دانشکده مهندسی شیمی

GREENTECHS

نشریه فناوری‌های سبز

شماره پنجم - زمستان ۱۴۰۱

شماره مجوز: ۱۳۲/۲۹۷۰۵۰

تاریخ تائید مجوز: ۱۳۹۹/۱۲/۱۹

Green Technologies Magazine ©
All right reserved

صاحب امتیاز:

دکتر امید توکلی

معاون پژوهشی دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه تهران-رئیس مرکز پژوهشی همبست آب، انرژی و محیط زیست

بخش اخبار:

دبیر بخش:

ثنا خسروی

دانشجوی کارشناسی مهندسی شیمی

پگاه آقاسی خانی

دانشجوی کارشناسی مهندسی شیمی

اعضا:

سهند آزادوار

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی- گرایش محیط زیست

راضیه فصیحی

دانشجوی کارشناسی مهندسی شیمی

محمدجواد نصیری

دانشجوی کارشناسی مهندسی شیمی

علی طاهری استاد

دانشجوی کارشناسی مهندسی پلیمر

فاطمه برغمدی

دانشجوی کارشناسی مهندسی شیمی

فائزه اسکندری

دانشجوی کارشناسی مهندسی شیمی

شایان پروانه

دانشجوی کارشناسی مهندسی شیمی

گرافیک و صفحه آرایی:

نسترن رحیمی

دانشجوی کارشناسی مهندسی شیمی

طراح جلد:

محمد باغانی

دانشجوی کارشناسی مهندسی شیمی

سردبیر:

رضا عباسی

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی، گرایش طراحی فرآیند

هیات تحریریه :

نفیسه خوشنویسان

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی ،گرایش طراحی فرآیند

سهند آزادوار

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی، گرایش محیط زیست

محمد باغانی

دانشجوی کارشناسی مهندسی شیمی

پگاه آقاسی خانی

دانشجوی کارشناسی مهندسی شیمی

محمدرضا یوسف زاده

دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران

ثنا خسروی

دانشجوی کارشناسی مهندسی شیمی

نسترن رحیمی

دانشجوی کارشناسی مهندسی شیمی

مدیر مسئول:

رضا عزیزی فر

مدیر مالی و معاون مدیرکل مالی دانشگاه تهران در دانشکدگان فنی

سخن نخست

انرژی در دنیا تا آینده ای نزدیک، با بحران مواجه خواهد شد و جهان با کمبود انرژی، دچار چالشی بزرگ خواهد شد که تمام بخش ها و مناطق، درگیر آن خواهند شد. جهان باید از همین امروز، مسأله تأمین انرژی در آینده را به عنوان هدف اصلی خود قرار دهد و با تعویق این هدف، مشکلات زمان بحران دوچندان خواهد شد. اگر جهان به سوخت های فسیلی تکیه کند و یا حتی کشورهایی که قدم هایی در حوزه انرژی های سبز برداشته اند، فقط به این تحقیقات بسنده کنند، نمی توانند پیشرفت چندانی کنند و قطعاً به سایر کشورها و دیگر منابع نیاز شدیدی پیدا خواهند کرد و باید در زمینه تولید انرژی، نهایت تلاش خود را برای خودکفایی به کار گیرند.

بازیافت و تولید انرژی، محوریت شماره پنجم نشریه فناوری های سبز است. ما در این شماره سعی کرده ایم تا در بخش های مختلف، به این موضوع بپردازیم تا اهمیت این موضوع را به مخاطبان خود منتقل کنیم و امیدواریم که هر چه زودتر، پژوهشگران کشور نیز به فکر مسأله بحران انرژی باشند و در راه تأمین انرژی در آینده، مستحکم تر قدم بردارند.

"امیدواریم از خواندن این مجله لذت ببرید"

هیات تحریریه نشریه فناوری های سبز

زمستان ۱۴۰۱

مقالات

مروری بر روش های تبدیل پسماند به انرژی در آمریکا

امروزه، یکی از مسائل چالش برانگیز در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته دسترسی به منابع انرژی مقرون به صرفه و مطمئن و همچنین داشتن محیط زیستی پاک و قابل زیستن است. موارد ذکر شده، اهداف شماره ۷ و ۱۱ از ۱۷ هدف توسعه پایدار[1] ارائه شده از سوی سازمان ملل هستند.

شکل ۱ –اهداف توسعه پایدار

به منظور تحقق این اهداف لازم است تا پسماند که یکی از اصلی ترین عوامل تخریب کننده هستند، کنترل شوند. یکی از راهکارها در سیستم کنترل پسماند، تبدیل پسماند به انرژی است که نقش کلیدی را در این راستا ایفا می کند. این فناوری ها می توانند اهرمی بر امکان کاهش اثرات نامطلوب زیست محیطی ناشی از تولید زباله و تضمین تولید انرژی های تجدیدپذیر و پایدار در مسیر دستیابی به اقتصاد چرخشی[2] باشند. بنابراین برای تامین نیازهای رو به رشد انرژی، زباله های جامد یکی از امیدوارکننده ترین منابع موجود جهت تامین انرژی هستند. رایج ترین روش های تولید انرژی از زباله عبارت اند از:

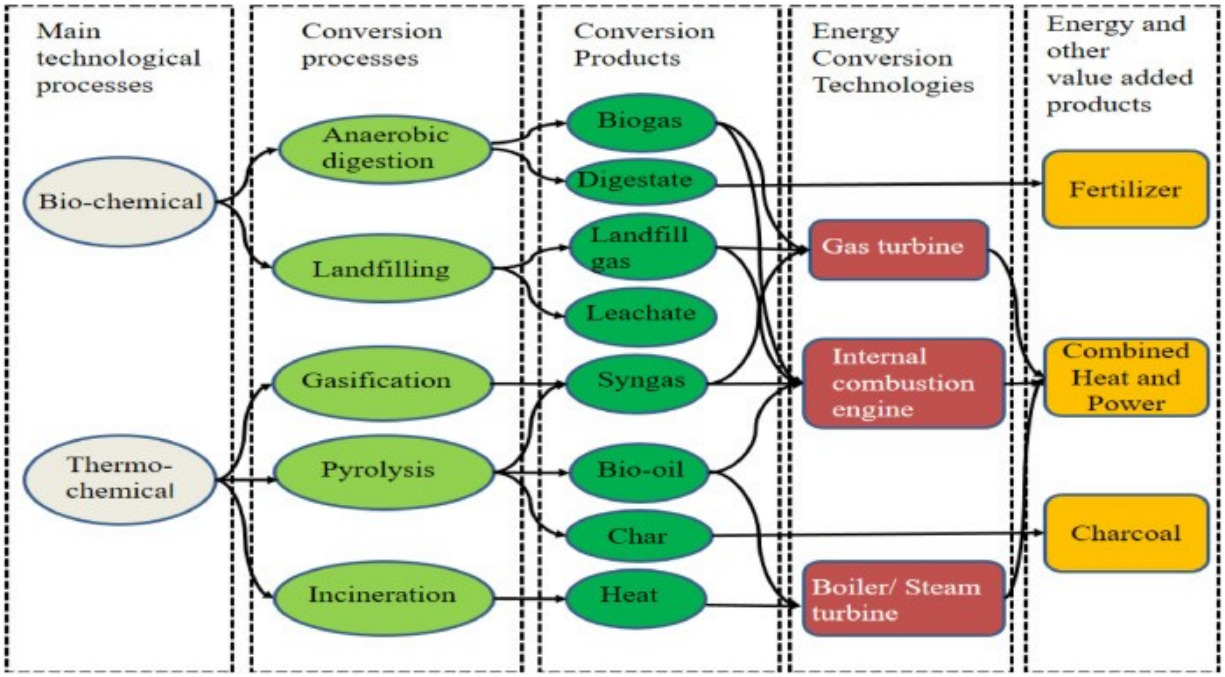
زباله سوزی (Incineration)

پیرولیز (Pyrolysis)

گازی سازی (Gasification)

هضم بی هوازی (Anaerobic Digestion)

[1]Sustainable Development Goals
[2]Circular Economy



شکل ۲ - کامل ترین و تجاری ترین روش های تبدیل پسماند به انرژی و محصولات

عمده تحقیقات انجام شده در زمینه تامین انرژی از زباله، مربوط به ۷ کشور با بیشترین نرخ تولید است که چین و ایالات متحده آمریکا را نیز شامل می شود. تحقیقات اصلی بر روی انتشار گازهای گلخانه ای، اثرات زیست محیطی و فناوری های نوآورانه انرژی متمرکز است. بهبود کارایی بازیابی انرژی و اثرات تغییرات آب و هوا منجر به افزایش اهمیت هر چه بیشتر Waste-to-Energy(WtE) شده است.

Waste-to-Energy چیست؟

فناوری WtE، فرآیند بازیابی انرژی است که مواد شیمیایی را از پسماندهای زباله به شکل های مختلف انرژی مانند برق، گرما یا بخار تبدیل می کند. در حال حاضر، روش های تبدیل حرارتی از میان سایر فناوری های WtE در ابعاد تجاری پیشگام هستند.

تبدیل زباله به انرژی، یک فناوری پیشرفته برای دفع زباله به شیوه کاربردی است که به طور گسترده برای کاهش گازهای گلخانه ای به ویژه متان از طریق حذف انتشارات از سایت های دفن زباله شناخته شده است. دانشمندان ناسا، محل های دفن زباله را به عنوان اَبَر انتشار دهنده های متان، گاز گلخانه ای که در زمینه گرمایش زمین ۸۴ برابر قوی تر از CO_2 عمل می کند، شناسایی کرده اند.

WtE زباله های غیرخطرناک را از میان همه پسماندی که به سمت محل دفن زباله هدایت می شوند گرفته، آن ها را می سوزاند و از بخار حاصل برای تولید انرژی (مثل برق) استفاده می کند. همچنین، خاکستر حاصل برای بازیابی فلزات جهت بازیافت پردازش می شود؛ در حالی که تمام گازها جمع آوری، فیلتر و تمیز می شوند تا اثرات زیست محیطی به حداقل برسد.

این فرآیندها ممکن است ساده به نظر برسند، اما برای انجام آن به شیوه ایمن لازم است تا مراحل مختلف را تحت فناوری های پیشرفته طی کند.

انواع روش های رایج پسماند به انرژی

زباله سوزی:

همانظور که گفته شد یکی از مشکلات نگران کننده در دهه های اخیر مدیریت زباله و پسماند می باشد و برای حل این مشکل عملیات تبدیل زباله به انرژی توجهات زیادی را به خود جلب کرده است. یکی از روش های مرسوم و در واقع رایج ترین روش، عملیات زباله سوزی می باشد که عبارت است از سوزاندن زباله به منظور جذب انرژی آزاد شده از سوختن. این روش در کنار کاهش حجم زباله های جامد، تکیه بر منابع انرژی تجدید ناپذیر را هم کاهش می دهد. اما از دلایلی که این روش منتقدان زیادی دارد می توان به آلودگی ایجاد شده به دلیل سوختن اشاره کرد. این آلودگی ها شامل محصولات جانبی گازی می باشند. اما با پیشرفت صنعت کنترل آلودگی هوا و ابداع سیستم های به روز جهت کنترل آلودگی های گازی می توان از روش زباله سوزی به عنوان گزینه ای مناسب جهت مدیریت پسماند استفاده کرد. در این روش فرآیندهای مختلفی بکار گرفته می شود که منجر به تنوع آن می شود. موارد نام برده شده، اشکال مختلف زباله سوزی هستند که رایج ترین آن ها Rotary Kiln، Liquid Injection، Fluidized Bed و Mechanical Grate هستند؛

- Rotary Kiln
- Fluidized Bed
- Liquid Injection
- Multiple Hearth
- Catalytic Combustion
- Waste-gas Flare

زباله سوزی در یکی از زیرشاخه های روش های گرمایی قرار می گیرد. در این روش، محصول نهایی شامل خاکستر، گاز، و گرما می باشد. در بعضی از واحدها از گرمای تولید شده جهت تولید انرژی الکتریکی استفاده می شود که یکی از مزیت های این روش است. همچنین یکی از موارد مهم در این روش آن است که گاز حاصل قبل از آزاد سازی تصفیه شده و تمامی ذرات آلاینده از آن جدا شوند.

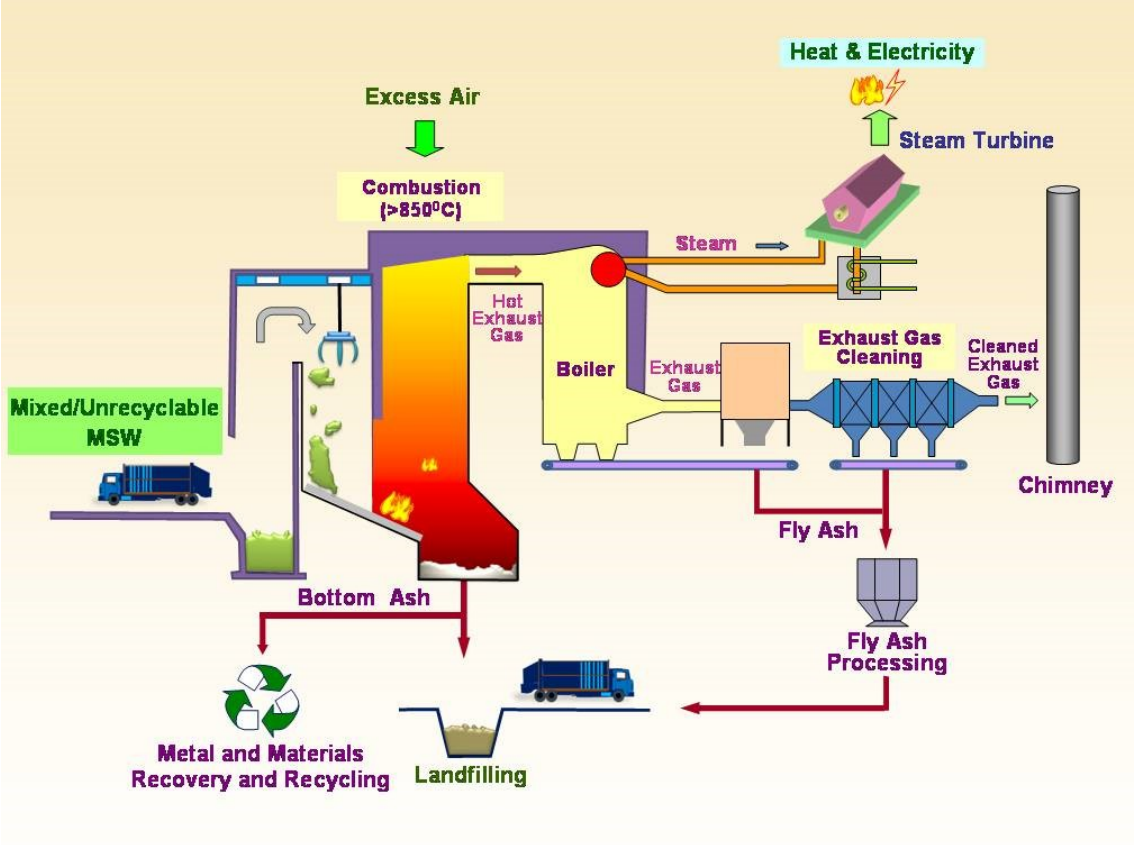
به طور کلی یک واحد زباله سوزی شامل مراحل زیر می باشد:

۱. ذخیره سازی و سازماندهی زباله ها
۲. انجام عملیات جهت آماده سازی زباله برای مراحل اصلی
۳. احتراق
۴. کنترل آلودگی هوا
۵. سازماندهی پسماند جامد (خاکستر)

به طور خلاصه زباله هایی که روی آنها عمل زباله سوزی انجام می شود به سه دسته: زباله های جامد شهری، زباله های خطرناک، و زباله های پزشکی تقسیم می شوند.

در گذشته به واحدهای زباله سوزی به علت مدیریت نکردن گازهای ناشی از احتراق و فاقد بخش بازیابی انرژی نقدهای بسیاری وارد بود، اما امروزه به علت استفاده از تکنولوژی های جدید پیشرفت های زیادی در این زمینه صورت گرفته است.

در نهایت در زمینه مدیریت پسماند ابتدا باید به نوع، مقدار، و ویژگی های محیط مورد نظر توجه کرد تا بتوان مناسب ترین روش را به کار گرفت و نمی توان یک روش را به کلیه موارد تعمیم داد.



شکل ۳ - دیاگرام زباله سوزی

پیرولیز:

در تعریف کلی، پیرولیز، تجزیه شیمیایی مواد ارگانیک بر پایه کربن در طی فرآیند حرارتی است. تفاوت پیرولیز با احتراق در مقدار اکسیژن موجود در محیط فرآیند است؛ فرآیند پیرولیز در نبود اکسیژن یا در حضور اکسیژن بسیار کم انجام می شود و نرخ آن با افزایش حرارت پیشرفت می کند و معمولا قبل از احتراق و گازی سازی از آن استفاده می شود. در ابعاد صنعتی، دما را در فرآیند تا ۴۳۰ درجه سلسیوس افزایش می دهند اما در ابعاد کوچک تر(آزمایشگاهی) دما بسیار کمتر است. بنابراین، پیرولیز مناسب تصفیه مواد آلی از جمله دیوکسین ها، PCB [۳] و PAH [۴] است که تحت حرارت شکسته یا تجزیه می شوند.

[3]Polychlorinated Biphenyls
[4]Polycyclic Aromatic Hydrocarbons

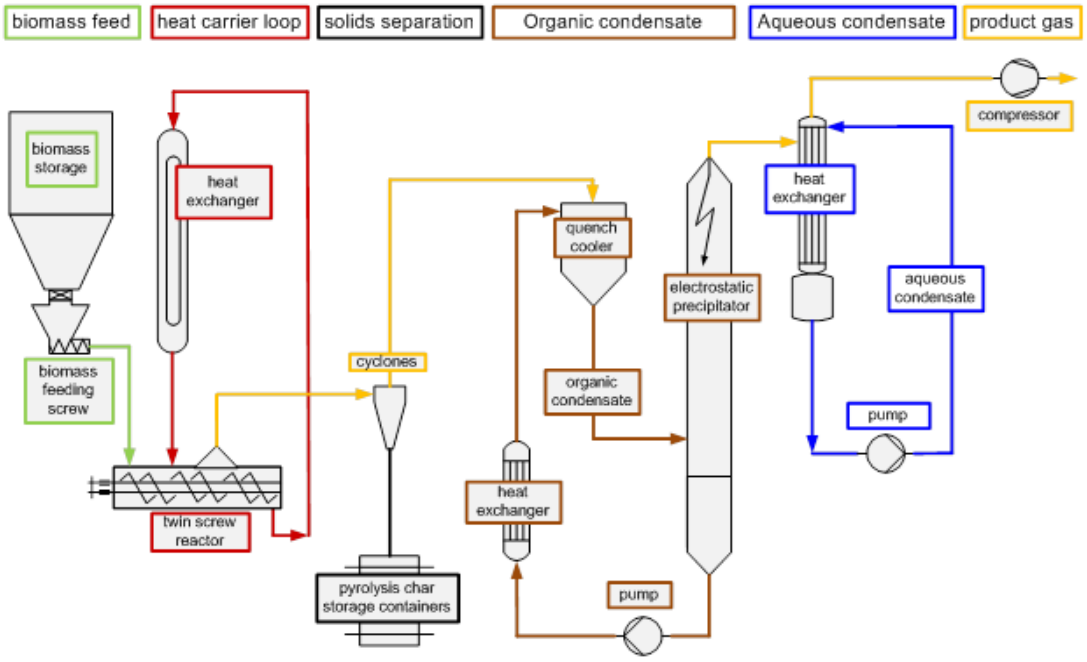
مواد آلی در طی فرآیند پیرولیز به شکل گازی اجزای تشکیل دهنده خود، مایعی به نام روغن پیرولیتیک(روغن زیستی[۵]) و خاکستر و کربن جامد ته نشین شده تبدیل می شوند. دو روش رایج پیرولیز، تخریب و پاکسازی است. در تخریب، آلاینده های آلی به ترکیباتی با وزن مولکولی کمتر تجزیه می شوند اما در پاکسازی تخریب صورت نمی گیرد و فقط از مواد هدف جداسازی می شوند.

از بین پسماندها، زباله های پلاستیکی یکی از اصلی ترین گروه ها هستند که به دلیل تجزیه ناپذیری تا مدت زمان زیادی در طبیعت باقی می مانند. در روش های معمول تنها ۱۵ تا ۲۰ درصد از پلاستیک قابل بازیافت می باشد. اما در روش پیرولیز گرمایی و کاتالیستی که امروزه توجهات بسیاری را به خود جلب کرده اند، پسماندهای پلاستیکی به روغن مایع، پسماند جامد (char) و گاز با دمای بالا (۳۰۰ تا ۹۰۰ درجه سانتی گراد) طی فرآیند تجزیه گرمایی تبدیل می شوند. این روش نیز معایب مربوط به خود را دارد؛ برای مثال روغن خروجی از این روش دارای ناخالصی ها مختلفی مانند کلرین و سولفور می باشد.

دو مورد از مهم ترین فرآورده های پیرولیز، زغال چوب[۶] و زغال زیستی[۷] هستند که از پیرولیز کُک و چوب توسط حرارت به دست آمده از زغال سنگ تولید می شوند. همچنین، مایعات قابل کندانس(مانند قیر) و گازهای غیرقابل کندانس از دیگر فرآورده های مهم پیرولیز هستند. اگرچه پیرولیز مناسب مواد غیرآلی نیست اما می توان مواد بی اثر را از فلزات جدا کرد.

از کاربردهای مهم پیرولیز در تامین انرژی می توان به پیرولیز بیومس اشاره کرد که جایگزین مناسبی برای سوخت های نفتی است. پیرولیز بیومس سبب می شود که سلولز، همی سلولز و لیگنین در بیومس به مولکول های کوچک تر در فاز گازی تجزیه شوند. پس از سردسازی، این گازها به فاز مایع کندانس می شوند و bio-oil تولید می شود و باقیمانده توده جامد اصلی شامل لیگنین و گازهای غیرقابل کندانس است.

[5]Bio-oil
[6]Charcoal
[7]Biochar



شکل ۴ - دیاگرام پیرولیز بیومس

گازی سازی:

یکی دیگر از روش هایی که می توان به جای زباله سوزی از آن استفاده کرد گازی سازی است که به دو شکل سنتی و پلاسمایی انجام می شود. در روش سنتی و رایج، پسماند در دمای ۸۰۰ تا ۹۰۰ درجه سوزانده می شود که اگر سوختن کامل صورت نگیرد می تواند باعث تولید گازهای خطرناک شود. اما در فناوری پلاسما با تولید دمای بسیار بالا (حدود ۲۰۰۰ درجه و یا بیشتر) با تجزیه پسماند به عناصر سازنده مقدار بسیار کمتری گازسنتز[۸] تولید می شود و چون این فناوری برای عمل سوزاندن نیازی به سوخت و هوا ندارد، حجم گازهای خروجی نیز به نسبت کمتر بوده و آلایندگی کمتری دارد.

هدف از گازی سازی تصفیه مواد زیست تخریب پذیر موجود در پسماند جامد و پلاستیک ها است زیرا هردو مورد غنی از کربن هستند و می توانند منابع خوبی برای تولید انرژی باشند.

در این فرآیند، مواد خام به دستگاه گازی ساز[۹] افزوده می شوند که در آن مواد آلی توسط اکسایش جزئی به مخلوط پرانرژی گازسنتزها(متان، هیدروژن و کربن مونواکسید) تبدیل می شوند. گاز تولید شده در طی فرآیند گازی سازی حاوی ارزش کالری معادل MJ/Nm^3 ۴-۱۰ است. فرآورده مهم دیگر نیز بقایای جامد مواد غیرقابل احتراق(خاکستر) است که حاوی مقادیر کمتری از کربن می باشد.

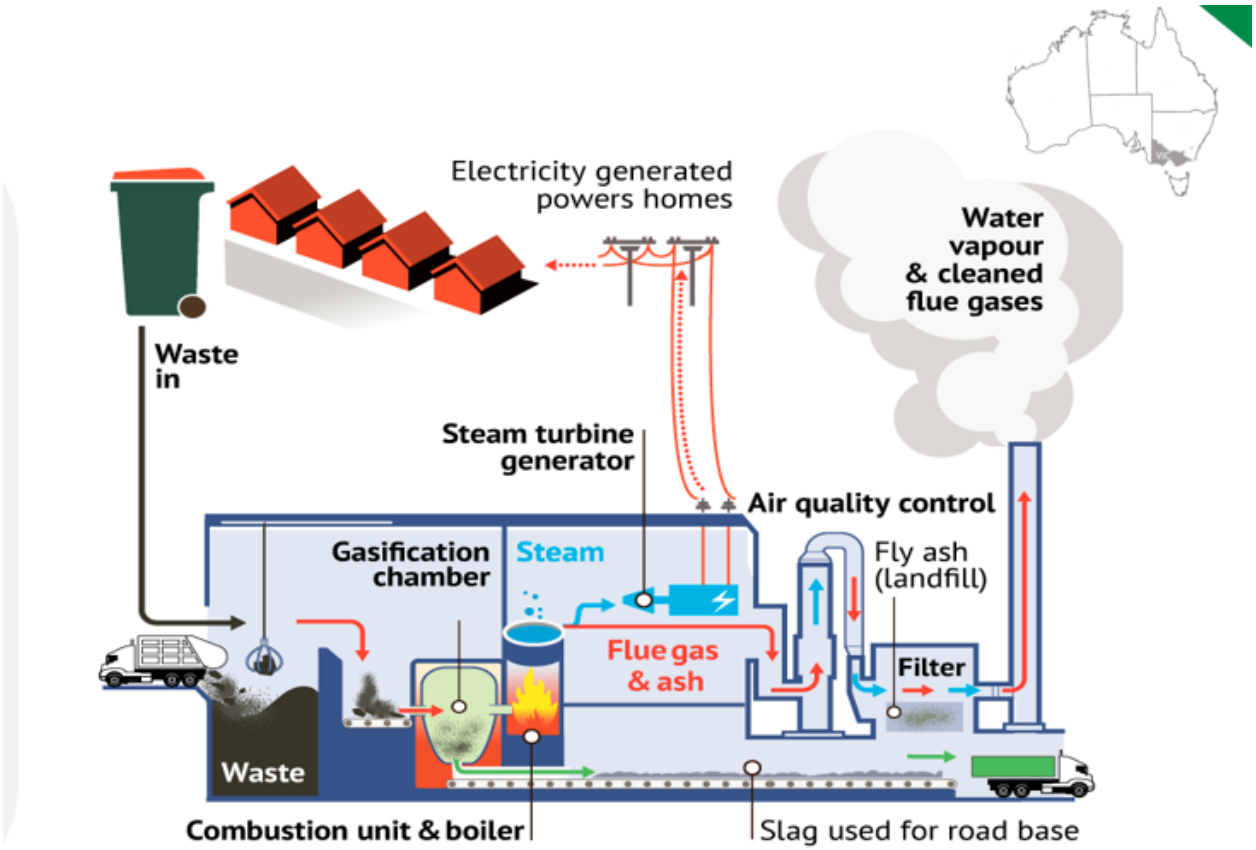
[8]Synthesis gas (Syngas)
[9]Gasifier

فرآیند گازی سازی، فرآیندی شدیدا گرمازا بوده و لازم است مقادیری از انرژی ورودی مجددا به فرآیند وارد شوند تا فرآیند ادامه یابد. دمای فرآیند حائز اهمیت است و معمولا عملیات در بازه دمایی ۱۱۰۰-۹۰۰ درجه سلسیوس با هوا و ۱۴۰۰-۱۰۰۰ درجه سلسیوس با اکسیژن انجام می شود. گازی سازی با اکسیژن منجر به خروجی گازی با کیفیت مطلوب تری خواهد شد. ارزش سوختی گاز نهایی با استفاده از هوا MJ/Nm^3 ۶-۴ و در صورت استفاده از اکسیژن MJ/Nm^3 ۱۸-۱۰ خواهد بود. مواد خام در طول فرآیند از ۴ مسیر اصلی می گذرند که عبارت اند از:

خشک کردن با افزودن حرارت برای حذف بخار آب از مواد اولیه

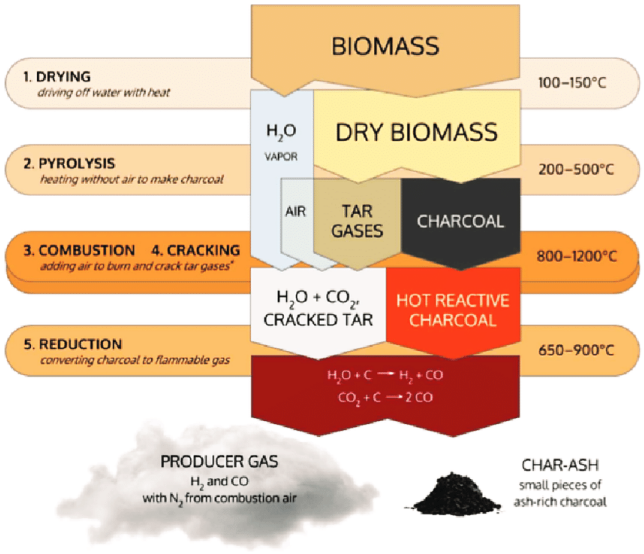
تبدیل به گاز با افزودن گرما برای تبخیر اجزای آلی و تولید گاز سنتز، قطران بخار شده و بقایای کربن جامد.

گازی سازی یا احتراق بقایای کربن جامد و قطران، بهبود گاز سنتز (احتراق معمولا فرآیند را تکمیل می کند و آزادسازی و بازیابی ارزش انرژی را فراهم می کند، این مرحله در جایی که محصولات کاربرد دیگری به جز تولید انرژی دارند شامل نمی شود.)



شکل ۵ – فرآیند گازی سازی

خشک کردن، پیرولیز، احتراق و احیا، به ترتیب چهار مرحله اصلی فرآیند گازی سازی بیومس هستند. فرآورده نهایی گازی سازی گازسنتز و یک فرآورده جانبی شیشه ای به نام slag هستند که از فرآورده جانبی بی خطر بوده و می توان از آن در مواد سقف سازی و زیرسازی راه ها استفاده کرد. همچنین، گازسنتز تولید شده باید پاک سازی شود و ناخالصی هایی از قبیل سولفور، جیوه، ریزذرات و بقایای مواد معدنی از آن جدا شده و در سایر فرآیندهای شیمیایی استفاده شود. در نهایت، از گازسنتز خالص سازی شده به عنوان جایگزینی برای گاز طبیعی، مواد شیمیایی، کودهای کشاورزی، سوخت های حمل ونقل و هیدروژن استفاده کرد.



شکل ۷ – مراحل گازی سازی بیومس

	گازی سازی	پیرولیز	زباله سوزی(احتراق)
عامل اکسایش	اکسایش در حضور مقادیر کمتر اکسیژن(کمتر از مقادیر استوکیومتری) یا استفاده از بخار به عنوان عامل اکسنده	اکسایش در نبود اکسیژن و بخار	اکسایش در حضور مقادیر فراوان اکسیژن (بیشتر از مقادیر استوکیومتری)
محدوده دمایی در حضور سوخت های زیستی(°C)	۱۲۰۰-۸۰۰	۶۰۰-۳۵۰	۱۲۰۰-۸۰۰
محصولات اصلی	گرما و گاز قابل احتراق	گرما، گاز و مایع قابل احتراق	گرما
ترکیبات گاز تولید شده	$CO - H_2$	$CO - H_2$	$CO_2 - H_2O$

جدول۱ – مقایسه رایج ترین روش های WTE

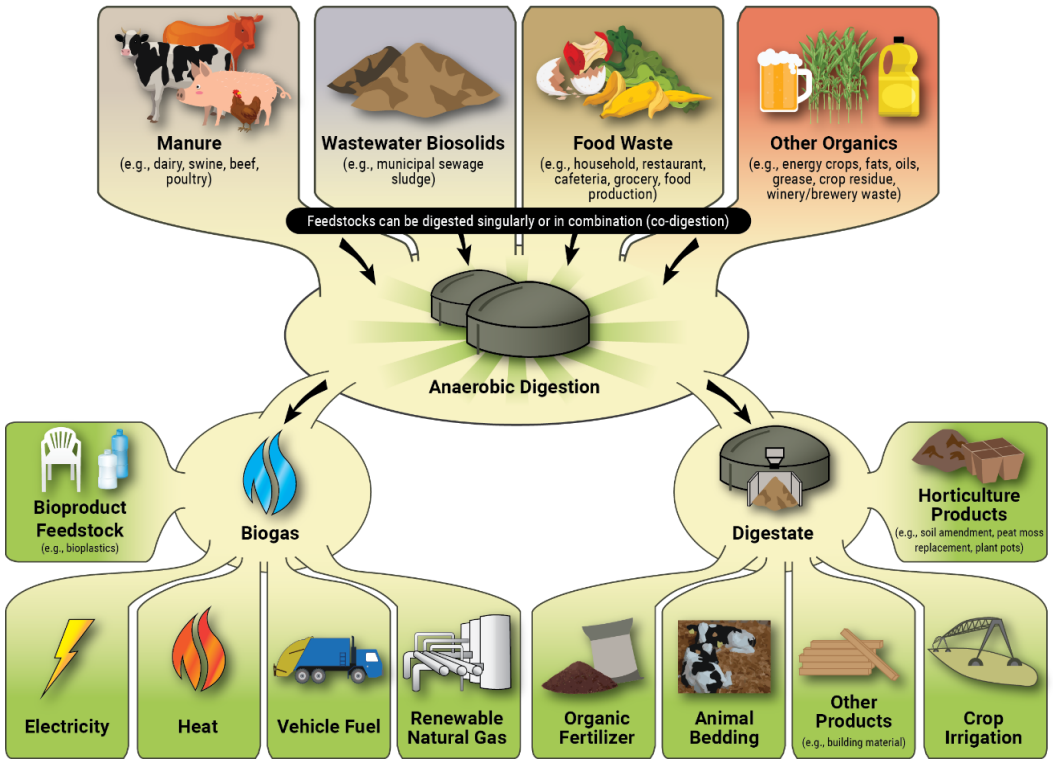
هضم غیرهوازی:

نوعی فرآیند است که طی آن مواد آلی مانند پسماندهای گیاهی و جانوری به وسیله انواعی از باکتری ها تجزیه می شود. فرایند تجزیه غیر هوازی برای تولید بیوگاز در یک راکتور کاملا بسته بدون حضور اکسیژن صورت می گیرد. این راکتورها دارای شکل و ابعاد متنوعی می باشند و در آنها تجمعات پیچیده ای از باکتری ها جهت انجام فرایند هضم وجود دارد. هضم مواد مختلف می تواند به صورت همزمان در این راکتورها صورت گیرد. محصول تولیدی از این روش شامل پسماند جامد (ماده هضم شده) و بیوگاز می باشد.

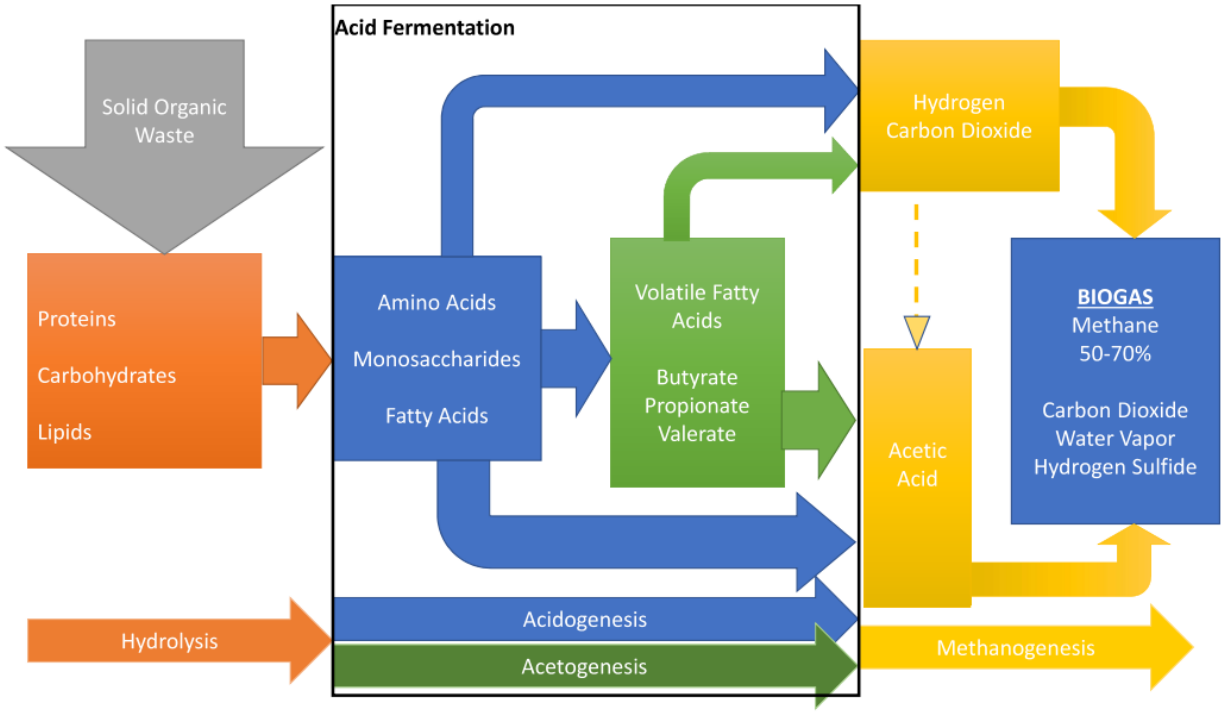
بیوگاز شامل متان، که عضو اصلی گاز طبیعی است(۵۰ تا۷۵ درصد)، کربن دی اکسید، هیدروژن سولفید و بخار آب می باشد. این نوع از انرژی می تواند برای تولید گرما، الکتریسیته و همچنین در سیستم های خنک کننده مورد استفاده قرار بگیرد. همچنین اگر گازهای کربن دی اکسید و هیدروژن سولفید از آن جدا شوند، می تواند در تولید گاز طبیعی تجدیدپذیر (RNG) مورد استفاده قرار بگیرد.

ماده هضم شده شامل باقی مانده های جامد و مایع فرآیند است که هر کدام بطور جداگانه مدیریت می شوند. با انجام مراحل مناسب هر کدام از مواد هضم شده می توانند به عنوان خوراک دام، آفت کش های مغذی، و مواد اولیه محصولات بیوتکنولوژیکی مورد استفاده قرار بگیرند و سبب کاهش هزینه در صنایع مختلف شوند.

هضم غیرهوازی به طور طبیعی در بعضی خاک ها و دریاچه ها نیز اتفاق می افتد که از محصولات آن می توان به متان اشاره کرد. در این فرآیند در ابتدا مواد توسط باکتری ها هیدرولیز می شوند، سپس مواد آلی غیر قابل انحلال مانند کربوهیدرات ها به اجزای کوچک تر جهت مصرف باکتری ها تبدیل می شوند. سپس انواع دیگری از باکتری ها، قندها و آمینواسیدها را به کربن دی اکسید، هیدروژن، آمونیاک، و اسیدهای آلی تبدیل می کنند. در نهایت تمامی این محصولات توسط باکتری ها به متان و کربن دی اکسید تبدیل می شوند.



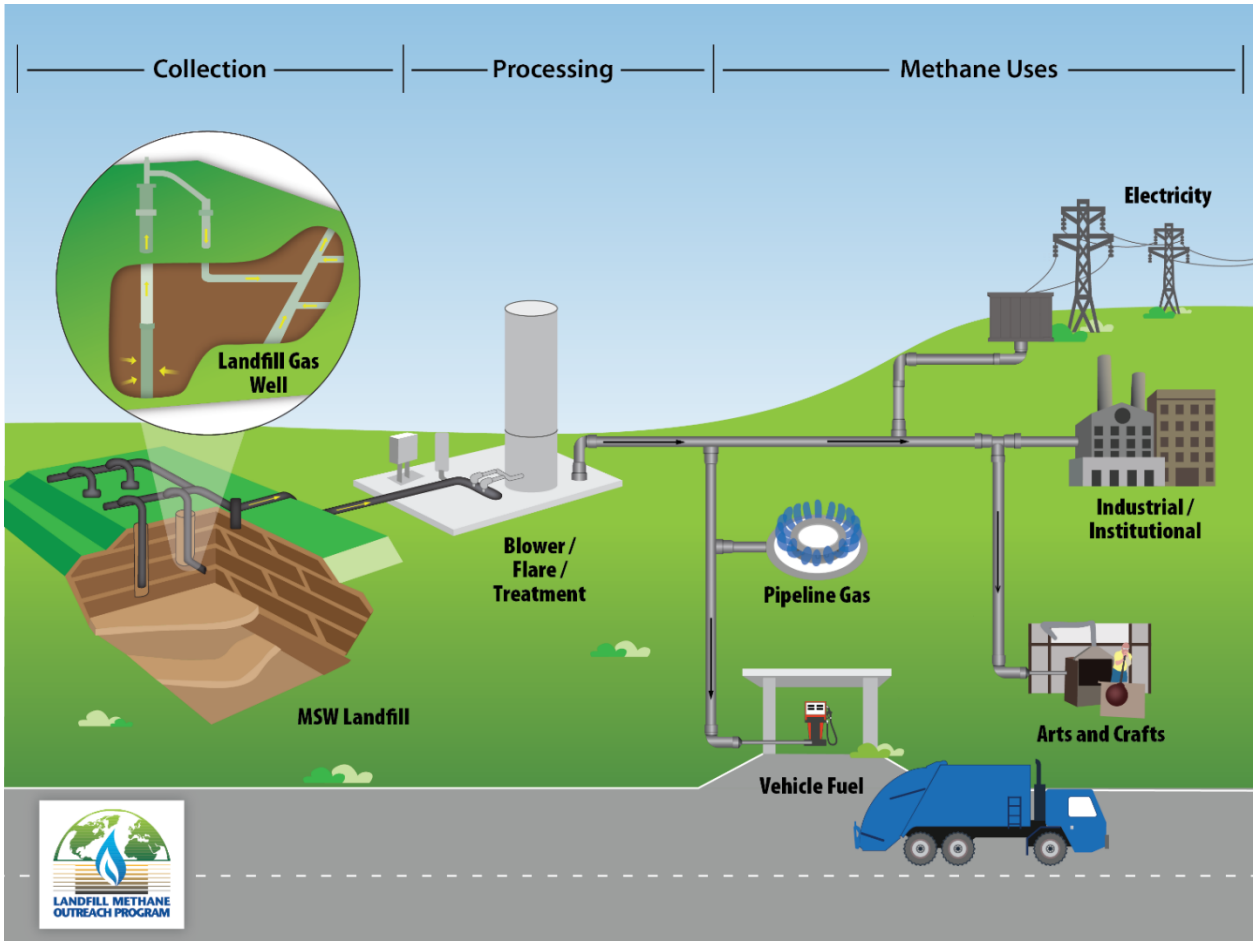
شکل ۸ – مواد اولیه و محصولات هضم بی هوازی



شکل ۹ – فرآیند هضم بی هوازی

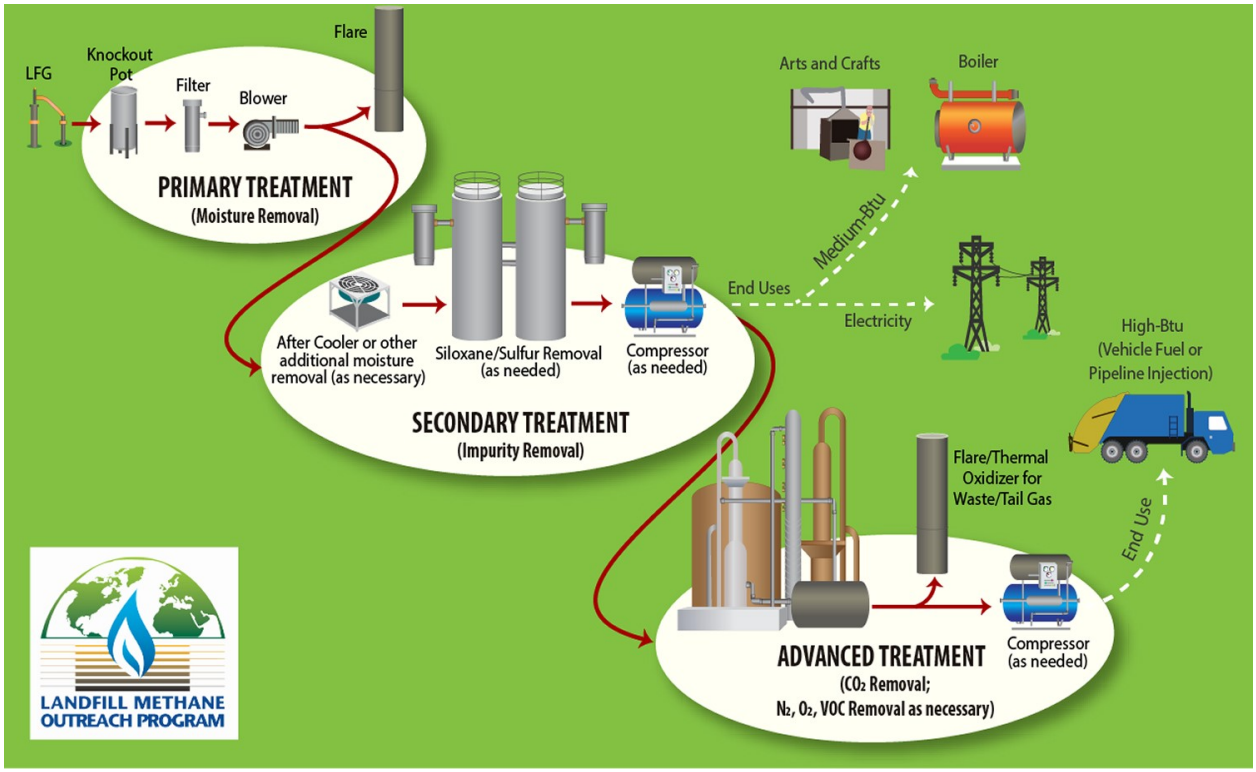
بازیابی گازهای محل دفن زباله:

این فرایند که به اختصار به (LFG Recovery) معروف است، شامل جمع آوری گاز متان از پسماند دفع شده در محل های مشخص می باشد. LFG محصول جانبی فرآیند دفع زباله می باشد که شامل حدود ۵۰ درصد متان، ۵۰ درصد کربن دی اکسید و مقدار ناچیزی از سایر مواد آلی می باشد. پس از دفع زباله، پسماند در ابتدا و طی یک فرآیند هوازی مقدار کمی متان تولید می کند اما پس از گذشت مدتی، شرایط تجزیه غیرهوازی ایجاد می شود که طی آن مقدار زیادی گاز متان تولید می شود. این گاز تولیدی را می توان جمع آوری و با اعمال تغییراتی به عنوان منبع انرژی از آن استفاده نمود. استفاده از LFG باعث کاهش بو و خطرات ناشی از دفع زباله و همچنین جلوگیری از ورود متان به اتمسفر و طی آن ایجاد آلودگی هوا می شود.



شکل ۱۰ – مراحل تولید متان از LFG

در شکل بالا مراحل تولید گاز متان از LFG نشان داده شده است. در ابتدا LFG با استفاده از لوله های عمودی و افقی دفن شده در زمین جمع آوری می شود. سپس تحت عملیاتی قرار گرفته تا تولید متان صورت گیرد. همچنین در شکل به موارد مصرف گاز متان از جمله سوخت ماشین آلات، صنایع و گاز مصرفی اشاره شده است.

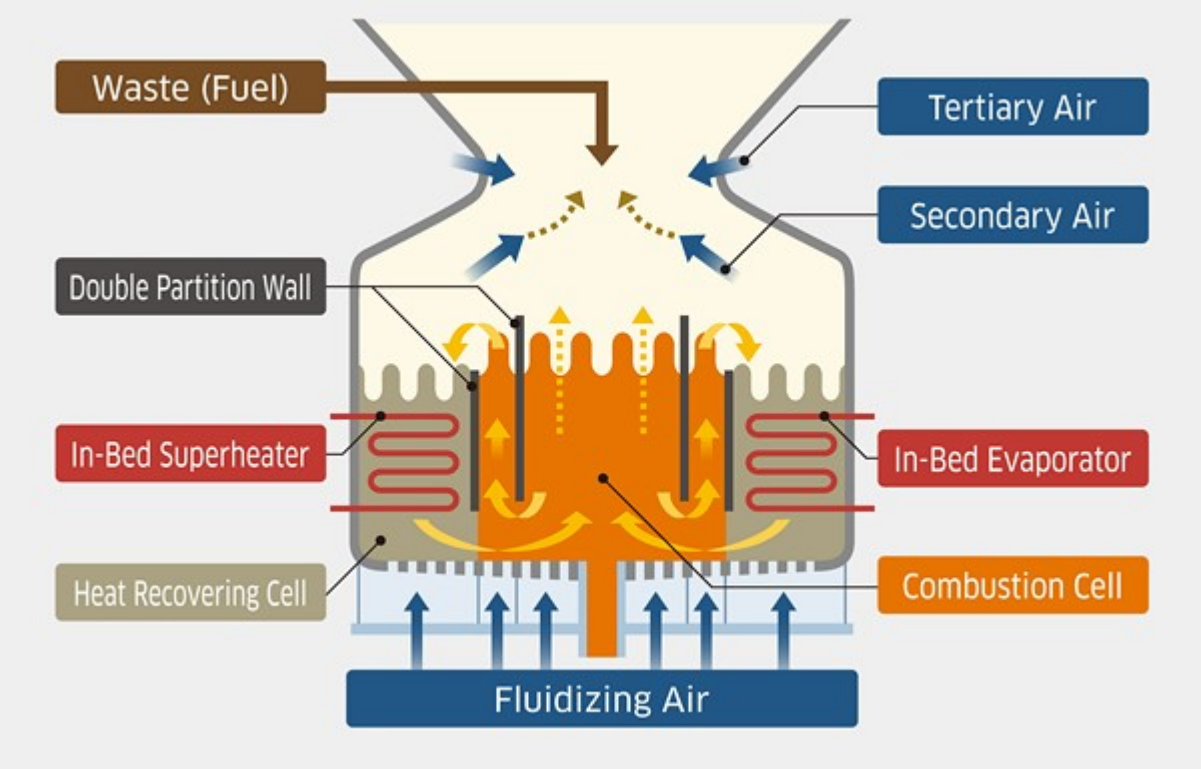


شکل ۱۱ – مراحل عملیاتی LFG

شکل بالا عملیات صورت گرفته بر LFG را نشان می دهد. در ابتدا جداسازی رطوبت صورت می گیرد، که شامل استفاده از فیلتر و دمنده است. در مرحله بعدی جداسازی سولفور و باقی مانده رطوبت انجام می شود. بعد از این مرحله از محصول نهایی می توان برای تولید الکتریسیته و یا به عنوان سوخت زیستی استفاده نمود.

سیستم بستر سیال:

بستر سیال یکی دیگر از فناوری‌های اصلی تبدیل زباله به انرژی است. این فناوری عمدتاً برای فرآیندهای مربوط به لجن یا زباله های جامد شهری استفاده می شود. بستر ها دو نوع ثابت یا گردشی دارند که با توجه به مواد و شرایط فرآیند انتخاب می شوند. این سیستم، راندمان پردازش بالا و مقادیر باقیمانده کمی دارد. فناوری بستر سیال همواره شامل بازیابی انرژی و تصفیه گازهای دودکش می شود. باید این موضوع را در نظر گرفت که سطح آلودگی گازهای دودکش بسیار کم تر از ملزومات قانونی است. از این روش معمولا به عنوان یکی از مراحل زباله سوزی نیز یاد می شود.

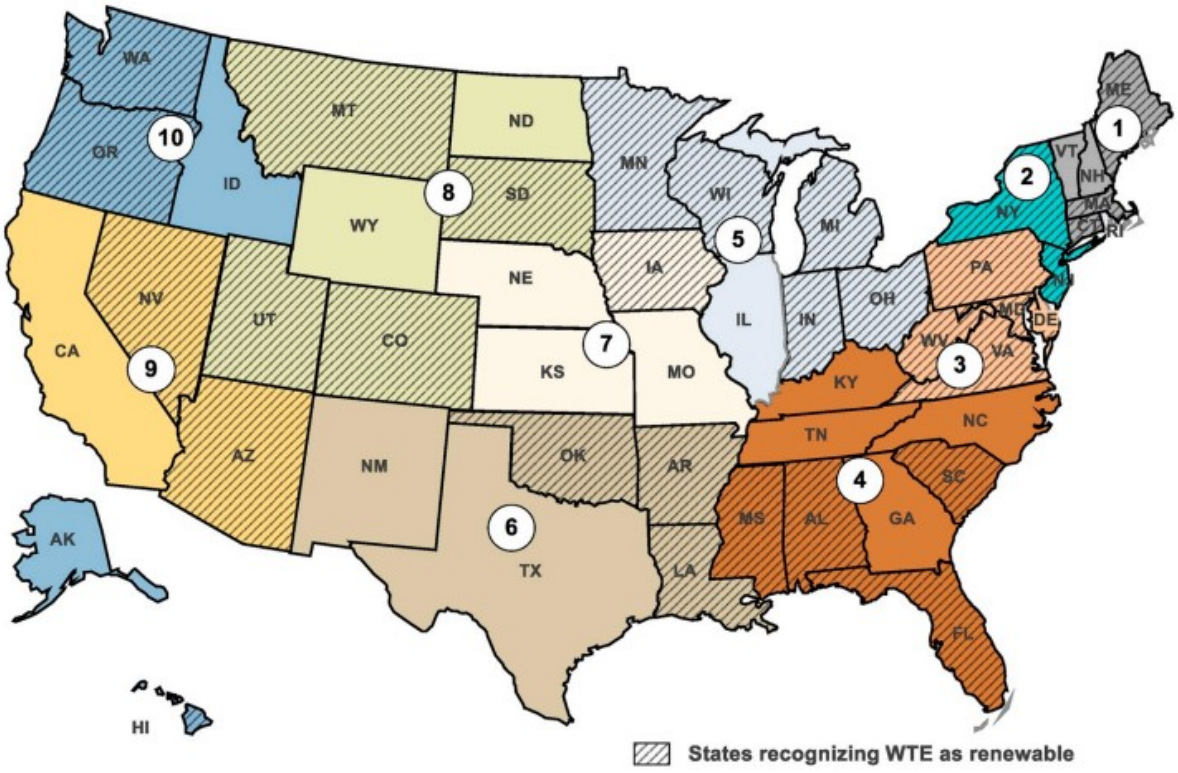


شکل ۱۲ – راکتور بستر سیال مورد استفاده در تبدیل زباله به انرژی

بستر سیال یک پدیده جریان دو فازی است که شامل بخش عمده ای از جامدات (مانند ماسه کوارتز) است که توسط یک جریان گاز(مثل هوا) به سمت بالا در حالت سیال و با سرعتی بیش از حداقل سرعت سیال شدن نگه داشته می شود. بنابراین رژیم بستر سیال با حرکت شدید ذرات جامد که منجر به نرخ بالای انتقال گرما و جرم می شود مشخص می شود. سیستم های بستر سیال حباب و در گردش بسته به سرعت گاز در محفظه واکنش قابل تشخیص هستند.

Waste to Energy در آمریکا

به طور کلی در آمریکا برای تبدیل پسماند جامد به انرژی از روش های مختلفی استفاده می شود که عبارت اند از بازیافت، کمپوست کردن، پسماند به انرژی و دفن زباله. در تصویر زیر، استفاده از هر یک از این روش ها به تفکیک ایالت و جمعیت، آورده شده است.



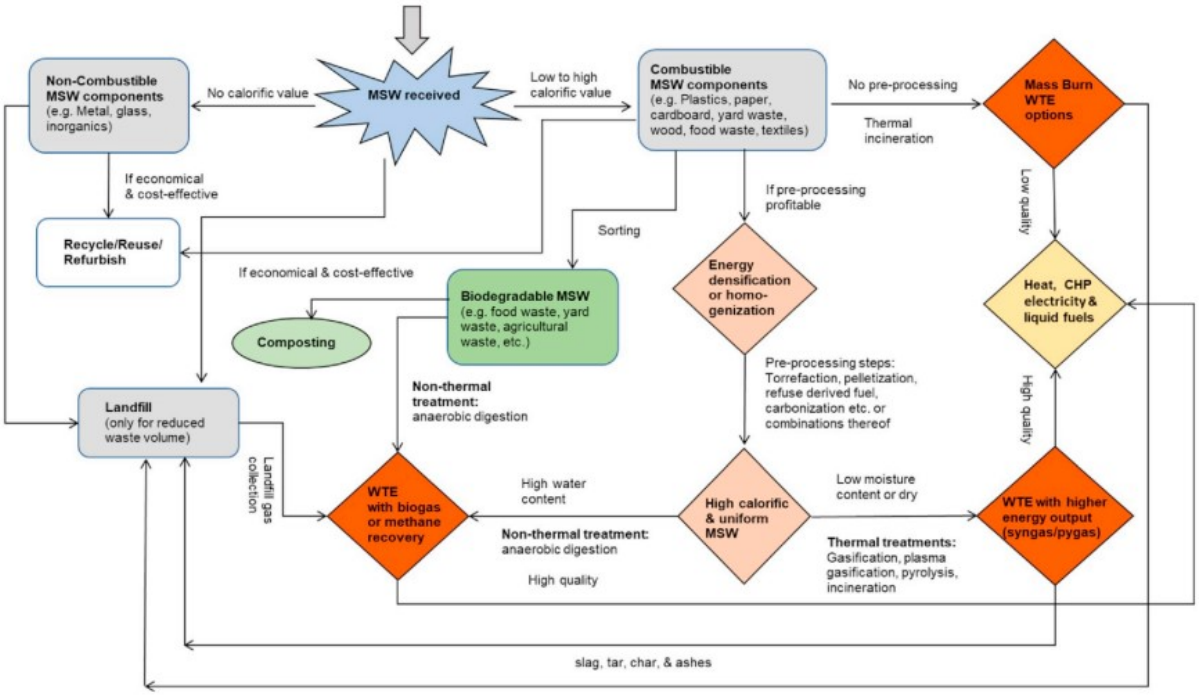
US Regions	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
WTE (in %)	41	21	17	6	4	0	0	2	2	3	96
Landfill (in %)	24	52	54	73	76	78	76	79	51	53	616
Recycling (in %)	27	23	24	19	15	11	22	9	37	32	219
Composting (in %)	8	4	5	2	5	11	2	10	10	10	67
Population (in millions)	14.8	28.4	30.1	66.4	52.5	42.4	14.1	49.7	49.7	13.5	361.6

شکل ۱۳ – روش های رایج دفع پسماند و تولید انرژی از آن در آمریکا

با توجه به این تصویر، WtE سومین روش انتخابی برای تبدیل پسماند به انرژی است و نشان دهنده این است که WtE در آمریکا یک روش نوین به شمار می آید و بسیاری از ایالت ها از آن به عنوان روشی جایگزین یا همراه با سایر روش ها استقبال می کنند. آمارها نشان می دهد روش WtE در اروپا بسیار توسعه یافته تر و رایج تر از آمریکا است. ۴۵۵ مرکز WtE در ۱۸ کشور اروپایی وجود دارد و دانمارک، سوئیس، سوئد و نروژ چهار کشور پیشرو در این زمینه هستند. به علت رایج بودن WtE در اروپا، سختگیری های فراوانی درباره استانداردهای مختلف برای فرآیندهای آن وجود دارد.

روش WtE در آمریکا، امروزه یکی از موضوعات بحث برانگیز بوده و در صورت بهبود فرآیندها جهت ایجاد بازدهی بالاتر، می تواند به روشی با پتانسیل مطلوب جهت تولید انرژی تبدیل شود. در حال حاضر، دفن زباله مرسوم ترین روشی است که در آمریکا به کار گرفته می شود و آلودگی فراوانی نیز به وجود می آورد. باید به این نکته اشاره کرد که به منظور کاهش آلایندگی ناشی از دفن زباله و تولید انرژی، از روش های مختلف حرارتی، غیر حرارتی و بیولوژیکی استفاده می شود اما آنچه مانع توسعه هر چه بیشتر این روش ها می شود، ساخت تجهیزات جدید، ریسک های مالی و سودهای اقتصادی فرعی است.

نخستین روش انتخابی جهت تولید انرژی از پسماند در آمریکا، روش زباله سوزی است و بعد از آن، گازی سازی و پیرولیز شناخته شده و رایج هستند. باید توجه کنیم که در تمام روش های ذکر شده رایج، پسماند جامد باید خشک یا دارای رطوبت بسیار کمی باشند. هر یک از این روش ها، کاربرد، هزینه ها، پارامترهای عملیاتی و بازدهی کلی متفاوتی دارند. دیاگرام زیر، توصیفی از روش های رایج WtE در آمریکا و چگونگی تصمیم گیری در انتخاب هر روش را نشان می دهد.



شکل ۱۴ – روش های رایج WtE و روش تصمیم گیری در انتخاب هر روش

روش زباله سوزی، بهترین روش برای پسماند جامد شهری یا مواد سوختی است که حاوی کربن باشند(زغال سنگ و بیومس). زباله سوزی یک فرآیند گرمازا است که شامل اکسایش کامل پسماند جامد و تولید گاز دودکش [۱۰]، خاکستر و حرات می شود. آلایندگی ناشی از این روش توسط کنترل کننده های آلودگی انجام می شود و نیازمند حساسیت بالایی است تا این روش را از هدف اصلی آن دور نکند.

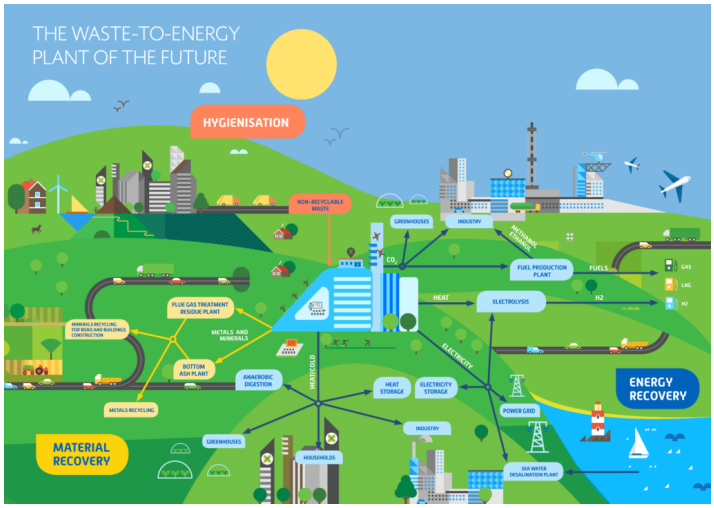
از مراکز WtE در آمریکا می توان به NOVO Energy در ۴ ایالت آمریکا که از روش احتراق و زباله سوزی استفاده می کنند(بازدهی بالای ۶۶۰۰۰ تن در سال)، شرکتی در Massachusettsاز IST Energy که در ابعاد نیمه صنعتی و با روش گازی سازی پوند۲۰۰ پسماند خشک را در هر ساعت به انرژی تبدیل می کند و Ecomaine در Portland آمریکا که با روش زباله سوزی و احتراق و دفن زباله، سالانه ۱۷۵۰۰۰ تن زباله را مصرف و از آن بخاری به دست می آورد که توانی حدود ۱۰۰۰۰۰ مگاوات ساعت برق در سال با خود به همراه دارد.

[10]Flue gas

ایالات Florida، Newyork و California در استفاده از روش های WtE در آمریکا پیشرو هستند. معیارهای تعیین کننده در انتخاب روش، عملیات و هزینه های نگه داری هستند. در صورتی که در فرآیند احتمال وقوع آتش سوزی، ازکارافتادگی و انتشارات بیش ازحد مجاز گازها در هوا باشد، هزینه های احتمالی افزایش می یابد.

گازی سازی ۶۵٪ بقایای کمتری نسبت به زباله سوزی تولید می کند و همین مسئله سبب کاهش هزینه های دفن و در نتیجه ارجحیت این روش به دیگری خواهد بود. در این فناوری های حرارتی، هزینه های عملیاتی، انرژی خالص و سود آن ها وابسته به ترکیبات جریان پسماند ورودی است. همچنین، تمامی این فرآیندها نیازمند منبع تامین آب، تصفیه گل ولای و مواد شیمیایی است که باید در هزینه های اولیه در نظر گرفته شوند و در انتخاب روش مطلوب تر متناسب با شرایط، تعیین کننده هستند.

آمریکا بزرگ ترین تولید کننده پسماند در جهان است، درحالیکه کمترین مقدار بازیافت (حدود ۲۵٪) و بیشترین مقدار دفن زباله (حدود ۵۳٪) را دارا است. ایالاتی از آمریکا که مکان کافی برای دفن زباله ندارند، به دنبال روش های جایگزین به WtE روی آورده است. این سیستم ها باید بتوانند بر چالش های زیست محیطی(آلودگی)، مالی و فنی غلبه کنند. همانطور که گفته شد، پارامترهای مختلفی بر بکارگیری WtE در آمریکا موثر هستند که شامل مسائل مختلفی از جمله استقبال عمومی، کمک های اقتصادی، هزینه های دفن زباله، سود حاصل از فروش انرژی و قوانین محیط زیستی است. این موارد با استفاده از Life Cycle Assessment، آنالیزهای فنی-اقتصادی، شبیه سازی منطق معکوس بررسی و بهینه سازی می شوند. به علت افزایش جمعیت و با توجه به نرخ افزایشی تولید پسماند در کشورهای مختلف بویژه آمریکا، نیاز به از بین بردن آن ها و همچنین نیاز به جایگزین کردن منابع انرژی جدید، کشورها به کنار گذاشتن سوخت های فسیلی و استفاده از انرژی های تجدیدپذیر و WtE روی آورده اند. هدف از توسعه WtE در آمریکا این است که سیستم نهایی، متشکل از بازیافت، تصفیه آب، به حداقل رساندن انتشارات گازی، کارآفرینی و سودرسانی باشد؛ محققان و فعالان این حوزه در تلاش هستند تا مطابق با استانداردهای تعیین شده بتوانند این روش ها را به کار بگیرند و به بخشی از اهداف تعیین شده در این حوزه برسند.



شکل ۱۵ – کاربردهای مختلف WtE (WtE Pathway)

منابع :

- "An overview of waste-to-energy: feedstocks, technologies and implementations." Waste-to-Energy (2020): 1-22.
- Mubeen, Ishrat, and Alfons Buekens. "Energy from waste: future prospects toward sustainable development." Current Developments in Biotechnology and Bioengineering. Elsevier, 2019. 283-305.
- Alao, Moshood Akanni, Olawale Mohammed Popoola, and Temitope Raphael Ayodele. "Waste-to-energy nexus: An overview of technologies and implementation for sustainable development." Cleaner Energy Systems (2022): 100034.
- Gergel, Igor. "Waste to Energy Technologies Overview" Waste to Energy International, May 19, 2021, <https://wteinternational.com/news/waste-to-energy-technologies-overview>
- Foster, William, et al. "Waste-to-energy conversion technologies in the UK: Processes and barriers–A review." Renewable and Sustainable Energy Reviews 135 (2021): 110226.
- "Helping to accelerate the US energy transition to net zero" Equinor in the US, 2021, <https://www.equinor.com/where-we-are/united-states?gclid=CjwKCAiAy_CcBhBeEiwAcoMRHHEeCa3mFv7AfrzxE7UgXJU8jaLuniO8n451MBY6lDjBT0q6gUcIaxoCvsIQAvD_BwE#offshore-wind>
- Korneti, Hana. "The Top Innovations in Waste-To-Energy Technology" Valuer, November 2022, <https://www.valuer.ai/blog/top-innovative-technologies-in-waste-to-energy>
- Antony, Anu, "What are some of the latest waste-to-energy technologies available?" Prescouter, October 2017, <https://www.prescouter.com/2017/10/waste-to-energy-technologies-available>
- Hu, Suh-Woan, and Carl M. Shy. "Health effects of waste incineration: a review of epidemiologic studies." Journal of the Air & Waste Management Association 51.7 (2001): 1100-1109.
- Miandad, R., et al. "Catalytic pyrolysis of plastic waste: A review." Process Safety and Environmental Protection 102 (2016): 822-838.
- " How Does Anaerobic Digestion Work?" United States Environmental Protection Agency, February 9, 2023, <https://www.epa.gov/agstar/how-does-anaerobic-digestion-work#:~:text=Anaerobic%20digestion%20is%20a%20process,in%20the%20absence%20of%20oxygen>
- "Landfill Gas Recovery Process" LeROI Gas. <https://www.leroigas.com/en-co/industries/landfill-gas-recovery-process>

ساختاری پایدار در بتن (الیاف مصنوعی)

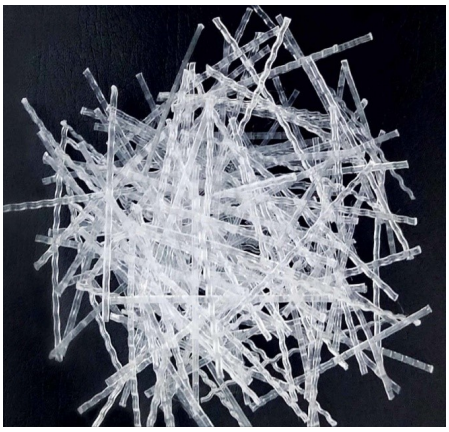
در صنعت ساخت و ساز، بتن یکی از اجزاء جدایی ناپذیر می باشد که از گذشته تا کنون به شکل های مختلف درآمده و روز به روز بر اهمیت این ماده ی ساختمانی افزوده می شود. بتن، مقاومت بالایی در برابر نیروی فشاری از خود نشان داده است. بدلیل ترد بودن، بتن بر اثر اعمال نیروهای کششی، خمشی، برشی و... دچار ریزترک هایی می شود که با اضافه کردن انواع الیاف های مصنوعی می توان این ترک ها را تا حد قابل قبولی کنترل و از ازدیاد آن جلوگیری کرد. استفاده از این نوع الیاف توانسته به چرخه زیستی کمکی شایان کند و بتواند از دفن زباله های پلاستیکی و سوزاندن آن که موجب تولید گاز کربن دی اکسید می شود، جلوگیری کند.

انواع الیاف های مصنوعی قابل استفاده در بتن:

- الیاف پلی پروپیلن(شکل ۱)
- الیاف شیشه(شکل ۲)
- الیاف پلاستیک(شکل ۳)
- الیاف فولاد (شکل ۴)
- الیاف کربن(شکل ۵)

1

2



3

4

5

شکل ۱-انواع الیاف مصنوعی قابل استفاده در بتن

هر کدام از الیاف های نام برده خاصیت و مزایای منحصر به فردی دارند که با توجه به کاربری بتن می توان از آن ها استفاده کرد. در اینجا به طور مختصر به بررسی آن ها از دید عمران می پردازیم.

الیاف پلی پروپیلن

الیاف پلی پروپیلن در برابر حمله های اسیدی و بازی از خود مقاومت نشان داده و دستورالعمل خاصی ندارد و می توان آن را به ماتریس بتن اضافه کرد. مهم ترین مزایای الیاف پلی پروپیلن عبارت اند از، افزایش مقاومت در برابر بارهای دینامیکی، افزایش مقاومت در برابر سایش، مقاومت در برابر برش و مقاومت در برابر آتش سوزی.

در زمان استفاده از الیاف پلی پروپیلن باید به نحوه اختلاط آن توجه کرد تا در یک نقطه تراکم بالایی نداشته باشند و به صورت متوازن توزیع شده باشد.

الیاف پروپیلن در کنار مزایاف معایبی هم دارند؛ با افزایش دوز استفاده شده در مخلوط بتنی دیده شده است که اسلامپ*(slump) بتن کاهش چشمگیری داشته که برای جلوگیری از این اتفاق به بتن مواد افزودنی روان کننده یا ابرروان کننده اضافه می کنند. با توجه به آزمایش های انجام شده، اینگونه مشاهده شده است که الیاف pp *(Polypropylene) نسبت به الیاف های کربن و فولاد، با افزایش دوز الیاف، شاهد کاهش کارایی در بتن با الیاف pp شده است. به گونه ای که تا ۲۰.۸ درصد کارایی نشان داده شده است. دکتر دژیان شن یکی از صاحب نظران در حوزه بتن های الیافی در مقاله خود از الیاف هایی به طول ۵۴ میلی متر و۶۰ میلی متر و۴۲ میلی متر و به میزان ۸ کیلوگرم بر مترمکعب استفاده کردند و نتایج آن ها حاکی از آن است که که تغییراتی در کاهش اسلامپ با کاهش طول الیاف رخ می دهد. در یکی از مقالات اشاره شده است که با اضافه کردن ۱۱-۲ درصد الیاف pp به ماتریس بتن باعث بهبود مقاومت کششی در ۷۰ روز می شود. در مقالات دیگر مشاهده شده است که با اضافه کردن ٪ ۲-۱ pp باعث افزایش استحکام خمشی نمونه ۵۶ روزه شده که به ترتیب ۷.۵ و ۱۰ درصد می باشد. با توجه به تحقیقات انجام شده در یکی از جدیدترین مقالات اینگونه بیان شده است که افزودن الیاف pp به مخلوط بتنی به دلیل عدم تراکم مناسب باعث اثرگذاری منفی بر مخلوط بتنی می شود.

الیاف شیشه

الیاف شیشه به صورت نامرئی هستند و می توان در آخرین سطح لایه بتنی به راحتی از آن ها استفاده کرد (البته از الیاف شیشه ای سفید هم استفاده می شود). تحقیقات نشان داده است که استفاده بیش از ۰.۱ درصد باعث کاهش مقاومت فشاری نمونه های آزمایشگاهی شده است. براساس آزمایش های انجام شده، تغییر در اندازه و نوع دانه بندی در تست های مختلف با نسبت الیاف یکسان تاثیر زیادی بر مقاومت فشاری نمونه ها گذاشته است و این تغییر در دانه بندی بر میزان اسلامپ و استحکام خمشی هم تاثیرگذار بوده است.

استفاده از الیاف شیشه برای مسلح کردن بتن توانسته ۲۵-۲۰ درصد افزایش مقاومت فشاری، خمشی و شکاف را در نمونه های ۲۸ روزه به همراه داشته باشد و همینطور استفاده از الیاف شیشه ای نوع AR برای سازه هایی که در برابر حملات اسیدی قرار دارند توانسته مقاومت خوبی از خود نشان دهد. این مطالعه نشان داد که استفاده از الیاف شیشه در بتن می تواند یک راه حل زیست محیطی برای دفع زباله ی شیشه ای باشد، باتوجه به تست های انجام شده، اینگونه مشخص شده است که با افزودن ۱.۵درصد الیاف شیشه، می توان شاهد افزایش۳۰ درصد در استحکام خمشی بود و بدیهی است که افزایش میزان شیشه سبب کاهش اسلامپ شود.

الیاف پلاستیک

در مطالعه انجام شده بر روی خواص مکانیکی الیاف حاصل از زباله های پلاستیکی در بتن مشاهده شده که با افزودن درصدهای مختلف الیاف در نمونه های ساخته شد(M30) با افزایش الیاف پلاستیک طی ۲۸ روز، مقاومت فشاری نیز افزایش داشته است. افزایش میزان استفاده از الیاف پلاستیک، باعث افزایش مقاومت های شکاف، انعطاف پذیری(خمش) و مقاومت فشاری طی ۲۸روز کیورینگ می شود. استفاده از الیاف پلاستیک باعث جلوگیری از دفع بی رویه زباله های پلاستیکی و همچنین جایگزین مناسبی بجای استفاده از سیمان های مخصوص می باشد. با توجه به آزمایش انجام شده در ساخت نمونه هایی بدون ریزدانه و با درصد الیاف های مختلف (0,0.6,0.8,1.0,1.2,1.4) طی ۲۸ روز، بیشترین مقاومت فشاری مربوط به ۱.۰ درصد الیاف شیشه می باشد و بیشترین مقاومت خمشی مربوط به ۰.۸ درصد الیاف مصرفی در نمونه می باشد

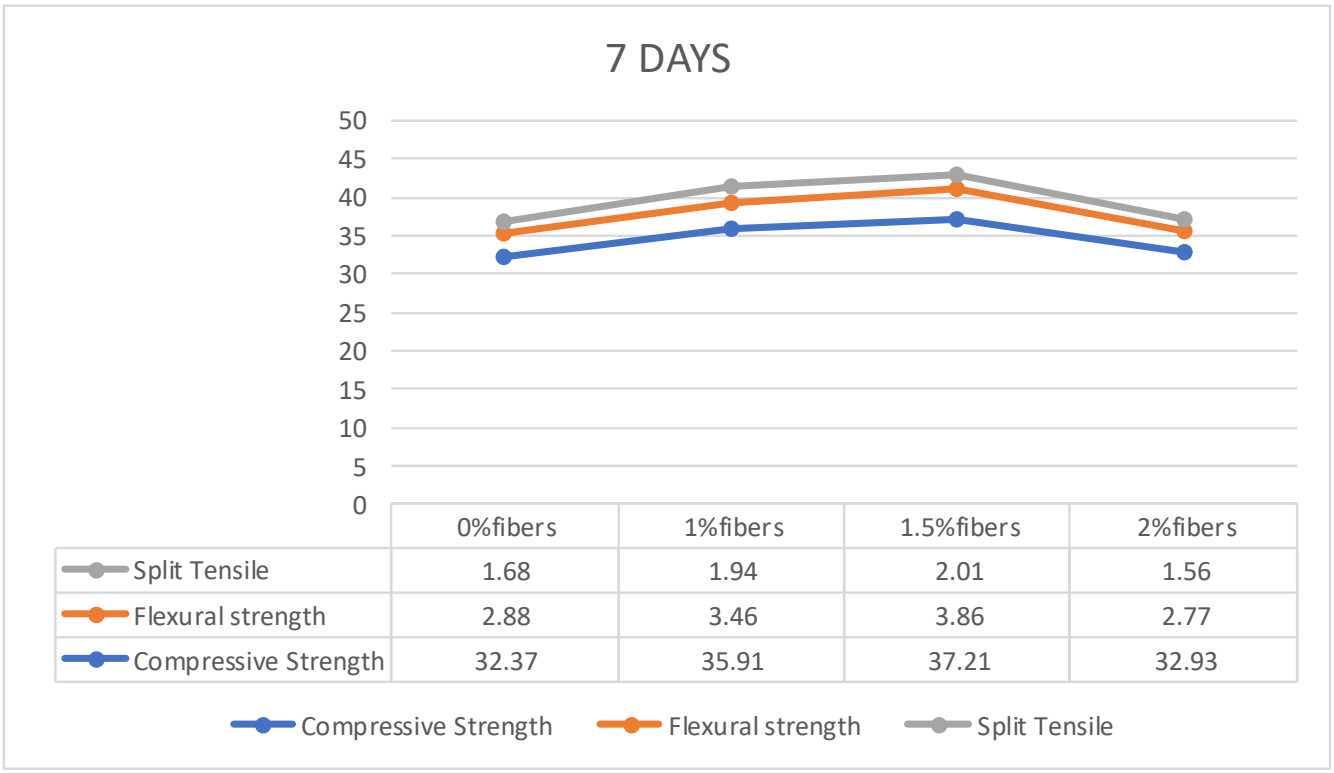
الیاف فولاد

سالانه ۱.۵ میلیارد تن سیم های فولادی در جهان تولید می شوند. در سال های اخیر محققان در تلاش بوده اند تا از مواد تجدیدپذیر و دوستدار محیط زیست در صنعت ساخت و ساز استفاده کنند که الیاف فولاد یکی از آن ها است. با توجه به تحقیقات صورت گرفته دز مورد استفاده توسط دانشمندان ۰.۴۶ و ۰.۲۵ نسبت به وزن بتن می باشد که توانسته عملکرد مناسبی را از خود نشان دهد.

اضافه کردن الیاف فولاد به بتن باعث کاهش کارایی بتن می شود که این مشکل را می توان با انتخاب طول مناسب الیاف و استفاده از دز مناسب حل کرد. آزمایش های انجام شده بر روی بتن های مسلح شده با الیاف شیشه و الیاف فولاد نشان داده که افزودن الیاف فولادی تا حدود ۲ درصد باعث افزایش مقاومت خمشی نسبت به الیاف شیشه می شود و همینطور افزودن الیاف فولاد به نمونه های بتنی باعث افزایش باربری در قسمت های تکیه گاهی می شود.

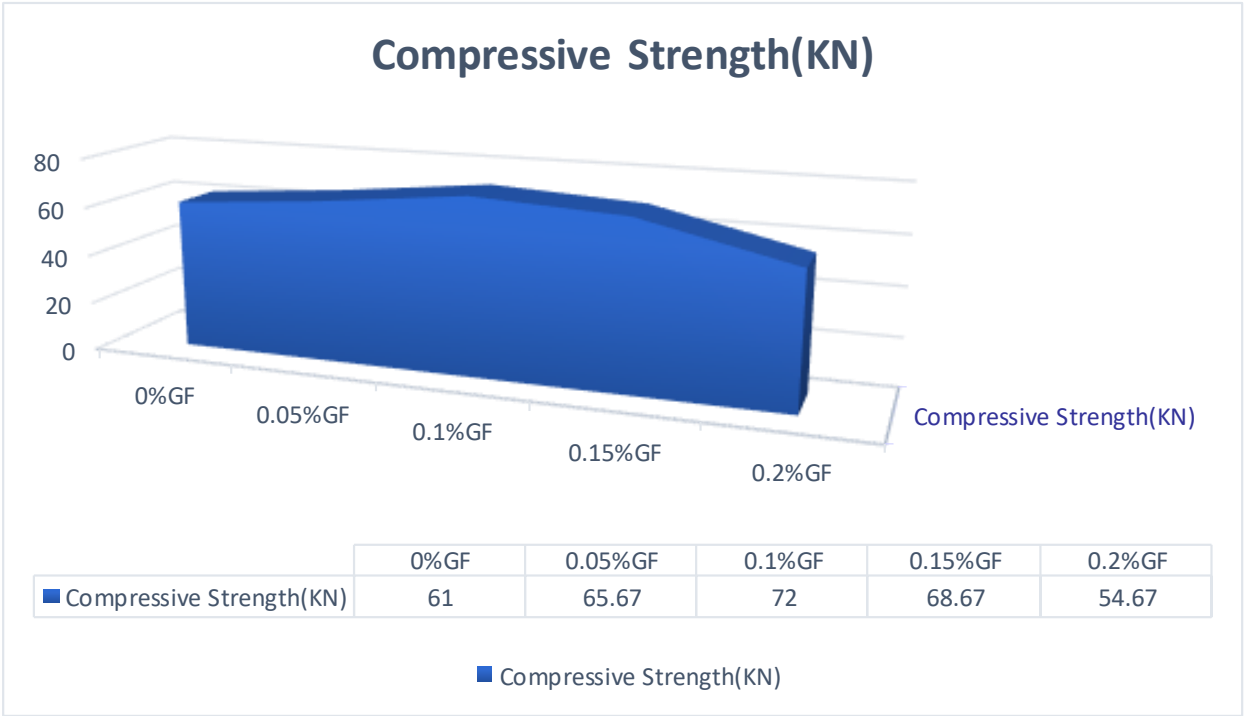
الیاف کربن

اضافه کردن الیاف کوتاه کربن به بتن باعث افزایش مقاومت کششی، خمشی و همچنین سبب افزایش مقاومت ضربه ای می شود. افزایش مقدار استفاده از الیاف کربن به طور مستقیم بر مقاومت کششی تاثیر می گذارد و در محدوده ای با افزایش مقدار الیاف سبب افزایش مقاومت کششی خواهد شد. در آزمایش انجام شده که بر روی الیاف کربن با ۳ طول (۶ و ۱۲و ۲۴ میلی متر) می باشد، نتایج تست مقاومت فشاری حاکی از آن است که الیاف کربن با طول۶ میلی متر، بیشترین مقاومت را نسبت به سایر نمونه ها از خود نشان داده است. الیاف کربن (۲۴میلیمتر) در تست خمش ۳ نقطه ای هم بیشترین مقاومت را نسبت بع سایر نمنه ها از خود نشان داده است.



	0%fibers	1%fibers	1.5%fibers	2%fibers
Split Tensile	1.68	1.94	2.01	1.56
Flexural strength	2.88	3.46	3.86	2.77
Compressive Strength	32.37	35.91	37.21	32.93

شکل۱- بتن M40 (بتن مسلح شده باالیاف کربن)- نمونه ۷روزه



	0%GF	0.05%GF	0.1%GF	0.15%GF	0.2%GF
Compressive Strength(KN)	61	65.67	72	68.67	54.67

شکل۲- بتن مسلح شده با الیاف شیشه- بررسی درصد الیاف شیشه در تعیین

منابع :

- Karahan, Okan & Atiş, Cengiz. (2011). The durability properties of polypropylene fiber reinforced fly ash concrete. Materials & Design. 32. 1044-1049. 10.1016/j.matdes.2010.07.011.
- Kaya M, Yıldırım ZB, Köksal F, Beycioğlu A, Kasprzyk I. Evaluation and Multi-Objective Optimization of Light-weight Mortars Parameters at Elevated Temperature via Box-Behnken Optimization Approach. Materials (Basel). 2021 Dec 2;14(23):7405. doi: 10.3390/ma14237405. PMID: 34885562; PMCID: PMC8658890.
- Shen, Dejian & Kang, Jiacheng & Yi, Xijun & Zhou, Liukun & Shi, Xiang. (2019). Effect of double hooked-end steel fiber on early-age cracking potential of high strength concrete in restrained ring specimens. Construction and Building Materials. 223. 1095–1105. 10.1016/j.conbuildmat.2019.07.319.
- Lakshmi, Aishwarya & Pandit, Poornachandra & Bhagwat, Yamuna & Nayak, Gopinatha. (2021). A Review on Efficiency of Polypropylene Fiber-Reinforced Concrete. 10.1007/978-981-16-2826-9_50.
- Rashid, Muhammad. (2020). Experimental investigation on durability characteristics of steel and polypropylene fiber reinforced concrete exposed to natural weathering action. Construction and Building Materials. 250. 118910. 10.1016/j.conbuildmat.2020.118910
- Ruben, Nerella & Venkatesh, Chava & Durga, Chereddy & Madduru, Sri Rama. (2021). Comprehensive study on performance of glass fibers-based concrete. Innovative Infrastructure Solutions. 6. 112. 10.1007/s41062-021-00490-4.
- Ali, B. & Qureshi, Liaqat. (2019). Influence of glass fibers on mechanical and durability performance of concrete with recycled aggregates. Construction and Building Materials. 228. 10.1016/j.conbuildmat.2019.116783.
- Thiyagarajan, Senthil Vadivel. (2013). An Experimental Study on Mechanical Properties of Waste Plastic Fiber Reinforced Concrete. 2. 395 - 401.
- Krammart, Pitisan & Tangtermsirikul, Somnuk. (2004). Properties of cement made by partially replacing cement raw materials with municipal solid waste ashes and calcium carbide waste. Construction and Building Materials - CONSTR BUILD MATER. 18. 579-583. 10.1016/j.conbuildmat.2004.04.014.
- Al-Obaidi, Zayd. (2021). Properties of no-fines recycled aggregate concrete contains waste plastic fibers. Journal of Physics: Conference Series. 1895. 10.1088/1742-6596/1895/1/012012.

سیستم بازیافت در دانمارک : اهداف و چالش های پیش رو

دانمارک با ۵.۶ میلیون نفر جمعیت، پس از سوئد، دومین کشور پرجمعیت در میان کشورهای شمال اروپا است. تراکم جمعیت در دانمارک بسیار بیشتر از هر کشور شمال اروپا است. بیش از ۱۰۰ سال است که جمع آوری زباله در شهرهای دانمارک فراهم شده است. این فعالیت ها در ابتدا داوطلبانه بودند، اما از حدود۵۰ سال پیش به مقررات تبدیل شدند. شهرداری‌ها بیش از ۴۰ سال است که موظف به جمع‌آوری زباله از خانوارها در شهرک‌ها هستند و همه مالکان موظفند پسماند را به محل جمع‌آوری تحویل داده و هزینه آن را پرداخت کنند. این هزینه توسط شهرداری ها دریافت می شود و آیین نامه نحوه استفاده از آن را توضیح می دهد. از سال ۲۰۱۰ به بعد، هزینه ها باید برای هر طرح جمع آوری محاسبه شود و هزینه یک طرح نمی تواند برای سایر طرح های جمع آوری استفاده شود. این بدان معناست که امکانات محدودی برای استفاده از هزینه‌ها به عنوان مشوق‌های اقتصادی وجود دارد، زیرا هزینه‌ها نمی‌توانند به عنوان ابزاری پولی برای گران‌تر کردن جمع‌آوری زباله و ارزان‌تر کردن جمع‌آوری زباله‌های قابل بازیافت استفاده شوند.

اکثر شهرداری‌ها برای زباله‌ها بر اساس حجم کانتینر، با انتخاب اندازه‌های مختلف کانتینر، برای هر خانوار هزینه طرح‌های بازیافت را پوشش می‌دهند. این امر به خانوارها اجازه می دهد تا با کاهش مقدار زباله های تولید شده با استفاده از یک ظرف کوچک تر در هزینه خود صرفه جویی کنند و انگیزه ای برای کاهش تولید زباله ایجاد می کند. با این حال، از آنجایی که تفاوت هزینه کم است، به عنوان یک ابزار کارآمد نیست. تعداد کمی از شهرداری‌ها به دلیل فناوری و مدیریت پیچیده‌ای که برای اجرای این امر لازم است، هزینه‌ای بر اساس وزن برای زباله دارند (۲ تا ۳ درصد در سال ۲۰۱۸ تخمین زده می‌شود). همه شهرداری‌ها برای خانوارهایی که سالانه هزینه عمومی پرداخت می‌کنند، بدون توجه به میزان استفاده از ایستگاه بازیافت، دسترسی رایگان به ایستگاه‌های بازیافت دارند. در طرحی که برای این خانوار قرار داده شده زباله‌ها به‌جای هفتگی، دو هفته‌ای جمع‌آوری می‌شوند تا هزینه‌ها کاهش یابد و طرح‌های جمع‌آوری جدید برای بازیافت تأمین شود. اطلاعات در مورد طرح ها ارائه شده است اما هیچ مکانیسم رسمی برای تشویق بازیافت وجود ندارد، به عنوان مثال هیچ انگیزه اقتصادی یا اجرایی وجود ندارد. برخی از شهرداری‌ها به خانوارها این امکان را می‌دهند که در ماه‌های تابستان جمع‌آوری هفتگی زباله‌های غذایی را انتخاب کنند.

در قسمت پایین سیاست های مربوط به زباله در دانمارک با توجه به زمان نشان داده شده است:

- سیستم بازگشت سپرده برای ظروف نوشیدنی(۱۹۴۲)
- مالیات بر بسته بندی و مواد خام (۱۹۷۸)
- استراتژی منابع ملی و برنامه ریزی شهرداری (۱۹۸۵، آخرین برنامه های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۵)
- مالیات بر زباله دانمارکی بر دفن زباله و سوزاندن (۱۹۸۶/۱۹۸۷)
- جمع آوری و تنظیم زباله های تجاری (۱۹۸۷)
- بانک زباله مجموعه شیشه، کاغذ و مقوا (۱۹۹۰)
- جمع آوری اجباری زباله های خطرناک شهری (۱۹۹۱)
- ممنوعیت دفن زباله های قابل احتراق (۱۹۹۷)
- طرح های بازیافت اجباری برای زباله های بسته بندی (۲۰۰۶)

چالش ها:

دانمارک دارای یکی از بالاترین نرخ‌های بازیافت در کشورهای شمال اروپا و یک سیستم مدیریت زباله است. از نظر جغرافیایی، دانمارک دارای بزرگترین منطقه شهری، کپنهاگ، و پرجمعیت‌ترین کشور شمال اروپا است که چالش‌های خاص خود را دارد. جمع آوری ضایعات غذایی در ۴۲ شهرداری از ۹۸ شهرداری انجام می شود و در سال های اخیر رو به افزایش بوده است. ترکیب فعلی زباله‌های باقی‌مانده نشان می‌دهد که باید برای جذب مواد خاص، به‌ویژه کاغذ و مقوا که هنوز مقادیر قابل‌توجهی در جریان باقی‌مانده دارند، انجام شود. همین امر در مورد ضایعات آلی، پلاستیک ها و سایر انواع ضایعات صدق می کند زیرا این ترکیب شامل جمع آوری جداگانه زباله های آلی و پلاستیک نمی شود. راه‌اندازی فعلی، امکان استفاده بیشتر از انگیزه‌های اقتصادی، مانند استفاده از هزینه‌های جمع‌آوری زباله‌های باقیمانده برای طرح‌های بازیافت را محدود می‌کند. در حال حاضر یک سیستم مبتنی بر حجم برای جمع‌آوری زباله‌های باقیمانده وجود دارد و سیستم‌های مبتنی بر وزن رایج نیستند. غلبه بر موانع اجرای یک سیستم مبتنی بر وزن ممکن است گام منطقی بعدی را برای تشویق بازیافت فراهم کند.

ظرفیت سوزاندن زباله در دانمارک بالاترین میزان در بین کشورهای شمال اروپا است که در سال ۲۰۱۴ به ازای هر نفر ۵۸۷ کیلوگرم محاسبه شده است، وجود چنین ظرفیت بالای تصفیه برای زباله های باقیمانده به طور بالقوه با توجه به اهداف بازبینی شده نرخ بازیافت اتحادیه اروپا و برای هر فرد مشکل ساز است. در دستیابی به اهداف بازیافت بالاتر، ظرفیت اضافی آزاد خواهد شد (با فرض اینکه رشد زباله قابل توجه نیست، که بعید به نظر می رسد و همچنین نامطلوب است). سطوح بالای ظرفیت زباله سوزی، اگر با زباله‌های باقی‌مانده وارداتی پر نشود، می‌تواند به جای بازیافت، سوزاندن زباله‌ها را برای پر کردن ظرفیت ایجاد کند و بنابراین می‌تواند نرخ بازیافت را محدود کند، مدیریت این خطر می‌تواند به طور بالقوه چالش‌برانگیز باشد. با این حال، از آنجایی که شرکت‌های شهرداری مالک کارخانه‌های زباله سوز و طرح‌های بازیافت هستند، اقتصاد کنونی واردات زباله به این معنی است که افزایش نرخ بازیافت در دانمارک، در حالی که زباله‌های باقیمانده را برای پر کردن ظرفیت سوزاندن وارد می‌کند، قابل اجرا است.

مانند بسیاری از کشورهای شمال اروپا، تعریف جدید بازیافت شهری نیازمند تغییراتی در گزارش است. بازیافت فعلی شهرداری در دانمارک شامل مقدار قابل توجهی چوب است. افزایش بازیافت زباله‌های باغی نیز ممکن است چالشی در دانمارک باشد، زیرا ارزیابی چرخه زندگی نشان داده است که سوزاندن زباله‌های باغ خشک بهتر از کمپوست است و هدف استراتژی منابع این است که ۲۵ درصد زباله‌های باغ سوزانده شود.

برنامه دانمارک بدون زباله :

دانمارک بدون زباله، ارائه رویکرد جدیدی از سوی دولت برای زباله است. طی دهه‌های اخیر، در دانمارک تقریباً ۸۰ درصد زباله‌های خانگی سوزانده شده اند. اگرچه این امر سهم مهمی در تولید انرژی سبز داشته است، مواد و منابعی از دست رفته اند که در غیر این صورت می توانستند بازیافت شوند. اکنون. دولت هدف گذاری کرده است که در سال ۲۰۲۲، ۵۰ درصد زباله های خانگی را بازیافت کند. این بدان معناست که باید تا این سال، نرخ بازیافت زباله های خانگی در دانمارک بیش از دو برابر شود. این یک هدف بلندپروازانه است، زیرا در آینده فقط زباله هایی مانند کاغذ، مقوا و شیشه، که از قبل به جداسازی آنها می پرداختند، جدا نمی شوند. همچنین روی سایر زباله های خانگی از جمله زباله های مواد غذایی تمرکز بیشتری نیز شده است.

دانمارک راه طولانی را در مدیریت پسماند مسئولانه زیست محیطی و سوزاندن زباله طی کرده است. یکی از چشم انداز های دولت این است که دانمارک از منابع و مواد خود محافظت می کند و زباله های خانگی بیشتری را بازیافت می کند، در حالی که کمتر سوزانده می شود. این امر مستلزم آن است که مواد بیشتری به چرخه اقتصادی بازگردانده شوند و مزایایی برای محیط زیست داشته باشند. در عین حال، سازماندهی تلاش ها به صورت مقرون به صرفه و مناسب در یک زمینه اجتماعی مهم است.

در خارج از دانمارک نیز کارایی منابع در دستور کار قرار دارد. همه کشورهای عضو اتحادیه اروپا در مورد هفتمین برنامه اقدام زیست محیطی به خوبی زندگی کردن، در محدوده سیاره ما [1] و یک نقشه راه برای اتحادیه اروپا با منابع کارآمد به توافق رسیده اند. همچنین در سطح جهانی، سران کشورها و دولت‌های جهان درباره اقتصاد سبز و بهره‌وری منابع بحث می‌کنند و دانمارک نقش فعالی در این مذاکرات ایفا می کند. دانمارک بدون زباله، دانمارکی است که در آن، در دراز مدت، بسیار بیشتر بازیافت خواهد کرد و زباله های بسیار کمتری را می سوزاند. همین امر در مورد دفن زباله نیز صدق می کند، که در مدت طولانی فقط برای موادی استفاده می شود که بازیافت یا سوزاندن آنها غیراقتصادی است.

در برنامه دانمارک بدون زباله، برنامه پیشنهادی دولت تمرکز بر موارد زیر است:

- زباله های کمتری را سوزانده و در بهره برداری از ارزش و منابع آن بهتر باشند.
- اثرات زیست محیطی زباله کاهش یابد تا رشد اقتصادی اثرات موازی بر طبیعت و محیط زیست نداشته باشد.
- بازیافت با کیفیت بالا خواهد بود و مواد خطرناک قبل از بازیافت از زباله جدا می شوند.
- اطمینان حاصل گردد که سازماندهی مجدد مدیریت زباله از طریق همکاری قوی تر دولتی و خصوصی صورت می گیرد. شهرداری ها مسئولیت اصلی طرح های پسماند به ویژه زباله های خانگی را بر عهده دارند. شرکت های خصوصی شایستگی و دانش لازم برای توسعه راه حل های فناورانه را دارند. بنابراین مهم است که شهرداری ها و شرکت ها برای توسعه راه حل های جدید زباله با یکدیگر همکاری کنند.

اگر بخواهیم به تاثیرات این استراتژی اشاره کنیم، می توان گفت که انتظار می رود همراه با سایر چارچوب ها و ابتکارات، هدف دو برابر کردن بازیافت زباله های خانگی، با روش های به کار رفته، منجر به افزایش قابل توجهی در کل بازیافت مواد در دانمارک شود. همچنین تبدیل مقرون به صرفه به بازیافت بیشتر مستلزم این است که هم بخش زباله و هم خانوارها برای سازماندهی مجدد خود زمان داشته باشند. در جدول زیر به مهم ترین اثرات ابتکارات اجرایی در این استراتژی ارائه شده است.

[1] Living well, within the limits of our planet

Table 1
The expected effects of the Resources Strategy

	EXPECTED EFFECTS			THE CURRENT SITUATION (2011 FIGURES)		
		2018	2022 GOAL	Recycled	Incinerated	Landfilled
SOURCE	Material type (fraction)	Min %	Min %	%	%	%
Households*	Recycling of organic waste, paper, cardboard, glass, wood, plastic and metal waste*		50	22	75	0
	Collection of waste electronic equipment	75		68**		
The service sector	Recycling of paper, cardboard, glass, metal and plastic packaging	70		53	47	0
	Recycling of organic waste	60		17	83	
Alle	Energy recovery from garden waste*	25		87	4	4
	Collection of waste electronic equipment	65				
	Collection of batteries	55		47		
	Recovery of shredder waste	70		0		
	Recycling of phosphorus in sewage sludge	80		–		

* A smaller volume for temporary storage and special treatment is not shown in this table. Therefore the sum of the three treatment options shown is not 100%.

** Average of amount placed on the market in the past 3 years.

شکل ۱ .تاثیر ابتکارات اجرایی در سال ۲۰۱۱

با این روش های پیشنهادی، در مجموع ۸۲۰۰۰۰ تن زباله کمتر در سال ۲۰۲۲ سوزانده خواهد شد. این رقم شامل سوزاندن ضایعات کمتر از بخش خانگی و خدمات، اما همچنین مقادیر کمی بیشتر از زباله های باغی و زباله های خردکن (ضایعات حاصل از تصفیه زباله های آهن و فلز، به عنوان مثال، ماشین های فرسوده و دوچرخه های قدیمی) است. به عنوان مثال، این بدان معناست که در سال ۲۰۲۲ حدود ۲۲۰۰۰ تن پلاستیک کمتر از خانه ها و شرکت های خدماتی سوزانده می شود که باعث صرفه جویی در مجموع CO_2 به اندازه کمی بیش تر از ۲۵۰۰۰ تن می شود.

امروزه دانمارک تعدادی ابزار برای ترویج بازیافت دارد؛ مالیات بر دفن زباله و سوزاندن وجود دارد، اما برای بازیافت مالیات وجود ندارد. علاوه بر این، روی قوطی‌ها و بطری‌ها سپرده‌ای وجود دارد که تضمین می‌کند تقریباً همه این موارد بازگردانده می‌شوند و می‌توانند دوباره استفاده شوند یا بازیافت شوند. در نهایت، تصفیه برای انواع مختلف زباله نیاز است که بسیار نگران کننده است. سیستم ABCیا Pant A، Pant B و Pant C [۲]مخفف بطری‌ها و قوطی‌های مختلفی است که می‌توان با استفاده از ماشین های برگشت بطری (Flaskeautomat)مستقر در خواربارفروشی‌های معتبر برای شروع فرآیند بازیافت بازگردانده شوند. تمام بطری ها و قوطی های نوشابه در دانمارک دارای مبلغ هستند که پس از خرید پرداخت می شود:

[2]Pant A = یک کرون دانمارک (بطری های شیشه ای کمتر از ۱ لیتر و قوطی های آلومینیومی)
Pant B = ۱.۵ کرون دانمارک(بطری های پلاستیکی کمتر از ۱ لیتر)
Pant C = 3کرون دانمارک (بطری ها و قوطی های بین ۱تا ۲۰ لیتر)

این مبالغ در برچسب قیمت فروشگاه ها لحاظ نمی شود و در صندوق ثبت محاسبه می شود. شما می توانید برچسب های زیر را روی بطری ها و قوطی ها در دانمارک بیابید.

شکل ۲. برچسب های گوناگون برای بازیافت بطری ها

هنگامی که بطری ها و قوطی ها به دستگاه ها بازگردانده می شوند، رسید چاپ می شود و می توانید پول را به صورت نقدی پس بگیرید یا هنگام خرید از فروشگاه استفاده کنید.

شکل ۳. یک سیستم بازیافت رایج بطری در دانمارک

در طول ۲۰ سال گذشته، اکثر زباله های دانمارکی بازیافت شده اند. نرخ بازیافت از ۵۵ درصد در سال ۱۹۹۴ به ۶۱ درصد در سال ۲۰۱۱ افزایش یافت. نرخ سوزاندن از ۲۱ درصد در سال ۱۹۹۴ به ۲۹ درصد در سال ۲۰۱۱ رسید، در حالی که درصد زباله های دفن شده به طور قابل توجهی از ۲۲ درصد به ۶ درصد در طول مدت مشابه کاهش یافت. درصد پایین زباله‌های دفن شده به دلیل ترکیبی از ممنوعیت‌های مربوط به زباله‌های آلی در محل‌های دفن زباله و مالیات بر دفن زباله است.

جدول زیر، اطلاعات مربوط به سال ۲۰۱۱ در دانمارک است که میزان زباله و سرنوشت آن را در انواع صنایع و مصارف نشان می دهد.

	TOTAL	RECYCLING		INCINERATION		LANDFILLING	
SOURCE	Tonnes	Tonnes	%	Tonnes	%	Tonnes	%
Households	2,399,000	856,388	36	1,342,724	56	100,442	4
Building and construction sector	2,663,448	2,317,832	87	88,230	3	208,152	8
Industry	1,076,041	764,640	71	165,652	15	55,995	5
Service sector, including public institutions	1,857,514	1,093,414	59	626,791	34	58,227	3
Utilities and other commercial waste	1,105,757	560,358	51	381,538	35	126,635	11
TOTAL	9,101,760	5,592,632	61	2,604,935	29	549,450	6

شکل 4. میزان زباله و سرنوشت آنها در سال 2011

دانمارک در فهرست کشورهای عضو اتحادیه اروپا برای بازیافت زباله های جمع آوری شده توسط شهرداری ها در رتبه هشتم قرار دارد. معمولاً این کشورها به اندازه دانمارک زباله نمی سوزانند، اما درصد بیشتری از زباله ها را بازیافت یا دفن می کنند.

مدیریت پسماند در دانمارک

شهرداری ها مسئول اصلی حوزه زباله، به ویژه زباله های خانگی هستند. آن ها مسئول اطمینان از جمع آوری زباله های خانگی، وجود ظرفیت کافی برای تصفیه زباله های خانگی دانمارکی و همچنین زباله های مناسب برای سوزاندن و دفن زباله در شهرداری هستند. زباله های تجاری قابل بازیافت که در مبدا تفکیک شده اند تابع شرایط بازار است و اکثر تأسیسات دفن زباله موجود در اختیار بخش دولتی می باشد. علاوه بر این، اکثر کارخانه های زباله سوز متعلق به شرکت های شهرداری هستند. با توجه به بازیافت، در بسیاری از موارد، ظرفیت توسط شهرداری که با شرکت‌های بازیافت خصوصی توافق می‌کند، تضمین می‌شود. بیشتر انواع زباله‌هایی که بازیافت می‌شوند در خارج از کشور پردازش می‌شوند اما بسیاری از شرکت‌های دانمارکی - خصوصی و دولتی - وجود دارند که زباله‌ها را قبل از صادرات جدا کرده و پیش تصفیه می‌کنند. صرف نظر از اینکه زباله‌ها دارای منشا خانگی یا صنعتی باشند، زباله‌ها عمدتاً توسط شرکت‌های خصوصی جمع‌آوری و حمل می‌شوند.

استراتژی منابع برای مدیریت زباله "دانمارک بدون زباله" دارای عناوین زیر است:

- بازیافت بیشتر مواد از بخش خانگی و خدمات
- بازیافت بیشتر مواد از زباله های تجهیزات الکترونیکی و زباله های خردکن
- سوزاندن زباله تا بیوگاز و بازیافت
- بهره برداری بهتر از مواد مغذی مهم مانند فسفر
- بهبود کیفیت در بازیافت زباله های ساختمانی و تخریب
- تبدیل سبز – فرصت های تجاری جدید

بازیافت بیشتر مواد بخش خانگی و خدمات:

سایت های بازیافت دانمارکی بسیار محبوب هستند. با این حال، بسیاری از دانمارکی‌ها نیز می‌گویند که می‌خواهند مطمئن باشند زمانی که صرف جداسازی زباله می‌کنند، زمانی است که به خوبی صرف شده است. در آینده فقط زباله هایی را که قبلاً به جداسازی آنها عادت داشته اند، مانند کاغذ، مقوا و شیشه، جدا نمی کنند. همچنین باید روی تمام زباله های خانگی از جمله زباله های مواد غذایی تمرکز شود. با این روش، دانمارک به هدف اتحادیه اروپا مبنی بر جداسازی ۵۰ درصد زباله‌های خانگی «خشک» (مانند کاغذ، مقوا، شیشه، پلاستیک و فلز) در سال ۲۰۲۰ دست خواهد یافت. هدفی که در آن زباله های آلی تر نیز گنجانده شده است. انتظار می رود که از جداسازی ۵۰۰۰۰ تن زباله ارگانیک به ۳۰۰۰۰۰ تن در سال ۲۰۲۲ برسند.

به منظور حمایت از کار شهرداری ها در زمینه افزایش بازیافت، تعدادی از نوآوری ها مانند اطلاع رسانی و راهنمایی با نمونه هایی از تجربیات و راهکارهای شهرداری اجرا خواهد شد. همچنین امکان درخواست یارانه برای توسعه فناوری، برای مواردی همچون تسهیلات جداسازی و اطلاعات در مورد جداسازی و بازیافت وجود خواهد داشت. همچنین مهم است که ساختار مشوق ها و بهترین ابزار برای افزایش بازیافت وجود داشته باشد، به طوری که بازیافت در جایی که مناسب ترین شرایط در زمینه محیطی و اقتصادی است، افزایش یابد. به عنوان مثال، تعدادی از شهرداری‌ها در سوئد و دانمارک با توجه به میزان زباله‌هایی که خانواده‌ها برای سوزاندن تحویل می‌دهند، هزینه‌های زباله را دریافت کرده‌اند. اینکه در کجا چنین مدل هایی از تبدیل کارآمد زیست محیطی و اجتماعی-اقتصادی به بازیافت بیشتر پشتیبانی می کنند، نیاز به یک ارزیابی کلی وجود دارد.

بسیاری از زباله‌های باغی که به سایت‌های بازیافت تحویل می‌شوند در کارخانه‌های کمپوست تصفیه می‌شوند و این بدان معناست که مواد مغذی را می‌توان به عنوان کود بازیافت کرد. با این حال، شاخه‌های بزرگ‌تر فقط حاوی مقدار کمی مواد مغذی هستند و اینها یک سوخت خوب برای خودرو هستند که بهتر است به جای آن بسوزانید.

انتظارات از استراتژی منابع در بخش خانگی:

- دو برابر زباله های خانگی بازیافت خواهند شد (پسماندهای آلی، کاغذ، مقوا، شیشه، پلاستیک، زباله های چوبی و فلزی). امروزه ۲۲ درصد بازیافت می شود و هدف ۵۰ درصد در سال ۲۰۲۲ است.
- بازیافت انرژی از ۲۵ درصد زباله های باغی در سال ۲۰۱۸
- بازیافت بسته بندی کاغذ، مقوا، شیشه، فلز و پلاستیک از بخش خدمات ۲۵ درصد افزایش یافت. سطح مورد انتظار در سال ۲۰۱۸ ۷۰٪ بوده است.
- تقریباً چهار برابر زباله‌های آلی رستوران‌ها، فروشگاه‌های مواد غذایی و غیره جمع‌آوری شده و برای بیوگاز مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. در سال ۲۰۱۳ حدود ۱۷ درصد جمع آوری شده بود. سطح مورد انتظار در سال ۲۰۱۸ ۶۰٪ است.

روش های پیشنهادی برای افزایش بازیافت در این بخش:

- حمایت از توسعه طرح‌های جمع‌آوری جدید در شهرداری‌ها که دسترسی آسان شهروندان به تفکیک و در نتیجه بازیافت بیشتر زباله‌های خانگی، از جمله زباله‌های آلی، زباله‌های پلاستیکی و فلزی را تضمین می‌کند.
- بودجه برای توسعه و نمایش تسهیلات جداسازی و تصفیه بهتر، از جمله مدیریت بخش های خشک (مانند پلاستیک و فلز) از زباله های خانگی و زباله های حجیم
- مشارکت برای زباله های پلاستیکی که در آن شرکت ها، موسسات دانش و غیره با هم فناوری های تصفیه را ترویج می کنند که منجر به افزایش بازیافت می شود.
- مشارکت بین شهرداری‌ها، شرکت‌ها، طراحان، جامعه شناسان و غیره برای توسعه سیستم‌های زباله ساده و قابل دسترسی
- مجموعه ای برای حمایت از پروژه های کارآفرینان سبز که می توانند به اجرای محلی تبدیل سبز کمک کنند. برای مثال، این موارد ممکن است پروژه هایی باشند که مصرف پایدار را تضمین می کنند.
- ایجاد امکان در قانون برای مشاغل خصوصی برای راه اندازی طرح های بازگشت خود برای محصولات عرضه شده در بازار در زمینه های دیگری غیر از تجهیزات الکترونیکی.
- ابتکارات کمپین اطلاعاتی برای عموم به منظور ترویج بازیافت، به عنوان مثال، زباله های آلی، پلاستیکی و فلزی، از جمله در سایت های بازیافت یا از طریق طرح های اطلاعاتی محلی
- گفتگو با بخش خدمات در مورد ابتکارات بازیافت تا سال ۲۰۱۸، ابتکارات اطلاعاتی مشترک در مورد جداسازی و تصفیه زباله از بخش خدمات، به عنوان مثال. زباله های آلی، زباله های پلاستیکی و فلزی
- دستورالعمل هایی با نمونه هایی از ۳-۴ راه حل که به خوبی کار می کنند و از جداسازی زباله ها (از جمله زباله های آلی، فلزی و پلاستیکی) پشتیبانی می کنند، به طوری که زباله های جدا شده می توانند جایگزین مواد شوند، به عنوان مثال در کود، به طوری که برای پردازش تا بالاترین حد جدید مناسب باشد. (محصولات با کیفیت)

تجزیه و تحلیل ساختارهای هزینه در منطقه زباله که می تواند از اهداف استراتژی منابع برای بازیافت بیشتر حمایت کنند.

به عنوان مثال، مس و آهن، اما بسیاری از مواد خام حیاتی هنوز در حال از بین رفتن هستند. این امر به ویژه در مورد عناصر خاکی کمیاب مانند نئودیمیم که یک ماده خام ضروری در توربین‌های بادی، دیسک‌های سخت کامپیوتری و خودروهای الکتریکی است، صدق می‌کند. بازیافت فلزات و عناصر کمیاب خاکی در سطح جهان به جای استخراج سنگ معدن جدید، ممکن است مزایای زیست محیطی داشته باشد.

زباله خردکن از دوچرخه ها و اتومبیل های قدیمی تشکیل شده است که به عنوان مثال حاوی مواد خطرناک هستند و امروزه مقادیر زیادی از این نوع زباله ها در محل دفن می شوند. در واقع آنقدر زباله دفن می شود که زباله خردکن یکی از بزرگترین انواع زباله برای دفن زباله در دانمارک است. این ضایعات حاوی منابعی است که می تواند به مراتب بهتر مورد بهره برداری قرار گیرد.

انتظارات از استراتژی منابع در بخش زباله های تجهیزات الکترونیکی و زباله های خردکن:

- در سال ۲۰۱۸ در مجموع ۶۵ درصد از تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی موجود در بازار جمع آوری می شود که ۷۵ درصد آن از خانوارها است.
- قرار است در سال ۲۰۱۸ در مجموع ۵۵ درصد از باتری های قابل حمل موجود در بازار جمع آوری شود. در سال ۲۰۱۱، ۴۷ درصد جمع آوری شد.
- در سال ۲۰۱۸ قرار است زباله‌های خردکن بیشتر و بهتر جمع‌آوری شود، بیش از ۳۰٪ زباله خردکن بدون تصفیه دفن شود و ۷۰٪ بازیافت شود (حداقل ۱۰٪ بازیافت). امروزه تقریباً تمام زباله های خردکن دفن می شود.

روش های پیشنهادی برای افزایش بازیافت در این بخش:

مشارکت بین تولیدکنندگان، شهرداری ها و جمع آوری کنندگان ثبت شده در جمع آوری زباله های کوچک تجهیزات الکترونیکی. این مشارکت، بخش‌ها و دسته‌های محصول را برای افزایش مجموعه شناسایی می‌کند و همچنین طرح‌هایی را برای افزایش مجموعه پیشنهاد می‌کند.

مشارکت بین بازیگران مربوطه برای افزایش بازیافت وسایل نقلیه الکتریکی و هیبریدی همیشگی به طوری که این وسایل نقلیه به همان میزان سایر وسایل نقلیه مورد استفاده مجدد و بازیافت قرار گیرند.

بررسی امکان طرح داوطلبانه جمع آوری تلفن های همراه به عنوان مثال در فروشگاه های تلفن

همکاری استراتژیک - ترجیحا بین المللی - برای بازیافت تجهیزات الکترونیکی زباله، از جمله تامین مالی برای توسعه، آزمایش و نشان دادن فناوری جدید برای پیش تصفیه تجهیزات الکترونیکی زباله

مشارکت در کار اتحادیه اروپا در زمینه پایه فنی برای تعیین استانداردهایی برای تصفیه تجهیزات الکترونیکی زباله با هدف تضمین بهره بهرداری از منابع

تهیه تحلیل چرخه حیات و تجزیه و تحلیل اجتماعی-اقتصادی زباله خردکن

سوزاندن زباله تا بیوگاز و بازیافت:

در توافقنامه انرژی ۲۰۱۲، دولت اهداف بلندپروازانه ای را برای تامین انرژی دانمارک تعیین کرده است. هدف این است که تا سال ۲۰۵۰ از سوخت های فسیلی مستقل باشند. به همین منظور باید بین ظرفیت نیروگاه های سوزاندن و نیروگاه های بیوگاز انسجام وجود داشته باشد. سیستم باید به گونه ای سازماندهی شود که هیچ مانعی برای بازیافت وجود نداشته باشد. سازماندهی مجدد بخش زباله سوز دانمارک باید به اطمینان حاصل شود که بیشتر بازیافت انجام شود و کمتر سوزانده شود. تفاوت ۶۰۰ کرون در هر تن در قیمت زباله سوزاندن در کارخانه های مختلف سوزاندن وجود دارد. این نشان می دهد که پتانسیل قابل توجهی برای بهبود کارایی در این بخش وجود دارد. تجزیه و تحلیل ها نشان می دهد که پتانسیل بهبود بازده اجتماعی-اقتصادی تا ۳۸۰ میلیون کرون در سال برای این بخش وجود دارد.

بازیافت بیشتر مواد از زباله های تجهیزات الکترونیکی و زباله های خردکن:

ضایعات تجهیزات الکترونیکی و زباله های خردکن حاوی مواد با ارزش بسیاری است، به ویژه ۱۴ منبعی که اتحادیه اروپا آنها را به عنوان مواد خام "بسیار حیاتی" تعیین کرده است. بسیاری از منابع موجود در ضایعات تجهیزات الکترونیکی در حال حاضر تا حد زیادی در حال بازیافت هستند،

انتظارات از استراتژی منابع در بخش سوزاندن زباله تا بیوگاز و بازیافت :

- راندمان بیشتر در بخش سوزاندن، بهره برداری هوشمندانه از زباله های قابل بازیافت که امروزه سوزانده می شوند و زباله ها به مقرون به صرفه ترین کارخانه سوزاندن ارسال می شوند.
- افزایش جمع آوری، به عنوان مثال زباله های آلی از خانوارها و بخش خدمات برای بیوگازسازی

روش های پیشنهادی برای افزایش بازیافت در این بخش:

- باید چارچوبی برای بخش سوزاندن کارآمدتر ایجاد شود. سازماندهی مجدد این بخش باید اطمینان حاصل کند که بخش زباله سوز به بازیافت کمک می کند و زباله ها با مقرون به صرفه ترین برنامه سوزانده می شوند.
- دولت الگویی برای سازماندهی جدید بخش سوزاندن زباله اائه خواهد کرد.

بهره برداری بهتر از مواد مغذی مهم مانند فسفر:

مواد مغذی مهمی در لجن فاضلاب و کود دامی وجود دارد. این مواد منابع ارزشمندی هستند که جایگزینی آنها به ویژه در تولیدات کشاورزی غیرممکن است. یک مثال مهم فسفر است .امروزه در مجموع ۲.۶ میلیون تن لجن فاضلاب، ۳۲ میلیون تن کود دامی و ۰.۷ میلیون تن زباله آلی در دانمارک تولید می شود. این زباله ها روی هم حدود ۵۰۰۰۰ تن فسفر دارند. این پتانسیل وجود دارد که از فسفر موجود در خاکستر حاصل از سوزاندن لجن فاضلاب و هدفمندتر شدن بیشتر در بهره برداری از فسفر کود دامی استفاده شود، به طوری که بدون تأثیر بر خاک و محیط آبی با مقادیر بیش از حد مواد مغذی که توسط محصولات جذب نمی شود.

انتظارات از استراتژی منابع در بخش بهره برداری بهتر از مواد مغذی مهم مانند فسفر:

- در سال ۲۰۱۸، ۸۰ درصد فسفر حاصل از لجن فاضلاب از طریق بهره برداری از فسفر موجود در خاکستر حاصل از سوزاندن لجن به عنوان کود یا پخش آن در خاک کشاورزی، بازیافت می شود. امروزه ۵۰-۵۵ درصد لجن بازیافت می شود.
- فسفر حاصل از کود دامی زمانی که از کود برای بازیافت انرژی استفاده می شود به عنوان کود استفاده می شود.

روش های پیشنهادی برای افزایش بازیافت در این بخش:

- بودجه برای توسعه، آزمایش و نشان دادن فناوری برای بازیابی فسفر از لجن فاضلاب.
- امکان ایجاد بانک های فسفر برای دفن جداگانه خاکستر حاصل از سوزاندن لجن فاضلاب

- پیگیری چرخه حیات و تجزیه و تحلیل های اجتماعی-اقتصادی نیازهای تصفیه برای لجن فاضلاب و احتمالاً کود دامی به طوری که محتوای فسفر مورد بهره برداری قرار گیرد؛ به عنوان مثال، پس از سوزاندن خاکستر، این مسئله مهم است که که آیا هر یک از الزامات تصفیه مستلزم هزینه های مالی برای مشاغل است یا خیر.

بهبود کیفیت در بازیافت زباله های ساختمانی و تخریب:

ضایعات ساخت و ساز و تخریب بیشترین درصد از کل حجم زباله را تشکیل می دهند. حدود ۸۷ درصد از زباله های ساختمانی و تخریب بازیافت می شود. بسیاری از زباله های ساختمانی و تخریب حاوی مواد خطرناک هستند. بنابراین حذف این مواد به گونه ای که در محیط پخش نشوند و از مواد جدیدی که ممکن است برای محیط زیست و سلامت خطرآفرین باشد آگاه باشند، بسیار مهم است. PCB یک ماده خطرناک برای محیط زیست و سلامت است. (برد مدار چاپی (PCB) یک مجموعه الکترونیکی است که از هادی های مسی برای ایجاد اتصالات الکتریکی بین قطعات استفاده می کند.)

با این حال، مواد مضر دیگری نیز برای محیط زیست در زباله های ساختمانی و تخریب وجود دارد و این مواد پتانسیل را برای بازیافت بهتر و ایمن تر فراهم می کنند. لوله های گرمایش از یک هسته آهنی تشکیل شده اند که با فوم پلاستیکی عایق شده است. از دهه ۱۹۶۰ تا سال ۲۰۰۲، فوم پلاستیکی با استفاده از هیدروکربن های هالوژنه مانند CFC ها (به عنوان مثال فریون) تولید می شد. هنگامی که فوم پلاستیکی در لوله گرمایش منطقه ای تصفیه می شود، باید از فناوری استفاده شود که گاز تخریب کننده لایه ازن را جمع آوری کرده و به کاهش اثر گلخانه ای کمک می کند.

علاوه بر این، در سال‌های آینده با بزرگترین توسعه توربین‌های بادی مواجه خواهیم بود. این بدان معنی است که بسیاری از توربین های بادی کوچکتر به پایین کشیده می شوند تا با توربین های جدید و بزرگتر جایگزین شوند. این نتیجه هدف دولت برای تامین ۵۰ درصد تولید برق از انرژی باد در سال ۲۰۲۰ است. بنابراین یافتن بهترین راه ممکن برای اطمینان از استفاده و بهره برداری از توربین های بادی پایان عمر به عنوان منبع مهم است. تا حدی به این دلیل که مواد را می توان برای مقاصد دیگر استفاده کرد و تا حدودی به این دلیل که برخورد با تیغه ها در صورت دفن زباله دشوار است.

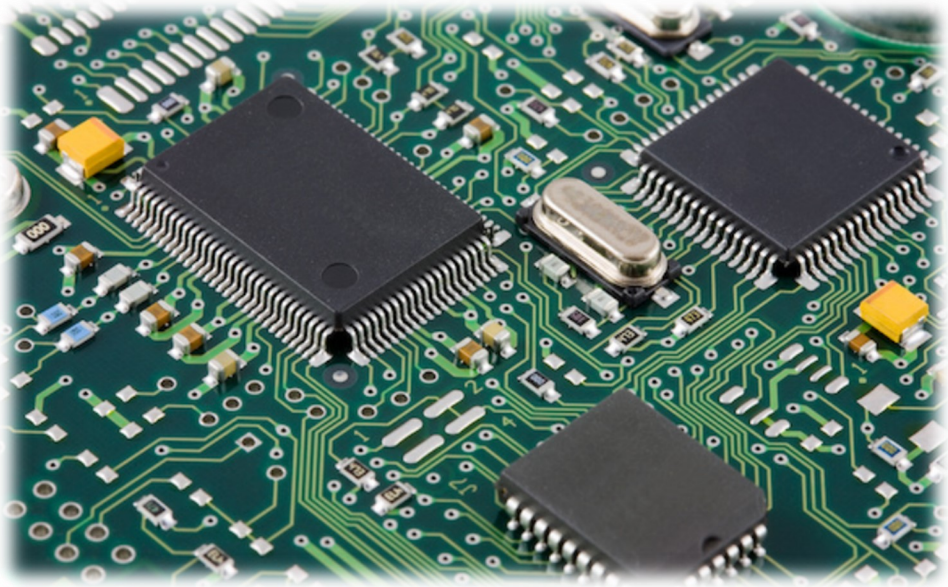
انتظارات از استراتژی منابع در بخش بهبود کیفیت در بازیافت زباله های ساختمانی و تخریب:

- محدود کردن انتشار غیرقابل قبول مواد نگران کننده در محیط از زباله های ساختمانی و تخریب از طریق بهبود کیفیت زباله های مورد استفاده برای اهداف جدید (بازیابی)
- مصالح در حداقل ۷۰ درصد از کل ضایعات ساختمانی و تخریب برای مقاصد جدید (بازیابی) استفاده می شود.

روش های پیشنهادی برای افزایش بازیافت در این بخش:

- تعیین مقادیر حدی برای محتوای PCB در زباله های ساختمانی
- الزامات سخت گیرانه تر برای تخریب ساختمان ها به منظور ایجاد دید بهتر و جامع تر از مواد و مواد موجود در زباله های ساختمانی.
- الزامات پیشرفته برای صلاحیت شرکت های تخریب
- پشتیبانی از بازیافت پره های توربین بادی پایان عمر و بررسی مزایا و معایب معرفی الزامات تصفیه برای پره های توربین بادی پایان عمر
- بررسی مزایا و معایب معرفی الزامات تصفیه لوله های گرمایش شهری

در شکل زیر نوعی PCB را مشاهده می کنید.



منابع :

- Rosendal, R. "Danish policy on waste management–Denmark without waste." *no. November* (2015)
- Papineschi, Joe, et al. Analysis of Nordic regulatory framework and its effect on waste prevention and recycling in the region. Nordic Council of Ministers, 2019.

مصاحبه

مصاحبه با :

دکتر ابوعلی گلزاری

محقق حوزه بازیافت و مدیریت پسماند

در ابتدا از شما تشکر می کنیم که وقت خود را در اختیار ما قرار دادید. محوریت شماره پنجم نشریه فناوری های سبز بازیافت و تولید انرژی است و هدف ما بیانگر تکنولوژی ها و اخبار داخلی و خارجی پیرامون این موضوع مهم که در آینده بیشتر از آن خواهیم شنید، است.

لطفاً خود را معرفی نموده و زمینه کاری و پژوهشی خود را توضیح دهید.

با عرض سلام خدمت شما. در ابتدا بسیار خوشحالم که شما دانشجویان فعال را می بینم و بسیار خرسندم که می بینم دانشجویانی هستند که به دنبال این مسائل هستند و می تواند امیدوارکننده باشد. بنده ابوعلی گلزاری هستم؛ فارغ التحصیل مقطع کارشناسی مهندسی شیمی از دانشگاه تهران و در مقطع کارشناسی ارشد، در گرایش انرژی در دانشگاه صنعتی شریف تحصیل نموده ام. در مقطع دکتری و فوق دکتری نیز مجدداً به دانشگاه تهران بازگشتم و در رشته مهندسی محیط زیست، مشغول به تحصیل شدم. همچنین برای یک فرصت مطالعاتی، به کشور ژاپن رفتم و در دانشگاه صنعتی توکیو مشغول به فعالیت بودم.

پس از بازگشت به ایران، به عنوان مشاور حوزه مدیریت پسماند، در سازمان برنامه و بودجه کشور و مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی مشغول بودم. همچنین در کرسی سلامت اجتماعی یونسکو و در کارگروه ملی مدیریت پسماند نیز به عنوان مشاور مدیریت پسماند فعالیت می کردم.

بنده، خود نیز به همراه همکارانم در بخش خصوصی، در همین حوزه یک شرکت دانش بنیان داریم و البته همچنان به عنوان مشاور مدیریت پسماند در صنایع بزرگ کشور از جمله برخی پالایشگاه ها و پتروشیمی های کشور و ... مشغول هستم. با توجه به سمت هایی که داشتم، فعالیت پژوهشی من نیز در حوزه مدیریت سبز و مدیریت پسماند است. در دانشگاه های تهران، صنعتی امیرکبیر و علم و صنعت در حوزه مدیریت پسماند، تدریس داشتم و دارم.

در شرکت خودمان که اشاره کردم، فعالیت هایی از قبیل مشاوره حوزه مدیریت پسماند، احداث شهرک بازیافت برای برخی صنایع بزرگ و مهم کشور، ساخت دستگاه های هضم بی هوازی برای پسماند های تر داریم. همانطور که می دانید شرکت های دانش بنیان بر حسب یک محصول دانش بنیان ایجاد می شوند و ما دستگاهی ساختیم که فلزات ارزشمند را از پسماند های الکترونیکی جدا می کند.

مسأله بازیافت همواره مورد توجه قرار گرفته است؛ اگر بخواهیم یک مفهوم درستی از بازیافت بیان کنیم، آن مفهوم چیست و تا چه حد به آن در ایران عمل می شود؟

واقعیت مسأله این است که ما چیزی به نام دور ریز به این طریق که به ما تفهیم شده است، نداریم؛ به طور مثال، یک لیوان شکسته یک پسماند نیست و همان یک وسیله ناقص محسوب می شود و به عنوان یک منبع به شمار می رود یا بطری آب معدنی پس از مصرف، به عنوان یک ماده دور ریز نیست و به عنوان یک PET[1] و منبع شناخته می شود. این مسأله و تعریف، باید نهادینه شود که متأسفانه هنوز نهادینه نشده است؛ بنابراین ما باید با همین دیدگاه به بحث مدیریت پسماند نگاه کنیم. ما یک 4R داریم که اولین آن ها Reduction است که کاهش از مبدأ است و پسماند را از همان ابتدای کار کاهش می دهیم؛ به طور مثال در گذشته، مردم از کیسه های مخصوص که با نام زنبیل شناخته می شدند، برای خرید روزمره استفاده می کردند که کار بسیار پسندیده ای بود اما امروزه ما برای خرید از چند کیسه پلاستیکی استفاده می کنیم و میزان تولید پسماند را افزایش می دهیم. دومین کلمه، Reuse است که در واقع همان بازاستفاده کردن است؛ در بسیاری از مواقع ما هیچ تغییری در ماهیت مواد نمی دهیم. سومین جز Recycle است که همین بحث بازیافت است؛ در اینجا هم ماهیت ماده عوض نمی شود اما برخی تغییرات اعم از تغییرات فیزیکی بر مواد انجام می شود؛ مثلاً پسماند های پلاستیکی را به یک محصول پلاستیکی دیگر تبدیل می کنیم و بنابراین ماهیت اولیه مواد تغییرات چندانی نمی کند.

آخرین جزء نیز Recovery است که به معنای بازیابی است؛ در اینجا ماهیت ماده تغییر می کند؛ مثلاً ما پسماند تر را داریم و با تغییراتی که ایجاد می کنیم، آن را به Biogas تبدیل می کنیم و اینجا ماهیت ماده عوض می شود. جهت دسته بندی پسماندها، می توان آن ها را به دو دسته تر و خشک تقسیم نمود؛ پسماند تر که تکلیف آن مشخص است و پسماند خشک نیز یا با ارزش است یا بی ارزش. پسماند خشک با ارزش قابلیت بازیافت را دارد و پسماند خشک بی ارزش، وارد Reject می شود و سوزانده می شود که به اشتباه در کشور به آن ها زباله سوز می گوییم. این پسماندها توجیه اقتصادی برای بازیافت را ندارند و به همین دلیل سوزانده می شوند و ماهیت آن ها عوض می شود و حرارت تولید می شود.

[1] Polyethylene Terphthalate

همچنین کشورهای پیشرفته به سمت Smart waste management می روند که خیلی از مباحثی که بحث کردیم، در یک شهر هوشمند کاملاً برنامه ریزی شده است. سازمان های مربوطه نباید صرفاً به دنبال نمایش باشند و باید به برنامه ریزی ها به درستی عمل کنند.

در رابطه با بحث درک مفهوم بازیافت و مدیریت پسماند، متأسفانه جامعه ما به آن صورت نپذیرفته است؛ به طور مثال یک کودک زباله خوراکی خود را در کوچه و خیابان رها می کند. با این وجود، نمی توان امیدوار بود که چنین فردی در بزرگسالی، با این شرایط بتواند مفهوم بازیافت و تفکیک زباله و ... را عملیاتی سازد. ما هنوز آموزش در حوزه بازیافت و مدیریت پسماند را در مدارس شروع نکرده ایم. ما در دانشکده فنی دانشگاه تهران که خود را مهد مهندسی کشور می نامد، تفکیک پسماند را به طور جدی نداریم. ما در کوی دانشگاه تهران، یک فرهنگ صحیح تفکیک پسماند نداریم و یا حتی در سلف دانشکده فنی، برای تفکیک پسماند، هیچ سیستمی وجود ندارد. خاطرم است که یکبار از برخی دانشجویان در رابطه با اینکه یک ظرف پلاستیکی استفاده شده ماست پسماند تر یا خشک است سوال پرسیدیم که بالای ۹۰ درصد به اشتباه گفتند پسماند تر است در حالی که نمی دانستند پسماند خشک پسماند فساد ناپذیر است و پسماند تر، فساد پذیر. بنابراین ما حتی در مفاهیم اولیه مدیریت پسماند هم مشکل داریم. بنظرم در وهله اول، باید این مفاهیم ساده را در بین اقشار تحصیل کرده جامعه جا بیندازیم و سپس به دیگر اقشار جامعه آموزش دهیم.

متأسفانه به شرایط گونه ای است که این مسائل در اولویت آموزشی قرار نگرفته است و به صحبت ها، جامه عمل پوشانیده نشده است.

بحث انرژی همواره در جهان مطرح است و بحران انرژی برخی کشورها را درگیر کرده است. به نظر شما بازیافت چه نقشی می تواند در سبد انرژی مردم در جهان آینده داشته باشد؟

همانطور که گفتم دو نوع پسماند تر و خشک داریم که پسماندهای خشک با ارزش بازیافت می شوند؛ بنابراین پسماند تر و پسماند خشک بی ارزش باقی می ماند. برای مدیریت پسماند تر و بهترین روش آن که در اقلیم ایران نیز پاسخگو است، استفاده از هاضم است و نهایتاً به Biogas باید تبدیل کنیم که ما متأسفانه یک هاضم هم در کشور نداریم که همه مراکز مرتبط، اعم از دانشگاه ها مقصرند؛ زیرا فقط پروژه های نامعقول را دنبال می کنند و به دنبال ارتباط با صنعت نیستند و همین مسأله موجب شده است تا نتوانیم پیشرفت خوبی در این زمینه داشته باشیم.

البته متأسفانه در تمامی حیطه ها، گاهاً پروژه هایی برای دانشجویان تعریف می شود که هیچ نقشی در حل مسائل و مشکلات جامعه را ندارند. باید ارتباط با صنعت افزایش پیدا کند، افراد نباید فقط به فکر ثبت مقالات بین المللی از این پروژه ها باشند و دانشگاه ها باید در خدمت جامعه باشند. متأسفانه باید گفت که عطش دادن مقالات ISI یک آفتی در میان دانشگاهیان شده است و باید دانشگاه در کنار اهمیت به مقالات، به فکر حل مسائل اجتماعی نیز باشد.

اگر بخواهیم یک برآورد اولیه بکنیم، اگر بخواهیم همه پسماند های کشور را به انرژی تبدیل کنیم، حدود ۳۰۰ مگاوات برق به ما می دهد که نسبت به نیروگاه های وزارت نیرو، عدد محسوسی نیست. به نظر من در سیاست گذاری های این حوزه، باید به دنبال امحا پسماند باشیم و به دنبال تولید انرژی از آن نباشیم؛ چون توجیه اقتصادی ندارد. به نظر من مشکل ما در کشور تولید برق از پسماند نیست؛ بلکه مدیریت پسماند می باشد.

در ایران، به طور کلی هزینه تولید انرژی پایین است و به همین دلیل توجه کمتری به سوخت های زیستی، انرژی های تجدیدپذیر و غیره می شود. ما نباید در برخی پروژه ها سردرگم شویم و متناسب با شرایط و پذیرش اجتماعی، به دنبال این پروژه ها باشیم؛ به طور مثال من در ۱۰ سال گذشته، پروژه ای در رابطه با سوخت های زیستی داشتم و عقیده داشتم که در آینده می توانیم یک کارخانه تولید سوخت های زیستی راه اندازی کنیم اما چنین اتفاقی نیوفتاده است. در کل برای جمع بندی، بنده موافق تولید انرژی از پسماند در حال حاضر در کشور نیستم.

در رابطه با کشور های اروپایی یک آماری را برای شما بیان کنم؛ به طور مثال، کشور سوئیس آب گرم خود را از راه مدیریت پسماند تأمین می کند یا در آلمان حدود ۱۷،۰۰۰ هاضم داریم. در ایران تعداد محدودی زباله سوز داریم و حتی یک هاضم در کشور نداریم.

همیشه یک سوالی پیش می آید که چین چگونه پسماند خود را مدیریت می کند. ما در کشور سالیانه حدود ۲۰ میلیون تن پسماند تولید می کنیم و در چین ۵۰۰ میلیون تن پسماند در سال تولید می شود. در چین ۵۰ میلیون هاضم کوچک وجود دارد که به همان هاضم چینی معروف هستند اما ما یک هاضم هم نداریم و این هم به ناکارآمدی سازمان های مربوطه بازمی گردد و به فکر حل مسأله به طور اساسی نیستند.

در حال حاضر هم به نظرم تولید انرژی از پسماند در دنیا در حال اتفاق افتادن است؛ به طور مثال در اروپا، دفع پسماند ممنوع شده است و همین الان هم جز سبد انرژی آن ها است. این کشورها به سمت تولید انرژی از پسماند می روند و در ایران بنظرم مسأله پسماند در حال رخ دادن است و هر روز، تکنولوژی های جدیدی برای تولید انرژی از پسماند به میان می آید.

منطقه خاورمیانه به هر حال غنی ترین منطقه از نظر سوخت های فسیلی است اما روزی تمام خواهند شد. کشورهایی همچون امارات و عربستان، فعالیت هایی در زمینه گذار از این نوع سوخت ها انجام داده اند. به نظر شما بحث بازیافت و تولید انرژی با توجه به ظرفیتی که این منطقه دارد، تا چه اندازه می تواند در سبد انرژی نقش موثری ایفا کند؟

مسأله اول هزینه های تولید انرژی است. در ایران و در کشورهایی مشابه با اقلیم ایران، هزینه های تولید انرژی از انرژی خورشیدی به شدت کاهش پیدا کرده است که این سوال مطرح می شود که آیا نیاز به تولید انرژی از سایر روش ها هست یا خیر. اگر بتوانیم با روش های ارزان قیمت از پسماند انرژی تولید کنیم، مناسب است.

اگر بخواهیم یک برآورد مالی کنیم، برای مدیریت صحیح پسماند به ازای هر تن آن، حدود ۳-۲ میلیارد تومان سرمایه نیاز داریم. بنابراین هزینه ها بالا است و سرمایه زیادی برای مدیریت اصولی نیاز داریم و روزانه شاید ۳۰۰ میلیارد تومان سرمایه نیاز داشته باشیم و تأمین مالی کافی را نداریم. به نظرم هدف ما در وهله اول باید مدیریت اصولی پسماند در کشور باشد و سپس به بحث تولید انرژی از آن پرداخته شود. ما حدود ۱.۵ میلیون لیتر شیرابه در کشور به صورت روزانه تولید می کنیم که به منابع آبی آسیب شدیدی می زند. با همه این موارد، ما ابتدا نیاز به مدیریت صحیح و اصولی پسماند داریم. در بحث تولید انرژی هم باید به توجیه اقتصادی مراجعه کنیم و موارد اقتصادی را بررسی کنیم.

رسانه ها همواره نقش مهمی در جهت دهی فکری مردم در همه زمینه ها دارند. نقش رسانه در بهبود جایگاه بازیافت در نزد مردم چگونه است؟

ما راجع به پسماند رسانه قوی ای نداریم و بیشتر رسانه های موجود هم در حد اطلاع رسانی عمل می کنند. ما رسانه قوی در حوزه محیط زیست و پسماند نداریم؛ حتی مجلات دانشگاهی قوی نیز در این حوزه نداریم؛ مثلاً شما در این حوزه فعالیت می کنید اما این فعالیت باید مداوم باشد و با رفتن اعضای خود، کار این مجله نیز به اتمام نرسد.

صدا و سیما نقش خوبی در برنامه ریزی و فرهنگ سازی حوزه مدیریت پسماند نداشته است. در دنیا از قدرت رسانه برای فرهنگ سازی استفاده می شود. ما خود نیز وقتی سفر خارجی می رویم و بازمی گردیم، در رابطه با پاکیزه بودن معابر شهری و خیابان ها صحبت می کنیم؛ بنابراین می توان گفت که یک پارامتر اساسی می باشد.

در نظام آموزشی نیز باید توجهات لازم به محیط زیست، مدیریت پسماند و ... بشود.

دانشگاه ها، نشریات، تیم های دانشجویی و همایش های بسیاری پیرامون بحث انرژی و بازیافت و تولید سوخت زیستی فعالیت می کنند. به نظر شما این فعالیت ها چگونه می تواند تأثیر بسزایی داشته باشد؟ و به نظر شما، فاصله میان صنعت و دانشگاه چگونه می تواند کاهش پیدا کند؟

چون موضوع مصاحبه در رابطه با بحث مدیریت پسماند است، در همین حیطه نظراتم را می دهم. به نظرم وقتی می توانیم در رابطه با جامعه نظر بدهیم که از خودمان شروع کنیم. وقتی دانشگاه پسماند صفر داشته باشیم، می توانیم سراغ جامعه و صنعت برویم؛ مثلاً دانشکده مهندسی شیمی یک هاضم کوچک بسازد و پسماندهای خود را به سمت آن هدایت کند و یا اینکه یک زباله سوز کوچک داشته باشیم و به وسیله آن بخش کوچکی از برق را تأمین کنیم.

میزان زیادی از آب خاکستری در دانشگاه ها تولید می شود اما آیا تا به حال به فکر تصفیه و بازیابی آن آب افتاده ایم؟ باید از سازمان ها و جوامع کوچک شروع کنیم و به فکر حل مسائل از جوامع کوچک باشیم. برای اینکه بحث صنعت و دانشگاه را بیان کنم، باید گفت که افراد صنعتی باید در دانشگاه ها حاضر شوند و دانشگاه فقط به فکر گرفتن پروژه نباشد و به دنبال حل مشکل به صورت عملی باشد. باید معیارهای انتخاب را تغییر دهیم تا ارتباط صنعت با دانشگاه و اساتید افزایش پیدا کند و فقط به دنبال دادن مقالات نباشیم.

در رابطه با بحث نشریات هم باید بگویم که این گونه نشریات در گذشته هم بودند اما بعد از چند شماره فعالیت آن ها متوقف می شود و عملاً از بین می رود. باید به فکر تیم سازی بود تا ادامه دار باشند و کار تیمی را باید به خوبی یاد بگیریم و نباید قائم به فرد یا تیم و هسته اولیه باشد.

مطمئناً همه این نشریات می توانند تأثیرگذار باشند اما به شرطی که مسئولیت ها بین افراد پخش شود و اعضای جدید نیز کارهای این حوزه را یاد بگیرند تا در آینده مسئولیت های مهم تری را بر عهده بگیرند.

به عنوان سخن آخر، نظر پایانی خود را در رابطه با بحث بازیافت و تولید انرژی بفرمایید.

ما باید پیش از اینکه برای کشور و جامعه تصمیم بگیریم، باید از خودمان شروع کنیم و دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه تهران را باید به اولین دانشکده سبز ایران تبدیل نمود و به همین ترتیب به سمت دانشکده فنی و دانشگاه تهران برویم و باید به طور کامل عمل کرد و فرهنگ سازی نمود.

این دانشجویان قرار است مدیران آینده کشور باشند و باید از همین اول، این دانش را فرا گیرند و آموزش باید در دانشگاه انجام شود.

باید با کمک دانشجویان، اساتید و فارغ التحصیلان و کانون ها و انجمن های مربوطه، دانشکده مهندسی شیمی و فنی را به یک دانشکده سبز تبدیل نمود. باید مدیریت پسماند را از خود دانشگاه و آزمایشگاه هایی که پسماند خطرناک دارند، شروع نمود.

امیدوارم که همیشه موفق و سلامت باشید.

مصاحبه با :

دکتر مرتضی قلی زاده

عضو هیئت علمی دانشگاه تبریز

در ابتدا از شما بابت وقتی که در اختیار نشریه فناوری های سبز قرار دادید، سپاسگزاریم. لطفاً خودتان را معرفی نموده و در رابطه با زمینه کاری و پژوهشی خودتان توضیح دهید.

بنده هم بسیار خرسندم که در خدمت شما هستم؛ نشریه شما، متعلق به دانشگاه تهران و دانشکدگان فنی دانشگاه تهران است و من خود نیز فارغ التحصیل دانشکدگان فنی دانشگاه تهران هستم.

من مرتضی قلی زاده هستم و در شهرستان اهر از توابع استان آذربایجان شرقی در سال ۱۳۵۷ متولد شده ام. بعد از گذراندن تحصیلات دبیرستان، در مقطع کارشناسی در دانشکدگان فنی دانشگاه تهران و در رشته مهندسی شیمی، پذیرفته شدم و بعد از گذراندن مقطع کارشناسی، در دانشگاه صنعتی شریف و در مقطع کارشناسی ارشد مشغول به تحصیل شدم. به مدت ۷-۸ سال، در صنعت مشغول به کار شدم و در ادامه و در مقطع دکتری، در Curtin University در کشور استرالیا، مشغول به تحصیل شدم. جهت ادامه تحصیل در مقطع پسا دکتری نیز در Curtin University مشغول بودم و بعد از گذراندن این دوره و به دلیل تعلقات خاطر خود به خانواده، به ایران بازگشتم و در دانشگاه تبریز به عنوان هیئت علمی، فعالیت می کنم. حدود ۶ ماه است که در شرکت Eurecat در کشور اسپانیا جهت گذراندن مأموریت پژوهشی خود، فعالیت می کنم. حدود ۲ سال اینجا خواهم ماند و سپس به دانشگاه تبریز بازخواهم گشت.

در رابطه با زمینه کاری و پژوهشی خود، در حوزه تبدیل زباله به انرژی فعالیت می کنم و منحصراً روی فرآیندهای پیرولیز و گازی سازی کار می کنم و در تبدیل زباله های مختلف به انرژی با استفاده از این فرآیندها، فعالیت می کنم؛ این زباله ها به سوخت مایع و سوخت گازی تبدیل می شوند.

یکی از مسائلی که در رابطه با بحث بازیافت و تولید انرژی مطرح است، تکنولوژی های مختلفی است که برای مدیریت و بازیافت پسماند ها استفاده می شود. به نظر شما کدام یک از این تکنولوژی ها و فناوری ها برتر می باشند و کدام یک قابلیت اجرا شدن و صنعتی سازی در ایران را دارند؟

ابتدا بخش آخر سوال شما را پاسخ بدهم؛ حدود ۵-۶ سال گذشته، در ایران سعی داشتم تا یک تسهیلاتی را از معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری دریافت کنم و در حوزه خود به فعالیت صنعتی بپردازم اما در ایران از این نوع کارها حمایت نمی شود و طرحی که در آن زمان برای آقای دکتر سورنا ستاری، معاونت وقت علمی و فناوری ریاست جمهوری نگارش کردم، در آنجا رد شد و اکنون همان طرح را در اسپانیا، انجام می دهم. در واقع باید حمایت ها از این طرح ها افزایش یابد و برخی روابط باید کنار گذاشته شوند و به هدف و غایت پروژه اهمیت داده شود.

این فناوری ها، به عنوان فناوری جدیدی شناخته نمی شوند و در صنایعی همچون پالایشگاه نیز به کار گرفته می شدند اما بعد از اینکه این فناوری ها به حوزه تبدیل زباله ورود کردند، کارهای بسیاری بر روی آن ها انجام شده است و برخی نیز این فناوری ها را به مقیاس صنعتی نیز رسانده اند اما کار کردن این کارخانه ها صنعتی محسوب نمی شود و باید فعالیت مستمر داشته باشند اما متأسفانه اینطور پیش نمی روند و این فرآیندها یک فرآیند ترموشیمیایی کاتالیستی است و کاتالیستی که بتواند این فرآیند را مداوم پیش ببرد، به کار گرفته نشده اند. در کشورهایی مثل فنلاند، هلند و آمریکا این کارخانه ها وجود دارند اما فعالیت مداوم و مستمر را ندارند و نمی توان گفت که این فرآیندها به طور کامل صنعتی شده اند اما در جهت صنعتی شدن پیش می روند. نمی توان گفت این فرآیندها نسبت به هم برتر هستن اما زباله سوزها به سمت صنعتی شدن رفتند اما خاکستر تولیدی آن ها، باعث آلودگی بسیاری می شود و به همین دلیل، در کشورهای اروپایی و آمریکایی، قوانین سختی برای استفاده از زباله سوزها وجود دارد و بدین ترتیب، کشورهای بسیاری به سمت این فرآیندها پیش می روند اما هنوز جای کار و پیشرفت را دارند اما در آینده ای نزدیک، این فناوری ها نهایی خواهند شد و به طور وسیعی به کار گرفته خواهند شد. در فنلاند، یک biorefinery ساخته شده است و در زمینه های اقتصادی و عملیاتی مناسب، جای کار دارد. در ایران نیز باید به این سمت حرکت کنیم و ما زباله زیادی تولید می کنیم اما راهی برای تبدیل آن به انرژی نداریم و باید از همین دانشجویان و اساتید شروع کرد تا به سمت تولید انرژی از این زباله ها برویم. باید از افرادی که در این حوزه فعالیت می کنند، حمایت شود و طوری نباشد که این پروژه ها مسکوت بمانند.

بین پیرولیز و گازی سازی، بستگی به هدف ما دارد و آنجا می توان برتری را به طور نسبی بیان کرد؛ ما از پیرولیز سوخت مایع بدست می آوریم و از گازی سازی، سوخت گازی به دست می آوریم. هر کدام مزایا و معایب خود را دارند و به زباله (خوراک) و شرایط عملیاتی و دیگر پارامترها وابسته است.

با توجه به شواهدی که در دنیا وجود دارد، کشورهای پیشرفته به خصوص آمریکا، کانادا و کشورهای اروپایی در بحث مدیریت پسماند سرآمدان دنیا هستند و در این زمینه پیشرفتهای بسیاری داشتند. به نظر شما تفاوت اصلی این کشورها با سایر مناطق دنیا در چیست و چگونه میتوان به این پیشرفت دست یافت؟

پارامترهای بسیاری وجود دارد که در این مسأله تأثیرگذار است؛ در کشور ما، انرژی ارزان است اما در اروپا اینطور نیست و خود را به هر دری می زنند تا انرژی تولید کنند. از طرفی دیگر، قوانین سختگیرانه محیط زیستی در اروپا و آمریکا وجود دارد اما در ایران اینطور نیست و در هر جایی می توانند مردم زباله را رها کنند و این مسأله فرهنگ سازی نشده است. کار جالبی که در اسپانیا انجام می دهند، سالی دو بار به اجبار کودکان را از مدارس سراسر کشور، برای بازدید از کارخانه های زباله سوز می برند تا از همان ابتدا با مسأله زباله و تولید آن آشنا شوند و احساس مسئولیت را در کودکان در قبال این مسأله ایجاد کنند.

در این مدت که در اسپانیا هستم، از کیسه های پلاستیکی برای خرید استفاده نمی کنم و به اصطلاح ما ایرانی ها از همان زنبیل ها برای حمل اقلام خریداری شده، استفاده می کنم اما در ایران وقتی به یک سوپرمارکت یا فروشگاه می رویم، چندین کیسه پلاستیکی استفاده می کنیم و آن ها را فقط یکبار مصرف می کنیم. قوانین محیط زیست، مسأله انرژی و فرهنگ سازی و حمایت ها، باعث ایجاد این تفاوت ها میان کشور ما و اروپا و آمریکا شده است.

در کشور باید از طرح های فناورانه حمایت های لازم بشود و طوری نباشد که یک پژوهشگر، صرفاً به دنبال تولید علم و مقاله نویسی باشد و در صورتی که این مقالات، ارزش خاصی ندارند و هیچ کمکی به پیشرفت کشور نمی کنند؛ باید به اجرای آن علم پرداخته شود. اینکه صرفاً مرتبه علمی با این مقالات تغییر کند، نمی تواند برای هیچ کشوری کمک کننده باشد.

چینی ها در هر زمینه ای به پیشرفت علاقه مند هستند و تمام تلاش و اهتمام خود را برای پیشرفت در تمامی زمینه ها می گذارند.

با توجه به شواهدی که در دنیا وجود دارد، کشورهای پیشرفته بـــه خصـــوص آمریکا، کانادا و کشورهای اروپایی در بحث مدیریت پسماند سرآمدان دنیـــا هستند و در این زمینه پیشرفتهای بسیاری داشتند. به نظر شما تفاوت اصلی این کشورها با سایر مناطق دنیا در چیست و چگونه میتوان به این پیشرفت دست یافت؟

انرژی ارزان است و نیروی کار هم ارزان است؛ زباله به عنوان خوراک را می توان به صورت رایگان به دست آورد و فقط کمی تجهیزات می خواهد و تجهیزات این صنعت به آن صورت پیچیده نیست و با هزینه های کم می توان این کار را پیش برد؛ ما باید دید خود را نسبت به انرژی برای چندین سال آینده قرار دهیم و با خود نگوییم که اکنون ما انرژی ارزان داریم. ما در ۱۰-۲۰ سال آینده، سوخت های فسیلی ما در حال اتمام خواهد بود و نمی توان نفت و گاز را همواره داشت و بعد از تمام شدن این نوع سوخت ها، اگر برنامه ریزی لازم را نکرده باشیم، به وضعیت بدی دچار خواهیم شد.

اینکه چندین سال آینده بخواهیم این تکنولوژی ها را خریداری کنیم، باید هزینه گزافی در تمامی بخش ها بپردازیم و اگر ما الان شروع به کار کنیم، خودمان

می توانیم تا ۵-۱۰ سال آینده این تکنولوژی ها را داشته باشیم. در حال حاضر، بسیاری از کشورهای دنیا اعم از کشورهای حوزه خلیج فارس نیز به سمت این تکنولوژی ها و انرژی های سبز پیش می روند.

با توجه به حضور شما در این و حوزه و تحقیقات شما در دانشگاه که در این زمینه فعالیت می کنید، پروژه های دانشجویان را چگونه ارزیابی میکنید و همچنین آیا پتانسیل صنعتی شدن را دارند یا خیر؟. آیا دانشجویان و اساتید می توانند باعث پیشرفت در این زمینه بشوند و در نهایت اینکه شما چه راهکاری در این زمینه ارائه می دهید؟

به عنوان فردی که حدود ۱۰ سال در دانشگاه تدریس کرده ام، دانشجویان ما در دو دسته در این تقسیم بندی قرار می گیرند؛ دسته اول به دنبال این هستند تا به سرعت فارغ التحصیل بشوند و وارد بازارکار بشوند و دسته دوم به دنبال این هستند تا به سرعت فارغ التحصیل بشوند و برای تحصیل به خارج کشور بروند. پایان نامه هایی که از این دو دسته دریافت می کنیم، دسته اول پایان نامه های بی ارزشی دارند و فقط به دنبال فارغ التحصیل شدن دارند و فقط آن مدرک را می خواهند.

دسته دوم کار خود را بر روی یک موضوع شروع می کنند تا بتوانند چند مقاله از کار خود استخراج کنند و به گونه ای رزومه خود را قوی کنند تا بتوانند پذیرش از دانشگاه های معتبر دنیا را اخذ کنند. استاد هم از این بخش نفع می برد و مرتبه علمی خود را ارتقا می دهد اما این مقالات مشکل جامعه و کشور را حل نمی کنند و به دنبال حل مسأله از این مقالات نیستیم. دانشجو باید به سمت تولید فناوری برود و نه تولید مقاله؛ باید مقاله منجر به کاربرد در صنعت بشود.

یک مثال بزنم؛ اگر در یک پالایشگاه، یک ستون یا پمپ دچار مشکل شود، آیا استاد دانشگاه می تواند برای تعمیر آن برود؟. متأسفانه خیر؛ زیرا به صورت کاربردی از دروسی که تدریس می کند، استفاده ای نبرده است اما یک مهندس درجه ۳ از چین یا ژاپن می آید و تعمیر می کند. ما باید در دانشگاه به سمت فناورانه بودن حرکت کنیم و دانشجویان را نیز به همان سمت سوق دهیم و پایان نامه ها باید جنبه کاربردی و عملی پیدا کنند. باید دانشجو امیدوار باشد تا بعد از تحصیلات، زندگی خود را تأمین شده ببیند تا بتوان از اون انتظار داشت که در کشور به سمت فناورانه بودن حرکت کند.

در کشور ما، اساتید زیادی هستند که جز آن یک درصد برتر دنیا می شوند اما این اساتید، تا به حال پروژه های مفیدی طراحی کرده اند و برای کشور کار مفیدی کرده اند؟ البته که اساتیدی هستند که در این جهت حرکت می کنند اما غالب اساتید، به صورت پژوهشگر عمل می کنند تا اینکه تولید فناوری داشته باشند.

به نظر شما نشریه هایی همچون نشریه فناوری سبز چه تأثیری در جهت دهی و ترغیب دانشجویـــان برای حضور در پروژه های سبز دارد؟

بله حتماً می تواند تأثیرگذار باشد و باید شما دانشجویان را تشویق به حضور در این نوع پروژه ها بکنید. در این راه بـایـد حتماً از اساتید خود کمک بگیرید و با همکاری با اساتید، بتوانید این پروژه ها را معرفی کنید و مسیر رسیدن به این پروژه ها را نشان دهید.

به عنوان سخن آخر، نظر پایانی خود را در رابطه با بحث بازیافت و تولید انرژی را بفرمایید.

آینده دنیا به سمت انرژی های تجدیدپذیر می رود و بازیافت و تولید انرژی از زباله یکی از این زمینه ها است و امـیـدوارم کشور ما هم به سمت این بخش ها و تولید این فناوری ها برود و از افراد متخصص در این حوزه حمایت کنند و امـیـدوارم دانشجویان نیز در این حوزه حمایت شوند.

ما باید به این نتیجه برسیم که روزی سوخت های فسیلی تمام خواهند شد و باید کشور به سمت انرژی های تجدیدپـذیـر حرکت کند و در آینده وابسته به کشوری نباشیم.

گزارشات

دکتر Rajagopalan Vasudevan (پدر پلاستیک هند)

تلاش جهانی برای نجات کره زمین وظیفه ای همگانی می باشد. با این حال، افراد تاثیرگذاری وجود دارند که با روش هایی که اختراع می کنند، حوزه اکولوژی (محیط زیست) را متحول می سازند. دکتر Rajagopalan Vasudevan از جمله این افراد است که تکنولوژی بسیار ساده اما موثری را توسعه داده است. او ضایعات پلاستیکی را به ماده ای تبدیل کرده است که می تواند جایگزین قیر مورد استفاده در ساخت جاده ها شود.

درباره دکتر R.Vasudevan:

دکتر Rajagopalan Vasudevan یک محقق هندی است که در زمینه شیمی و مهندسی فعالیت می کند. او مدرک کارشناسی و کارشناسی ارشد خود را به ترتیب در سال های ۱۹۶۵ و ۱۹۶۷ از دانشگاه Madrasدریافت کرد و همچنین دکترای خود را در سال ۱۹۷۴ از همین دانشگاه گرفت. دانشکده فنی مهندسی Thiagarajarدر سال۱۹۷۵ و در سال ۱۹۹۸ برای تکمیل ساختار آموزشی خود از Vasudevanکه محققی جوان بود دعوت کرد.

از آن زمان به بعد، دکتر Vasudevanتحقیقات خود را به طور اختصاصی در حوزه مدیریت پسماند شروع کرد. او بیش از ۴۰ سال است که در مورد فرایندهای استفاده مجدد از زباله های پلاستیکی تحقیق می کند. تمرکز تحقیقات او در این زمینه باعث شد تا روش هایی برای بازیافت و استفاده مجدد از زباله های پلاستیکی موجود پیشنهاد دهد. به این ترتیب ایده جاده پلاستیکی در ذهن او شکل گرفت.

او که هم اکنون رییس دانشکده شیمی در دانشگاه فنی مهندسی Thiagarajar می باشد، همواره اصل کار خود را بر مبنای یافتن راه حل های علمی و مقرون به صرفه برای مسائل پیچیده روز بنا کرده است و با استفاده از راه حلی مقرون به صرفه زباله های پلاستیکی را به پیاده روها و جاده تبدیل کرده است.

در حال حاضر دکتر Vasudevanروشی برای استفاده مجدد از زباله های پلاستیکی ابداع کرده است که علاوه بر بهبود پایداری محیط زیست، از آن برای ساخت جاده های بهتر، بادوام تر و مقرون به صرفه استفاده می شود. مزیت دیگر این روش آن است که زباله های پلاستیکی منبعی پایان ناپذیر برای استفاده و توسعه این نوآوری هستند.

این استاد هندی نشان داد پلاستیک بازیافتی می تواند برای محیط زیست مفید باشد و موفق شد یکی از خطرناک ترین آلاینده ها را در کره زمین کاهش دهد و به همین دلیل به او منجی محیط زیست نیز گفته می شود.

این دانشمند برجسته درباره این مشکل محیط زیستی می گوید:«پلاستیک به تنهایی مشکلی ندارد بلکه این ما انسان ها هستیم که با استفاده نادرست از آن ها و رها کردن آن ها در طبیعت مشکل ایجاد می کنیم و در نتیجه اقیانوس ها و یا سایر محل های دفن زباله را آلوده می کنیم، درحالی که استفاده های مفیدتری می توان از آن نمود.»

همچنین در سال ۲۰۱۱ وزارت محیط زیست و جنگل ها در اعلامیه ای ویژه به همه مقامات شهری دستور داد که با استفاده از این طرح و اتخاذ فن آوری مناسب از زباله های پلاستیکی در ساخت جاده های شهر استفاده کنند. روش ساخت جاده او در حال حاضر به طور گسترده برای ساخت جاده در مناطق روستایی هند مورد استفاده قرار می گیرد.

جاده پلاستیکی:

این ایده در سال ۲۰۰۱ در محل کار او در دانشکده فنی مهندسی Thiagarajar شکل گرفت. او مجموعه ای از آزمایش ها را برای کشف روشی موثر برای دفع و استفاده مجدد از زباله های پلاستیکی انجام داده است و متوجه شده است در دما و فشار بالا پلاستیک خاصیت چسبندگی بسیار خوبی دارد و با تکیه بر این اصل، پلاستیک، ماده شیمیایی با خاصیت مشابه را جذب می کند.

اختراع او که در سال ۲۰۰۶ به ثبت رسیده است، شامل مخلوط کردن پلاستیک خرد شده با شن داغ و اضافه کردن آن به آسفالت مذاب می باشد. طی این عملیات پلاستیک و قیر به خوبی با هم پیوند می خورند؛ زیرا هر دو فراورده های نفتی هستند.

این جاده ها همچنین مقاومت بیشتری در برابر آسیب های ناشی از باران های شدید از خود نشان می دهند و جاده های پلاستیکی که از سال ۲۰۰۲ ساخته شده اند هنوز چاله ای ایجاد نکرده اند. این ترکیب توانایی تحمل وزن جاده و همچنین طول عمر آن را افزایش می دهد. همچنین مزیت دیگر این طرح آن است که میزان انتشار دی اکسید کربن را به میزان قابل توجهی کاهش می دهد

برتری های جاده پلاستیکی:

- در ساخت این جاده ها مصرف کلی قیر کاهش می یابد؛ در نتیجه، این روش در مقایسه با آسفالت کاملا قیری، مقرون به صرفه و ارزان تر است.
- در حالی که جاده های آسفالت سه سال دوام می آورند، جاده های پلاستیکی هفت سال طول عمر دارند و اشعه هایی همچونUV بر آن تاثیر نمی گذارد.
- آب در این جاده ها نفوذ نمی کند درنتیجه کمتر چاله و برآمدگی در آن ایجاد می شود و همچنین جاده ترک برنمی دارد و یا ذوب نمی شود؛ درنتیجه هزینه نگهداری جاده به میزان قابل توجهی کاهش می یابد.

نام نویسنده: فائزه اسکندری

منابع :

link1

link2

link3

پروفسور Veena Sahajwalla

پروفسور Veena Sahajwalla به عنوان یک متخصص برجسته در زمینه علم بازیافت و مدیر مرکز تحقیقات و فناوری مواد پایدار در UNSW در حال تولید نسل جدیدی از مواد، محصولات و منابع سبز است که به طور کامل یا عمدتاً از زباله ساخته شده اند. ایشان همچنین رئیس مرکز تحقیقات تحول صنعتی ARC برای تولید محصولات سبز است؛ یک مرکز تحقیقاتی ملی پیشرو که با همکاری صنعت کار می‌کند تا اطمینان حاصل کند که علم جدید به مزایای زیست‌محیطی و اقتصادی در دنیای واقعی ترجمه می‌شود. ایشان به دلیل نوآوری و اهمیت کارش، به خصوص از طریق انتخاب به عنوان عضو آکادمی علوم استرالیا، به طور گسترده ای شناخته شده است. در سال ۲۰۱۲، برنده چالش نوآوری استرالیا (برنده کلی) برای نوآوری خود "فولاد سبز" شد. در همان سال، فناوری فولاد سبز او توسط انجمن مهندسین ساخت ایالات متحده به عنوان نوآوری‌هایی که می‌توانند روش تولید ما را تغییر دهند، فهرست شد. همچنین ایشان با حضور منظم خود به عنوان داور در مجموعه تلویزیونی طولانی مدت ABC "The New Inventor's" به یکی از شناخته شده ترین دانشمندان و مخترعان استرالیا تبدیل شد.

ایشان در سال ۲۰۱۸ اولین کارخانه ریز زباله الکترونیکی را راه‌اندازی کردند و در سال ۲۰۱۹ کارخانه میکروپلاستیک خود را نیز راه‌اندازی کردند که یک پیشرفت در فناوری بازیافت بود. در سال ۲۰۱۹، ایشان توسط مهندسان استرالیا به عنوان قهرمان قرن به خاطر اقداماتش مورد تقدیر قرار گرفت. در آینده، این کارخانه‌های کوچک مقیاس کوچک، جوامع محلی را قادر می‌سازد تا بسیاری از محصولات، مواد و منابع مورد نیاز خود را به صورت محلی با استفاده از منابعی که عمدتاً از ضایعات به دست می‌آیند تولید کنند.

ایشان به دلیل فرآیند تجاری سازی شده بین المللی خود در تولید فولاد سبز که از میلیون ها لاستیک زباله که به عنوان جایگزینی جزئی برای کک استفاده می شود، مشهور است. پیشرفت‌های مفهومی و علمی که زیربنای فولاد سبز است، راه را برای مجموعه‌ای بی‌نظیر از علم جدید با عنوان ضایعات دارای ارزش هموار کرده است که طی سال‌ها تحقیق در مرکز SMaRT، با مشارکت‌های ارزشمند شرکای صنعتی ساخته شده است. این رویکرد کمک میکند تا بسیاری از چالش‌برانگیزترین جریان‌های زباله جهان مانند زباله‌های الکترونیکی، زباله‌های خودرو، باتری‌ها را به موادی با ارزش افزوده تبدیل کند که می‌توانند دوباره به سمت تولید هدایت شوند. در ادامه به معرفی چندین زمینه تحقیقاتی ایشان در سالهای اخیر می پردازیم.

شواهد اساسی برای زباله های الکترونیکی با دمای بالا به منظور تولید محصولات با ارزش زیرنظر ARC

پروفسور Veena Sahajwalla و تیمش تحت عنوان بورسیه ARC Laureate، مسیرهای جدید متعددی را برای تبدیل جریان های زباله الکترونیکی پیچیده و مشکل ساز به مواد سبز عملی و تجاری مناسب برای تولید باز کرده اند. در طول ۴ سال گذشته، مرکز SMaRT ، تحقیقات اولیه ای را در مورد درک اتمی، مولکولی و میکرو از جریان های مختلف زباله های الکترونیکی و رفتار آنها در دماهای بالا - با نتایج امیدوارکننده توسعه داده است. ARC Laureate پایه و اساس علمی را برای یک مفهوم جدید میکروکارخانه زباله های الکترونیکی پایدار از نظر زیست محیطی و اقتصادی فراهم کرده است. این راه حل بازارهای پیشرفته ای را برای فلزات و آلیاژهای با ارزش افزوده باز کرده است که از پتانسیل استفاده نشده ۳۰ تا ۵۰ میلیون تن زباله الکترونیکی خطرناک تولید شده سالانه در سراسر جهان به دست آمده است. مزایای احتمالی اقتصادی، زیست محیطی و انسانی جهانی یک راه حل بازیافت ریز مقرون به صرفه و ایمن، که می تواند به صورت محلی به کار گرفته شود، بسیار زیاد است.

تبدیل مستقیم زباله به تولیدات سبز مقرون به صرفه– پروژه ARC Hub

مرکز تحقیقات تحول صنعتی ARC برای تولید سبز در سال ۲۰۱۴ تأسیس شد. هدف این مرکز ایجاد فرصتی منحصر به فرد برای صنایع کاملاً متفاوت برای گرد هم آمدن، با هدف مشترک ایجاد ارزش از مخلوط زباله های پلاستیکی و شیشه ای در تولید بود. مرکز تحقیقاتی به تولیدکنندگان استرالیایی کمک کرد تا به اهداف پایداری دست یابند، محصولات جدیدی را از جریان‌های زباله‌های شکل‌گرفته به دست آورند و آنها را قادر به رقابتی‌تر شدن در سطح جهانی از طریق توسعه فرآیندهای نوآورانه کنند.

میکروکارخانه ها– آینده مدل تولید سبز

ایشان از طریق مدل منحصربه‌فرد میکروکارخانه خود، عرضه زباله‌های ایمن و مقرون‌به‌صرفه را برای ارزش‌گذاری راه‌حل‌ها تسهیل می بخشند. کارخانه‌های بازیافت مدل کوچک، سفارشی و قابل تطبیق هستند که در هر جایی که زباله‌ها انباشته می‌شوند، قرار دارند و در نتیجه برای اولین بار راه‌حلی برای مشکل (ضایعات) ارائه می‌کنند. با استفاده از رویکرد دمای بالا پروفسور Veena در مدل میکروکارخانه، زباله های الکترونیکی را می توان با خیال راحت به آلیاژهای فلزی با ارزش، فیلامنت چاپگر سه بعدی پلاستیکی و سایر مواد پیشرفته مانند نانوذرات کاربید سیلیکون تبدیل کرد. با کاربردهای صنعتی متعدد مواد سبز با کیفیت بالا، مانند میز، روکش و کفپوش، می توانند از مخلوط شیشه و پلاستیک و سایر ضایعات معمولی که در حال حاضر برای دفن زباله هستند ساخته شوند.

در حال دریافت جایزه بهترین استرالیایی سال ۲۰۲۲

نام نویسنده: سهند آزادوار

منابع :

link1

link2

مروری بر نشست COP 27

درباره COP27

کنفرانس تغییرات اقلیمی سازمان ملل متحد در سال ۲۰۲۲ یا همان COP 27 در روزهای ۶ تا ۱۸ نوامبر ، به میزبانی شهر شرم الشیخ[1] در کشور مصر برگزار شد. در معرفی این رویداد که در سایت رسمی آن منتشر شده آمده است :

چشم انداز COP27 حرکت از مذاکره و برنامه ریزی به سمت اجرای اقدامات است . اکنون زمان اقدام عملی است. بنابراین لازم است که به سرعت به سمت اقدام کامل، به موقع، فراگیر و در مقیاس مناسب در کره زمین حرکت کنیم. ما باید تلاش های جهانی خود را هماهنگ کنیم. اگر بخواهیم به تعهدات خود عمل کنیم، سخنان باید به عمل تبدیل شوند. در سطح جهانی، افزایش فراوانی و شدت رویدادهای آب و هوایی بر زندگی و معیشت میلیون ها نفر تأثیر می گذارد. افزایش متوسط دمای جهانی و گرم شدن سریع زمین پیامدهای نگران کننده ای را برای انسان ها و سایر اشکال حیات روی زمین ایجاد می کند. در واقع، بحران آب و هوا، تهدیدات اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی را تشدید خواهد کرد. بنابراین، اقدامات فوری برای رسیدگی به بحران آب و هوا با هدف ایجاد یک سیاره انعطاف پذیر مورد نیاز است. اگر می‌خواهیم آینده‌ای پایدار برای همه تضمین کنیم، تلاش‌های جمعی ما برای مبارزه با تأثیرات نامطلوب تغییرات آب و هوایی حیاتی است.

این کنفرانس از سوی Coca-Colaحمایت مالی شد. با توجه به سهم این شرکت در آلودگی پلاستیکی، چندین فعال محیط زیست بیان کردند که این اقدام می‌تواند تنها یک سبزشویی[2] باشد.

در برنامه اعلام شده، هر یک از روز های کنفرانس به موضوعی مشخص اختصاص داده شد:

۹ نوامبر : روز امور مالی (Finance Day)

10نوامبر : روز دانش (Science Day)و جوانان و نسل های آینده (Youth & Future Generations Day)

11نوامبر: روز کربن زدایی (Decarbonization Day)

12نوامبر: روز سازگاری و کشاورزی (Adaptation & Agriculture Day)

14نوامبر : روز جنسیت یا روز زنان (Gender Day)و روز آب (Water Day)

15نوامبر : روز جامعه مدنی (Ace & Civil Society Day)و انرژی ((Energy Day

16نوامبر: روز تنوع زیستی (Biodiversity Day)

17نوامبر: روز راهکار ها (Solutions Day)

[1] Sharm El – Sheikh

[2] اصطلاحی به معنای آن که افراد و شرکت هایی که نقش گسترده ای در آلودگی محیط زیست دارند، اقداماتی ظاهری برای حمایت از محیط زیست انجام می دهند.

لوگوی COP27

خطوط طلایی در لوگو ، نمایانگر خورشید، یکی از مهم ترین نماد هایی است که آفریقا با آن شناخته شده است. به عقیده برخی از مردم، طلوع و غروب آن استعاره ای از چرخه زندگی، از تولد تا مرگ و تولد دوباره است. نور خورشید به همراه گرمای خود برای زندگی روی زمین ضروری است. خطوط آبی و دست ها نماد فراهم کردن زندگی و رفاه برای مردم است . همچنین نشان دهنده پرتوهای مفید خورشید است که زمین می تواند از آن بهره مند شود. خط سبز افق ، نمایانگر خط مرزی بین پرتوهای مفید و مضر خورشید است، آنچه باید از خورشید دریافت کنیم که می تواند برای زمین و مردم مفید باشد و آنچه باید از آن اجتناب کنیم.کره ای که به رنگ آبی در لوگو قرار دارد ، نشان می دهد که چگونه باید زمین را متعادل و ایمن نگه داریم. همچنین نماد آفریقا، قاره میزبان COP27 در سال ۲۰۲۲ است.

شکل ۱ - لوگوی نشست COP 27

روز امور مالی، با سخنرانی نخست وزیر مصر درباره پشتیبانی مالی از طرح های حوزه تغییر اقلیم آغاز شد. با رایزنی ها و نشست های برگزار شده میان فعالان محیط زیستی و کارشناسان اقتصادی و سرمایه گذاران، چالش ها و فرصت های اصلی در زمینه سرمایه گذاری در طرح های زیست محیطی به بحث گذاشته شد. فعالان محیط زیست تاکید داشتند که باید با تشویق و قانع کردن سرمایه گذاران، از همه منابع مالی موجود برای کمک به پیشبرد طرح های مربوط به کنترل میانگین دمای کره زمین و کاهش آثار منفی تغییرات اقلیمی استفاده کرد.

شکل ۲- میانگین دمای کره زمین کاهش نیافته است و فرصت اندک است .

در روز انرژی، مهم ترین مسائل روز در زمینه بحران انرژی و همچنین چگونگی همکاری ها برای سپری کردن دوره گذار به انرژی های نو، به بحث و مشورت گذاشته شد. از جمله مهم ترین مباحثی که مورد تاکید شرکت کنندگان بود، لزوم هم سو بودن سیاست گذاری های ملی، منطقه ای و جهانی در زمینه مصرف و تولید انرژی، به ویژه در موضوع کاهش مصرف سوخت های فسیلی و همچنین همکاری های اقتصادی برای افزایش سهم انرژی های پاک از سبد انرژی کشورها بود. موضوع مهم دیگر که برخی سخنرانان به آن اشاره کردند، رعایت عدالت و توازن نسبی در تامین انرژی های نو برای کشور های مختلف جهان، به ویژه کشور های آفریقایی و درحال توسعه است.

نام نویسنده:

محمد جواد نصیری

منابع :

link1

link2

مشارکت جوامع برای توسعه تبدیل زباله به انرژی

جمهوری کره با در نظر گرفتن ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی ویژه‌ای که توسعه تبدیل زباله به انرژی به همراه دارد، رویکرد یکپارچه‌ای را برای استفاده از این منبع انرژی تجدیدپذیر اتخاذ کرده است.

گام نخست این توسعه، با هدف جلوگیری از Not-In-My-BackYard [1]ساکنانی که در مجاورت تصفیه‌خانه‌های زباله زندگی می‌کنند، دنبال می‌شود و گام دیگر آن با هدف حصول اطمینان از بهره‌مندی آنها از انرژی بازیافت شده است. این راهبرد از طریق فروش انرژی، مزایای اقتصادی ویژه‌ای را برای جوامع محلی فراهم و به‌طور همزمان مسائل زیست‌محیطی را کاهش می‌دهد. این رویکرد برای تضمین اقتصاد چرخشی و استفاده پایدار از منابع طبیعی، با تاکید بر یکپارچگی محیط‌زیست طراحی شده است.

رویکرد تبدیل زباله به انرژی کره در یک نگاه

در جمهوری کره بر اساس اصل 4Rs(کاهش، استفاده مجدد، بازیافت و بازیابی)[2]، رویکرد تبدیل زباله به انرژی برای دستیابی به اقتصاد چرخشی، بهره‌وری انرژی و توسعه اقتصادی از طریق مدیریت پایدار منابع صورت می‌گیرد. این رویکرد، توسعه همه‌جانبه و همزمان با کاهش تولید دی‌اکسیدکربن را ترویج می‌کند و انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهد. جمهوری کره سیاست جداسازی و جمع آوری زباله را بر اساس قوانین سختگیرانه ملی مانند "قانون مدیریت پسماند" و "قانون ارتقای صرفه‌جویی و بازیافت منابع" اجرا کرده است. از این رو کره موقعیت خوبی جهت استفاده از زباله به عنوان منبع تولید انرژی را داراست. کره با هدف تولید انرژی از ضایعات از قبل تفکیک شده مانند زباله‌های جامد شهری، کشاورزی و مواد غذایی، تأسیساتی را بر اساس روش‌هایی مانند سوخت جامد بازیافتی، بیوگازسازی و سوزاندن راه‌اندازی کرده است. از سال ۲۰۱۰، کره به عنوان یکی از پرچمداران این سیاست، جوامعی مجهز به زیرساخت‌های لازم و فناوری‌های تبدیل زباله به انرژی ایجاد کرده است. به‌طورکلی، بیوگازسازی زباله‌های محلی و سوزاندن آنها در جوامع صورت می‌گیرد. در این فرآیند، مواد غذایی خانگی و زباله‌های کشاورزی را تبدیل به بیوگاز کرده و سپس آنها را به گاز شهری یا برق تبدیل می‌کنند. گرمای حاصل از سوزاندن بیوگاز را می‌توان برای تامین بخار یا آب گرم استفاده کرد. همچنین بخار حاصل می‌تواند در تولید برق از طریق توربین بخار به‌کاررود. کره در مواجهه با نیازهای فوری برای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، فعالانه معرفی سیاست‌های تبدیل زباله به انرژی را دنبال نمود. همچنین دولت کره شروع به ایجاد مدل‌های موفق و پایدار جهت تبدیل زباله به انرژی کرد که تحت این مدل، مردم از انرژی‌های تجدیدپذیر تولید شده توسط جوامع محلی بهره‌مند شدند و در عین حال تأثیر تأسیسات به اصطلاح"NIMBY"را به حداقل رساندند. این انرژی تجدیدپذیر، منبع عالی برای تقویت اقتصاد محلی، افزایش تعداد مشاغل، درآمد جوامع و رشد جمعیت است.

[1] باوری عمومی که بر پایهٔ آن مردم خواهان دفع پسماندهای تولیدشده هستند مشروط بر آنکه محل دفع در نزدیکی ملک آنها نباشد.

[2] The 4Rs are listed in this order: Reduce, Reuse, Recycle, and Recover

همچنین تولید غیرمتمرکز انرژی با استفاده از منابع ضایعاتی، افزایش بهره‌وری منابع ملی را به دنبال خواهد داشت.در این راستا، در سال ۲۰۱۰، کره مدل تبدیل زباله به انرژی خود را "جامعه سبز کم کربن" معرفی کرد که با مخالفت مردم و برخی از محدودیت‌های سیاسی مواجه شد. یک مدل جدیدتر و موفق‌تر "شهر انرژی دوستدار محیط‌زیست" بعداً با پروژه‌های آزمایشی در Hongcheon اجرا شد که نتایج و چالش‌های آن مورد توجه قرار گرفت.

چالش‌های پیش روی جوامع سبزِ کم کربن

دولت ملی رویکرد تبدیل زباله به انرژی را به‌عنوان جامعه سبزِ کم کربن از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۳ در سه جامعه (Gwangju، Tongyoungو Hongcheon) ترویج کرد. در عمل، جوامع به دلیل اطلاعات ناکافی در مورد اثربخشی این طرح، تمایلی به مشارکت به عنوان سهامدار یا سرمایه‌گذار در این رویکرد نداشتند. مقامات محلی این رویکرد را به دلیل اعتراضات جامعه تغییر دادند و به دلیل کمبود بودجه، از جمله محدودیت مالی بخش خصوصی، مدل را اصلاح کردند. در این راهبرد سود ناکافی منجر به توزیع نابرابر درآمد در جامعه می‌شد و مشارکت عمومی تحت رهبری دولت برای همراه کردن سهامداران مختلف از جمله اعضای جامعه با موفقیت ترویج نشد. مثال ۱ جامعه‌ای را تحت این مدل توصیف می‌کند.

مثال ۱: نمونه ای از جامعه سبزِ کم کربن: Gwangju Gwangsan

این جامعه با ۶۶ خانوار و ۱۲۴ ساکن، تأسیساتی جهت تصفیه فضولات دام و ضایعات غذایی به میزان ۳۰ تن در روز، با سرمایه‌گذاری ۲.۵ میلیون دلاری دولت ملی و ۱.۴۵ میلیون دلاری از سوی دولت محلی نصب کرده است. یک شرکت نیمه خصوصی با هدف ویژه (SPC) از طریق تأمین مالی، ساخت -انتقال و مشارکت جامعه تحت عنوان انجمن کشاورزی تأسیس شد. جامعه که در ابتدا به دلیل ضرر احتمالی موافق بر انجام سرمایه‌گذاری و ایجاد SPC نبود، برای مدیریت بهتر امکانات تقسیم‌بندی شد. در نتیجه، یک کمک مالی خصوصی به مبلغ ۱.۰۵ میلیون دلار به تأسیس SPC کمک کرد. درآمد حاصل از تصفیه ضایعات دام و فروش برق برای توزیع بین شرکا برنامه‌ریزی شده بود، اما جامعه به دلیل سهم کمی که در سرمایه‌گذاری اولیه داشت، سود نسبتاً کمی به دست می‌آورد. بررسی جامع فاز اول منجر به شناسایی چالش‌های زیر در عمل برای اجرای مدل توسعه تبدیل زباله به انرژی شد: برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت، فقدان تجارب سیاست‌گذاری در مدل‌سازی، امکان‌سنجی اقتصادی و حداقل مشارکت عمومی. دولت در ابتدا فاقد فرآیند انتخاب در سطح ملی برای انتخاب جوامع شرکت کننده بود. فرموله کردن مدل قابل اجرا با در نظر گرفتن ویژگی‌های منحصربه‌فرد هر جامعه نیز یک چالش است. همچنین، دولت مردم را برای ایجاد اجماع در مورد مدل و درک مشترک از پیوستگی توسعه اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در جامعه، درگیر نکرده بود.

جامعه یکپارچه دوستدار محیط زیست

کره با تکیه بر درس‌های آموخته شده از مدل قبلی، در سال ۲۰۱۴ یک مدل جدید به نام شهر انرژی دوستدار محیط‌زیست ارائه کرد. مدل جدید تا حدی شبیه جامعه سبز کم کربن بود. هدف هر دو رویکرد پرداختن به یکپارچگی زیست‌محیطی و بهره‌وری انرژی بود اما رویکرد یکپارچه جدید به‌طور جامع به مسائل اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی پرداخته و از مراحل اولیه اجرای طرح، سطح بالایی از مشارکت عمومی را در اولویت قرار داد. در نتیجه، زمانی که دولت، جوامع را به برگزاری جلسات آموزنده در مورد پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی برای زندگی ساکنان دعوت کرد، جوامع رویکرد جدید را تصویب کردند. رویکرد جدید از تصفیه خانه‌های پسماند موجود استفاده کرد و با نصب تصفیه‌خانه‌های زیست‌توده برای پسماندهای کشاورزی و مواد غذایی، آنها را به تأسیسات تبدیل زباله به انرژی و بازیافت تغییر شکل داد. علاوه‌براین، در زمین‌های موجود در محوطه تصفیه خانه‌ها تأسیسات انرژی تجدیدپذیر از جمله پنل‌های خورشیدی نصب شد. همچنین در کنار ارتقای زیرساخت‌های زیست‌محیطی مانند سیستم فاضلاب، لوله‌های گاز و تأسیسات کاهش گازهای نامطلوب، امکانات تفریحی مانند مجموعه ورزشی، مرکز اجتماعی و فضای سبز به مردم ارائه شد.

بهترین نمونه: جامعه Somaegokدر Hongcheonn

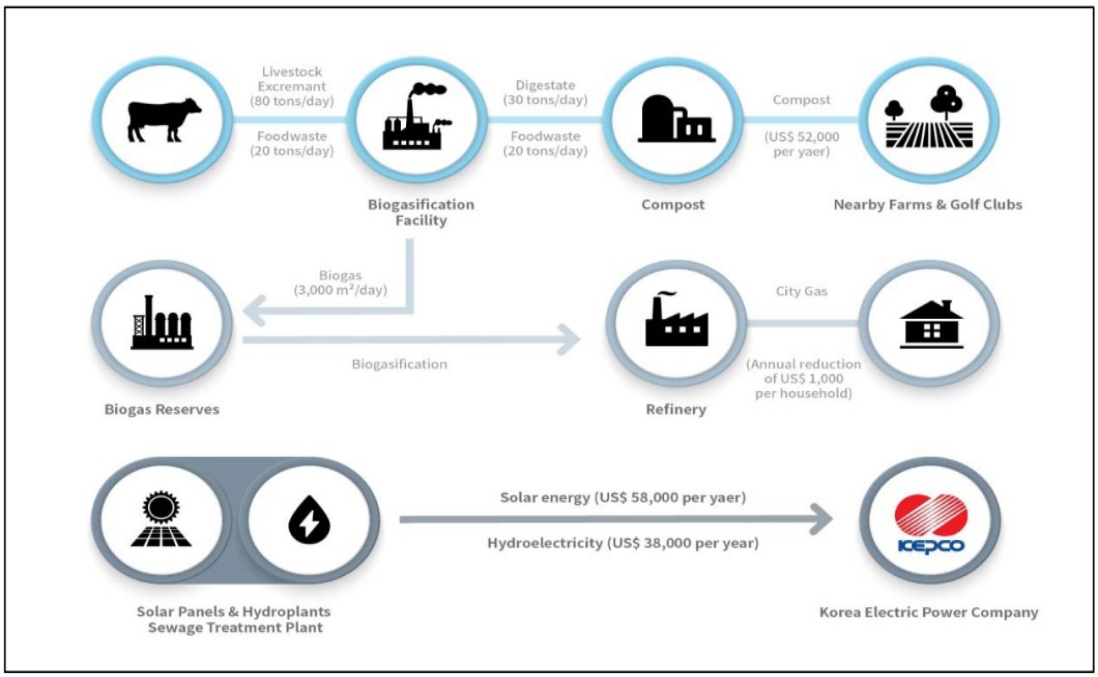
جامعه Somaegok در Hongcheon که به‌طور فعال از ابتدا در مراحل مختلف اجرای این مدل حاضر بود، رضایت بیشتری از نتایج بدست آورد.

چالش های پیش روی‌طرح قبل از اجرا

Somaegok، یک جامعه کوچک با مساحت ۷.۷ کیلومتر مربع، کمبود منابع آبی و گاز خانگی خود را به‌طور مستقل تامین می‌کرد. همچنین تصفیه خانه‌های موجود برای فضولات دام و فاضلاب باعث ایجاد بوی نامطلوب می‌شد. مردم محلی از تاسیسات این مجموعه به دلیل مشکلات بوجود آمده و کاهش احتمالی ارزش زمین‌هایشان در آینده شکایت کردند. در نتیجه، تعداد خانوارها به تدریج از ۱۰۷ خانوار در سال ۱۹۸۰ به ۵۷ خانوار (۱۱۹ نفر ساکن) در سال ۲۰۱۴ کاهش یافت. در نتیجه جامعه با چالش جدید افزایش جمعیت سالمند و مهاجرت نیز روبرو شد.

معرفی سیستم تولید انرژی‌های نو در جامعه Somaegok

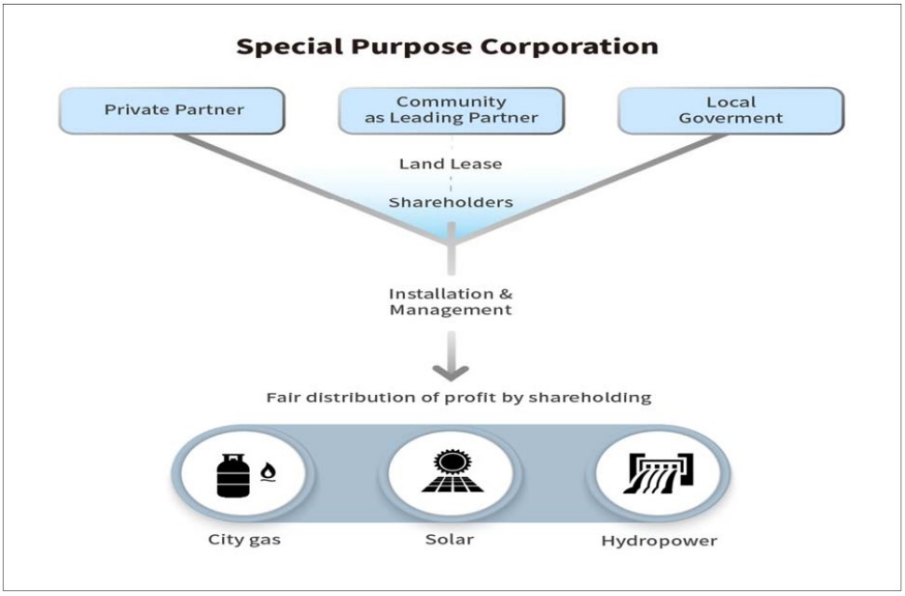
Somaegok، روزانه ۳۰۰۰Nm^3 بیوگاز از ۱۰۰ تن فضولات دام و ضایعات غذایی تولید می‌کند و بیوگاز را به یک شرکت گاز محلی می-فروشد. زباله‌های مایع به عنوان محصول جانبی برای تولید کمپوست مایع (۲۰ تن در روز) استفاده می‌شوند. پسماند به کمپوست (۳۰ تن در روز) تبدیل می‌شود تا به مزارع روستایی فروخته شود. لوله‌های گاز تازه نصب شده، بیوگاز بازیافتی جامعه را تامین می‌کنند. پنل‌های خورشیدی که در زمین-های موجود در تاسیسات تصفیه فاضلاب نصب شده‌اند، ۳۴۰ کیلووات برق تولید می‌کنند. همچنین، مجموعه‌ای از آبشارهای مصنوعی نصب شده در بالای مخازن پساب، ۲۵ کیلووات برق از طریق ژنراتورهای برق آبی تولید و مجموعه دیگری از پنل‌های خورشیدی نصب شده بر روی سقف تالار شهر نیز ۷ کیلووات برق تولید می‌کنند. در نتیجه، جامعه در مجموع سالانه ۵۷۹ مگاوات برق تولید کرده و از فروش برق اضافی سود خوبی بدست می‌آورد. (شکل ۱)



شکل ۱: نمودار مفهومی رویکرد تبدیل زباله به انرژی در جامعه Somaegok

مکانیسم تقسیم سود منصفانه

جامعه درحالی که درگیر فرآیند توسعه بود و سود سهام را به‌طور عادلانه توزیع می‌کرد، مجموعه‌ای از مقررات را وضع کرد. اتحادیه تعاون جامعه برای توزیع سود حاصل از فروش کمپوست تشکیل شد. سرمایه‌گذاری اولیه با سهم ۷۱ درصدی جامعه و ۲۹ درصدی از شرکت گاز محلی نیز راه‌اندازی شد. در حال حاضر، هر خانوار از فروش کمپوست، بیوگاز و نیروی الکتریکی سالانه ۳۳۰۰ دلار سود خالص به دست می‌آورد که در مجموع ۲۳۰۰۰۰ دلار برای جامعه است. مشارکت عمومی اولیه و مشارکت در مکانیسم سود در قالب SPC[3] و اتحادیه همکاری به جامعه کمک کرد تا به پایداری اقتصادی دست یابد. (شکل ۲)



شکل ۲: هدف ویژه مشارکت در برنامه تبدیل زباله به انرژی

عوامل اصلی موفقیت برای Hongcheon

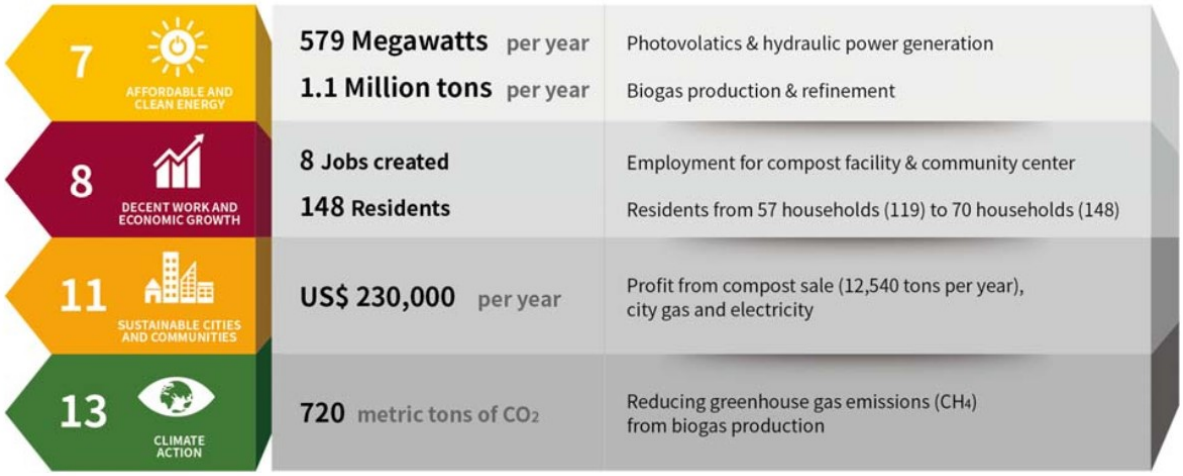
۱) نقش رهبری جامعه

Somaegok community به عنوان یک سهامدار پیشرو، سایر ذی‌نفعان را برای اطمینان از توسعه زباله به انرژی در این طرح مشارکت داد. آقای Jinsoo J، رهبر جامعه Somaegok، با حمایت مثبت خود از سایر سهامداران برای ایجاد اجماع در مورد تبدیل زباله به انرژی، نقش مهم‌تری داشت. در همکاری نزدیک با ایشان، دولت محلی یک دسته مقررات را ایجاد کرد و مبنایی بنیادی برای پویایی کاربرد مدل فراهم نمود.

[3] Special Purpose Corporation

۲) حمایت چندبعدی از سوی دولت

در مرحله اولیه توسعه، دولت یک مطالعه امکان‌سنجی انجام داده و اساساً تأسیسات زباله به انرژی را تأمین مالی کـرده بود. از ۱۳ میلیون دلار سرمایه‌گذاری، ۶ میلیون دلار توسط دولت ملی، ۶ میلیون دلار توسط دولت محلی و ۱ میلیون دلار آن توسط مردم جامعه انجام شده است.



شکل ۳: دستیابی جامعه Somaegok به اهداف توسعه پایدار از طریق رویکرد تبدیل زباله به انرژی

اقدامات جاری و برنامه‌های آتی

کره در حال حاضر تأسیسات تصفیه زباله را در بیشتر مناطق نصب کرده است و تقاضا برای تأسیسات جدید در این مرحله نسبتاً کم است که عمدتاً به دلیل تعداد کافی امکانات ارائه شده است. بدون تأسیسات تبدیل زباله به انرژی، دولت‌های محلی در حال حاضر ۶۲۳ تأسیسات زیست‌محیطی شامل ۲۲۵ محل دفن زباله، ۱۸۶ زباله سوز، ۱۱۷ تصفیه‌خانه لجن فاضلاب و ۹۵ تصفیه‌خانه پسماند مواد غذایی را مدیریت می‌کنند که کمترین نگرانی را نسبت به اثرات منفی آنها و بازیافت انرژی از زباله‌ها ایجاد می‌کند. پس از تعامل آزمایشی با جوامع، دولت همچنان به انتخاب تعداد انگشت شماری از جوامع برای ارتقای امکانات مدیریت پسماند موجود با تجهیز بیشتر آنها به اجزای کامل تاسیسات تبدیل زباله به انرژی ادامه می‌دهد. این انجمن ها و امکانات موجود آنها را بر اساس نوع تاسیسات و دوام، نوع انرژی، استفاده بالقوه از انرژی، شرایط جغرافیایی و مشارکت جامعه ارزیابی می‌کند. با تقویت مشارکت ذی‌نفعان، دولت به اجرای رویکرد مدلسازی هر جامعه بر اساس ویژگی‌های آنها ادامه می‌دهد. هر جامعه با طرح خود برای استفاده از انرژی بازیافتی و مکانیسم سود، زمینه را برای دسترسی عموم فراهم می کند و در نصب و مدیریت تاسیسات انرژی سرمایه‌گذاری خواهد نمود.

Area	Renewable Energy	Serviced Facilities
Asan	Biogas, incineration heat, solar power	Greenhouse (paprika, insect breeding), laundry plant
Cheongju	Biogas	Crop drying, electricity sale, home heating
Eumseong	Biogas	Electricity sale, greenhouse (agricultural processing)
Gunwi	Biogas	Electricity sale, smart farm
Gyeongju	Incineration heat	Camping site
Hongcheon	Biogas, solar power	City gas, compost, electricity sale
Inje	Incineration heat	Greenhouse (crop drying, crop market)
Jeju	Biogas, Incineration heat	Electricity sale, greenhouse (fish breeding farm), zero-energy house
Tongyeong	Incineration heat	Greenhouse (insect breeding)
Yangsan	Incineration heat	Crop market, electricity sale, greenhouse, recreational facility

جدول ۱: موارد مختلف رویکرد تبدیل زباله به انرژی در

درس های آموخته شده و مسیر رو به جلو

توسعه تبدیل زباله به انرژی مبتنی بر مشارکت جامعه در کره ویژگی‌های قابل توجهی دارد. موفقیت تبدیل زباله به انرژی تا حد زیادی به حاکمیت، امور مالی، مزایای اجتماعی-اقتصادی و در دسترس بودن فناوری بستگی دارد. در این طرح، دولت ملی مشارکت عمومی و خصوصی را در قالب SPC برای یافتن اجماع و تامین مالی اجرای مدل تسهیل کرد. مدل کره‌ای با شناسایی و غلبه بر محدودیت‌های خود از طریق بسیاری از آزمون‌ها و خطاها، به یک عمل موفق تبدیل شده است. موارد مورد بررسی از تجربیات سیاست توسعه کره از جمله جامعه Somaegok استخراج شده است.

بررسی بیشتر برای نتیجه گیری

به‌عنوان بخشی از توسعه پایدار و اقتصاد چرخشی کره، سیاست‌های وزارت محیط‌زیست مبتنی بر جامعه در جهت تبدیل زباله به انرژی ارائه شده است. از طریق آزمون و خطا، کره موفق شده است تا سطحی از موفقیت مانند مورد Hongcheon را تثبیت کند. این یک پروژه سیاستی چندوجهی با ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی است. همانطور که در بالا توضیح داده شد، دوام سیاست تا حد زیادی به حاکمیت، امور مالی، مزایای اجتماعی-اقتصادی و در دسترس بودن تکنولوژی بستگی دارد. مشارکت به موقع و پیشگیرانه‌ای که توسط مقامات مربوطه آغاز شده و همچنین مشارکت کافی رهبران محلی قبلی نیز خود یک موفقیت محسوب می‌شود. توسعه سیاست تبدیل زباله به انرژی کره که در بالا ارائه شد، کشورهایی را با آرزوهای مشابه برای هدایت رویکرد خود به شیوه‌ای مؤثرتر تجهیز می‌کند.

نام نویسنده: علی طاهری استاد

منبع:

link

شرکت Stena Recycling

شرکت Stena Recycling یکی از شرکت های حوزه بازیافت زباله و پسماند در سوئد و یکی از سه شرکت گروه Stenasphere است . هدف فعالیت این شرکت بازیافت هوشمندانه مواد با توجه به مزایای زیست محیطی و ایجاد ارزش افزوده اقتصادی برای مشتریان است. به این ترتیب، بازیافت به یک تجارت پایدار برای شرکت های مشتری تبدیل می شود و در عین حال به حداکثر استفاده مجدد از منابع محدود جهان کمک می کند. این شرکت با ۱۶۰۰کارمند و نزدیک به ۹۰ کارخانه، یکی از شرکت های پیشرو در بازیافت در سوئد است و ظرفیت سالانه آن به بازیافت. ۳.۴ میلیون تن مواد رسیده است.

به عنوان نمونه ، شرکت Ballograf که سازنده خودکار و نوشت افزار است، از پلاستیک های سخت که از بازیافت وسایل الکترونیکی در این شرکت تولید شده اند، برای تولید محصول خود استفاده کرد.

Mr.Fill نام شرکتی است که در زمینه جمع آوری و هوشمند سازی فرایند دفع و انتقال پسماندها فعالیت می کند. هدف اصلی آن جلوگیری از پخش زباله ها در محیط های شهری، کاهش هزینه های حمل پسماند و همچنین بازیافت پسماند است. این شرکت سطل های زباله ای تولید می کند که هم روی زمین و هم زیر سطح زمین قابلیت نصب دارند؛ انرژی برق مصرفی خود را از باتری های خورشیدی دریافت می کنند و مجهز به سنسور های هوشمند برای اعلان زمان پرشدن ظرفیت مخزن هستند. مزیت آنها این است که با تجهیزات مکانیکی که درون خود دارند، با فشرده سازی زباله ها ، ظرفیت مخزن را تا ۵ برابر افزایش می دهند؛ بنابراین نیاز به تکرار عملیات تخلیه و انتقال پسماند کاهش می یابد که منجر به کاهش انتشار CO_2 و کاهش هزینه ها می شود.

Mr. FILL
The smart waste solution

نام نویسنده:

محمد جواد نصیری

منبع :

link

اخبار

محققان در حال کار بر روی توربین های بادی هستند که CO_2 را جذب کرده و از آن برای تولید سیمان استفاده کنند.

برای مدت طولانی، توربین های بادی به عنوان یکی از روشهای اصلی برای تولید انرژی پاک به شمار می آمدند. با وجود اختلاف نظراتی که در گذر زمان در مورد آن ها وجود داشته است، در مقایسه با دیگر منابع انرژی سبز، توربین های بادی به شکلی گسترده به عنوان یک راه حل سازگار با کره خاکی و بشر برای موضوع تغییرات اقلیمی پذیرفته شده اند.

همچنین در آینده ای نه چندان دور، این امکان وجود دارد که توربین های بادی با کمک به جذب **CO2** از هوا و استفاده از آن برای ساخت موادی چون بتن، کاربردی دو منظوره را برای حفاظت از محیط زیست سیاره ما پیشنهاد دهند. برای تحقیق بیشتر بر روی این موضوع ابتدا باید بدانیم که توربین های بادی دقیقا چه کاری برای ما انجام می دهند.

به طور خلاصه می توان گفت که آن ها با استفاده از انرژی جنبشی تولید شده توسط باد، منجر به تولید الکتریسیته می شوند. تاریخچه کنترل و مهار کردن انرژی باد و استفاده از آن به عنوان منبع انرژی، به قرن نوزدهم میلادی باز می گردد. در سال ۱۸۸۷ میلادی، پروفسور James Blyth از کالج Anderson در شهر Glasgow اسکاتلند، موفق به ساخت اولین توربین بادی دنیا شد که برای تولید برق مورد استفاده قرار می گرفت. با این حال، یک دهه طول کشید تا در دانمارک برای اولین بار انرژی بادی مدرن که امروزه ما می شناسیم، شکل بگیرد. این کشور، در سال ۱۸۹۷ میلادی یک توربین بادی به طول ۲۲.۸ متر ساخت که از پره های محور افقی برای تولید برق استفاده می کرد.

حال سوال مهمی که برای ما پیش می آید این است که توربین های بادی، چگونه CO_2 را از اتمسفر جذب می کنند؟ می توان اینگونه به این سوال پاسخ داد که مزیت اصلی توربین های بادی در مقایسه با سایر روش های حذف CO_2 از اتمسفر، شکل هندسی صاف و ارتفاع زیاد آن ها است. گازهای گلخانه ای که توسط کارخانه ها و شهرها منتشر می شوند، اغلب در ارتفاعاتی تمرکز و غلظت دارند که عملکرد ماشین آلاتی را که در سطح زمین برای جذب آنها تلاش میکنند، دشوار و پیچیده می سازند. همچنین، لازم است این واقعیت را نیز در نظر بگیریم که گاهی اوقات، مزارع توربین های بادی انرژی بیش از حد نیاز و بدون این که ارزش جانبی خاصی داشته باشد را تولید می کنند. به همین منظور، اگر این مزارع علاوه بر تولید برق، از یک سیستم حذف CO_2 استفاده می کردند، قطعا انرژی کمتری هدر می رفت.

محققان دانشگاه **Purdue** در ایالت **Indiana** کشور آمریکا، شبیه سازی هایی را انجام داده اند و در آن ها به بررسی این موضوع پرداخته‌اند که چگونه توربین‌ها می‌توانند هوای آلوده را به سمت خود بکشانند و آن را برای حذف ایمن به داخل زمین هدایت کنند. طبق گفته **Luciano Castillo** که یکی از مهندسین مکانیک این دانشگاه است، توربین های بادی بزرگ و انرژی ساز، همزمان که در حال چرخش هستند، باعث ایجاد تلاطم و آشفتگی می شوند و هوا را به سمت خود می کشند.

این عملکرد موجب می شود تا به خصوص در نزدیکی شهرهای بزرگ، CO_2 به میزان قابل توجهی وارد توربین شود و فرآیند جذب را تسهیل بخشد.

با گذشت بیش از یک قرن، هنوز هم علم مدرن فرصت های فراوانی را برای توسعه انرژی بادی فراهم می کند. برای مثال، به تازگی محققان ادعا کرده اند که می توان از توربین های بادی برای جذب گازهای گلخانه ای موجود در هوا استفاده کرد.

با توجه به این حقیقت که ۸ درصد انتشار جهانی CO_2 متعلق به فرآیندهای تولید بتن است، محققان ادعا دارند که این تکنولوژی می تواند تاثیر مهمی بر این فلسفه جهانی که تولید بتن، بشر را در یک حلقه باطل می اندازد که فقط موجب آلودگی محیط زیست میشود، بگذارد.

هر تکنولوژی درکنار نکات مثبت دارای نکات منفی نیز هست. در این تکنولوژی برای این که نسبت به کربن کاملا خنثی باشد و با آن واکنش ندهد، سیستم حذف کربن باید به انرژی تولید شده توسط توربین های بادی متکی باشد.

همچنین تقاضا برای انرژی و برق می تواند نوسان داشته باشد و تغییر کند؛ موضوعی که مورد بحث منتقدان این طرح است و توسعه دهندگان این تکنولوژی را با این سوال مواجه کرده است که برای مثال، اگر در منطقه مورد نظر، تنها در یک دوره زمانی خاص متقاضی مصرف انرژی وجود داشته باشد، آیا یک طرح پشتیبان برای جذب کربن وجود دارد یا خیر.

محققان این دانشگاه قصد داشتند تا در تاریخ ۲۱ نوامبر سال جاری(۲۰۲۲)، در نشستی از بخش دینامیک سیالات انجمن فیزیک آمریکا در **Indianapolis**، از سیستم خود رونمایی کنند. طبق فایل اطلاعاتی که توسط دفتر تجاری سازی فناوری دانشگاه **Purdue** منتشر شده است، این فناوری با استفاده از یک سیستم فیلتر مایع، CO_2 را از هوای دمیده شده در توربین بادی جذب می کند. در ادامه این CO_2 جذب شده، در یک محلول آب-کلسیم هیدروکسید وارد می شود؛ سپس CO_2 با کلسیم هیدروکسید واکنش می دهد و باعث تولید ماده کربنات کلسیم می شود که می توان از آن برای تولید بتن و سایر کاربردها استفاده کرد.

لازم به ذکر است که توسعه این توربین های بادی نیز نیاز به برنامه ریزی های از پیش تعیین شده زیادی دارد. اگرچه بیشتر توربین ها عمری در حدود ۲۵ سال دارند که آنها را به یک سرمایه گذاری بلندمدت تبدیل می کند، اما توسعه واحدهای ذخیره سازی زیرزمینی، دامنه ساخت یک مزرعه بادی را چه در زمین و چه در دریا افزایش می دهد.

نام نویسنده: سهند آزادوار

با مردی که از زباله های الکترونیکی برای ساخت لامپ های خورشیدی در نیجریه استفاده می کند، آشنا شوید.

طبق شواهد، شبکه برق ملی نیجریه مشکلات جدی دارد. هنگامی که دچار اختلال می شود، کل کشور در تاریکی فرو می رود؛ اتفاقی که در سال ۲۰۲۲ حدوداً هفت بار رخ داده است. برای برخی از مشاغل کوچک، این اتفاق فاجعه آمیز است؛ زیرا باعث کوتاه شدن روزهای کاری می شود. برای صنایع، این به معنای تکیه بر ژنراتورهای گران قیمت برای تضمین اتصال برق و ساعات کاری مداوم است.

کارآفرین **Dozie Igweilo** راه حلی برای این مشکل ارائه کرده است که نه تنها از قطع شدن برق جلوگیری می کند، بلکه ضایعات و انتشار گازهای گلخانه ای را نیز کاهش می دهد. کارگاه او، **QuadLoop** است که قطعات الکترونیکی قدیمی را برای تولید لامپ‌های خورشیدی ارزان قیمت ساخت نیجریه، بازیافت می کند.

QuadLoop چگونه زباله های الکترونیکی را بازیافت می کند؟

این شرکت برای تولید محصولات خود از باتری های لیتیومی لپ تاپ های قدیمی استفاده می کند و آن ها را در فانوس هایی برای تامین روشنایی قرار می دهد. همچنین از سیم، پیچ و صفحه نمایش لپ تاپ ها برای پوشش واحدهای خورشیدی استفاده می شود. از آنجایی که لامپ‌ها عمدتاً با کالاهای دست دوم ساخته می‌شوند، تنها دارای یک سال گارانتی هستند اما امکان تعویض باتری‌هایشان نیز وجود دارد. هر یک از واحدها به قیمت ۳۲ یورو فروخته می شود. این واحدها عمدتاً توسط مشاغل کوچک استفاده می شوند که نیازمند حفظ بهره وری خود در هنگام قطعی هستند.

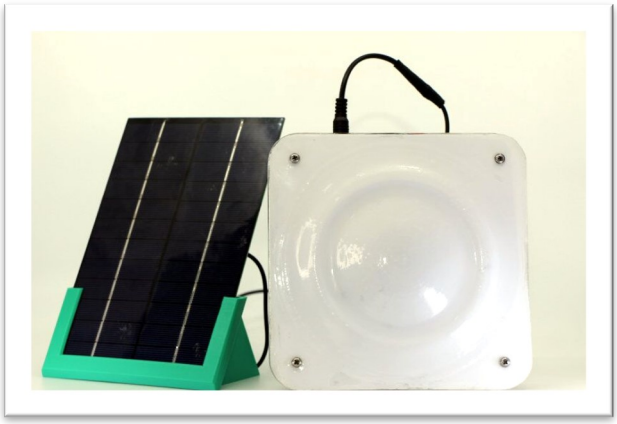
روشی که به عنوان یک راه حل کم هزینه برای قطع برق آغاز شد، به یک پیروزی برای محیط زیست نیز تبدیل شده است. زباله های الکترونیکی یک مشکل بزرگ در سطح جهانی هستند. تخمین زده می شود که نیجریه به تنهایی ۱۵۲ میلیون یورو زباله الکترونیکی در سال ۲۰۱۹ تولید کرده است.

اگرچه می‌دانیم که باتری‌های لیتیومی روشی عالی برای ذخیره انرژی هستند، اما تولید آنها اثرات مخربی بر کره زمین دارد. لامپ های QuadLoop با استفاده مجدد از باتری های قدیمی، عمر محصولات موجود را افزایش داده و تقاضا برای تولید بیشتر را کاهش می دهند.

انرژی خورشیدی از کسب و کارهای کوچک پشتیبانی می کند

Dozie Igweilo توضیح می‌دهد: «کسب‌وکارهای کوچک برای فعالیت به برق نیاز دارند، برای کمک به راه‌اندازی و بهره‌وری یک کسب‌وکار، و حتی نانوایی، نجاری و هر کار دیگری که انجام می‌دهید، به برق نیاز دارید».

یکی از مشتریان QuadLoop، Blessing Samuel است که به عنوان یک آرایشگر مشغول به کار است و از لامپ خورشیدی در قرارهای عصر خود استفاده می کند. در مدت ۱۰ سالی که او قبل از داشتن یک لامپ خورشیدی کار می کرد، یا از ژنراتور در شب استفاده می کرد که باعث هزینه اضافی گزافی بود، یا کارهای ناتمام خود را به روز بعد موکول می کرد. Blessingمی گوید: «این لامپ ها من را از استرس خرید سوخت و هزینه‌های اضافی نجات می‌دهند. به غیر از صاحبان مشاغل کوچک، هدف اصلی Igweiloبیمارستان‌های محلی هستند که اتصال برق مناسبی ندارند و استفاده از این روش می تواند از خسارات بسیاری جلوگیری کند.“



شکل ۱-نمونه ای از لامپ های خورشیدی تولید شده در شرکت QuadLoop

نام نویسنده: راضیه فصیحی

جایگزینی بر پایه شکر برای وینیل که می تواند به کربن زدایی صنعت موسیقی کمک کند

شرکت Evolution Music مستقردر بریتانیا می گوید مواد بیوپلاستیک میتوانند در ایجاد صفحات ضبط مورد استفاد قرار بگیرند، همچنین سعی دارد مانع هنرمندان در استفاده از پلاستیک شود، بدون اینکه در ماشین¬آلات یا فرآیندهای تولید کارخانه¬های پرس صفحات ریکورد، تغییری ایجاد کند.

مدیرعامل موقت Evolution Music، Marc Carey می گوید: «موسیقی ضبط شده روی صفحه‌های بیوپلاستیک به صورت صوتی و از نظر یکسان¬سازی، تقریبا مثل صفحه های وینیلی است و تنها تفاوتش این است که در بین قطعات موسیقی مقداری صدای سطحی وجود دارد مثل یک جرقه کوچک ؛ پس به توسعه این محصول ادامه خواهیم داد. ما یک دستور العمل منحصر به فرد را بدست آورده ایم و از آنجا که یک شرکت تحقیق و توسعه هستیم، با تکرار R&D پیش می رویم تا آن را بهبود ببخشیم».طبق سخنان یکی از بنیان گزاران Music Declares Emerency(MDE)[1] هنرمندان، برای تغییر جنس محصولات خود به بیوپلاستیک بسیار مشتاق خواهند بود. یکی از بنیان گذاران MDE به نام Lewis Jamiesonمیگوید: «تولید وینیل از بسیاری از جهات سمی است و انواع فرآیندها در آن وجود دارد که به محیط زیست آسیب می رساند اما وینیل را دوست داریم و به آن نیازمندیم؛ پس باید دنبال یک روش غیرسمی و بدون آسیب بگردیم».

فروش صفحات وینیلی در دهه گذشته با وجود دسترسی فوری به رسانه های دیجیتال و محبوبیت آن ها و همچنین وبسایتهای موجود جهت دسترسی به موسیقی مورد نظر، مثل گوگل و اسپاتیفای، رو به افزایش بوده است. به طور کلی یک صدای باشکوه تر، هنر خلق شده را پوشش می دهد و همچنین، ویژگی در دسترس بودن صفحه وینیلی باعث میشود جذابیت و زیبایی فزاینده ای به آلبوم های موسیقی (LPS) داده شود.

[1] یک کمپین عملکرد اقلیمی صنعت موسیقی است که با یک اعلامیه توسط حدود ۳۰۰۰ هنرمند، اعم از Napalm Death و Julian Lloyd Webber آغاز گردیده است.

Carey افزود: «صنعت موسیقی و هنرهای خلاقانه باید در نوآوری پیشگام باشد و معمولا این تغییرات فرهنگی است که موجب تغییرات سیاسی و اجتماعی می شود». او بر این باور است که به محض اینکه یک هنرمند معروف از صفحات بیوپلاستیک به جای وینیل استفاده کند، تغییر بزرگی در این صنعت ایجاد خواهد شد.

شکل ۱-یک رکورد ساخته شده بر مبنای شکر که جایگزین ریکورد وینیلی شده

نام نویسنده: فاطمه برغمدی

روشی نو برای بازیافت توربین های بادی

به وسیله کشف جدید مهندسان در ایالات متحده آمریکا، می توان توربین های بادی را جهت کاربرد مجدد بازیافت نمود.

این مهندسان توانسته اند که نوع جدیدی از رزین را اختراع کنند، ماده‌ای که تیغه‌های توربین را می‌پوشاند،که می‌توان از آن جهت ساخت چراغ‌های عقب خودرو، ابزار برقی، پوشک و حتی خرس‌های صمغی خوراکی استفاده کرد. این پیشرفت بزرگ توسط مهندسان شیمی در دانشگاه میشیگان می تواند راهگشای یکی از بزرگترین چالش های انرژی بادی، نحوه بازیافت پره های توربین، باشد.

روش جدید بازیافت پره های توربین بادی

پره های توربین بادی که از فایبرگلاس روکش شده با رزین تولید می شوند و جداسازی و بازیافت آن ها، نیازمند مراحل دشواری می باشد، به طور متوسط ۵۰ متر طول دارند که نصف طول یک زمین فوتبال حرفه ای است. اگرچه برخی از آن ها را می‌توان به مواد کم‌ارزش تر بازتولید کرد ، اما بیشتر تیغه‌ها دور ریخته شده و دفع می شوند.

از آنجایی که در فرایند تقویت مجدد توربین ها، توربین‌های بزرگتر و کارآمدتر جایگزین توربین‌های قدیمی تر می‌شوند، مدیریت پره‌های از کار افتاده یک مشکل رو به رشد هستند. انجمن انرژی باد Wind Europe انتظار دارد تا سال ۲۰۳۰ ، سالانه حدود ۵۲۰۰۰ تن پره از رده خارج شود.

با توجه به اینکه صنعت انرژی بادی خواستار ممنوعیت دفن پره های توربین در سراسر اروپا تا سال ۲۰۲۵ است، دانشمندان محیط زیست، به دنبال ارائه روش های پایدار و راه حل های خلاقانه ای هستند.

مهندسین شیمی دانشگاه میشیگان در کشور ایالات متحده آمریکا، یک رزین ترکیبی جدید و با قابلیت بازیافت ساخته اند که می تواند برای ساخت پره های توربین استفاده شود و هنگامی که تیغه از رده خارج می شود ، رزین را می توان با بازتولید به وسایل خانگی و یا خوراکی های شیرین بازیافت کرد.

بر اساس تحقیقات منتشر شده توسط انجمن شیمی آمریکا (ACS) حتی می توان رزین را حل نمود و بار دیگر در ساخت پره های توربین جدید از آن استفاده کرد و وارد صنعت نمود.

پروفسور و پژوهشگر، دکتر John Dorgan می گوید که این چرخه می تواند بارها و بارها در یک حلقه بی نهایت مورد استفاده قرار گیرد. این هدف اقتصاد دایره ای است.

چگونگی ساخت رزین قابل بازیافت

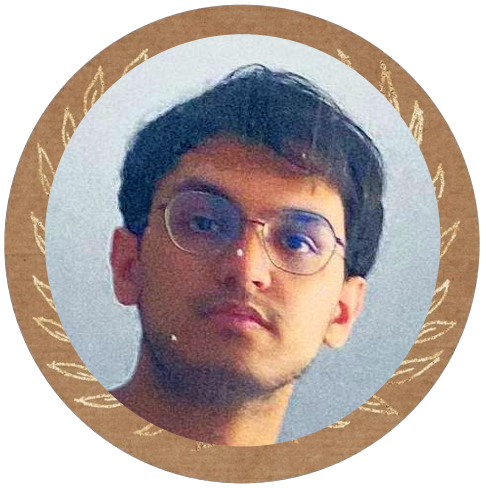
دکتر John Dorgan و همکارانش برای ایجاد ماده جدید توربین، الیاف شیشه را با یک پلیمر گیاهی و یک پلیمر مصنوعی ترکیب کردند. پنل های ساخته شده از رزین ترموپلاستیک، به اندازه کافی محکم و بادوام هستند که در توربین ها و اتومبیل ها مورد استفاده قرار می گیرند. پس از انحلال پنل ها و حذف الیاف شیشه، دکتر John Dorgan و همکارانش توانستند مواد اولیه را دوباره به محصولات جدیدی با همان خواص فیزیکی تبدیل کنند.

با مخلوط شدن رزین با مواد معدنی و محلول های مختلف در دماهای مختلف، تیم دکتر John Dorgan همچنین توانستند محصولات کاملاً متفاوتی ایجاد کنند. به طور مثال، محلول مخلوط شده با استفاده از یک پلیمر فوق جاذب که در نوعی پوشک استفاده می شود و یا لاکتات پتاسیم که می تواند خالص شود و به شیرینی ها و نوشیدنی های ورزشی تبدیل شود.

دکتر Dorgan می‌گوید که آنها لاکتات پتاسیم را در حد مواد غذایی بازیابی کردند و از آن برای ساختن آب نبات‌های خرسی صمغی مورد استفاده قرار دادند.

آیا خواص نامطلوبی در آب نباتی که زمانی بخشی از یک توربین بادی بوده است، وجود دارد؟

دکتر Dorgan اینطور فکر نمی کند. او بر این عقیده است که اتم کربن مشتق شده از یک گیاه، مانند ذرت یا علف، هیچ تفاوتی با اتم کربنی که از سوخت فسیلی به دست می آید، ندارد. همه این کربن ها، بخشی از چرخه جهانی کربن هستند و ما نشان داده‌ایم که می‌توانیم با استفاده از زیست توده به مواد پلاستیکی بادوام برسیم و یا حتی به مواد غذایی بازگردیم. پس از اثبات اینکه رزین ها، خواص فیزیکی مناسبی برای توربین‌های بادی دارند، اکنون محققان امیدوارند که بتوانند تیغه‌هایی با اندازه متوسط برای آزمایش میدانی بسازند. دکتر Dorgan خاطرنشان می کند که محدودیت کنونی نبود پلاستیک زیستی کافی جهت تامین این بازار می باشد.



نام نویسنده: شایان پروانه

کارخانه تولید انرژی از زباله Covanta؛

گام مهمی در راستای بهبود وضعیت محیط زیست

Covanta یک شرکت پیشرو در مدیریت مواد پایدار Sustainable materials management (SMM) و ارائه‌دهنده برتر راه‌حل‌های زیست‌محیطی برای کسب‌وکارها و جوامع، اعلام کرد که کارخانه تبدیل زباله به انرژی "Covanta Alexandria" اخیراً به پیشرفت بزرگی در فناوری کنترل آلودگی خود دست یافته است. هدف این تکنولوژی کنترل آلودگی، کاهش چشمگیر انتشار اکسید نیتروژن (NOx) و در نتیجه کمک به حفاظت از محیط زیست است.

تاسیسات تبدیل زباله به انرژی مستقر در اسکندریه به ٤٠٠٠٠٠ ساکن و مشاغل در شهر اسکندریه و شهرستان Arlington خدمات ارائه می دهد. با سوزاندن زباله‌های غیرخطرناک خانگی در دماهای بالا، مدیریت پایدار پسماند را فراهم می‌کند که در ادامه، بخار آب حاصل از سوزاندن زباله ها برق تجدیدپذیر تولید می‌کند. به این ترتیب، Covanta بیش از ۳۵۰۰۰۰ تن زباله را پردازش و به انرژی تبدیل می کند که در شرایط دیگر باید در محل های دفن زباله مدفون می شدند.

Justin Wilson، شهردار اسکندریه، اظهار داشت«نصب این فناوری جدید سبب کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و بهبود کیفیت هوا می شود. این یک تلاش مهم برای حمایت از مردم اسکندریه در دستیابی به اهداف برنامه اقدام زیست محیطی ۲۰٤۰ است.»

با نصب فناوری کاهش اکسید نیتروژن (NOx) که در حال حاضر تکمیل شده است، انتشار اکسید نیتروژن تقریباً ۵۰٪ کاهش می یابد.

این تلاش بزرگ، بخشی از یک پروژه چند ساله در تاسیسات "Covanta Alexandria-Arlington" است.

این کارخانه همچنین با کاهش زباله های ریخته شده در محل های دفن زباله، انتشار گاز گلخانه ای دی اکسیدکربن را ۳۳۱۰۰۰ تن کاهش داده است. این مقدار معادل با کربن تولیدی ناشی از حرکت ٦٥٠٠٠ وسیله نقلیه مسافربری در مدت یک سال است.

Don Cammarata، مدیر دارایی Covanta، بیان کرد:« Covanta خدمات و امکانات ما را به گونه‌ای مدیریت می‌کند که همواره منافع جوامع، مشاغل و سیاره ما در اولویت قرار داشته باشند. امروز یک اولویت مهم در کار ما با جامعه کاهش اثرات زیست محیطی و بهبود کیفیت هوا است.»

فناوری کاهش اکسید نیتروژن (NOx) در صنعت منحصر به فرد است و نشان دهنده تعهد Covanta به سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه برای ارائه عملکرد زیست محیطی برتر است.

Katie Cristol، رئیس هیئت مدیره شهرستان Arlington، گفت:« همکاری مداوم ما با Covanta حائز اهمیت است و ما تلاش های آن ها را برای کاهش انتشار NOx در جهت کمک به محیط زیست تحسین می کنیم. زباله‌هایی که معمولاً در محل‌های دفن زباله به انرژی تبدیل می‌شوند، جامعه ما را پایدارتر می‌کنند.»

این تاسیسات همچنین سالانه ۱۱۲۰۰ تن فلز بازیافت و انرژی کافی برای تامین برق ۱۵۰۰۰ خانه در ٢٤ ساعت شبانه روز را به مدت یک سال تولید می کند.

درباره Covanta

Covanta یک شرکت پیشرو در مدیریت مواد پایدار است که راه حل های زیست محیطی را برای مشاغل و جوامع در سراسر U.S ارائه می دهد. این شرکت از طریق شبکه امکانات و خدمات پیشرفته خود، شریک تک منبعی در حل پیچیده ترین چالش های زیست محیطی امروزی به حساب می آید.

شکل ۱-تاسیسات شرکت Covanta در Florida

نام نویسنده: علی طاهری استار

چین بزرگ ترین نیروگاه بادی جهان را می سازد

چین در حال برنامه ریزی برای ساخت بزرگ ترین نیروگاه بادی جهان است ؛ این پروژه پیش از سال ۲۰۲۵ آغاز خواهد شد ؛ Chaozhou، شهری در استان Guangdong، قرار است محلی برای راه اندازی این نیروگاه ۴۳.۳ گیگا واتی در تنگه تایوان باشد. تاسیساتی که می تواند تمام انرژی مورد نیاز کشوری به اندازه نروژ را تامین کند. این میزان انرژی الکتریکی برای تامین برق حدود ۱۳ میلیون خانه کافی خواهد بود. این تاسیسات در فاصله ۷۵ و ۱۸۵ کیلومتری از ساحل ساخته خواهند شد و مزرعه ای به طول ۱۰ کیلومتر شامل هزاران توربین را تشکیل خواهند داد. به علت موقعیت جغرافیایی این منطقه که سبب بادخیز بودن آن شده است، توربین ها قادر خواهند بود ۴۳ تا ۴۹ درصد زمان یک روز را کار کرده و انرژی تولید کنند.

به گفته مسئولین استان Guangdong، کار بر روی این پروژه قبل از ۲۰۲۵ آغاز خواهد شد و زمانی که تکمیل شود، بزرگ ترین مزرعه بادی در دنیا خواهد بود. در حال حاضر، توسعه و تحقق این پروژه به عهده مرکز Jiuquan Wind Power در چین قرار گرفته که یک سایت عظیم تولید انرژی با ظرفیت ۲۰ گیگاوات است.

مزرعه بادی جدید چین چه مقدار انرژی تولید خواهد کرد؟

همانطور که گفته شد، این نیروگاه ظرفیت تولید ۴۳.۳ گیگاوات انرژی را خواهد داشت. اگر هر گیگاوات را معادل ۱ میلیون وات در نظر بگیریم، برای تولید این مقدار از انرژی به حدود ۳ میلیون پنل خورشیدی نیاز است. همچنین، ۱ گیگاوات انرژی می تواند انرژی ۱۰۰ میلیون LED را تامین کند که معادل برق مورد نیاز به طور متوسط ۳۰۰۰۰۰ خانه اروپایی است. بنابراین، تاسیسات جدیدی که در چین ساخته خواهد شد، می تواند ۴.۳ میلیارد نور LED را تامین کند که معادل برق مورد نیاز ۱۳ میلیون خانه در اروپا خواهد بود. این در حالی است که نروژ بیش از ۹۹ درصد از انرژی برق مورد نیاز خود را از نیروگاه انرژی آبی با ظرفیت ۳۱ گیگاوات تامین می کند که کمتر از نیروگاه چین است.

در حال حاضر ظرفیت انرژی بادی دنیا چقدر است؟

تا پایان ۲۰۲۱، مجموع ظرفیت انرژی بادی ساحلی و دریایی در دنیا از ۸۳۰ گیگاوات عبور کرد که بیش از نیمی از آن متعلق به چین بوده است. در ۲۰۲۱، چین توانست ظرفیت تولید انرژی بادی دریایی خود را به بالاتر از هر کشور دیگر در ۵ سال گذشته برساند. این کشور امیدوار است که بتواند یک سوم برق خود را تا ۲۰۲۵ از منابع انرژی تجدیدپذیر تامین کند. علاوه بر آن، با توجه به اهداف تعیین شده برای رسیدن به صفر خالص تا سال ۲۰۶۰ (مرتبط با انتشارات کربنی که در کنفرانس های COP هدف گذاری شده است)، چین سعی دارد که خود را تا ۲۰۶۰ به net-zero برساند.

رئیس جمهور چین، Xi Jinping، در تاریخ ۱۶ اکتبر ۲۰۲۲ خطاب به اعضای حاضر در نشست COP27 گفت:«ما به شکلی فعالانه و در عین حال محتاطانه در مسیر رسیدن به حداقل انتشارات کربن و خنثی سازی آن حرکت می کنیم. با توجه به تامین انرژی در چین و منابع آن، در تلاش هستیم تا با روش های برنامه ریزی شده و در فازهای مختلف، در کنترل انتشارات کربن و به حداقل رساندن آن پیشگام باشیم و در این مسیر سعی خواهیم کرد تا قبل از حذف فناوری های قدیمی، فناوری های نوین را جایگزین آن کنیم.»

شکل ۱- مزرعه توربین های بادی در تایوان

نمونه هایی از بازیافت های نوآورانه

۱۸ مارس روز جهانی بازیافت است. تفکیک زباله و توسعه اقتصاد چرخشی ، به نگه داری از آینده سیاره ما کمک می کند؛ در اینجا چند نمونه از نقش نوآورانه شرکت EGP[1] به ویژه در زمینه باتری های الکتریکی و توربین های بادی آورده شده است.

بازیافت به عنوان بخشی اساسی از اقتصاد چرخشی و یکی از اهداف توسعه پایدار، در دستور کار سازمان ملل قرار دارد. بر اساس داده های بنیاد جهانی بازیافت، بازیافت کردن، انتشار CO_2 را تا بیش از ۷۰۰ میلیون تن در سال کاهش می دهد و انتظار می رود این رقم تا سال ۲۰۳۰ به یک میلیارد تن افزایش یابد.

این شرکت، چندین پروژه مختلف بازیافت و استفاده مجدد از مواد، از آب گرفته تا چوب و مصالح ساختمانی را در بسیاری از کشورهایی که در آن فعالیت می کند، انجام می دهد. دو مورد وجود دارد که به طور خاص با فناوری های مورد استفاده در نیروگاه های انرژی تجدیدپذیر مرتبط هستند.

زندگی جدید برای نیروی باد

ساخت اولین مزارع بادی به اوایل دهه ۲۰۰۰ برمی گردد و میانگین عمر آنها ۳۰ سال است. پروژه های تعمیرات می تواند عمر آن ها را افزایش دهد، اما قطعات جایگزین نیاز به راه حل هایی برای دفع پایدار در محیط دارند. بیشتر اجزای یک توربین بادی به دلیل اینکه از فلز ساخته شده اند به راحتی بازیافت می شوند. از سوی دیگر، بازیابی تیغه ها سخت تر است؛ زیرا از مواد کامپوزیتی مانند رزین، فایبرگلاس یا فیبر کربن و همچنین موادی مانند چسب، رنگ و فلز ساخته شده اند.

شرکت EGP پروژه را برای توسعه یک زنجیره ارزش چرخشی برای مدیریت پایان عمر تیغه های از کار افتاده توربین ها رهبری می کند. به عنوان مثال، یک کارخانه بازیافت پره توربین خواهد ساخت که بیش از ۶۰۰۰ تن فایبرگلاس و کربن را در سال بازیافت می کند و آن را به مواد ثانویه تبدیل می کند که می توان از آن ها برای ساخت اجزایی با ارزش افزوده بالا (برای ساخت و ساز مبلمان و وسایل حمام، کابینت و لوله کشی) استفاده کرد.

[1]Enel Green Power company

یکی دیگر از کاربردهای احتمالی تیغه های از کار افتاده، تبدیل آن ها به قطب های مولد جریان برق است که در ماه های آینده در ایالات متحده در چارچوب پروژه Re-Wind آزمایش خواهد شد؛ کاربرد دیگر آن ها، استفاده در بلوک هایی است که با همکاری شرکت سوئیسی حوزه انرژی[۲] برای ذخیره سازی گرانشی استفاده می شود. این شرکت در حال آزمایش یک فناوری کاملاً مکانیکی است که از نیروگاه‌های برق آبی برای ذخیره انرژی با استفاده از بلوک‌های بزرگ از جنس مواد جامد الهام گرفته شده است. هنگامی که انرژی مازاد تولید می‌شود، این اجسام از سطح بلند می‌شوند و سپس، زمانی که برق نیاز است، بلوک‌ها هنگام پایین آمدن از نیروی گرانش برای تولید الکتریسیته استفاده می کنند. استفاد از مواد کامپوزیتی حاصل از تیغه های بازیافتی، این بلوک ها را پایدارتر و قوی تر می کند.

تمرکز بر روی مواد جدید

این تعهد به بازیافت و نوآوری شامل طراحی خود محصولات شرکت نیز می شود ؛ به عنوان مثال، استارت آپ سوئدی Modvion، در حال توسعه برج های توربین بادی است که به جای فولاد از چوب ساخته شده اند و دارای همان مزایای مورد انتظار از نظر پایداری، هزینه های حمل ونقل و نصب هستند. به کمک یک سیستم مدولار[۳]، برج ها مونتاژ می شوند و می توان آن ها را بسیار راحت تر حمل کرد.

شرکت اسکاتلندی ACT Blade نیز در تولید توربین‌های بادی جدیدی که با پارچه‌های فنی ویژه ای پوشیده شده‌اند، نوآوری کرده است، این پارچه ها مشابه مواد مورد استفاده برای بادبان‌های قایق‌های مسابقه‌ای هستند که با بکار بردن آن ها، تیغه‌های توربین سبک‌تر خواهند شد، زیرا پوشش مراقبتی باریک و سبکی دارند. علاوه بر این، جداسازی و بازیابی قطعات آسان‌تر است و پارچه ویژه پوشش‌دهنده آن ها کاملاً قابل استفاده مجدد است.

زندگی جدید برای باتری های الکتریکی

بخش مهم دیگر در تعهد Enel Green Power به بازیافت و نوآوری، استفاده دوباره از باتری‌ها برای وسایل نقلیه الکتریکی(به ویژه مدل نیسان) است؛ این باتری ها بازیافت و در یک سیستم ذخیره‌سازی ثابت و بزرگ جمع‌آوری می‌شوند، که انرژی را برای پشتیبانی از پایداری شبکه برق شهر Melilla[۴] انباشته می‌کند. همین امر در مورد شبکه برق محلی آن نیز صدق می کند که توسط یک نیروگاه حرارتی تغذیه می شود و از شبکه توزیع ملی جدا شده است.

[2]Energy Vault

[3]Modular System : نوعی ساخت و ساز خارج از محل است که در آن، اجزای ساختمان یا ماژول ها در محیط کارخانه ساخته شده و برای مونتاژ به محل مورد نظر انتقال می یابند و تنها تفاوت آن با سیستم ساخت و ساز متعارف در زمان ساخت آن است.

[۴]شهری اسپانیایی که در سواحل آفریقا واقع شده است و از بقیه اسپانیا جدا شده است.

راه حل ابداع شده توسط EGP با همکاری نیسان، شامل استفاده مجدد و اتصال ۷۸ باتری خودروی الکتریکی است که ٤٨ تای آن ها استفاده شده و ۳۰ باتری جدید هستند. این تعداد باتری می توانند توان بیشینه ی ٤ مگاوات، با حداکثر انرژی ذخیره شده ۱.۷ مگاوات ساعت را تامین کنند.

اقتصاد چرخشی، محور اصلی چندین فعالیت در بخش انرژی خورشیدی نیز هست. Enel، همراه با سایر شرکت ها و موسسات تحقیقاتی، در پروژه اروپایی Photorama شرکت می کند؛ هدف آن، توسعه فناوری های نوآورانه برای بازیافت پنل های فتوولتائیک هنگام پایان عمر آن ها و استفاده از ضایعات تولیدی برای بازیابی بیش از ۹۵ درصد از مواد خام است که می تواند دوباره در زنجیره تامین انرژی خورشیدی استفاده شود.

اینها فقط تعداد انگشت شماری از نمونه های محصولات و نوآوری ها هستند، اما رویکرد بهره وری و بازیافت EnelGreen شامل کل زنجیره ارزش است که شرکت های همکار آن را هم شامل می شود. به همین دلیل است که Enel، معیارهایی در رابطه با پایداری جهانی را برای ارزیابی همکاران تجاری خود معرفی کرده است. این معیارها شامل استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، گواهی‌نامه حفظ اصول توسعه پایدار در کل زنجیره تولید و استفاده از اصول اقتصاد چرخشی است؛ به‌ویژه زمانی که صحبت از استفاده دوباره از مواد بازیافت شده به میان می‌آید.

شکل ۱ – پنل های فتوولتائیک

شکل ۲ – توربین های بادی قابل بازیافت

نام نویسنده: محمد جواد نصیری

منابع اخبار:

خبر ۱

https://www.euronews.com/next/2022/11/03/researchers-are-working-to-make-wind-turbines-capture-carbon-dioxide-and-use-it-for-cement

خبر ۲

https://www.euronews.com/green/2022/10/24/solar-lamps-made-from-e-waste-are-one-solution-to-nigerias-power-outages

خبر ۳

https://www.reuters.com/business/sustainable-business/bioplastic-records-could-help-decarbonise-music-business-says-developer-2022-09-21

خبر ۴

https://www.euronews.com/green/2022/08/30/engineers-are-turning-old-wind-turbine-blades-into-gummy-bears-and-nappies

خبر ۵

https://www.arlingtonva.us/About-Arlington/Newsroom/Articles/2022/Covanta-Waste-to-Energy-Facility-Upgrade?OC_EA_EmergencyAnnouncementList_Dismiss=e5ced5f9-f0fe-4089-998d-914a52657dbf

خبر ۶

https://www.euronews.com/green/2022/10/25/china-is-building-the-worlds-largest-wind-farm-and-it-could-power-13m-homes

خبر ۷

https://www.enelgreenpower.com/media/news/2022/03/recycling-innovation-renewable-energies

Contact us

www.linkedin.com/company/greentechsj

https://greentechsj.ut.ac.ir/

https://t.me/greentechsj/

greentechsjournal@gmail.com

آدرس : تهران ، میدان انقلاب اسلامی، خیابان ۱۶ آذر، دانشگاه تهران ، دانشکدگان فنی، دانشکده مهندسی شیمی

Address: Tehran, Enghelab Square, 16Azar Street, University of Tehran, College of Engineering, School of Chemical Engineering

Green Technologies Magazine ©
All right reserved

Founder:
Dr. Omid Tavakoli
Deputy of Research Division, School of Chemical Engineering, University of Tehran, The Center of Water-Energy-Environment Nexus

The News and Interviews Section:

Editor:
Sana Khosravi
Chemical Engineering Student
Pegah Aghasikhani
Chemical Engineering Student

Other members:
Sahand Azadvar
Chemical Engineering student Environment
Raziyeh Fasihi
Chemical Engineering Student
Mohammadjavad Nasiri
Chemical Engineering Student
Ali Taheri Ostad
polymer Engineering Student
Fatemeh Barghamadi
Chemical Engineering Student
Shayan Parvaneh
Chemical Engineering Student
Faeze Eskandari
Chemical Engineering Student

Design and Graphics
Nastaran Rahimi
Chemical Engineering Student

Cover designer:
Mohammad Baghani
Chemical Engineering Student

Editor-in-Chief:
Reza Abbasi
Chemical Engineering Student-Process design

Editorial Board:
Nafiseh Khoshnevisan
Chemical Engineering Student-Process design
Mohammad Baghani
Chemical Engineering Student
Pegah Aghasikhani
Chemical Engineering Student
Mohammadreza Yousefzadeh
Civil Engineering Student
Sahand Azadvar
Chemical Engineering student Environment
Sana khosravi
Chemical Engineering Student
Nastaran Rahimi
Chemical Engineering Student

Director-in-Charge:
Reza Azizifar
The Financial Manager of School of Engineering,, University of Tehran

Preface

The energy in the world will face a crisis in the near future, and the world will face a major challenge of energy shortage that will affect all sectors and regions. The world must make the issue of energy supply its main goal from today, and postponing this goal will only increase the problems in times of crisis.

If the world relies on fossil fuels or even countries that have taken steps in the field of green energy only rely on these studies and do not take any action, they cannot make much progress and will definitely need other countries and resources. They must make every effort to achieve self-sufficiency in energy production.

Recycling and energy production are the major priority of the Green Technologies magazine no.5. In this number, we have tried to address this issue in various sections to convey its importance to our audience, and we hope that researchers in the country will also consider the energy crisis more carefully and take stronger steps towards energy supply in the future.

"We hope you enjoy reading this Magazine"

Editorial Board of Green Technologies Magazine

Winter of 2023

School of Chemical Engineering

GREENTECHs Magazine

No.5 - Winter 2023