۰۰۸)، یک جامعه‌ی کم کربن را هدف قرار داده و مناطقی از شبکه‌های گردشگری را برای توسعه‌ی طرح‌هایی که نیازهای منابع محلی دارند ایجاد می‌کند.
- برنامه‌ی سوم (۲۰۱۳)، فقط از هدف‌هایی به صرف کمی استفاده می‌کند و استفاده‌ی مجدد (معروف به ۲ آر) که بازیابی فلزات مفید، تقویت ابتکارات امنیتی و ایمنی و همکاری‌های بین‌المللی را پوشش می‌دهد.

۲.**مدیریت زباله‌ها و قانون پاکسازی اماکن عمومی**: این قانون مبانی مدیریت مواد زاید، کنترل تولید زباله، تصفیه‌ی مناسب ضایعات (از جمله بازیافت)، مقررات مربوط به تاسیسات دفع زباله، متصدیان اجرایی مدیریت پسماندها و ایجاد استانداردهای زباله‌ها را فراهم می‌کند.

۳.**قانون استفاده‌ی موثر از منابع تولیدی**: این قانون در زمینه‌ی استفاده‌ی موثر از منابع تولیدی، بازتولید، استفاده‌ی مجدد، برچسب زدن محصولات برای تفکیک پس از پایان عمر محصول، جمع‌آوری ضایعات در مبدا و ترویج استفاده‌ی موثر از کالاهای بازیافتی را بهبود می‌بخشد.

[1] Fundamental Plan for Establishing a Sound Material-Cycle Society

٤.**قانون ارتقای مجموعه‌های مرتب شده و بازیافت ظروف و مواد بسته‌بندی:** هدف این قانون، شامل بازیافت قوطی‌های فولادی و آلومینیومی، بطری‌های شیشه‌یی و پلاستیکی، ظروف پلاستیکی و کاغذی و مقوا و کارتن است. در این قانون، نقش و مسؤولیت‌های هر یک از ذی‌نفعان، یعنی تفکیک زباله‌ها توسط مصرف‌کنندگان، جمع‌آوری جداگانه توسط شهرداری‌ها و بازیافت زباله توسط تولیدکنندگان تعیین شده است. بر اساس این قانون، گروه‌های ذی‌نفع برای کاهش تولید زباله فعالیت‌های لازم را باید انجام دهند.

٥.**قانون بازیافت لوازم خانگی:** این قانون شامل سامانه‌های تهویه‌ی مطبوع منازل، یخچال و فریزر، تلویزیون، ماشین لباس‌شویی، خشک کن و مواردی مانند آن است. این قانون نقش و مسؤولیت‌های طرفین درگیر (خانوارها و خرده‌فروشان قطعات) را تعیین و مجموعه شرایطی را ایجاد می‌کند تا خرده‌فروشان، ژنراتورهای لوازم خانگی غیرقابل استفاده را برای بازیافت و حمل و نقل به تولیدکنندگان تحویل بدهند.

٦.**قانون بازیافت مواد غذایی:** هدف این قانون دفع مواد غذایی باقی‌مانده از تولید و پردازش محصولات غذایی، مواد غذایی فروش نرفته و یا باقی مانده در عمده فروشان، خرده فروشان و... است. این قانون، بسترهای کاهش زباله‌های غذایی تولید شده توسط اشخاص مختلف و یک سامانه‌یی یکپارچه برای بازیافت زباله‌های مواد غذایی را فراهم می‌کند.

۷.**قانون بازیافت مواد و مصالح ساختمانی**: هدف این قانون، بازیافت چوب، بتن، آسفالت، مواد ساختمانی، تعهدات قراردادی و سفارشات هنگام تخریب و یا احداث ساختمان‌ها مانند مرمت، بازسازی، برداشت نخاله‌ی ساختمان‌های تخریب شده و در مجموع بازیافت زباله‌های ساختمانی است.

۸.**قانون بازیافت وسایل نقلیه‌ی فرسوده:** هدف این قانون، بازیافت وسایل نقلیه‌یی است که عمر مفید آن‌ها به اتمام رسیده و صاحبان آن‌ها موظف به پرداخت هزینه‌های بازیافت هستند. سازندگان و نمایندگی‌های خودرو، ملزم به پذیرفتن بقایای خودروهای اسقاط شده هستند.

۹.**قانون بازیافت لوازم خانگی کوچک**: محدوده‌ی این قانون، وسایل کوچک الکتریکی و الکترونیکی، تلفن‌های همراه، مو خشک کن، دوربین‌های دیجیتال و... می‌باشد. دستورعمل این قانون که توسط دولت تبیین شده، ذی‌نفعان را تشویق به توسعه و اجرای برنامه‌هایی برای جمع‌آوری و بازیافت زباله‌هایی در محدوده‌ی این قانون می‌کند. هدف اصلی این قانون بازیافت فلزات مفید موجود در این دستگاه‌ها، جمع‌آوری و دفع مواد خطرناک آن‌ها است.

۱۰.**قانون خرید و فروش سبز:** هدف این قانون، توسعه‌ی تقاضا برای کالاهایی با حداقل تاثیرات سود بر محیط زیست و سازگار با آن است. دستور ابتکار عمل دولت‌های محلی

(ایالت‌ها و مناطق) در این خصوص و مواردی که ممکن است بر مدیریت زباله‌ها در ژاپن تاثیر بگذارد به شرح موارد زیر است:

- تنظیم قانون و طرح‌های محیط زیست.
- اقدام‌های ویژه برای حذف مواد ناشی از ضایعات صنعتی در محیط زیست.
- فعالیت‌های ویژه برای ارتقای بازیافت و تصفیه‌ی تخصصی زباله‌های پی.سی.بی[1].
- قانون ترویج توسعه‌ی تاسیسات و تجهیزات خاص دفع زباله‌های صنعتی.
- قانون کنترل صادرات، واردات و سایر موارد احتمالی خطرناک مشخص شده (قانون داخلی ژاپن مطابق با کنوانسیون بازل) [2].
- دستورعمل مدیریت زباله‌ها و بازیافت برای تولیدکنندگان زباله (تخلیه کننده‌ها).

مدیریت زباله‌ها و ضایعات

در ژاپن، جریان مواد به شیوه‌های مختلف نظام‌مند، تحت نظارت و کنترل است. مانند نمودارهای سانکی[3] که به طور مرتب به روز رسانی می‌شوند و نمایی کلی از جریان‌ها، انتخاب و هدف، ارزیابی مقدار استفاده‌ی دوره‌یی، کاهش و دور ریختن (برای زیست توده، مواد معدنی غیرفلزی، فلز و فسیل) تحت نظارت و کنترل است. سازمان لوازم الکتریکی ژاپن[4] وابسته به دولت، با هماهنگی واحدهای تولیدی صنعتی در راستای اقتصاد چرخشی فعالیت‌های زیر را انجام داده است:

- طراحی و ساخت قطعه‌های پلاستیکی کالاهای لوازم برقی خانگی با جرم ۱۰۰ گرم.
- استاندارد سازی و نشانه‌گذاری قطعات کالاها برای سهولت تفکیک بعد پایان عمر کالا.
- تعیین برچسب با علایم اختصاصی بر قطعات شیمیایی و سمی مانند باتری‌ها و مواد قابل چاپ.

اقدام‌های سازمان لوازم الکتریکی ژاپن در مدیریت زباله‌ها بسیار کارساز است، به طوری که نرخ بازیافت قطعات فلزی پسماندها و ضایعات در این کشور ۹۸ درصد است و برای سایر مواد نیز در سطح مطلوبی قرار دارد. در سال ۲۰۰۷ فقط ۵ درصد پسماند زباله‌ها به محل دفن زباله‌ها ارسال شده و بیش‌تر وسایل و کالاهای برقی بازیافت و ۸۹ درصد مواد و قطعات

---

[1] Polychlorinated Biphenyl (PCB)

[2] کنوانسیون بازل، در سال ۱۹۸۹ با هماهنگی سازمان ملل متحد در شهر بازل سوییس و با هدف الزام دولت‌های عضو به کاهش حجم نقل و انتقال برون مرزی مواد زاید تشکیل شد. موضوع کنوانسیون، کنترل انتقالات برون مرزی زباله‌های مضر و دفع آن‌ها و تبدیل این مواد در حد بی‌ضرر به محیط زیست، اعمال مدیریت مناسب و موثر در انتقال و دفع این مواد است.

[3] نمودار سانکی یا ارتباط بین موجودیت‌ها.

[4] Association for Electric Home Appliances (AEHA)

آن‌ها بازیافت شده است. به عنوان یک قانون، مواد بازیافت شده برای تولید همان کالا استفاده می‌شوند. ایده‌ی اقتصاد چرخشی به خوبی در فرهنگ مرم ژاپن نهادینه شده است. ژاپن از کشورهای پیش‌روی در اقتصاد چرخشی است.

شاخص‌هایی که برای سنجش و ارزیابی اقتصاد چرخشی در ژاپن استفاده می‌شوند شامل شاخص‌های عمومی اندازه‌گیری بهره‌وری است (ستانده‌ها به نهاده‌ها یا اثربخشی به کارآمدی) و به عنوان معیاری از این که بازیافت مواد مقرون به صرفه است استفاده می‌شود. برای نمونه، جدول شماره‌ی ۱–۱۱ روند بازیافت و هزینه‌های بازیافت جریان‌های اصلی زباله را در این کشور نشان می‌دهد.

جدول شماره‌ی ۱–۱۱: عملکرد واقعی و پیش‌بینی برخی شاخص‌های اقتصاد چرخشی در ژاپن

عنوان	عملکرد (۲۰۱۰)	پیش‌بینی (۲۰۱۵)	پیش‌بینی (۲۰۲۰)	تغییرات (درصد) (۲۰۱۰–۲۰۲۰)
تولید ناخالص داخلی در هر تن از منابع مورد استفاده (بهره‌وری منابع) (ین)	۳۷٤.۰۰۰	٤۲۰.۰۰۰	٤٦۰.۰۰۰	(۱۲.۳)
نسبت بازیافت (درصد)	۱۵.۳	۱٤ الی ۱۵	۱۷	۹.۳
حجم دفع زباله‌ها (میلیون تن زباله)	۱۹	۲۳	۱۷	(۱۷.۴)

(R: Ministry of the Environment (2010) "Establishing a Sound Material-Cycle Society: Milestone Toward Sound Material-Cycle Society Through Changes in Business and Life Styles")

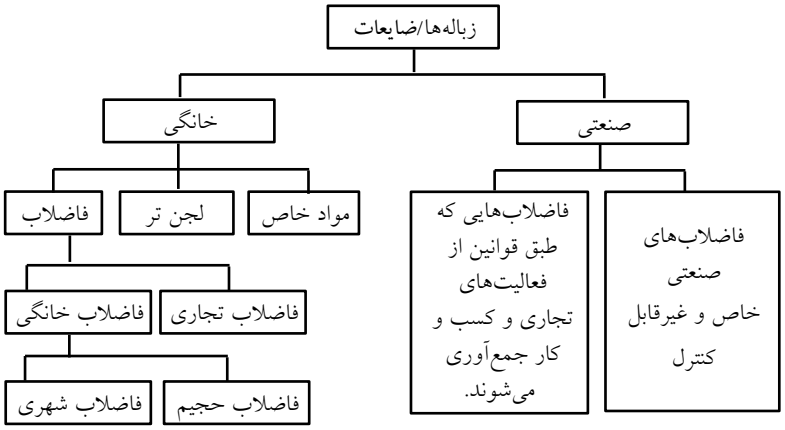
مدیریت ضایعات ژاپن بر پایه‌ی مفهوم سه آر (کاهش، استفاده‌ی مجدد و بازیافت) به طور رسمی از سال ۲۰۰۰ راه اندازی شد، اما مفهوم بازیافت، اقدام‌ها و تمرکز بر روی جریان‌های هدف خاص در قانون حمایت استفاده‌ی موثر از منابع، در سال ۱۹۹۱ معرفی شده است و از مفهوم سه آر در کل چرخه‌ی عمر محصول استفاده‌ی فراوان می‌شود. کالاها، از طراحی و ساخت برای کمینه ساختن مصرف منابع طراحی می‌شوند. برنامه‌های مدیریت ضایعات ژاپن، استفاده مجدد به منظور کاهش میزان مواد اولیه در تولید است.

تفکر چرخه و ارزیابی عمر محصولات بر پایه‌ی استاندارد ایزو بین‌المللی ۱۴۰۴۰ (۲۰۰٦)[1] و استاندارد ایزو ۱٤۰٤۰ (۲۰۱۰) ژاپن و مفهوم گهواره به گور است که در آن تمام مراحل عمر محصول از عرضه‌ی مواد خام تا دفع زباله‌های باقی‌مانده از طریق تولید، حمل و نقل توزیع، استفاده و... مورد توجه است. هدف نهایی دولت ژاپن، کاهش تاثیر کلی زباله‌ها و فعالیت‌های صنعتی بر محیط زیست و جلوگیری برای تغییر در یک مرحله بر مرحله‌ی دیگر است. این هدف، یک ابزار پشتیبانی برای تصمیم‌گیری است که در زمان اجرای

[1] استاندارد ایزو ۱٤۰٤۰ (۲۰۰٦) اصول و چارچوب مدیریت محیط زیستی و ارزیابی چرخه‌ی عمر محصول است.

معیارهای جدید، مزایای محیطی زیستی بالقوه و نقایص مختلف را تعادل می‌کند. برای نمونه، تعیین این که در برخی از موارد سوزاندن زباله مناسب‌تر از بازیافت آن باشد. بنابر این تفکر چرخه‌ی عمر محصول به عنوان پایه‌یی برای راهبردهای مرتبط با استفاده‌ی پایدار از منابع طبیعی و بازیافت زباله است.

مدیریت زباله‌ها و پاکسازی اماکن عمومی در ژاپن، شامل مجموعه‌ی گسترده‌یی از جمع‌آوری زباله‌های حجیم، خاکسترسازی، مدیریت لجن، دفع مواد غیرضروری (به استثنای ضایعات رادیواکتیو و زباله‌های آلوده به رادیواکتیو) است. جدیدترین آمار وزارت محیط زیست ژاپن نشان می‌دهد که حجم تولید زباله‌های خانگی ژاپن در سال ۱۹۸۵ در بالاترین سطح بوده است، اما پس از آن به دلیل افزایش آگاهی‌های جامعه بر ضرورت حفظ محیط زیست، تولید زباله‌ها سیر نزولی داشته است. در این کشور برای تسهیل بازیافت، زباله‌های خانگی به زباله‌های خشک، تر و قابل بازیافت دسته‌بندی می‌شوند (شکل شماره‌ی ۲-۱۱).



شکل شماره‌ی ۲-۱۱: نمودار طبقه‌بندی مدیریت زباله‌ها و ضایعات در ژاپن

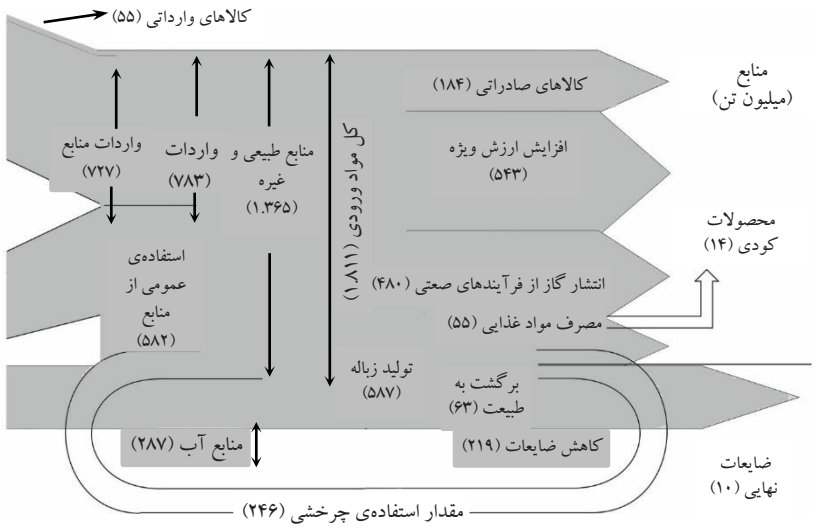
(R: Yolin. C (2015) "Waste Management and Recycling in Japan Opportunities for European Companies", EU-Japan Centre for Industrial Cooperation)

تجزیه و تحلیل جریان اصلی مواد از منظر اقتصادی، توسط وزارت محیط زیست هر ساله تدوین، منتشر و در قالب نمودارهای سانکی نشان داده می‌شود و وزن نسبی هر یک از شاخص‌های سنجش اقتصاد چرخشی نیز در آن تعیین شده است (شکل شماره‌ی ۳-۱۱). سه شاخص اصلی بهره‌وری منابع، نسبت میزان بازیافت مواد و دفع زباله‌ها برای ارزشیابی دفع نهایی زباله‌ها تعیین و هدف‌های هر طبقه به وضوح مشخص شده است (جدول شماره‌ی ۲-۱۱).

جدول شماره‌ی ۲-۱۱: ارزش هزینه‌ی مواد بازیافتی ژاپن طی بازه‌ی زمانی ۲۰۱۴-۲۰۰۰

تولیدات	حجم بازیافت در سال ۲۰۰۰ (تن)	تغییرات سال ۲۰۰۰ (درصد)	هزینه‌ی هر واحد بازیافت در سال ۲۰۱۴ (ین بر کیلوگرم)	تغییرات از سال ۲۰۰۰ (درصد)
شیشه‌ها	۱۴۶,۵۶۳	-۲۰.۷	۴.۴	+۴.۷
بطری‌های شیشه‌یی	۱۲۳,۲۱۶	+۳۲.۵	۶.۱	-۲۲.۸
سایر بطری‌های شیشه‌یی	۹۱,۶۱۹	-۶.۱	۸.۷	+۴.۴
بطری‌های پلاستیک	۲۹۴,۷۵۶	+۱۵۰.۲	۱.۵	-۹۸.۳۶
کاغذ	۳۳,۱۴۵	-۲۶.۸	۱۴.۰	-۷۶.۸
پلاستیک	۷۴۳,۸۳۵	+۴۹۱.۱	۵۷.۰	-۳۷.۴

(R: JCPRA (2016) "Japan Container and Packaging Recycling Association Statistics")



شکل شماره‌ی ۳-۱۱: نمودار سانکی جریان مواد کشور ژاپن در سال ۲۰۱۰ (ارقام برحسب میلیون تن)

(R: Ministry of the Environment Japan (MOEJ) (2013) "Japan. Fundamental Plan for Establishing a Sound Material-Cycle Society")

مسؤولیت جمع‌آوری، تصفیه و دفع پساب فاضلاب شهری در ژاپن بر عهده‌ی شهرداری‌های مستقل هر منطقه است، اما عملیات واقعی جمع‌آوری و حمل و نقل توسط شرکت‌های بخش خصوصی محلی انجام می‌شود. زباله‌ها به طور معمول با ساختار غیرمتمرکز به صورت محلی مدیریت می‌شوند. سرانه‌ی تولید زباله در ژاپن ۹۵۸ گرم در روز (۹٦٤ گرم سال قبل) است که در مقایسه‌ی با اتحادیه‌ی اروپا که سرانه‌ی تولید سالیانه‌ی زباله‌ی آن در سال ۲۰۱۳ به طور متوسط، بالغ بر ٤۸۱ کیلوگرم بوده (کم‌تر از ۳۰۰ کیلوگرم در رومانی، استونی و لهستان تا ۷٤۷ کیلوگرم) اندکی کم‌تر است. در ژاپن، سوزاندن و خاکسترسازی زباله‌ها، رایج‌ترین شیوه‌ی دفع آن‌ها است (جدول شماره‌ی ۳-۱۱).

جدول شماره‌ی ۳-۱۱: شیوه‌های دفع زباله‌ی شهری در ژاپن طی سال‌های ۲۰۱۲-۱۹۸۰

(ارقام برحسب ۱۰ هزار تن)

سال	سوزاندن	بازیافت از تصفیه	بازیافت مستقیم	دفع مستقیم
۱۹۸۰	٦۰.٤	۲.۵	–	۳۷.۱
۱۹۸۵	۷۰.٦	۳.۱	–	۲٦.٤
۱۹۹۰	۷۳.٤	٦.۷	–	۱۹.۹
۱۹۹۵	۷٦.۳	۱۲.۳	–	۱۱.۵
۲۰۰۰	۷۷.٤	۱۲.٤	–	۵.۹
۲۰۰۵	۷۷.۳	۱٤.٦	٤.۳	۲.۹
۲۰۰٦	۷۷.۵	۱٤.٦	۵.۲	۲.۵
۲۰۰۷	۷۷.۷	۱٤.۵	۵.۵	۲.۵
۲۰۰۸	۷۹.۰	۱۳.۸	۵.۲	۱.۸
۲۰۰۹	۷۹.۱	۱٤.۱	۵.۱	۱.۷
۲۰۱۰	۷۹.۵	۱٤.٤	۵.۱	۱.۵
۲۰۱۱	۷۹.۰	۱٤.۳	۵.۰	۱.٤
۲۰۱۲	۷۹.۷	۱٤.۰	۵.۰	۱.۳

(R: METI (2014) "Handbook on Resource Recycling Legislation and Trends in 3R, Complete Chart for the Period 1980-2012 in Japanese")

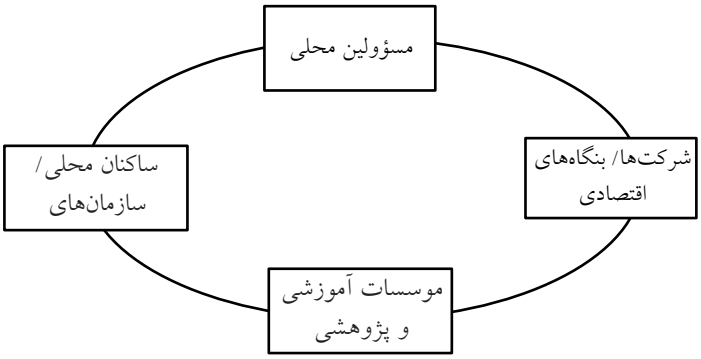
در سال ۲۰۱۳، حجم دفن زباله‌ها معادل ۲.٤ درصد نسبت به سال قبل از آن که ٤،۵٤۰ هزار تن بوده کاهش داشته است. میزان نرخ کاهش ضایعات در سال ۲۰۱۳ در مقایسه با سال قبل ۹۸.٦ درصد (۹۸.۷ درصد سال قبل) بوده است. نرخ دفع زباله‌ها در سال ۲۰۱۳ معادل ۱.٤ درصد (۱.۳ درصد سال قبل) بوده است. در سال ۲۰۱۳ بالغ بر ۹،۲۷۰ هزار تن زباله بازیافت شده است (افزایش ۰.۱ درصدی نسبت به سال قبل). در این سال، نرخ بازیافت

زباله به میزان ۲۰.۵ درصد بوده است (سال قبل ۲۰.٦ درصد) و از مجموع زباله‌های جمع‌آوری شده ۳۱ درصد دفن، ۲٦ درصد سوزانده و ٤۳ درصد بازیافت و یا کمپوست شده‌اند.

شهرهای محیط زیستی

برنامه‌ی جامع و یکپارچه‌ی شهرهای محیط زیستی در زمره‌ی نخستین پروژه‌های شهرهای نوین[1] در ژاپن هستند. پروژه‌ی شهرهای نوین در چارچوب ایجاد جامعه‌ی پایدارتر با تحرک اقتصادی بیش‌تر است که در آن‌ها جنبه‌های مختلف شهرسازی و شیوه‌ی زندگی مانند گرمایش، حمل و نقل، مدیریت زباله، تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و... را پوشش می‌دهد، ایجاد می‌شوند. این پروژه، ابتکار عمل مشترک وزارت امور اقتصاد، دارایی و تجارت و وزارت بهداشت و محیط زیست ژاپن در سال ۱۹۹۷ است. کمبود جدی ظرفیت مکان‌های دفن زباله و کاهش منابع تولیدی بخش‌هایی مانند فولاد، سیمان و مواد شیمیایی، عامل‌های اصلی طراحی شهرهای محیط زیستی است و تدبیری برای گره گشایی همزمان از مسایل مربوط به مدیریت زباله و احیای اقتصاد منطقه‌یی است.

این طرح از شهر کولن بورگ دانمارک به عنوان شهری با همزیستی صنعتی اقتباس شده است و ایده‌ی اصلی آن توجه به امکانات و ویژگی‌های منطقه‌یی و همکاری یکپارچه‌ی مسؤولین و ذی‌نفعان با امکانات محلی است (شکل شماره‌ی ٤-۱۱ و جدول شماره‌ی ٤-۱۱).



شکل شماره‌ی ٤-۱۱: نقش ذی‌نفعان مرتبط با شهرهای زیست محیطی در ژاپن

(R: Yolin. C (2015) "Waste Management and Recycling in Japan Opportunities for European Companies", EU-Japan Centre for Industrial Cooperation)

[1] New-Town

جدول شماره‌ی ٤-١١: خلاصه وظایف ذی‌نفعان در شهرهای محیط زیستی ژاپن

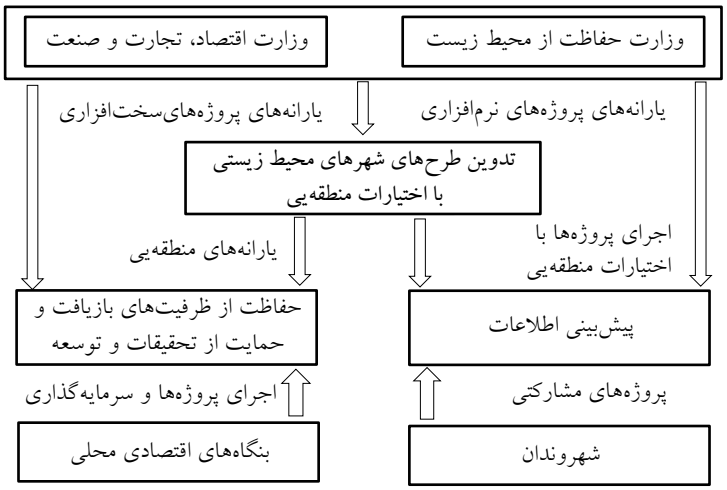
ذی‌نفعان	وظایف
مسؤولان محلی	■ترویج ساخت شهرک‌های زیست محیطی. ■ترکیب سیاست‌ها و ارتقای همکاری‌ها. ■گسترش بازیافت و بازدهی بالاتر در بازیافت منابع. ■ترویج آموزش همگانی محیط زیست.
شرکت‌ها و بنگاه‌های اقتصادی	■اجرای پروژه‌ها. ■ دستیابی به پیشرفت فعالیت‌های اجرایی. ■افزایش و بهبود بازدهی بازیافت. ■دستیابی به بازیافت گسترده از زباله‌ها.
موسسات آموزشی و پژوهشی	■تحقیق و توسعه در فنآوری‌های نوین بازیافت. ■توسعه‌ی شیوه‌های ارزیابی عملکرد و فرآیندها. ■توسعه‌ی منابع انسانی.
ساکنان محلی و سازمان‌های غیردولتی	■مشارکت در پروژه‌های ساخت شهرهای محیط زیستی. ■استفاده‌ی بهینه و اثربخش از مواد بازیافت شده. ■همکاری برای جداسازی و تفکیک زباله‌ها.

(R: Yolin. C (2015) "Waste Management and Recycling in Japan Opportunities for European Companies", EU-Japa n Centre for Industrial Cooperation)

ماموریت محیط زیست شهری، طراحی مجدد شهرها بر اساس مفاهیم اکولوژیکی هم چون انرژی‌های تجدیدپذیر، مدیریت بهینه‌ی زباله‌ها، کاهش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و... است. هدف آن عدم انتشاز گاز دی‌اکسیدکربن (دی‌اکسیدکربن صفر) حفظ منافع اقتصادی و با نظر داشت کمبود زمین برای دفع فاضلاب و بازفت زباله‌های صنعتی است. پس از تصویب برنامه‌ی شهرهای محیط زیستی در سال ۱۹۹۷ تعداد ۲٦ شهرک زیست محیطی مشغول فعالیت شدند (جدول شماره‌ی ٤-١١). شهرهای زیست محیطی در سرمایه‌گذاری و اجرای پروژه‌های بازیافت نوآورانه‌ی ضایعات و زباله‌ها از دولت پرداخت‌های انتقالی یک طرفه (یارانه) دریافت می‌کنند.

به عنوان بخشی از برنامه‌ی جامع یکپارچه‌ی طرح‌های شهرهای محیط زیستی، دولت‌های محلی مجبور به ارایه‌ی طرح محیط زیست به وزارت محیط زیست و وزارت امور اقتصادی، دارایی و تجارت هستند. معیارهای ارایه شده توسط دولت‌های محلی شامل اصالت، نوآوری و هم چنین توانایی عرضه به عنوان یک مدل برای دیگران است (به اشتراک گذاری تجارب، دانش و مشکلات). پروژه‌های منتخب ارایه شده توسط دولت‌های محلی و بنگاه‌های خصوصی توسط دولت مرکزی حمایت مالی می‌شوند (شکل شماره‌ی ٥-١١). در این شکل، پروژه‌های سخت‌افزاری شامل ایجاد، ارتقا یا تعمیرات امکانات بازیافت نوآورانه و

زیرساخت‌های مرتبط با آن است. پروژه‌های نرم‌افزاری، به توسعه‌ی فعالیت‌های تحقق ایجاد یک جامعه‌ی بازیافت گرا کمک می‌کند.



شکل شماره‌ی ۵-۱۱: نمایی از طرح شهرهای محیط زیستی در ژاپن (۱۹۹۷)

(R: Yolin. C (2015) "Waste Management and Recycling in Japan Opportunities for European Companies (SMEs Focus)", EU-Japan Centre for Industrial Cooperation, Tokyo)

طی سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۶ تعداد ۱۷۰ طرح محیط زیستی از ۲۶ دولت محلی (ایالت‌ها) انتخاب شدند. از این تعداد، ۶۱ طرح تشویقی (یارانه) گرفتند. طرح‌های جدید بیش‌تر در بخش تاسیسات بازیافت پلاستیک (۵۶ طرح) و دفع مواد غذایی بود (۳۱ طرح) بود. شهرهای محیط زیست ژاپن به چهار دسته تقسیم می‌شوند:

- ترویج برنامه‌ی طرح جامع مواد[1] با زیربنای صنعتی منطقه‌یی (نمونه شهر کاواساکی).
- ترویج برنامه‌ی طرح جامع مواد با جذب سیاست‌های شرکت‌ها (نمونه شهر کیوشو).
- ترویج برنامه‌ی طرح جامع مواد با مشارکت شهروندان (نمونه شهر میناماتا).
- مدیریت زباله و برنامه‌ریزی مدیریت شهری (برای نمونه نائوشیما).

برنامه‌ی شهرهای محیط زیستی به عنوان یک موفقیت در مدیریت شهری با رعایت تمام حقوق و نیازمندی‌های تمام ذی‌نفعان به شمار می‌رود (جدول شماره‌ی ۵-۱۱).

[1] پایه‌یی برنامه‌ی طرح جامعه‌ی مواد، برنامه‌یی ۵ ساله توسط دولت ملی ژاپن برای حل و فصل مشکلات و راهکارهایی برای توسعه‌ی بیش‌تر مدیریت مواد جامد مطابق با قانون چارچوب عمومی می‌باشد. این برنامه مبنایی برای سایر برنامه‌های ملی است.

جدول شماره‌ی ۵-۱۱: مزایای برنامه‌ی شهرهای محیط زیستی در ژاپن

دولت مرکزی	▪ تصویب برنامه‌ی طرح جامع مواد توسط دولت. ▪ توسعه‌ی مفهوم ۳ آر صنعتی در مصارف خانگی و بازارهای بین‌المللی. ▪ ثبات کمک‌های دولت ژاپن (سهم) برای حفظ محیط زیست جهانی.
دولت‌های منطقه‌یی	▪ احیای اقتصادهای منطقه‌یی (افزایش درآمدهای مالیاتی و ایجاد اشتغال). ▪ بهبود محیط زیست. ▪ افزایش قابلیت اجرایی (انعطاف‌پذیری و هماهنگی بیش‌تر).
شرکت‌ها و بنگاه‌های اقتصادی	▪ کاهش ریسک و پایداری بیش‌تر. ▪ خلق شبکه‌سازی و فرصت‌های جدید برای ایجاد کسب و کارهای جدید. ▪ تصویر ذهنی مثبت در مسؤولیت‌های اجتماعی.
شهروندان	▪ شفافیت بیش‌تر در مدیریت ضایعات. ▪ افزایش آگاهی و ارتقای سطح آشنایی با محیط زیست. ▪ ایجاد تصویری برای بهبود و ارتقای همزمان مکانی مانند محیط زیست – شهر دوستدار. ▪ بهبود و ارتقای سطح کیفی زندگی.

(R: Global Environment Centre Foundation (GEC) (2005) "Eco-Towns in Japan, Implications and Lessons for Developing Countries and Cities".)

شهر کیت کیوشو[1] به عنوان نخستین شهر سازگار با محیط زیست به عنوان مدل‌های شهرهای محیط زیستی[2] انتخاب شد. یک برنامه‌ی پیشرفته برای شهرهای سازگار با محیط زیست (۲۰۱۰)، با هدف مواجه با چالش‌های جدیدی مانند تقاضا برای استانداردهای بالاتر و... در ژاپن اجرا شد. تمرکز بر ایجاد مناطق کربن کم در سال ۲۰۱٤، بر پایه‌ی برنامه‌ی طرح جامع چرخه‌ی مواد انجام شد. یکی از هدف‌های عمده‌ی این برنامه، ایجاد مدل مضاعف انتشار صفر[3] است که در آن از مواد بازیافتی به عنوان مواد خام برای تولید سایر کالاها استفاده می‌شود و در پی آن انتشار گاز دی‌اکسیدکربن کاهش می‌یابد.

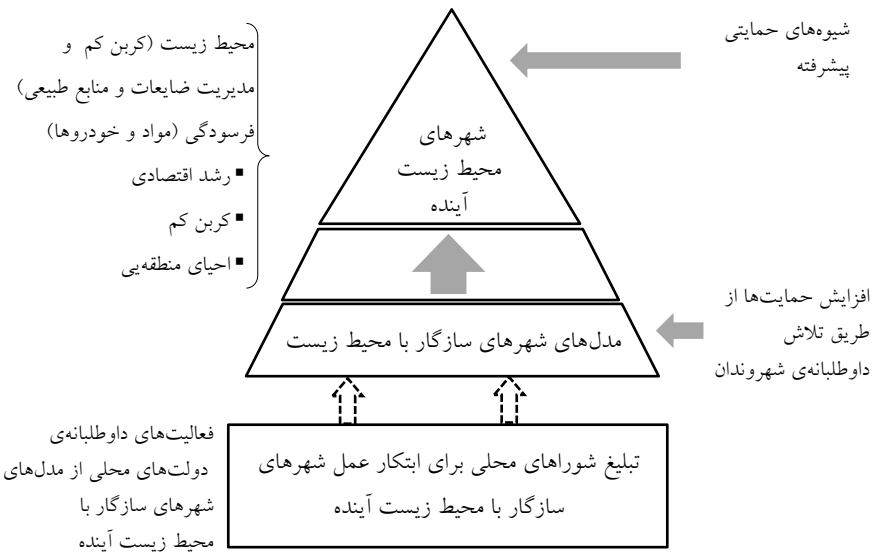
شهرهای محیط زیست و ابتکار عمل شهرهای آینده[4]

در سال ۲۰۰۸ نشست کشورهای جی هشت (۲۰۰۸) در منطقه‌ی دریاچه‌ی تویا[5] در جزیره‌ی هوکایدو برگزار شد و یکی از موضوع‌های مهم آن، تغییرات اقلیمی با تغییر در یک جامعه کم کربن بود. در اجرای مصوبات این نشست، دولت مرکزی ژاپن، برنامه‌ی تمرکز بر

[1] Kita-Kyushu
[2] Eco-Model Cities
[3] Double-Zero Emission
[4] Eco-Model City and Future City Initiative
[5] Toya

کاهش گازهای گلخانه‌یی را در راهبردهای عملیاتی شهرهای محیط زیست منظور کرد و ۱۳ شهر از ۸۲ شهر بزرگ این کشور برای تبدیل شدن به مدل‌های سازگار با محیط زیست انتخاب شدند.

در سال ۲۰۱۰ ابتکار عمل شهرهای آینده در برنامه‌ی راهبردهای رشد جدید دولت مرکزی ژاپن راه اندازی شد (شکل شماره‌ی ٦-۱۱). در این طرح، علاوه بر کاهش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن، هدف ایجاد یک رابطه‌ی مثلثی بین محیط زیست، اقتصاد و بهبود سطح کیفیت زندگی شهروندان می‌باشد. این دو ابتکار در ماه مارس ۲۰۱۳ دوباره بازنگری شد تا در ۱۱ شهر در میان شهرهای مدل سازگار با محیط زیست مورد استفاده قرار بگیرد. دولت ژاپن در سال ۲۰۱۰ برنامه‌ی شهرهای محیط زیست و ابتکار عمل شهرهای آینده را یکی از ۲۱ پروژه‌ی ملی در برنامه‌ی جامع راهبردهای رشد جدید[1] منظور کرده است.



شکل شماره‌ی ٦-۱۱: شمای ابتکار عمل شهرهای سازگار با محیط زیست آینده در ژاپن
(R: Japan for Sustainability (JFS). http://www.japanfs.org/en/files/future_city_02_en.jpg)

[1] New Growth Strategy

شهرهای زیست توده (بیوماس) و زیست توده‌ی صنعتی

برنامه‌ی شهر زیست توده در سال ۲۰۰۲ با حمایت وزارت کشاورزی، جنگل‌داری و ماهی‌گیری دولت مرکزی آغاز شد و هدف اصلی آن احیای روستاها و ایجاد شغل در آن‌ها از طریق صنعتی شدن زیست توده است. یک شهر زیست توده، منطقه‌یی است که یک سامانه‌ی جامع استفاده از زیست توده در آن استقرار یافته است و از طریق همکاری متقاضیان مختلف در منطقه، مدیریت و اداره می‌شود. تمام فرآیندها و فعالیت‌های تولید، تبدیل، توزیع و استفاده از زیست توده در میان ذی‌نفعان جریان دارد و استفاده از آن پایدار و مناسب هر منطقه است.

برنامه‌های هدف‌گذاری شده برای ۳۰۰ منطقه‌ی زیست توده تا سال ۲۰۱۰ به اتمام رسیده است. زیست توده‌ی صنعتی بخشی از راهبردهای صنعتی‌سازی است، این مفهوم از طریق توسعه‌ی صنعتی با ایجاد یک جامعه‌ی مقاوم در برابر محیط زیست و تمرکز بر کسب و کار زیست توده در صنعت با تمرکز بر تولید انرژی، توسعه یافته است. هدف این است که ظرف پنج سال ۱۰۰ جوامع صنعتی زیست توده ایجاد شود. طرح صنعتی جامعه زیست توده، نیازمند مجموعه فعالیت‌های آماده سازی طولانی از جمله طرح کسب و کارهای بلند مدت (۱۵ الی ۲۰ سال) و ارتباط با بسیاری از ذی‌نفعان دارد.

شهرهای هوشمند[1]

پروژه‌ی شهر هوشمند در ژاپن تحت نظارت وزارت امور اقتصادی، دارایی و تجارت انجام می‌شود. در طرح پورتال شهرهای هوشمند ژاپن، شهر هوشمند سبک جدید شهری برای رشد پایدار است تا فعالیت‌های اقتصادی سالم را تقویت کنند، فشار بر محیط زیست را کاهش دهد و سطح کیفیت زندگی ساکنین آن‌ها را در زمینه‌های مختلف (گرما و انرژی، فنآوری اطلاعات و ارتباطات و زیرساخت‌ها (از جمله مدیریت زباله)) بهبود بخشد. شهر هوشمند، طرحی نوآورانه و راه‌حلی برای ایجاد جامعه‌یی پایدار، باز تولید و کم کربن است. در اجرا، پایلوت‌هایی در چهار شهر یوکوهاما (کاناکاوا)، شهر توکیو (آیکی)، دانشگاه علوم پزشکی کانسی (کیوتو، اوزاکا و نروه) و کیک تیوشو (استان فوکوکا) ایجاد شده است.

[1] Smart Cities

کنترل آلودگی در ژاپن

بر اساس کنوانسیون سازمان ملل متحد در مورد تغییرات آب و هوایی و پروتکل کیوتو، کشورها متعهد به جلوگیری از گرمایش کره‌ی زمین و در نتیجه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌یی هستند. ژاپن رتبه‌ی پنجم تولید گازهای گلخانه‌یی جهان را دارد و دولت به دنبال نشست جهانی تغییرات اقلیمی پاریس (۲۰۱۵) قصد دارد تا پایان سال ۲۰۲۰ حجم گازهای گلخانه‌یی را ۲۶ درصد نسبت به سال ۲۰۱۳ کاهش دهد (کاهش گازهای گلخانه‌یی ۱۸ درصدی طی سال‌های ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۳). در مقایسه با ژاپن، هدف اتحادیه‌ی اروپا کاهش ٤٠ درصد کاهش گازهای گلخانه‌یی تا سال ۲۰۳۰ در مقایسه با سال ۱۹۹۰ است. هم چنین ژاپن قصد دارد تا افزایش تولید انرژی تجدیدپذیر در ترکیب برق خود را از ۱۰ درصد در سال ۲۰۱٤ به ۲٤ درصد در سال ۲۰۳۰ برساند (جدول شماره‌ی ٦-۱۱).

مطابق دستورعمل انرژی تجدیدپذیر اتحادیه‌ی اروپا، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به میزان ۲۰ درصد تا سال ۲۰۲۰ هدفگذاری شده است. در ژاپن مدیریت کنترل گازهای خودورها و صنایع، میزان انتشار اکسید گوگرد، گرد و غبار، کلرید هیدروژن، دیوکسین‌ها و اکسید نیتروژن بر اساس قانون انجام می‌شود.

جدول شماره‌ی ٦-۱۱: مقایسه‌ی کنترل آلودگی ژاپن با اتحادیه‌ی اروپا

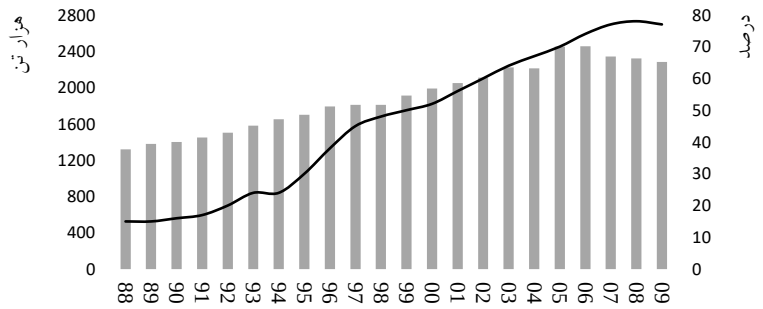
پارامتر	**اروپا** (میانگین روزانه)	ژاپن	ژاپن
	مونواکسیدکربن صفر، ۱۱ درصد اکسیژن	مونواکسیدکربن صفر، ۱۲ درصد اکسیژن	
گرد و غبار	۱۰ (میلی‌گرم/ مترمکعب)	٤٠ (میلی‌گرم/ مترمکعب)	۱۰ (میلی‌گرم/ مترمکعب)
کلرید هیدروژن	۱۰ (میلی‌گرم/ مترمکعب)	۷۰۰ (میلی‌گرم/ مترمکعب)	50-55 ppm
هیدروفلورید	۱ (میلی‌گرم/ مترمکعب)	بدون مقررات	بدون نیاز به مقررات
اکسید نیتروژن	۵۰ (میلی‌گرم/ مترمکعب)	۱۲۲ (میلی‌گرم/ساعت)	50-55 ppm
اکسید گوگرد	٤۰۰/۲۰۰ (میلی‌گرم/ مترمکعب)	۵۱۳ (میلی‌گرم/مترمکعب)	50 ppm>
دیوکسین‌ها و فوران‌ها	۰.۱ (نانوگرم- / TEQ/ مترمکعب)	۰.۱ (نانوگرم- TEQ/ مترمکعب)	۰.۱ (نانوگرم- / TEQ/ مترمکعب)
دی‌اکسیدکربن	۵۰ (میلی‌گرم/ مترمکعب)	۳۸ (میلی‌گرم/ مترمکعب)	
جیوه	۰.۵ (میلی‌گرم/ مترمکعب)	بدون مقررات	۰.۵

(R: JEFMA, Japan Environmental Facilities Manufacturers Association)

مطابق جدول شماره‌ی ٦-١١، آستانه‌های آلودگی ژاپن نسبت به استانداردهای اتحادیه‌ی اروپا شکننده‌تر است. با این وجود، دولت‌های محلی امکان تعیین محدودیت‌های شدیدتری با هماهنگی انجمن تولیدکنندگان تجهیزات محیط زیست ژاپن[1] دارند.

استفاده از پساب و لجن فاضلاب در ژاپن

احداث تاسیسات و تجهیزات فاضلاب ژاپن به شیوه‌های پیشرفته از دهه‌ی ۱۸۷۰ در شهرهای یوکوهاما و توکیو شروع شد. این کشور یکی از کشورهای پیشرفته در صنعت فاضلاب است. در سال ۲۰۱۵ بیش از ۹۱ درصد جمعیت این کشور تحت پوشش خدمات پیشرفته‌ی فاضلاب قرار داشتند (۸۱ درصد از سامانه‌های متمرکز و ۱۰ درصد از سامانه‌های مستقل سبتیک). در سال ۲۰۱٤، تصفیه‌خانه‌های فاضلاب این کشور ۲.۱٤۲ واحد (۹۲ درصد به شیوه‌ی لجن فعال) و حجم فاضلاب جمع‌آوری و تصفیه شده بالغ بر ۱۵ میلیون مترمکعب بوده است. طول خطوط جمع‌آوری و انتقال به استثنای شبکه‌های فرعی، ٤٥۹ هزار کیلومتر بوده است. ۵۱ درصد آن‌ها از جنس پی.وی.سی، ۳٦ درصد بتنی، ٦ درصد سفالی (آزبست) و مابقی (۷ درصد) از سایر مواد بوده است. دولت ژاپن تلاش‌های زیادی برای بازیافت لجن فاضلاب انجام داده است. شکل شماره‌ی ۷-۱۱ نشان دهنده‌ی میزان افزایش نرخ بازیافت لجن فاضلاب در این کشور است.



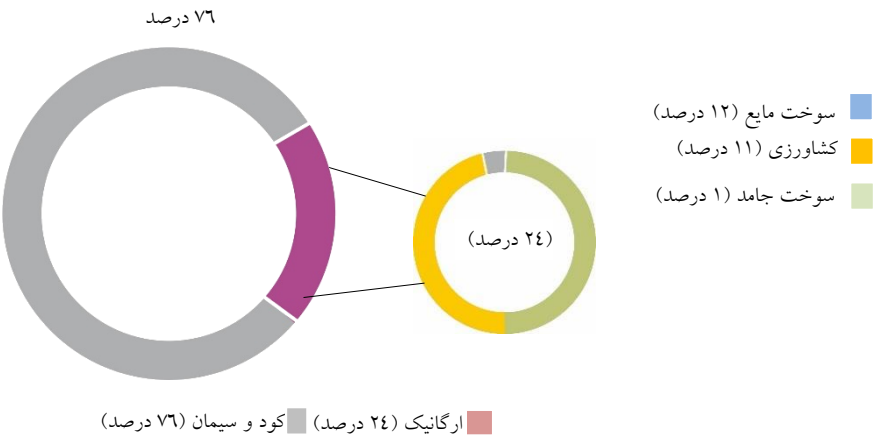
شکل شماره‌ی ۷-۱۱: مقایسه‌ی روند بازیافت پساب فاضلاب در ژاپن طی سال‌های ۲۰۰۹-۱۹۸۸

(R: Japan Sewage Works Association ,the Sewage Bluebook (2012))

با توجه به شکل شماره‌ی ۷-۱۱ نرخ بازیافت لجن خشک شده در این کشور در سال ۲۰۱۰ به ۷۷ درصد رسیده که ٤٥ درصد لجن فاضلاب تصفیه‌خانه‌ها، بازیافت شده و در

[1] Japan Environmental Facilities Manufacturers Association (JEFMA)

ساخت مصالح ساختمانی و ۳۰ درصد نیز در تولید سیمان استفاده شده است. برای تولید مواد و مصالح ساختمانی، تنها از مواد معدنی لجن بازیافت شده استفاده شده است. مطابق شکل شماره‌ی ۸-۱۱ نرخ بازیافت لجن برای مصارف ارگانیک بسیار کم است (۲٤ درصد)[1] . مصرف انرژی از مواد ارگانیک لجن (سوخت مایع ۱۲ درصد (مرحله‌ی هضم لجن)، سوخت جامد یک درصد و ۱۱ درصد در بخش کشاورزی بوده است.



شکل شماره‌ی ۸-۱۱: نرخ بازیافت عناصر لجن فاضلاب در مصارف گوناگون ژاپن

(R: Japan Sewage Works Association ,The Sewage Bluebook (2012))

مشکلات گرم شدن کره‌ی زمین، وابستگی کشور و صنایع به انرژی‌های وارداتی و از بین رفتن شهرت و اعتبار نیروگاه‌های برق هسته‌یی، به دلیل زمین لزره و سونامی[2] سال ۲۰۱۱، دولت ژاپن را بر آن داشت تا انرژی‌های سبز را به عنوان یکی از هدف‌های راهبردی کشور و جز برنامه‌های کلان منظور کند.

لجن فاضلاب شهری یک منبع انرژی بالقوه و بدون استفاده است و چندین سیاست در زمینه‌ی تولید انرژی از بازیافت لجن فاضلاب هدف‌گذاری شده است. این سیاست‌ها شامل

[1] مجموع گاز حاصل از هضم ۱۲ درصد، بخش لجن خشک ۱ درصد و بخش کشاورزی ۱۱ درصد است.

[2] زمین لرزه و سونامی ۲۰۱۱ توهوکو به قدرت ۹ درجه در مقیاس ریشتر، در نزدیکی سندای در ایالت میاگی در شمال شرقی ژاپن رخ داد. شدت این زمین لرزه و سونامی بسیار زیاد بود. این زمین لرزه خسارت‌های بسیار زیادی شامل تخریب شدید نیروگاه‌های هسته‌یی تولید برق، جاده‌ها و راه‌آهن و آتش‌سوزی در برخی مناطق را بر ژاپن وارد کرد. زمین لرزه‌ی توهوکو قوی‌ترین زمین لرزه در ژاپن و پنجمین در جهان از زمان آغاز ثبت شدت زلزله‌ها از سال ۱۹۰۰ بوده است.

پرداخت یارانه برای توسعه‌ی فنآوری‌های جدید، تصویب و قانونمند کردن دستورعمل استفاده از فاضلاب، تبیین تعرفه‌های فاضلاب و ارایه‌ی گواهی انرژی‌های تجدیدپذیر است.

در ادامه سه پروژه‌ی تولید انرژی از فاضلاب شهری تحت عناوین تولید بیوگاز در شهر هیروشیما[1] ، گاسیون[2] در شرکت فاضلاب شهر توکیو و بیوگاز برای سوخت خودروها و مصارف گاز شهری در شهر کوبه ارایه شده است.

تولید بیوگاز در شهر هیروشیما

زیست توده بر پایه‌ی کربن است و از مخلوط مولکول‌های آلی، هیدروژن، اکسیژن و اغلب نیتروژن و مقدار کمی از سایر اتم‌ها مانند، فلزات قلیایی، خاکی و فلزات سنگین است. منابع زیست توده شامل ترکیبات آلی با زنجیره‌ی بلند می‌باشد که در فرآیند هضم به مولکول‌های ساده‌تر تبدیل می‌شوند. حاصل این فرآیند، گازی قابل اشتعال به نام بیوگاز (گاز مرداب) است. این گاز شامل دو جزء عمده‌ی متان و دی‌اکسیدکربن به همراه مقدار جزیی از گازهای دیگر می‌باشد. این مخلوط گازی از ارزش حرارتی به میزان ۱.۵ الی ۲.۲ مگاژول بر مترمکعب برخوردار است. مجموعه‌ی گازهای بیولوژیکی که از تخمیر فضولات حیوانی، انسانی و گیاهی در فقدان اکسیژن و متاثر از فعالیت باکتری‌های غیرهوازی در یک محفظه تخمیر به وجود می‌آید، بیوگاز نامیده می‌شود. اصول فرآیند هضم و تخمیر شامل چهار فرآیند تخمیر، اسید سازی، متان‌سازی و احیای سولفات می‌باشد.

سامانه‌ی بیوگاز از حوضچه‌ی رسوب، هاضم یا مخزن تخمیر و مخزن گاز تشکیل شده است. حجم مخزن نگهدارنده‌ی گاز به مقدار گاز تولید شده و حجم گاز خارج شده از آن بستگی دارد. تولید گاز به نوع و میزان مواد تخمیری و دمای هاضم و زمان ماند مواد وابسته است. توسعه‌ی صحیح دستگاه‌های بیوگاز و رواج آن فواید زیادی از جمله تولید انرژی، سالم‌سازی محیط زیست و تهیه‌ی کود غنی دارد. موارد مثبت در انجام برنامه‌های بیوگاز و تولید انرژی شامل موارد زیر است.

- تجزیه‌ی لجن‌های فاضلاب.
- استفاده از گاز متان در اماکن دفن زباله.
- محدودیت منابع نفت و گاز در جهان.
- نیاز بیش‌تر به انرژی و توسعه‌ی برنامه‌های بیوتکنولوژی.
- تصفیه‌ی زباله‌های شهری و تهیه‌ی کود کمپوست از طریق سامانه‌های غیرهوازی.
- بهسازی محیط مناطق شهری.

---

[1] Biochar
[2] Gasification

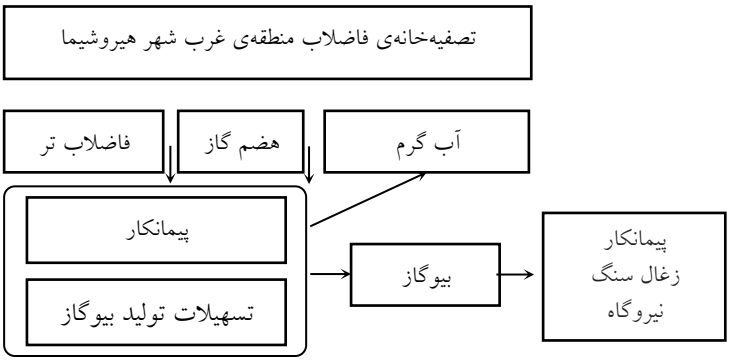
سالانه میلیون‌ها تن لجن در فرآیند تصفیه‌ی فاضلاب در تصفیه‌خانه‌های شهرها و صنایع تولید می‌شود. این بخش‌ها، پتانسیل مناسبی برای تولید انرژی دارند. در حالی که دفع و دفن این لجن‌ها از معضلات اساسی تصفیه‌خانه‌ها بوده و هزینه‌های گزافی در این زمینه صرف می‌شود. با بهره‌گیری از فنآوری‌های مناسب (زیست توده) می‌توان ضمن حل این معضل، از پسماندهای آلی در تولید انرژی‌های پاک نیز استفاده کرد. ضرورت و مزایای استفاده از انرژی زیست توده به شرح زیر است:

- رفع مشکلات محیط زیستی حاصل از رها سازی منابع زیست توده در طبیعت (آلودگی آب، خاک، هوا، بو و...).
- کاهش انتشار گازهای گلخانه‌یی به ویژه متان (بیش از ۵۰ درصد).
- تولید انرژی در محل مصرف (کاهش هدر رفت شبکه).
- تحویل انرژی پاک به شکل جامد، مایع و گاز.
- تولید انرژی به شکل برق، حرارت و سوخت برای خودروها و یا خوراک واحدهای پتروشیمی.
- ایجاد ارزش افزوده و اشتغال مولد.
- کمک به ارتقای بهداشت و سلامت عمومی.
- تولید انرژی با سطح بالای قابلیت دسترسی.

استفاده از زیست توده به عنوان یک منبع انرژی از منظر توسعه‌ی اقتصادی و محیط زیستی نیز جذاب است و از طرفی عامل تسریع در رسیدن به توسعه‌ی پایدار است. سامانه‌هایی که زیست توده را به انرژی قابل مصرف تبدیل می‌کنند، در ظرفیت‌های کوچک به صورت ماژول و ظرفیت‌های متوسط و بالا استفاده می‌شوند. میزان نشر مواد آلاینده‌ی ناشی از احتراق زیست توده، به طور معمول کم‌تر از سوخت‌های فسیلی است. هم چنین بهره‌برداری تجاری از زیست توده، سبب رفع مشکلات مربوط به حذف و یا کاهش ضایعات و زباله‌ها در سایر صنایع از جمله جنگل‌داری و تولید چوب، فرآوری مواد غذایی، ضایعات جامد شهری و... می‌شود.

در سال ۲۰۰۷ زمانی که در شهر هیروشیما طرح تولید بیوگاز آغاز شد، حجم لجن فاضلاب تصفیه شده ۵۸ هزار تن در سال بود. از این حجم لجن ۳۱ هزار تن آن در تولید کودهای کمپوست و تولید سیمان بازیافت می‌شد و مابقی آن (۲۷ هزار تن) پس از سوزاندن احیا می‌شد که یک چالش بزرگ محیط زیستی برای شهروندان این شهر بود. این موضوع خود برای محیط زیست بسیار مضر بود و فضای شهر ظرفیت آلودگی آن را نداشت. از سوی دیگر، عمر مفید تاسیسات و تجهیزات سوزاننده‌ها به پایان رسیده بود و نیازمند هزینه‌های بسیاری برای بازسازی و نوسازی داشتند. به این دلیل مدیران شهر هیروشیما برنامه‌ی تولید بیوگاز را جزو برنامه‌های راهبردی این شهر قرار دادند.

شهرداری هیروشیما منابع مالی سرمایه‌گذاری ساخت پروژه را با همکاری شرکت‌های جی، متا واتر و تاشوکیما[1] در قالب قرارد طراحی ـ ساخت ـ بهره‌برداری[2] انجام داد. طراحی و ساخت پروژه از بازه‌ی زمانی مارس ۲۰۱۰–۲۰۰۹ انجام شد. تاریخ بهره‌برداری پروژه آوریل ۲۰۱۲ و مدت زمان بهره‌برداری طرح تا مارس ۲۰۳۵ است (شکل شماره‌ی ۹–۱۱). بهره‌بردار این پروژه متعهد به تولید ۲۸ هزار تن لجن خشک از لجن تر فاضلاب می‌باشد. این پروژه، دو خط تولید با ظرفیت ۵۰ هزار تن در سال را دارد.



شکل شماره‌ی ۹–۱۱: شمایی کلی از پروژه‌ی تولید بیوگاز در شهر هیروشیما

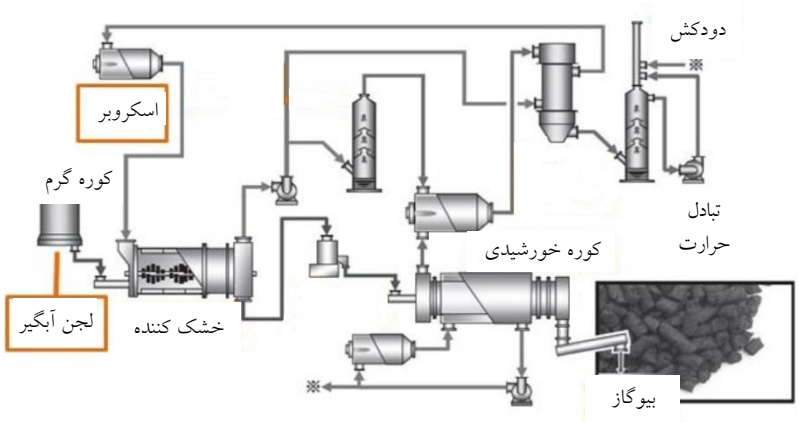
(R: Matsumiya YN (2012) "Green Energy Production from Municipal Sewage Sludge in Japan", Japan Sewage Works Association)

پروژه بر پایه‌ی فنآوری کربنی زاسیون در دمای پایین اجرا شده است. این فنآوری با مشارکت و همکاری شرکت جی، متا واتر، تاشوکیما و آژانس فاضلاب ژاپن[3] طی سال‌های ۲۰۰۴–۲۰۰۷ ابداع شده است. محدوده‌ی دمای آن بین ۲۵۰ الی ۳۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد است. دمای حرارت پایین تولید بیوگاز، کالری بالا، ریسک خود اشتعالی پایین و تولید بوی کم از نقاط قوت این سامانه است (شکل شماره‌ی ۱۰–۱۱).

بهره‌برداری از سامانه‌ی بیوگاز به عنوان سوخت، سبب کاهش حجم تولید ۸.۷۰۰ تن گاز دی‌اکسیدکربن در سال می‌شود. این حجم کاهش تولید گاز دی‌اکسیدکربن به تقریب معادل ۱۲ درصد از مجموع حجم فاضلاب شهر هیروشیما است. استفاده از بیوگاز در نیروگاه‌های سوخت ذغال سنگ سبب کاهش سالانه ۶.۴۰۰ تن گاز دی‌اکسیدکربن می‌شود. با شروع بهره‌برداری پروژه

[1] J-Power, Tsukishima, Meta Water, and Tsukishima
[2] Design-Build-Operate (DBO)
[3] Japan Sewage Works Agency

از آوریل الی سپتامبر ۲۰۱۲ از ١٤ هزار تن فاضلاب تصفیه شده ۲.۳ هزار تن بیوگاز از آن تولید شده است. سامانه‌های تولید بیوگاز در شهر هیروشیما، سبب بازیافت کامل لجن فاضلاب و کاهش حجم قابل توجهی از گازهای گلخانه‌یی شد. تولید بیوگاز از لجن فاضلاب، به تکمیل بازیافت لجن و کاهش گازهای گلخانه‌یی کمک می‌کند.



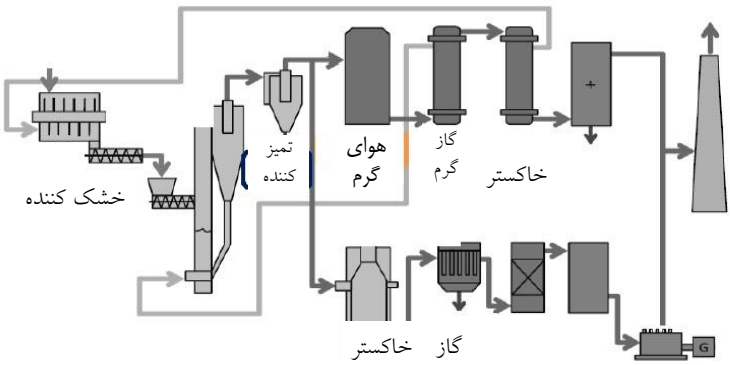
شکل شماره‌ی ۱۰-۱۱: فرآیند دمای پایین سامانه‌ی تولید بیوگاز از لجن فاضلاب

(R: Matsumiya Y (2012) "Green Energy Production from Municipal Sewage Sludge in Japan", Japan Sewage Works Association)

پروژه‌ی گاسیون در شرکت فاضلاب شهر توکیو

در سال ۲۰۰٦ شورای شهر توکیو طرح جامع کاهش ۲۵ درصدی گازهای گلخانه‌یی شهر توکیو و نواحی حاشیه‌یی آن را برای سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۰ تصویب کرد. شرکت فاضلاب توکیو موظف شد تا اقدام‌هایی را برای کاهش گازهای گلخانه‌یی انجام دهد. این شرکت، پروژه‌ی گاسیون را به عنوان یک فنآوری جدید در شهر توکیو آغاز کرد.

گاسیون، فرآیندی است که مواد ارگانیک را به مخلوط گازی تبدیل می‌کند. گاسیون از طریق واکنش مواد در دمای بالا بدون ایجاد احتراق و با کنترل مصرف مقدار خاصی از اکسیژن به دست می‌آید. مخلوط گازی به دست آمده، نوعی سوخت پاک است و از آن برای خشک کردن لجن، تولید و پایداری قدرت برق و مصارف گاز شهری استفاده می‌شود. در کوره‌های بازیافت، دما به ۹۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌رسد که منجر به تولید بسیار کم گاز مونواکسید دی نیترژن می‌شود. تاثیر گاز مونواکسید دی نیترژن ۳۱۰ مرتبه (در واحد وزن) از دی‌اکسیدکربن کم‌تر است. از این روی، گاسیون به کاهش گازهای گلخانه‌یی و تولید انرژی سبز کمک می‌کند (شکل شماره‌ی ۱۱-۱۱).



شکل شماره‌ی ۱۱-۱۱: فرآیند استفاده از سامانه‌ی گاسیون در تولید انرژی از فاضلاب

(R: Matsumiya, Y (2012) "Green Energy Production from Municipal Sewage Sludge in Japan", Japan Sewage Works Association)

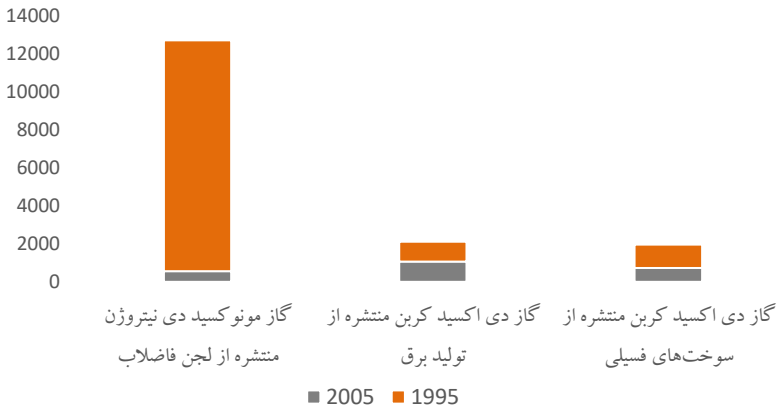
پس از راه‌اندازی پروژه از ژولای ۲۰۱۰ تا سپتامبر ۲۰۱۲ اجرای طرح رضایت بخش بوده است، تنها تعلیق پروژه، به دلیل زلزله و تسونمی معروف غرب ژاپن، در مارس ۲۰۱۱ بود. به رغم شرایط غیرمنتظره، شمار روزهای فعال پروژه بیش از ۸۰ درصد در سال (۲۹۳ روز) بوده است و بیش از نیمی از تولید برق واقعی تولید شده در شهر توکیو از گاز به دست آمد (جدول شماره‌ی ۷-۱۱).

جدول شماره‌ی ۷-۱۱: حجم برق تولیدی از پروژه‌ی گاسیون (ارقام برحسب کیلووات)

عنوان	هدف	۲۰۱۱	۲۰۱۰
مجموع ژنراتورهای گازی	بیش از ۱۰۰	۱٤٥	۱۳۷
گاز لجن	–	٥۲	٦۲
استفاده از گاز شهری	–	۹۳	۷٥

(R: Matsumiya Y (2012) "Green Energy Production from Municipal) Sewage Sludge in Japan", Japan Sewage Works Association)

در مقایسه با سوزاندن طبق شیوه‌های گذشته، انتشار گازهای گلخانه‌یی در این شهر به طور قابل ملاحظه‌یی کاهش می‌یابد، در کوره‌های بازیافتی با دمای ۹۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد کارکرد به مونواکسید دی نیتروژن منجر می‌شود (شکل شماره‌ی ۱۲-۱۱).



شکل شماره‌ی ۱۲-۱۱: مقایسه‌ی میزان انتشار گازهای گلخانه‌یی شیوه‌های سوزاندن و فرآیند گاسیون (ارقام برحسب تن)

(R: Matsumiya, Y (2012) "Green Energy Production from Municipal Sewage in Japan", Japan Sewage Works Association)

با توجه به انتشار آلایندهای هوا که در جدول شماره‌ی ۸-۱۱ مشاهده می‌شود، الزام‌های قانونی تمام پارامترهای هوای پاک رعایت شده‌اند.

جدول شماره‌ی ۸-۱۱: غلظت آلاینده‌های مصارف عمومی و خودروها در شهر توکیو

عنوان		ذرات جامد	اکسید گوگرد	اکسید نیتروژن	هیدروکلریک اسید	دیوکسین
مقیاس		-	PPM	PPM	PPM	ng-TEQ/m3
دودکش	مجاز	۰.۱۵	۲۵۰	۶.۴۲	۷۰۰	۵
منازل	واقعی	۰.۰۰۸	۱۹.۴	۰.۱۰۶	< ۳	۰.۰۰۰۳۴۱
اگزوز	مجاز	۰.۰۵	۵۰۰	–	–	–
خودروها	واقعی	۰.۰۰۴	۱٤٤	–	–	–

(R: Matsumiya, Y (2012) "Green Energy Production from Municipal Sewage Sludge in Japan", Japan Sewage Works Association)

در شرکت فاضلاب شهر توکیو با بهره‌برداری از فرآیند گاسیون، افزایش تولید برق، کاهش گازهای گلخانه‌یی و کنترل آلودگی هوا با موفقیت به دست آمده است. در هر حال، کاهش گاز شهری نیاز به بهبود بیش‌تری دارد.

پروژه‌ی بیوگاز برای سوخت خودرو و گاز شهری در شهر کوبه

در شهر کوبه[1] روزانه ۵۱۰ هزار مترمکعب فاضلاب جمع‌آوری و در شش تصفیه‌خانه به شیوه‌ی لجن فعال تصفیه می‌شود. حجم بیوگاز تولید شده از فرآیند هضم لجن تصفیه‌خانه‌های فاضلاب بالغ بر ۳۷۰ هزار مترمکعب در شبانه روز است. از گازهای ایجاد شده در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در مخزن هیدروژنی گرم به طور محدود استفاده می‌شود. به دلیل کیفیت پایین این گاز، استفاده از آن به عنوان یک مایع سوختی بسیار مناسب است. به منظور کاهش گازهای گلخانه‌یی، مدیران این شهر استفاده از بیوگاز را برای سوخت خودروها از سال ۲۰۰۸ شروع کردند. علاوه بر این، شهرداری این شهر از سال ۲۰۱۰ شروع به احداث شبکه‌های توزیع بیوگاز برای مصارف خانگی و عمومی کرده است. تهیه‌ی بیوگاز در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، سبب کاهش بوی نامطبوع فاضلاب می‌شود.

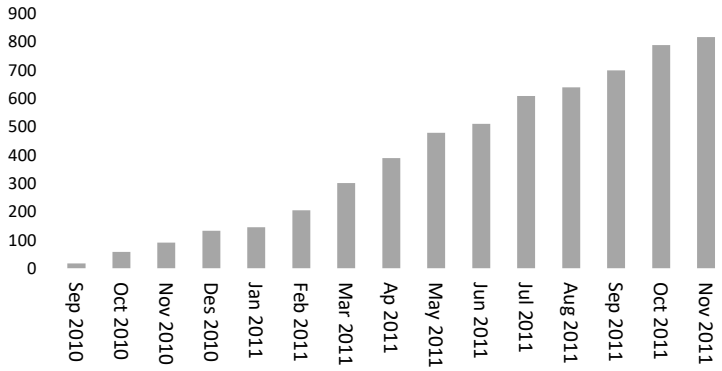
بیوگاز با شیوه‌ی هیدرستر[2] تا ۰.۹ اتمسفر فشرده می‌شود و با استفاده از تجهیزات اسکرابر[3] آب از بالای ستون اسپری و به پایین تزریق می‌شود. خلوص گاز متان به دست آمده بیش از ۹۷ درصد است. از سال ۲۰۱۰ در شهر کوبه، شرکت توزیع گاز اوساکا و سازمان محیط زیست شهر کوبه، طرح جامعی را برای برای بازیافت کامل بیوگاز شروع کردند. در ابتدای ایجاد پروژه، در تصفیه‌خانه‌ی هیشاگاندا[4] حجم بیوگاز جمع‌آوری شده ۱۰ هزار مترمکعب در شبانه روز بود. این مقدار پس از تصفیه‌ی مقدماتی ٦ هزار مترمکعب در شبانه روز بود.

از گاز به دست آمده، مقدار ۱.۳ هزار مترمکعب در شبانه روز آن به عنوان سوخت خودرو و ۲.۷ هزار مترمکعب در شبانه روز آن در مصارف داخلی تصفیه‌خانه و مابقی (۲ هزار مترمکعب در شبانه روز) پس از تصفیه‌ی مرحله‌ی دوم، به شبکه‌ی گاز شهری برای مصارف شهری تزریق می‌شود. این پروژه در سال ۸۰۰ هزار مترمکعب بیوگاز تولید می‌کند. این حجم گاز معادل حجم گازی است که سالانه توسط ۲۰ هزار خانوار این شهر مصرف و هر سال منجر به کاهش ۱.۲ هزار تن گاز دی‌اکسیدکربن می‌شود. در شکل شماره‌ی ۱۳–۱۱ روند رشد تزریق گاز به شبکه‌ی توزیع شرکت توزیع گاز اوزاکا که بخشی از مسؤولیت آن تامین و توزیع گاز شهر کوبه است، به عنوان یک برنامه‌ریزی هدف‌گذاری شده آمده است.

---

[1] این شهر در ناحیه‌ی کانسای واقع شده و قسمتی از منطقه‌ی کیهانشین می‌باشد و دارای صنایع تولیدی متعدد کشتی‌سازی و فولاد است.

[2] Digester
[3] Scrubber
[4] Higashinada WWTP



شکل شماره‌ی ۱۳-۱۱: حجم گاز تزریقی به شبکه‌های توزیع گاز شهر اوزاکا در سال ۲۰۱۱-۲۰۱۰ (ارقام برحسب هزار مترمکعب)

(R: Matsumiya, Y (2012) "Green Energy Production from Municipal Sewage Sludge in Japan", Japan Sewage Works Association)

مسؤولان شهرداری کوبه استفاده از بیوگاز را برای سوخت خودرو و تزریق به شبکه‌ی توزیع شهری برای مصارف خانگی و عمومی پذیرفته‌اند. تزریق گاز به شبکه‌ی توزیع شهر کوبه، سبب توازن عرضه و تقاضای مقدار بیوگاز تولیدی در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب این شهر شده است.

نکات برجسته

در این بخش برخی از فعالیت‌هایی خاصی که در شرکت‌های آب و فاضلاب ژاپنی در راستای اقتصاد چرخشی انجام شده به اختصار ارایه خواهد شد:

تولید برق توسط هیدروژنراتور

در بیش‌تر تصفیه‌خانه‌های آب ژاپن به استثنای شیوه‌های پنل خورشیدی از شیوه‌ی تولید برق هیدروژنراتور[1] نیز استفاده‌ی فراوان می‌شود. در این شیوه با توجه به جریان حرکت آب و هم چنین اختلاف دبی آب، با استفاده از دستگاه هیدروژنراتور برق تولید می‌شود. ظرفیت هر هیدروژنراتور در حدود ۱۶۰۰ کیلو وات و راندمان تولید برق ۱۴۰۰ کیلو وات می‌باشد. برای نمونه، در تصفیه‌خانه‌ی نیشیا در شهر یوکوهاما دو دستگاه هیدروژنراتور با ظرفیت تولید برق هر کدام با ظرفیت ۱.۶۰۰ کیلووات طراحی و نصب شده است.

[1] Hydro Power Generation

لازم به توضیح است که استفاده از دستگاه‌های هیدروژنراتور برای تولید برق بستگی با ساختار ماهیت تاسیسات و تجهیزات آب دارد.

تولید برق در تصفیه‌خانه‌های آب

یکی از دستاوردهای نوین شرکت‌های آب و فاضلاب ژاپن تولید برق با استفاده از شیوه‌های فتوولتائیک[1] (پنل‌های خورشیدی) [2]است. تامین و توزیع آب و جمع‌آوری و تصفیه‌ی فاضلاب مستلزم انرژی الکتریسته‌ی بسیار فراوانی است. تولید برق در تصفیه‌خانه‌ها یا خطوط انتقال بخشی از نیاز به برق را تامین می‌کند و سبب کاهش هزینه‌ها و افزایش کارآمدی است. برای نمونه در تصفیه‌خانه‌های آب یوگاهارا[3]، وکوهیرونو[4] و موتویاما[5] شهر کوبه، پنل‌های خورشیدی به صورت کشویی بر روی محفظه‌ی حوضچه‌ها نصب شده و به جزء تولید برق، هدف‌های زیر نیز لحاظ شده است:

- جلوگیری از ورود مواد زاید به حوضچه‌های آب.
- کنترل کلر باقی مانده در آب.

توجه به حسابداری زیست محیطی[6]

تامین آب بهداشتی و با کیفیت بسیار مطلوب، مستلزم صرف انرژی فراوان و استفاده از منابع طبیعی است. نیل به این هدف مستلزم حفظ محیط زیست در سطح ملی و جهانی است. پروژهای متعددی که در زمینه‌های گوناگون انجام می‌شود بایستی متناسب و سازگار با محیط زیست باشد. برای اجرای پروژه‌ها ضرورت توجه به حساب‌های محیط زیست و افشای اطلاعات مکفی دو چندان می‌شود.

حسابداری زیست محیطی شامل تولید، تجزیه و تحلیل و استفاده از اطلاعات مرتبط با مسایل مالی محیط زیست به منظور عملکرد اقتصادی و زیست محیطی است. هدف آن، ایجاد رابطه‌یی شفاف‌تر بین عملکرد مالی و زیست محیطی، گنجاندن پایداری زیست محیطی به عنوان سازمان و فراهم کردن اطلاعات لازم برای تصمیم‌گیرندگان برای کاهش هزینه‌ها، ریسک‌های تجاری و ایجاد ارزش افزوده‌ی اقتصادی است. حسابداری زیست محیطی مکانیسمی فراهم می‌کند که از طریق حسابداری کامل‌تر و شفاف‌تر جنبه‌های عملکرد

[1] Photovoltaic
[2] Solar Battery Panel
[3] Uegahara
[4] Okuhirono
[5] Motoyama
[6] Environmental Accountig

زیست محیطی و ارزش پنهان آن را آشکار می‌سازد. در هر حال بر روی دو گروه اصلی از اثرات زیست محیطی توافق گسترده‌یی وجود دارد:

- **اثرات زیست محیطی بر سامانه‌های اقتصادی (اطلاعات پولی):** این آثار بر روی سامانه‌های اقتصادی که با اطلاعات پولی محیط زیست منعکس می‌شود، شامل تمام اثرات زیست محیطی بر گذشته، حال و آینده‌ی جریاناهای مالی است و برحسب واحد پول عنوان می‌شوند (مانند مخارج تولید محصولات سبزتر، جرایم قوانین زیست محیطی و...).
- **اثرات بر سامانه‌های محیط زیست (اطلاعات فیزیکی):** اثرات بسیاری از سازمان‌ها که بر محیط زیست با اطلاعات فیزیکی منعکس می‌شود، شامل تمام مواد و انرژی در گذشته، حال و آینده است که بر سامانه‌های اکولوژی اثر می‌گذارند. اطلاعات فیزیکی برحسب واحدهای فیزیکی مانند کیلوگرم، مترمکعب، ژول و... عنوان می‌شوند.

بر اساس گزارش آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده‌ی آمریکا (۱۹۹۵) اصطلاح وسیع حسابداری محیط زیست به سه بخش تقسیم می‌شود که تمرکز هر بخش و استفاده کنندگان آن‌ها نیز متفاوت است:

- حسابداری درآمد ملی.
- حسابداری مالی شرکت‌های تجاری برون سازمانی.
- حسابداری مدیریت شرکت‌های تجاری، تولیدی و مدیران قسمت‌های مختلف درون سازمانی.

منابع مورد استفاده

۱. داودآبادی، محمد (۱۳۹۵) "نیم نگاهی به دوره‌ی آموزشی مدیریت بحران در صنعت آب و فاضلاب ژاپن"، پروژه‌ی ظرفیت‌سازی مدیران بهره‌برداری صنعت آب و فاضلاب، همکاری مشترک شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور و مرکز همکاری خاورمیانه‌ی ژاپن (JWWA).

2. Ji, x. Zhang, Y and Hao, L (2012) "Analyses of Japanese Circular Economy Mode and its Inspiration Significance for China", Advances in Asian Social Science (AASS).
3. Matsumiya, Y (2015) "Sewage Works in Japan", Japan Sewage Works Association (JSWA).
4. Matsumiya. Y (2012) "Green Energy Production from Municipal Sewage Sludge in Japan", Japan Sewage Works Association.
5. Suzuki, M (2015) "Disaster Countermeasures-Basic Concept & Activities", Yokohama Waterworks Bureal
6. Water Purification Facility (2015) "Operation and Water Treatment Technologies in Japan", Water Works Association, Tokyo.
7. Water Supply in Japan (2015) Published by Japan Water Work Association (JWWA), Tokyo, Japan.
8. Water Supply in Kobe (2015) Published by Japan Water Work Association (JWWA), Tokyo, Japan.
9. Yolin, C (2015) "Waste Management and Recycling in Japan Opportunities for European Companies (SMEs Focus)", EU-Japan Centre for Industrial Cooperation, Tokyo.