

فصل نهم

آلمان

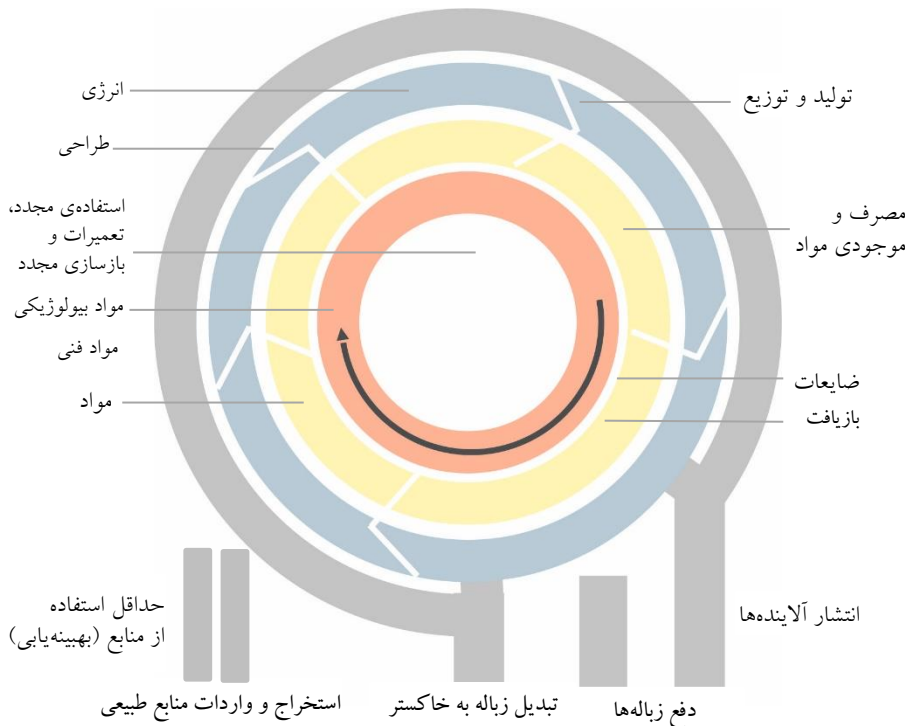
سرآغاز

این کشور بعد از ایالات متحده‌ی آمریکا و ژاپن، سومین قطب صنعتی جهان و بزرگ‌ترین کشور صنعتی اروپا است. آلمان پرجمعیت‌ترین کشور اروپا و ثروت‌مندترین عضو اتحادیه‌ی اروپا، موتور محرک اقتصادی حوزه‌ی پولی یورو محسوب می‌شود. جمهوری فدرال آلمان یکی از اعضای کشورهای گروه هشت و گروه پنج و از بنیان‌گذاران اصلی اتحادیه‌ی اروپا است. این کشور از منظر درآمد سرانه، رتبه‌ی پنجم جهان را دارد. از بین ۵۰۰ شرکت بزرگ دنیا، ۳۷ شرکت آلمانی هستند. سهم هر یک از بخش‌های صنعت، خدمات و کشاورزی در اقتصاد ملی آلمان، به ترتیب ۷۰، ۲۹ و یک درصد است. بیش‌تر تولیدات آلمان، کالاهای مهندسی به ویژه صنایع الکتریکی، مکانیکی، خودروسازی، مواد شیمیایی، منسوجات، هوا فضا، غذایی و وسایل نقلیه است. آلمان یکی از کشورهای پیشرو در اقتصاد چرخشی، رشد سبز و حفاظت از محیط زیست^۱ است و در این زمینه پس از تصویب قوانین متعدد و انجام برخی از فعالیت‌های عملیاتی، به نتایج قابل ملاحظه‌ی دست یافته است. تدوین و تصویب مدیریت ضایعات در آلمان از سال ۱۹۹۰ در بستر چرخه‌ی مواد و در چارچوب مستندات و الزامات پیمان کیوتو برای اتحادی اروپا به اجرا درآمد.

^۱ همزمان با برگزاری کنفرانس ریو ۲۰۰۲ (۲۰۱۲) در اجرای توسعه‌ی پایدار در راستای قطعنامه‌ی شماره‌ی ۶۴/۲۳۶ از سوی سازمان ملل از ۲۰ الی ۲۲ ژوئن، در آلمان روز بیستم ژوئن به عنوان روز توسعه‌ی پایدار نام‌گذاری شده است. در این روز برنامه‌های گوناگون، تلاش‌ها و مسئولیت‌پذیری شهروندان در توسعه‌ی پایدار و در ماورای صحنه‌ی سیاست نمایش داده می‌شود.

اقتصاد چرخشی آلمان

حفظ محیط زیست یکی از هدف‌های تعیین شده در قانون اساسی این کشور است. از فعالیت‌های اصلی در مسیر این هدف، ایجاد تغییر در گزینه‌های تامین انرژی است. آلمان به تدریج به کارگیری انرژی هسته‌یی را کنار گذاشته و به انرژی‌های تجدیدپذیر روی خواهد آورد. آلمانی‌ها خود را قهرمان محیط زیست جهان می‌دانند^۱. تفکیک زباله‌های خانگی برای مردم آلمان فعالیت مهمی است و ۹۰ درصد آلمانی‌ها با علاقه‌ی شخصی به تفکیک زباله‌ها می‌پردازند. مدل اقتصاد چرخشی کشور آلمان منطبق بر شکل شماره‌ی ۱-۹ است که به نوعی اقتباس از مفهوم اقتصاد چرخشی اتحادیه‌ی اروپا است.



شکل شماره‌ی ۱-۹: مفاهیم بنیادین و چارچوب کاربردی اقتصاد چرخشی در آلمان

(R: Wilt, H (2016) "Germany on the Road to a Circular Economy, Conomic and Social Policy".)

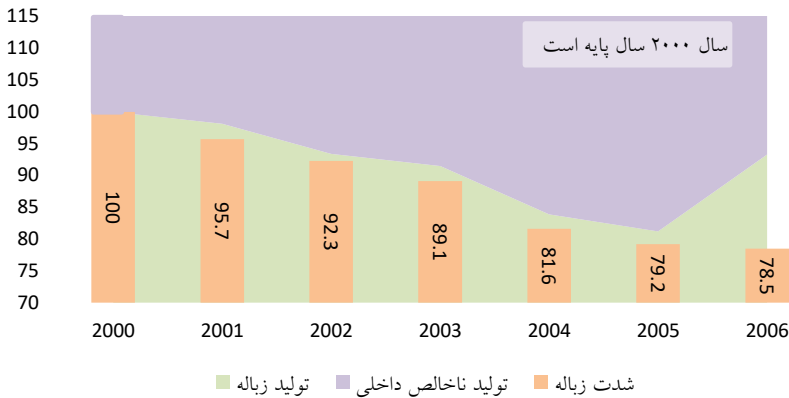
^۱ صدر اعظم آلمان گفته است سیاست‌گذاری حفظ محیط زیست آینده برای ما از اهمیت ویژه‌ی برخوردار است. داوطلبی ما برای کرسی ریاست صندوق پول سبز محیط زیست اتحادیه‌ی اروپا در شهر بن، گواه آمادگی ما برای پذیرش این مسؤلیت است.

مدیریت زباله در آلمان در سطح بسیار مطلوبی است و در این زمینه یکی از رهبران اقتصاد چرخشی جهان شناخته شده است. آلمان با تدوین مقررات فنی، تبیین زیرساخت‌های مدیریت ضایعات در زمینه‌های مکان‌یابی جغرافیایی دفن زباله، کاهش انتشار گازهای حاصل از زباله سوزها، ایجاد بسترهای فرهنگی برای تفکیک زباله‌ها و... در مدیریت ضایعات و زباله‌ها موفقیت زیادی کسب کرده است و ۸۶.۹ درصد از زباله‌های خانگی در این کشور بازیافت می‌شود، در حالی که میانگین آن در اتحادیه‌ی اروپا در سال ۲۰۱۲ فقط ۳۷ درصد بوده است. در سال ۲۰۱۳ نرخ کلی بازدهی ضایعات آلمان ۷۹ درصد بوده است. با هماهنگی دولت فدرال و مشکلات محیط زیستی، جمع‌آوری، تصفیه و دفع زباله‌ها به میزان قابل توجهی کاهش یافته و شعار ملی امنیت دفع^۱ به عنوان بزرگ‌ترین راهبرد مدیریت زباله در این کشور شناخته شده است.

آلمان از نظر کیفیت و سوددهی اقتصادی بازیافت زباله رتبه‌ی نخست جهان را دارد. برای نمونه مدیریت زباله در این کشور، یکی از بخش‌های راهبردی فعالیت‌های اقتصادی است، که به تقریب برای ۲۰۰ هزار نفر شغل و برای ۳ هزار بنگاه اقتصادی خصوصی با گردش سالانه‌ی حدود ۴۰ میلیارد یورو، سرمایه در گردش ایجاد کرده است (شکل شماره‌ی ۲-۹)^۲. همان گونه که در شکل مشاهده می‌شود، به رغم افزایش تولید ناخالص داخلی و افزایش سطح تولید و صادرات، با این حال شدت مصرف انرژی در این کشور کاهش داشته است.

^۱ Security of Disposal

^۲ اشتفان هارمنینگ مدیر انجمن بازیافت زباله در آلمان می‌گوید: امروزه گاری‌های جمع‌آوری زباله در آلمان، به تجارت‌خانه‌ی پیشرفته‌ی تبدیلی شده است. صنعت بازیافت زباله‌ی آلمان، یکی از بخش‌هایی است که از منظر اقتصادی، آینده‌ی روشنی دارد.



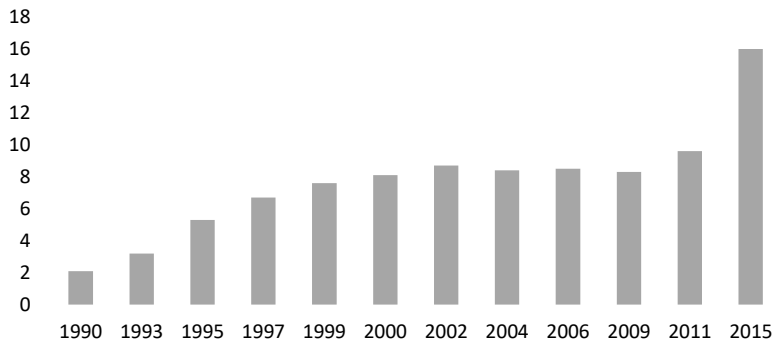
شکل شماره ۲-۹: نمودار مقایسه‌ی شاخص شدت زباله، تولید زباله و تولید ناخالص

داخلی آلمان طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۰۶ (ارقام برحسب درصد)

(R: Federal Statistical Office Statistisches Bundesamt, 2015)

راهبردهای دولت فدرال آلمان در مدیریت زباله‌ها و سطح بالای آگاهی محیط زیستی آحاد جامعه، نوآوری‌های فنی مهندسی را برای تفکیک و بازیافت زباله‌ها و ضایعات به وجود آورده است. در سراسر جهان تقاضای بسیار زیادی برای استفاده از تجارب و شیوه‌های فناوری و دانش فنی و مهندسی آلمان در مدیریت ضایعات وجود دارد. بنگاه‌های آلمانی سهم بازار جهانی ۶۴ درصدی در فناوری‌های فنی و مهندسی فرآیندهای شناسایی نوری و حسگر برای تشخیص سریع و جدا کردن پلاستیک‌های مختلف از زباله‌ها دارند. پیش‌بینی می‌شود که رشد سالیانه‌ی پیشرفت و ارتقای تجهیزات جداسازی و تفکیک مواد از زباله‌ها در آلمان ۱۵ درصد تا سال ۲۰۲۰ باشد (شکل شماره ۳-۹ و جدول شماره ۱-۹). از شکل شماره ۳-۹ چنین استنباط می‌شود که جمع‌آوری زباله‌های زیستی در آلمان با سرعت بسیار زیادی در حال افزایش است.

نقطه‌ی عطف مدیریت زباله در کشور آلمان تصویب قوانین مرتبط با زباله‌ها و ضایعات است که هدف آن تبدیل زباله‌ها به مواد اولیه و خام در تولید سایر محصولات است. مدیریت نوین زباله‌ها در آلمان در بستر چرخه‌ی بسته‌ی مواد و مسؤلیت‌پذیری تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان کالاهای تولیدی است. این موضوع سبب افزایش آگاهی بیش‌تر شهروندان این کشور، به ضرورت تفکیک زباله‌ها و پیشرفت فناوری‌های دفع جدید و افزایش ظرفیت بازیافت زباله‌ها شده است.



شکل شماره ۳-۹: نمودار جمع‌آوری زباله‌های زیستی طی سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۱۵ (ارقام برحسب سرانه کیلوگرم)

(R: Federal Statistical Office Statistisches Bundesamt, (2016) Germany)

جدول شماره ۱-۹: روند تغییرات بازیافت و مدیریت زباله‌های آلمان

سال	پسماندها		بازیافت	
	حجم (میلیون تن)	درصد	حجم (میلیون تن)	درصد
۱۹۹۰	۳۴	۸۷	۵	۱۳
۲۰۰۴	۱۸	۴۲	۶۵	۵۸
۲۰۱۰	۱۵.۹	۳۷	۲۷.۶	۶۳

(R: Federal Statistical Office Statistisches Bundesamt, (2012) Germany)

در سال ۲۰۱۶، معادل ۱۴ درصد از مواد خام مورد استفاده در صنایع آلمان، از پسماندهای بازیافت شده تامین شده است که منجر به کاهش بهره‌برداری از منابع طبیعی و اثرات محیط زیستی می‌شود. مدیریت مدرن چرخه‌ی بسته‌ی مواد، سهم تقریبی ۲۰ درصدی را برای رسیدن به اهداف پیمان کیوتو (۱۹۹۷)، در آلمان در راستای کاهش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن دارد. مدیریت چرخه‌ی بسته‌ی مواد، نه تنها به حفاظت از محیط زیست کمک می‌کند، بلکه ارزش اقتصادی نیز دارد (جدول ۲-۹).

جدول شماره ۲-۹: تفکیک زباله‌های تولیدی آلمان طی سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۰۵
(ارقام برحسب میلیون تن)

عنوان	۲۰۱۳	۲۰۱۲	۲۰۱۱	۲۰۱۰	۲۰۰۹	۲۰۰۸	۲۰۰۷	۲۰۰۶	۲۰۰۵
خانگی	۴۹.۵	۴۹.۷	۵۰.۲	۴۹.۲	۴۸.۵	۴۸.۴	۴۷.۹	۴۶.۴	۴۶.۶
صنعت و معدن	۲۹.۲	۳۰.۳	۳۴.۷	۳۶.۹	۲۷.۵	۳۹.۳	۴۲.۹	۴۲	۵۲.۳
تولیدی صنعتی	۵۷.۱	۵۴.۲	۵۸.۴	۵۳.۳	۵۱.۳	۵۶.۴	۵۸.۵	۵۴.۸	۴۸.۱
ساخت و ساز	۲۰۲.۷	۱۹۹.۳	۱۹۹.۴	۱۹۳.۲	۱۹۵	۲۰۰.۵	۲۰۱.۸	۱۹۷.۷	۱۸۴.۹
جمع	۳۳۸.۵	۳۳۳.۵	۳۴۲.۷	۳۳۲.۶	۳۲۲.۳	۳۴۴.۶	۳۵۱.۱	۳۴۰.۹	۳۳۱.۹

(R: Federal Statistical Office Statistisches Bundesamt, (2012) Germany)

نرخ بازیافتی زباله در حدود ۶۰ درصد برای زباله‌های شهری، ۶۰ درصد برای زباله‌های صنعتی و ۹۰ درصد برای زباله‌های ساختمانی است. مجموع زباله‌های ساختمانی در سال ۲۰۱۳ معادل ۱۹۵.۲ میلیون تن بوده که ۱۷۶.۴ میلیون تن آن بازیافت و ۱۸.۸ میلیون تن دفع شده‌اند. در بخش دفع زباله‌های شهری از مجموع ۱۸.۸ میلیون تن، ۱۷.۳۵ میلیون تن دفن شده، ۱.۲ میلیون تن در تولید انرژی مصرف شده و ۰.۲۵ میلیون تن از طریق سوزاندن به خاکستر^۱ تبدیل شده است. در آلمان، مدیریت زباله‌ها با جدیت از دهه‌ی هفتاد آغاز شده است. در این کشور زباله‌های شهری و صنعتی امروزه مطابق دستورعمل اتحادیه‌ی اروپا دفن نمی‌شوند و این موضوع در کشورهای عضو اتحادیه‌ی اروپا یکسان نیست.

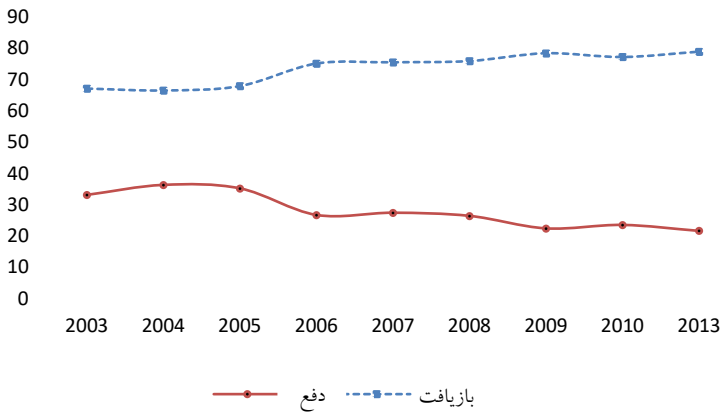
سیاست‌های مدیریت زباله در آلمان

مطابق ماده‌ی ۴ مجوز اتحادیه‌ی اروپا، پنج مرحله برای دفع زباله‌ها بر اساس تاثیرات محیط زیست، رتبه‌بندی و تحت عنوان سلسله مراتب زباله^۲ تعیین شده است. منطبق بر دستورعمل اتحادیه‌ی اروپا، سلسله مراتب زباله، اولویت نخست، جلوگیری از ایجاد زباله و ضایعات با مدیریت و مصرف بهینه است. وقتی زباله ایجاد شد، اولویت بعدی، آماده سازی برای استفاده‌ی مجدد، بازیافت، بازیابی (مانند بازیابی انرژی) و دفع (دفن زباله پس

^۱ خاکستر سازی به فرآیند از بین بردن زباله به وسیله‌ی سوزاندن است و از آن برای تولید بخار و نیروی الکتریسیته استفاده می‌شود. خاکسترهای حاصل از این شیوه سمی است و سبب آلودگی منابع آب می‌شود، به طوری که در سال‌های اخیر این شیوه به مشکل مهم تبدیل شده است. در سال ۱۹۹۰ طی آزمایش‌هایی که در آلمان و فرانسه انجام شد، از طریق برخی شیوه‌های الکتریکی، خاکسترهای حاصل از این شیوه به مواد سودمند در صنایع سیمان تبدیل شده است.

^۲ Waste Hierarchy

از بازیافت و تصفیه نهایی) به ترتیب نزولی با هدف حفاظت از محیط زیست است. این سلسله مراتب زباله در قانون گذاری مدیریت پسماندها در آلمان لحاظ شده است. برنامه ریزی جدیدی در آلمان با هدف های پیشگیری از تولید ضایعات و زباله ها انجام شده است و هدف آن تقویت سیاست های پیشگیری از تولید پسماند و افزایش سطح آگاهی آحاد جامعه برای تولید زباله های کم تر است. وزارت محیط زیست فدرال آلمان، برای نخستین مرتبه قانون امحای زباله ها را در سال ۲۰۱۳ تدوین و تصویب کرد. این یک تعهد جدید برای تهیه و تدوین برنامه های ملی پیشگیری از پسماند و ضایعات، ارائه و ارزیابی اقدام های پیشگیری از تولید پسماندها را ایجاد می کند. هدف دولت، تقویت و شفافیت بیش تر در سیاست های پیشگیری از پسماندها برای آحاد جامعه است. قانون مدیریت چرخه ی بسته نیز این فرصت را برای معرفی آلمان به عنوان یک کشور واجد شرایط تحت عنوان سطل بازیافت یکنواخت^۱ فراهم کرده است. در این رویکرد، خانوارها نه تنها باید زباله های خود را بسته بندی کنند، بلکه باید آن ها را به تفکیک پلاستیک یا فلز در یک سطل بازیافت قرار بدهند. به تعبیری، زباله های قابلیت بازیافت توسط خانواده ها از مبدا با کیفیت بهتر و مقادیر بیش تر، جمع آوری می شوند (شکل شماره ۴-۹).



شکل شماره ۴-۹: نمودار مقایسه ی درصد زباله های بازیافتی و دفع شده ی

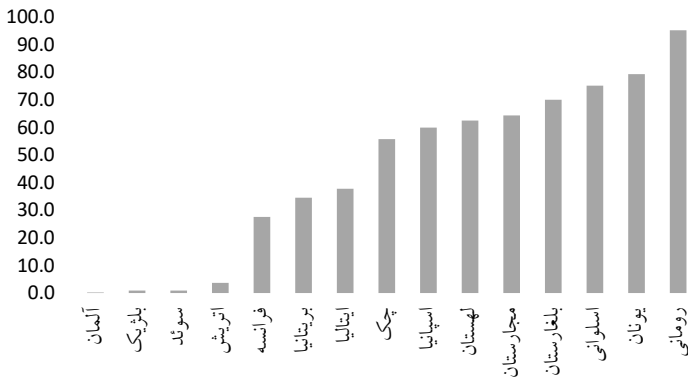
آلمان طی سال های ۲۰۱۳-۲۰۰۳ (ارقام برحسب درصد)

(R: Federal Statistical Office Statistisches Bundesamt (2015), Own Calculations)

با تصویب قوانین جدید دفع زباله ها در سال ۲۰۰۵، زباله های جمع آوری شده نباید دفن شوند و مواد قابل بازیافت آن ها باید قبل از دفن زباله جدا شوند و زباله ها باید تصفیه

¹ Uniform Recycling Bin

شوند تا سبب آلودگی محیط زیست نشوند. دفن زباله‌های تصفیه نشده، سبب آسیب به بافت زمین، آلودگی آب^۱ و هوا (انتشار گازهای متان و دی‌اکسیدکربن) و متان حاصل از شیرابه می‌شود. زباله‌ها، ۲۱ الی ۲۵ مرتبه بیش‌تر از دی‌اکسیدکربن سبب آلودگی محیط زیست می‌شوند (شکل شماره ۵-۹).



شکل شماره ۵-۹: مقایسه‌ی درصد زباله‌ی دفن شده در برخی کشورهای

اروپایی در سال ۲۰۱۵ (ارقام برحسب درصد)

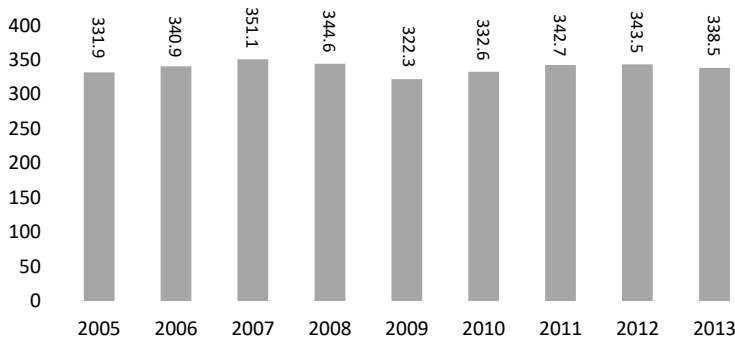
(R: Nelles, M et al (2015) "Waste Management in Germany Development to a Sustainable Circular Economy", Procedia Environmental Sciences)

تامین منابع مالی برای نظام مدیریت ضایعات آلمان به طور کامل توسط درآمدهای حاصل از جمع‌آوری و تصفیه‌ی زباله از خانوارها و بنگاه‌ها، بدون دریافت یارانه از دولت فدرال، تحت عنوان آلوده‌کننده باید بپردازد انجام می‌شود. به این معنی که تولیدکننده‌ی زباله باید مجموع هزینه‌های جمع‌آوری، تصفیه و دفع زباله را پرداخت کند. مدیریت زباله‌ها (جمع‌آوری، بازیافت و دفع) توسط شرکت‌های مدیریت زباله شهری و غیردولتی انجام می‌شود. این شرکت‌ها شامل دو گروه شرکت‌های زباله‌های زیستی و پسماندهای باقی‌مانده (زباله‌های خانگی) و شرکت‌های مدیریت زباله خصوصی (مسئول دفع ضایعات خانگی و زباله‌ها و ضایعات صنعتی) می‌باشند.

در حال حاضر حجم زیادی از زباله‌ها تولیدی به ویژه در شهرهای بزرگ آلمان تولید می‌شود. برای جلوگیری از افزایش زباله‌ها، تلاش‌های بیشتری برای دستیابی به مصرف موثر منابع ضروری است. برنامه‌ی جدید پیشگیری از تولید زباله‌ها در آلمان که در سال ۲۰۱۳ هدف گذاری شده، شامل مشاوره، تبلیغات گسترده، حمایت و اقدام‌های تشویقی می‌شود.

^۱ آلودگی منابع آبی به دلیل انتشار اسیدهای مضر دفن زباله‌ها در زمین یا سرریز شدن شیرابه‌ی زباله‌ها به منابع آب‌های زیرزمینی انجام می‌شود.

در کشور آلمان، ۳۳۹ میلیون تن زباله با نرخ بازیافت ۷۹ درصد تولید می‌شود. از مجموع زباله‌های تولید شده ۲۰۳ میلیون تن زباله‌ی ساختمانی (با نرخ بازیافت ۸۷ درصد)، ۵۷ میلیون تن ضایعات فرآورده‌های تولید و تجارت (با نرخ بازیافت ۶۹ درصد)، ۲۹ میلیون تن زباله‌های معدن (با نرخ بازیافت یک درصد) و ۴۹ میلیون تن زباله‌های جامد شهری (با نرخ بازیافت ۸۷ درصد) می‌باشد. در سال ۲۰۱۳ در هر هکتار از پهنه‌ی کشور آلمان ۶۱۷ کیلوگرم زباله تولید شده است و سرانه‌ی سهم زباله‌های خانگی ۴۵۳ کیلوگرم بوده است (شکل شماره‌ی ۶-۹).



شکل شماره‌ی ۶-۹: تغییرات تولید زباله در آلمان طی سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۱۳

(ارقام برحسب میلیون تن)

(R: Federa Statistical Office Statistisches Bundesamt (2012), Germany)

بازیابی ضایعات و دفع پسماندها

در حال حاضر مسؤولیت (ضمانت) مواد اولیه برای بسته‌بندی محصولات منطبق بر دستورعمل بسته‌بندی مواد (۱۹۹۱) است که قانون و دستورعمل‌های آن تعدیل شده است. این دستورعمل شامل مقررات مربوط به تعهد تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان برای بازیابی مواد بسته‌بندی است. به منظور تطبیق با مفاد این دستورعمل، خرده فروشان (فروشگاه‌ها) می‌توانند در یک نظام جمع‌آوری و بازیافت مواد بسته‌بندی با شرکت‌های مرتبط مشارکت داشته باشند. متناظر با این دستورعمل، در سال ۱۹۹۳، قانون جمع‌آوری و دفع زباله‌ها در آلمان تدوین و تصویب شد. در نتیجه، امکان کاهش حجم قابل توجهی در بسته‌بندی مواد در زباله‌های شهری ایجاد شد.

نرخ بازیافت ضایعات در آلمان یکی از بالاترین نرخ‌های بازیافت در جهان است و نشان می‌دهد که چگونه صنعت ضایعات، با صرفه‌جویی در مواد خام و انرژی، به تولید و مدیریت اقتصادی پایدار آلمان کمک می‌کند (جدول شماره‌ی ۳-۹). ضایعاتی که قابل بازیافت

نیستند، باید با اصول علمی و بدون آسیب رساندن به محیط زیست و سلامت شهروندان، جمع‌آوری و دفن شوند. زباله‌های آلی به صورت مکانیکی و بیولوژیکی یا حرارتی به منظور کاهش نشت شیرابه و انتشار گازهای گلخانه‌یی باید تصفیه شوند. از ژوین ۲۰۰۵ به بعد، شرکت‌های عهده‌دار مدیریت زباله‌ها، به هیچ عنوان مجاز به دفع زباله‌ها بدون تصفیه‌ی آنها نیستند.

حدود ۷۰ مرکز زباله با ظرفیت سالانه‌ی ۲۰ میلیون تن برای تصفیه‌ی نهایی ضایعات باقی مانده فعالیت دارند. علاوه بر آن در این کشور ظرفیت معادل ۴.۶ میلیون تن در سال برای سوزاندن زباله‌های باقی مانده در ۳۰ نیروگاه سوختی وجود دارد. برای تصفیه‌ی زباله‌ها به شیوه‌ی مکانیکی و بیولوژیکی ۴۴ تاسیسات با ظرفیت سالانه حدود ۵.۵ میلیون تن فعال است.

جدول شماره‌ی ۳-۹: استفاده از ضایعات خانوارهای آلمانی در سال ۲۰۱۴

(ارقام برحسب کیلوگرم در سال)

مقدار	عتوان
۴۶۲	زباله‌های خانگی (کیلوگرم/ نفر)
۱۶۲	زباله‌های مخلوط باقی‌مانده (تفکیک نشده)
۲۹	ضایعات حجیم
۲	سایر (مواد بسیار خطرناک - سمی)
۲۷۱	زباله‌های بازیافتی (کیلوگرم به ازای هر نفر)
۲۷	ضایعات کاغذ
۲۳	زباله‌های زیستی (زیست بوم و زباله‌های سبز)
۳۳	انواع شیشه
۳۳	مواد بسته‌بندی کالاهای (آلومینیوم، پلاستیک و کامپوزیت)
۲۰	سایر (فلزات، لوازم الکتریکی، الکترونیک و باتری‌ها)

(R: M. Nelles, J. Grünes, G. Morscheck (2015) "Waste Management in Germany Development to a Sustainable Circular Economy", Procedia Environmental)

بازیافت زباله‌های مواد بسته‌بندی محصولات

مواد بسته‌بندی بخشی از زندگی روزمره است. بیش‌ترین مواد بسته‌بندی رایج شیشه، آلومینیوم، پلاستیک، کاغذ، مقوا و چوب است که تمام آن‌ها به عنوان مواد اولیه و قابلیت استفاده‌ی مجدد دارند. این مواد سبب کاهش بهره‌برداری از منابع طبیعی، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌یی می‌شوند. مجموعه‌ی جداگانه‌ی زباله‌های بسته‌بندی خانوارها، که تحت عنوان دستورعمل بسته‌بندی معرفی شده است، توسط شهروندان در سطح گسترده‌ی حمایت و استقبال می‌شوند. در سال ۲۰۱۳، نرخ زباله‌های بسته‌بندی بازیافت شده، به تقریب ۹۷ درصد بوده است. زباله‌های شیشه‌یی و کاغذ نیز به طور جداگانه جمع‌آوری می‌شوند (جدول شماره‌ی ۴-۹).

جدول شماره‌ی ۴-۹: نرخ رشد بازیافت زباله‌های بسته‌بندی در آلمان
(ارقام برحسب درصد)

عنوان	۲۰۰۸	۲۰۰۵	۲۰۰۱
شیشه	۸۲.۲	۸۲.۶	۸۵.۱
آلومینیوم	۸۰	۷۶.۲	۷۵.۳
قوطی‌های فلزی	۹۳.۶	۸۳.۸	۷۵.۷
پلاستیک	۶۸.۴	۴۷.۶	۵۱.۸
کاغذ و مقوا	۹۱.۲	۹۱.۳	۹۱.۹
بطری نوشابه‌های مقوایی	۶۷.۸	۶۲.۴	۶۲.۸
جمع کل	۸۱.۶	۷۸.۵	۷۹.۳

(R: Institute of Economic Structures Research (GVM), 2015)

زباله‌های بیولوژیکی (زیستی)

از این زباله‌ها در تولید کودهای کمپوست استفاده‌ی می‌شوند. شیوه‌های مختلفی برای تولید کمپوست وجود دارد. از شیوه‌های بسیار ساده‌ی تولید کمپوست از برگ درختان گرفته تا شیوه‌های به طور کامل اتوماتیک پیشرفته در کارخانه‌های کمپوست تنوع دارد. این شیوه‌ها به دو دسته‌ی کلی هوازی و بی‌هوازی تقسیم‌بندی می‌شوند. هر چند که در بیش‌تر موارد، ترکیبی از این شیوه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. در شیوه‌ی هوازی، به طور متناوب یا پیوسته فرآیند هوادهی انجام می‌شود ولی در شیوه‌ی بی‌هوازی، هوادهی انجام نمی‌شود، که در نتیجه منجر به تولید گازهایی مانند متان شده و این گاز به عنوان منبع انرژی استفاده‌ی فراوان می‌شود. کودهای کمپوست مزایای زیر را دارند:

- مواد مغذی کود به طور متعادل جذب می‌شوند.
- ارزش مواد غذایی بالایی دارند.
- به سبب حالت اسفنجی، حفظ، تعادل و کنترل رطوبت خاک را ممکن می‌سازند.
- از فرسایش و شسته شدن خاک جلوگیری می‌کنند.
- تعادل دمای خاک را برقرار می‌سازند.
- با تغییر فرمولاسیون شکل یا اندازه‌ی مواد، سبب تجزیه‌ی سموم خاک می‌شوند.

در سال ۲۰۱۳، حدود ۱۲.۸۷ میلیون تن زباله‌های زیست (قابل تجزیه) (زباله‌های بیولوژیکی باغی، پارک‌ها و...) که بیش‌تر آن‌ها با شیوه‌ی کمپوست و هضم (تاسیسات بیوگاز) در آلمان تصفیه شده است. از این تعداد، ۴.۲۹ میلیون تن به صورت جداگانه از طریق زباله‌های زیستی و ۴.۷۶ میلیون تن زباله‌های باغ‌ها و پارک‌ها جمع‌آوری شده است (معادل با میانگین جمع‌آوری سرانه‌ی ۱۱۲ کیلوگرم).

در سال ۲۰۱۳ از مجموع حجم زباله‌های بیولوژیکی این کشور، ۷.۳۷ میلیون تن در ۹۱۲ تاسیسات کمپوست و ۵.۵ میلیون تن به ۱.۴۳۹ واحد هضم (تاسیسات بیوگاز) از جمله هضم ترکیبی و تاسیسات کمپوست ارسال و پردازش شده است. حاصل آن احیای ۱۷.۴ درصد زمین‌های مناظر شهری و طبیعی، ۱۸.۹ درصد مصارف شخص خانوارها و سایر مصارف و ۶۳.۸ درصد در بخش کشاورزی و جنگل‌داری مصرف شده است. در حدود ۳.۵۳ میلیون تن از کمپوست و به تقریب ۳.۵۹ میلیون تن محصولات تخمیری، از جمع‌آوری زباله‌های زیستی تولید شده است و ۹۹.۳ درصد آن در بخش کشاورزی و جنگل‌داری و ۰.۰۷ درصد در بخش مناظر طبیعی و... به مصرف رسیده است. تفکیک زباله‌ها به اجزای مختلف در مبدا یا مرحله‌ی جمع‌آوری، سبب بهبود کیفیت کمپوست‌ها و هضم‌کننده‌ها برای فروش به عنوان کود (هوموس)^۱ می‌شود.

^۱ هوموس (Humus) یک ماده‌ی بیوشیمیایی است که در لایه‌های بالایی خاک تشکیل می‌شود. مواد پروتئینی موجود در هوموس که از کالبد موجودات زنده حاصل می‌شود، توسط موجودات ذره بینی تجزیه می‌شوند و غذای گیاهان را تامین می‌کنند. هوموس عامل اصلی در حاصلخیزی خاک است.

بازیافت زباله‌های الکتریکی و تجهیزات الکترونیکی

طی سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۳، حدود ۵.۸ میلیون تن زباله‌های الکتریکی و الکترونیکی در آلمان جمع‌آوری و بازیافت شده است. جدول شماره ۵-۹ نشان می‌دهد که سرانه‌ی جمع‌آوری شده زباله‌های الکتریکی و الکترونیکی در اتحادیه‌ی اروپا از ۴ کیلوگرم در سال بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۳ به میزان قابل توجهی افزایش داشته است.

جدول شماره ۵-۹: برخی پارامترهای زباله‌های الکترونیکی آلمان طی سال‌های ۲۰۰۹-۲۰۱۳

عنوان	۲۰۱۳	۲۰۱۲	۲۰۱۱	۲۰۱۰	۲۰۰۹
حجم برگشتی (هزارتن در سال)	۷۲۷	۶۹۰	۷۱۰	۷۷۷	۸۳۲
جمع‌آوری از خانوارها (کیلوگرم)	۷.۶	۷.۷۱	۸.۰۶	۸.۸	۹.۴
نرخ بازیافت (درصد)	۹۶.۲	۹۶.۳	۹۶.۴	۹۵.۹	۹۴.۸
نرخ استفاده‌ی مجدد (درصد)	۸۴.۴	۸۴.۸	۸۴.۷	۸۳.۵	۸۲.۴

(R: Federal Environment Agency (UBA), 2013)

بازیابی باتری‌های مصرفی

طبق دستورعمل سال ۲۰۰۶ اتحادیه‌ی اروپا، جمع‌آوری و بازیافت جداگانه‌ی باتری در تمام کشورهای عضو این اتحادیه اجباری است. در سال ۲۰۱۴، میزان جمع‌آوری باتری‌ها ۴۰ درصد بوده است. اتحادیه‌ی اروپا، افزایش تا ۴۵ درصد باتری‌های فرسوده را، از سال ۲۰۱۶ به بعد هدف‌گذاری کرده است.

هر ساله، بیش از ۴۰ هزار باتری قابل حمل در آلمان تولید می‌شود که به تقریب نیمی از آن‌ها جمع‌آوری می‌شوند. روند تغییرات نرخ بازیافت باتری‌ها در حال افزایش است. از بازیافت باتری‌های بازیافت شده موادی مانند روی، فولاد، منگنز، سرب، کادیوم و پلاستیک قابل استخراج است (جدول شماره ۶-۹).

جدول شماره ۶-۹: زباله‌ی باطری‌های قابل حمل آلمان طی
سال‌های ۲۰۱۲-۲۰۱۴

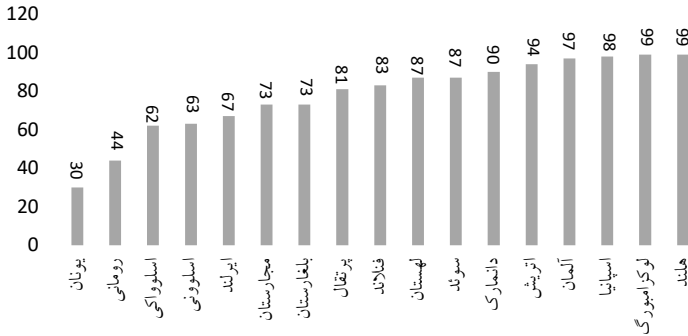
عنوان	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴
فروش (تن)	۴۳,۵۴۹	۴۲,۴۴۱	۴۳,۹۷۹
جمع‌آوری (تن)	۱۸,۱۵۷	۱۸,۵۹۹	۱۹,۱۴۲
نرخ جمع‌آوری (درصد)	۴۲	۴۳	۴۴.۲

(R: Federal Environment Agency (UBA), 2014)

فاضلاب شهری

از منظر کلان، فاضلاب‌ها تحت عنوان یک عامل آلوده‌کننده‌ی محیط زیست و کالایی جایگزین (بهینه‌یابی) نقد و بررسی می‌شوند. از نگاه محیط زیست، فاضلاب‌ها، بزرگ‌ترین عامل آلودگی محیط و منابع آبی به شمار می‌روند. آلمان یکی از پیشرفته‌ترین کشورهای جهان در مدیریت و بهره‌برداری از شبکه‌ها، خطوط انتقال و تصفیه‌ی فاضلاب است. جمعیت تحت پوشش تاسیسات مدرن فاضلاب این کشور در سال ۲۰۱۳ معادل ۹۷.۶ درصد (سال ۱۹۹۱ معادل ۸۳.۳ درصد) بوده است (شکل شماره‌ی ۷-۹). با وجود سطح مطلوبیت پوشش مشترکان در آلمان ظرفیت زیادی در استفاده از پساب و لجن فاضلاب در این کشور وجود دارد. شیوه‌ی متداول تصفیه‌ی فاضلاب در این کشور لجن فعال است و هیچ‌گونه فاضلاب خانگی یا صنعتی خام، به دریاچه‌ها و رودخانه‌ها سرریز نمی‌شود. فاضلاب دفع شده‌ی منازل مسکونی و صنعتی، با آخرین فن‌آوری‌های موجود تصفیه و دفع می‌شوند. سامانه‌های جمع‌آوری و دفع فاضلاب در آلمان در بالاترین سطح استانداردهای اتحادیه‌ی اروپا (تصفیه‌ی فاضلاب با شیوه‌ی بیولوژیک با حذف مواد مغذی) و به صورت ترکیبی^۱ طراحی و احداث شده‌اند. فاضلاب خانواده‌هایی که به سامانه‌های فاضلاب مرکزی متصل نیستند از طریق سامانه‌های فاضلاب کوچک و غیرمتمرکز (دستگاه‌های سبتیک) تصفیه می‌شوند.

^۱ در سامانه‌های جمع‌آوری ترکیبی، فاضلاب و آب‌های سطحی (باران و برف) در مجاری واحدی جریان دارند. ولی در سامانه‌های مجزا، جمع‌آوری فاضلاب بهداشتی و آب‌های سطحی در شبکه‌های مجزا از یک دیگر جریان دارند.



شکل شماره ۷-۹: مقایسه‌ی جمعیت تحت پوشش خدمات فاضلاب آلمان

با برخی کشورهای اتحادیه‌ی اروپا (ارقام بر حسب درصد)

(R: Eurostat, status: 06/2014; German Federal Statistical Office)

مدیریت صنعت فاضلاب در آلمان جزء مهم‌ترین راهبردهای دولت فدرال است، به طوری که در سال ۲۰۱۴ معادل ۴.۸ میلیون یورو در این بخش (دولتی و بخش خصوصی) سرمایه‌گذاری شده است (بخش آب ۲.۳ میلیون یورو) (شکل شماره ۸-۹).



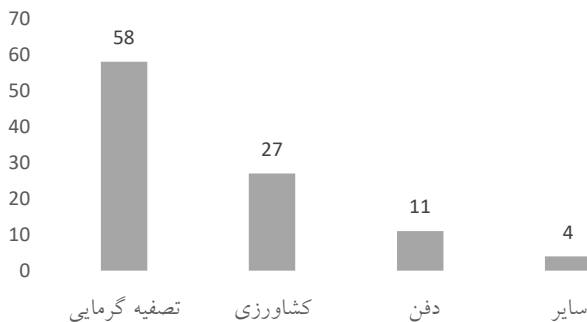
شکل شماره ۸-۹: سرمایه‌گذاری در تاسیسات فاضلاب آلمان طی سال‌های ۱۹۹۸-۲۰۱۴

(ارقام بر حسب میلیارد یورو)

(R: German Association of Energy and Water Industries (BDEW))

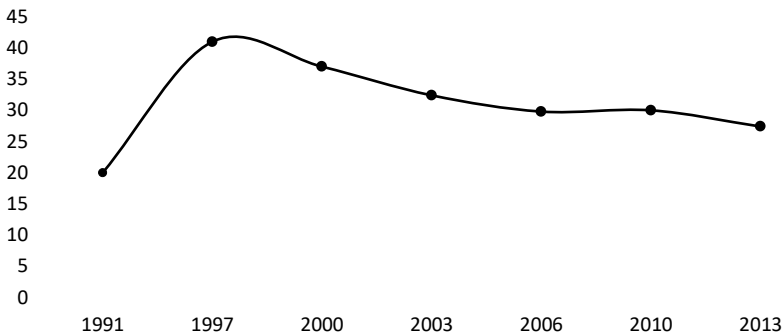
شرکت‌های آب و فاضلاب در ۵۰ ناحیه‌ی صنعتی این کشور که دارای صنایع شیمیایی، ذوب آهن، صنایع غذایی، کشاورزی و نفت و گاز هستند، فاضلاب را جمع‌آوری و تصفیه می‌کنند. طول خطوط جمع‌آوری و انتقال فاضلاب ۵۰۰ کیلومتر است و به همراه تاسیسات مربوط به آن‌ها بین ۵۰ تا ۱۰۰ سال عمر دارند. به طور متوسط، نزدیک به پنج میلیارد یورو در این بخش سرمایه‌گذاری شده است. تعمیرات و بازسازی به موقع و سریع تاسیسات فاضلاب در راستای مدیریت فاضلاب، جزو برنامه‌های راهبردی صنعت آب و فاضلاب آلمان قرار دارد. در سال ۲۰۱۳ مجموع لجن جمع‌آوری شده معادل ۱۸ میلیون تن بوده است. لجن‌های فاضلاب، حاوی مواد مغذی گیاهی و به ویژه سطح بالای فسفر هستند و به همین دلیل از آن‌ها به عنوان کود در کشاورزی در حدود ۲۷ درصد و یا در محوطه سازی حدود ۱۱ درصد استفاده می‌شود.

حدود ۵۰ درصد لجن فاضلاب در آلمان احیا می‌شود. دولت فدرال آلمان از توسعه‌ی فرآیندهای بازیافت فسفات از لجن فاضلاب و فاضلاب خانگی به عنوان یک مکمل برای تقویت زمین‌های کشاورزی حمایت می‌کند. در سال ۱۹۹۲ وزارت محیط زیست فدرال دستورعمل فاضلاب را تغییر داد. هدف از تجدید نظر این قانون، تقویب و بازگرداندن فسفات، زمین‌های کشاورزی از لجن فاضلاب با توجه به محدودیت‌های اساسی استفاده از لجن فاضلاب است. شکل شماره‌ی ۹-۹ نشان دهنده‌ی مصرف لجن خشک حاصل از تصفیه‌ی فاضلاب در آلمان است (سال ۲۰۱۳). شکل شماره‌ی ۹-۱۰ روند تغییرات استفاده از لجن فاضلاب آلمان در بخش کشاورزی در بازه‌ی زمانی ۲۰۱۳-۱۹۹۹ را نشان می‌دهد.



شکل شماره‌ی ۹-۹: موارد استفاده از لجن فاضلاب آلمان در سال ۲۰۱۳

(R: Federal Statistical Office (Statistisches Bundesamt), Federal Environment Ministry (2012))



شکل شماره ۱۰-۹: روند تغییرات استفاده از لجن فاضلاب در بخش کشاورزی

آلمان طی سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۹۹ (ارقام برحسب درصد)

(R: Federal Statistical Office (Statistisches Bundesamt), Federal Environment Ministry (BMUB), 2012)

مشکلات امروز و توسعه‌ی فردا

در آلمان مدیریت ضایعات طی ۴۰ سال گذشته پیشرفت خوبی داشته است، اما برخی مشکلات هنوز باقی است. جمع‌آوری و تصفیه‌ی زباله‌ها مستلزم سرمایه‌گذاری و منابع جاری بسیاری است. مشکلات و ناهماهنگی‌های قابل ملاحظه‌ی بین شهرداری‌ها و شرکت‌های غیردولتی در مدیریت زباله به خصوص در فرآیند جمع‌آوری زباله‌های قابل بازیافت از خانوارها وجود دارد. مشکل تامین منابع مالی برای سرمایه‌گذاری ساخت و تجهیز زیرساخت‌های جمع‌آوری و بازیافت زباله‌ها همیشه وجود دارد.

مدیریت زباله، به عنوان منبع مواد خام و انرژی پیوسته در حال تحول و تکامل است. در آلمان از ۲۵ سال قبل، سیاست‌های اقتصادی دورنمای چرخه‌ی بسته‌ی مواد دنبال و سبب افزایش آگاهی شهروندان از اهمیت زباله شده است. در این کشور برنامه‌ی پیشگیری از ضایعات در سال ۲۰۱۳ با هدف جلوگیری از افزایش تولید زباله از وضعیت فعلی و احتمالی و اقدام‌هایی در سطح دولت فدرال، ایالت‌ها و شهرداری‌ها تصویب شد. خدمات مشاوره‌ی، مدیریت اطلاعات و فن‌آوری، افزایش آگاهی شهروندان و تحقیق و توسعه از راهبردهای دولت فدرال آلمان برای پیشگیری از تولید بیش‌تر زباله است. در آلمان نرخ بازیافت در اوایل سال ۲۰۰۵ و در سال ۲۰۰۶ بیش از نرخ‌های هدف‌گذاری شده بوده است. زباله‌ها در آلمان برای جلوگیری از اثرات مخرب بر آب، زمین و هوا در برابر انتشار گازهای گلخانه‌ی جمع‌آوری و تصفیه می‌شوند. حجم و کیفیت تصفیه‌ی زباله‌ها در آلمان در سطح بسیار مطلوب و مطابق استانداردهای بین‌المللی و دستورعمل‌های ابلاغی اتحادیه‌ی اروپا است و سبب کاهش انتشار ۵۶ میلیون تن گاز دی‌اکسیدکربن شده. دولت آلمان توانسته است تعهد پیمان کیوتو (۱۹۹۷) را در کاهش گازهای گلخانه‌ی اجرا کند.

منابع مورد استفاده

1. D. Bixioa, C. Thoeyea, J. De Koningb, D. Joksimovicb, D. Savicc, T. Wintgensd, T. Melind (2006) "Wastewater Reuse in Europe. Presented at the International Conference on Integrated Concepts on Water Recycling", Wollongong, NSW, Australia, 14–17.
2. European Academies (2016) "Indicators for a Circular Economy", EASAC Policy Report 30.
3. Federal Statistical Office (Statistisches Bundesamt) (2016) "Waste Management in Germany", Federal Environment Ministry (BMUB).
4. Founder, Ellen MacArthur Foundation (2013) "Circularity Indicators an Approach to Measuring Circularity", Project Overview.
5. Henning Wilts, H (2016) "Germany on the Road to A Circular Economy?", Wiso Diskurs.
6. Jaron, A (2015) "Position of Germany on the Circular Economy", Federal Ministry for Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety, Germany.
7. Kohlmeyer, R (2015) "German Government Policy of Resource Efficiency (Circular Economy) and Recent Topics Focusing on WEEE in Germany", Extended Producer Responsibility German Environment Agency -UBA.
8. Media Company – Agentur for Kommunikation GmbH (2016) "Waste Management in Germany", Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB).
9. Nelles, M. Grünes, J. Morscheck, G (2015) "Waste Management in Germany Development to a Sustainable Circular Economy?", International Conference on Solid Waste Management, 5 IconSWM, Procedia Environmental Sciences.
10. Wackerbauer, J (2009) "The Water Sector in Germany" Centre International de Recherches et Information sur Economie Publique, Sociale et Coopérative (CIRISE).
11. Warlich Druck Meckenheim GmbH (2015) "Profile of the German Water Sector", WVGW Wirtschafts, Verlagsgesellschaft Gas.
12. Wilts, H (2016) "Germany on the Road to A Circular Conomic and Social Policy".