



آشنایی با
اقتصاد دایره ای یا چرخشی
در
صنایع سرامیک ایران



Circular Economy
in
Ceramic Industry

حسین سرپولکی

دانشکده مهندسی مواد و متالورژی دانشگاه علم و صنعت ایران

دیماه ۱۴۰۰

زخم زمین: بلایی که انسان و توسعه بر سر زمین آورده اند



تعریف:

- واژه اقتصاد به میانه روی در هر کار، رعایت اعتدال در دخل و خرج و مجازا صرفه‌جویی تعریف شده است.
- علم اقتصاد یکی از رشته‌های علوم اجتماعی است و موضوع آن فعالیت‌های مربوط به دخل و خرج، چگونگی روابط مالی افراد جامعه با یک دیگر، اصول و قوانینی که بر امور مالی حکم‌فرما است و وسایلی که باید در عمل با توجه به مقتضیات زمان و مکان اتخاذ شود تا سعادت و ترقی جوامع بشری را تضمین کند، تعریف شده است.
- مفهوم واژه اقتصاد / فرهنگ معین

اقتصاد توسعه

- در دهه ۱۹۵۰ پس از پایان جنگ جهانی دوم، شاخه‌ای از علم اقتصاد تحت عنوان اقتصاد توسعه ظهور کرد.
- در کنار این چند رشته اقتصادی، رشته‌های دیگری مانند اقتصاد کشاورزی، انرژی، کار، منابع، بهداشت، دفاع، هنر، اطلاعات، محیط زیست، منابع طبیعی و... از بدنه تناور علم اقتصاد سربرآوردند.
- **اقتصاد علمی است که تمامی ابعاد زندگی انسان را متاثر کرده است.**

هدف از برگزاری این وبینار:

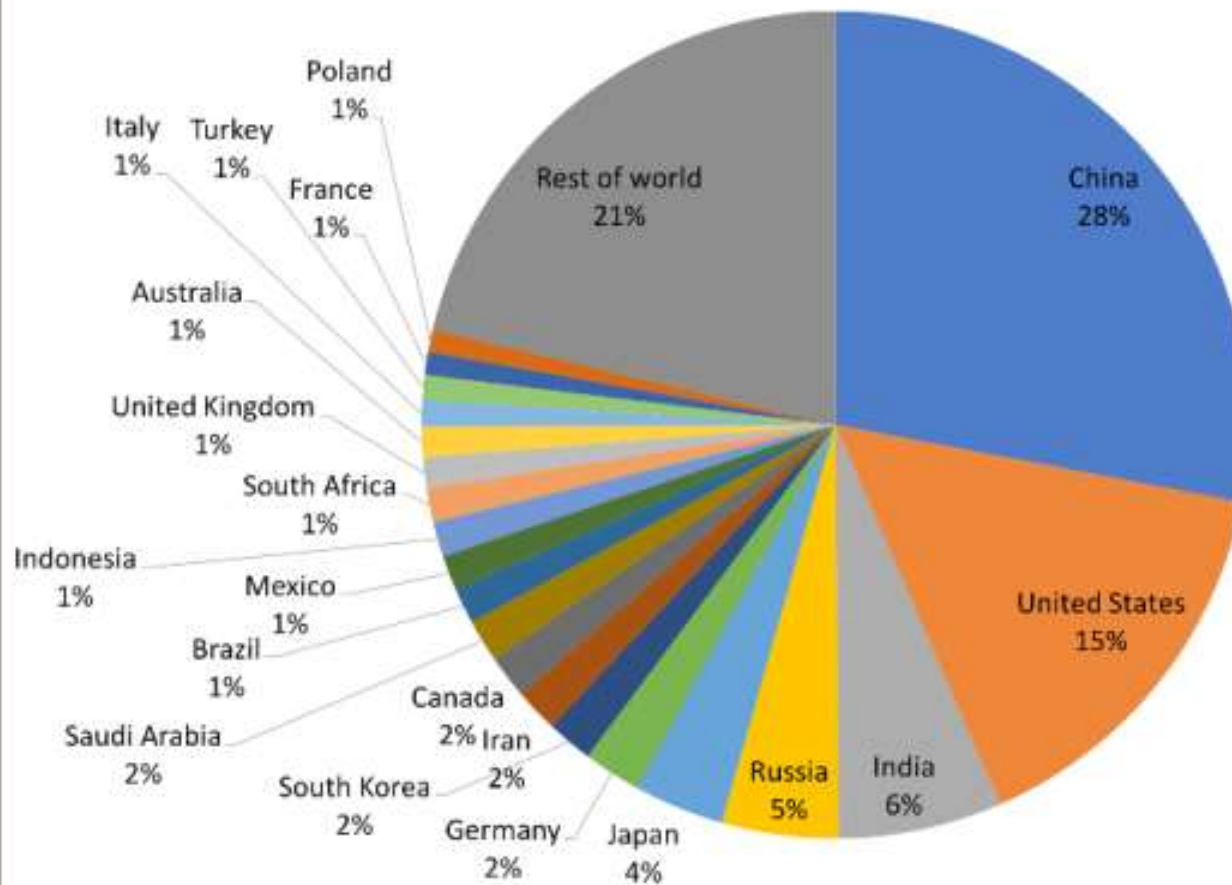
- رویکرد جدید به اقتصاد در همه حوزه های تولیدی و صنعتی شتاب گرفته است.
- تحولات نظریه های اقتصادی در بستر صنایع مورد کارآزمایی قرار گرفته و نتایج درخشانی در افزایش بهره وری و حاشیه سود تولید تنها از طریق اقدامات کنترلی در تولید بدست آمده است.
- این اقدامات کنترلی همچنین اثر شگرفی بر محیط زیست از همه ابعاد: کاهش مصرف مواد اولیه، کاهش آلاینده های آب، هوا و سرزمین و کاهش مصرف سوخت و ... گذاشته است.

• ارائه مطالعات نظری در خصوص اهمیت و کاربرد اقتصاد دایره ای در صنایع سرامیک ایران بعنوان نقطه شروع تحولات فوق است.

حقایق تلخ

- تنها یک زمین وجود دارد
- ولی تا سال ۲۰۵۰ مصرف به اندازه سه تا زمین می رسد.
- طبق تخمین ها مصرف جهانی مواد مانند بیومس، سوخت های فسیلی، فلزات و مواد معدنی تا ۱۴ سال آینده ۲ برابر خواهد شد
- این در حالی است که تولید سالانه پسماند تا سال ۲۰۵۰ به میزان ۷۰٪ افزایش خواهد داشت.
- نیمی از انتشارات گازهای گلخانه ای و بیش از ۹۰٪ تلفات تنوع زیستی و کاهش منابع آبی ناشی از استخراج و فراوری منابع برای بکارگیری در تولیدات صنعتی است.

Share of global carbon dioxide emissions from fuel combustion (2015)



Data: IEA
Image: Union of Concerned Scientists

- بر اساس گزارش بانک جهانی، تنها در کشورهای عضو سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD) که در آنها مصرف‌کنندگان نقش مهمی در دایره اقتصادی ایفا می‌کنند، سالانه ۵۲۷ میلیون تن زباله و پسماند تولید می‌شود که ۴۴ درصد از کل زباله در جهان را شامل می‌شود.
- در سطح جهانی، روزانه در حدود ۵/۳ میلیون تن زباله تولید می‌شود و این رقم در طول یک سال به حدود ۳/۱ میلیارد تن می‌رسد.
- از این رو، بحران تولید زباله در مدل اقتصادی مرسوم کنونی که مبتنی بر مدل خطی استخراج منابع، تولید، مصرف و دور انداختن است، بسیار جدی است.

اقتصاد خطی - اقتصاد دایره ای (چرخشی یا دورانی)

- در بیان واژه اقتصاد تعاریف زیادی بیان شده است.
- اقتصاد علمی است که رفتار انسان در مبادلات را بررسی می کند، سپس سعی می کند با استفاده از قوانین ریاضی این رفتارها را به بهترین شکل مدل کند.
- مدل های اقتصادی به این دلیل بوجود آمده اند که بتوانند، رفتار انسان در تقاضا برای انواع منابع روی کره زمین کنترل را کنند، زیرا این **منابع محدود** هستند و **نیازهای انسان نامحدود**.
- همچنین بخش دیگری از این مدل بر اساس منسوخ شدن برنامه ریزی برای عمر مصرف محصولات است؛ به این معنا که در مدل اقتصاد خطی و سنتی، تولیدکنندگان تلاش می کنند هر یک از محصولاتشان دارای عمر محدودی باشد تا مصرف کنندگان ناچار شوند **دوباره آن ها را خریداری** کنند.
- این مدل تولید و مصرف، به تدریج در حال منسوخ شدن است و برای نمونه، اتحادیه اروپا در تلاش است که با استفاده از **مدل اقتصاد دایره ای یا چرخشی**، تولید و مصرف بی رویه را که زیان های قابل توجهی برای زیست بوم دارد را مهار کند.

چالش در مفهوم سنتی اقتصاد

- در گذشته یک فاکتور مهم در بکارگیری علم اقتصاد نادیده گرفته می شد، آن **هم خطی در نظر گرفتن اقتصاد** بود.
- مسئله ای که اکنون به یک چالش بدل شده و موجب پیدایش اقتصاد دایره ای یا چرخشی شده است.
- در تعریف اقتصاد خطی به زبان ساده:
- **انسان منابع و مواد اولیه را به کار می گیرد، آن را تبدیل به کالا کرده و در نهایت مصرف می کند و مازاد آن را دور می اندازد.**

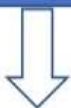
مواد اولیه



تولید



مصرف



دور انداختن

مفهوم اقتصاد خطی

اقتصاد که در آن هیچ بازگشت دوباره‌ای وجود ندارد
فرآیندها به صورت خطی و سری وار اجرا می‌شوند.

اقتصاد خطی

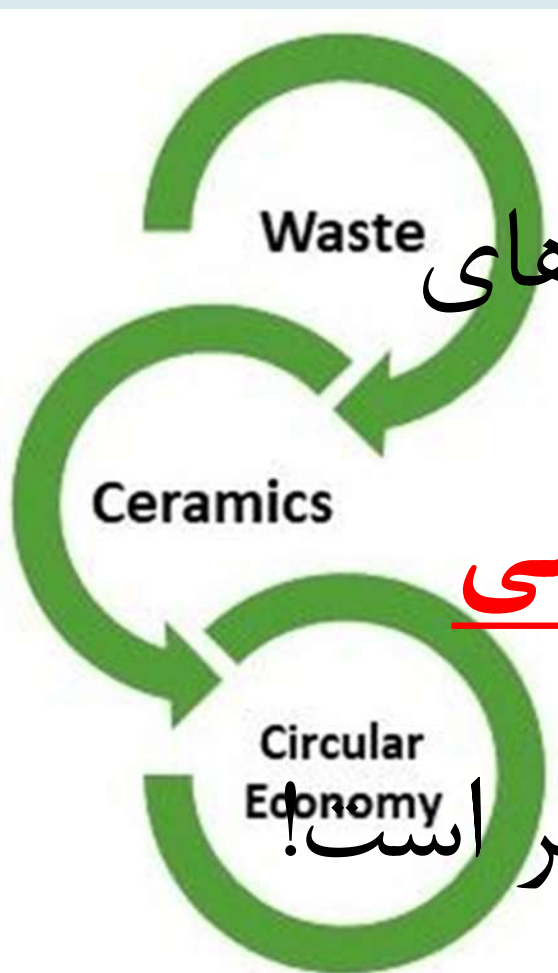
به محیط زیست آسیب وارد می‌کند، برخی منابع را برای
همیشه از چرخه حیات کره زمین خارج می‌کند.
"اقتصاد خطی نمی‌تواند آینده زندگی بشر را تامین کند"

رسانه اقتصادی اجتماعی دورنمای اقتصاد

www.Ecoviews.ir

یک خط از مواد اولیه تا مصرف یا دورانداختن

- اما با این اقتصاد آینده بشر در خطر قرار دارد.
 - آسیب‌های وارده بر پیکره محیط زیست به‌حدی بوده که تغییرات اقلیمی گسترده را موجب شده است.
 - گازهای گلخانه‌ای **دمای زمین** را تحت تاثیر قرار داده اند، این تغییرات، **اقلیم آب‌وهوایی** زمین را نیز دگرگون کرده است، برخی مناطق را **سیل** از بین برده و بسیاری مناطق با **خشکسالی** پی‌درپی مواجه هستند.
 - اگر تاکنون غول‌های اقتصادی تصور می‌کردند پایبندی به معاهده‌های زیست محیطی عاملی برای **عقب افتادن در حجم تولیدات از رقبا** است، اکنون باید از این منظر به قضیه نگاه کرد که ادامه مسیر، به مثابه در **خطر افتادن زندگی میلیون‌ها انسان** در آینده است.
- از جمله کشورهای پیشرو در تولیدات جهانی.

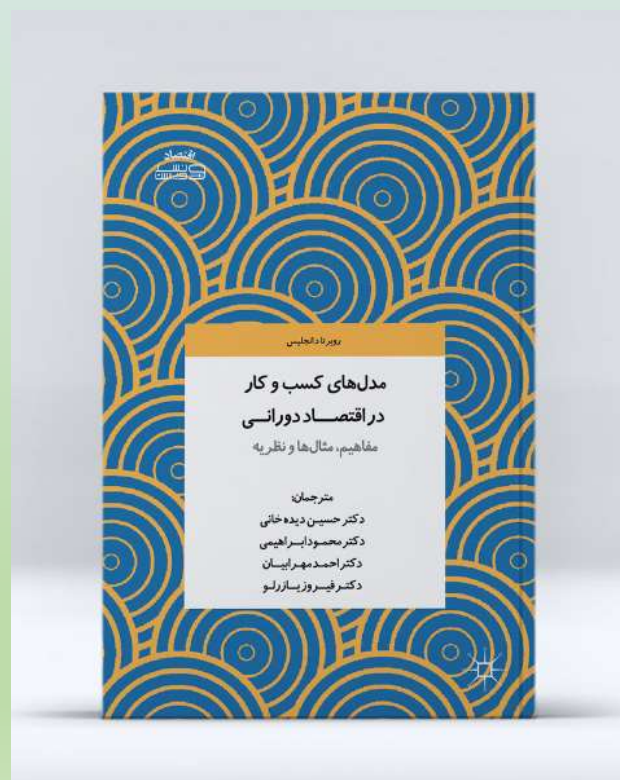
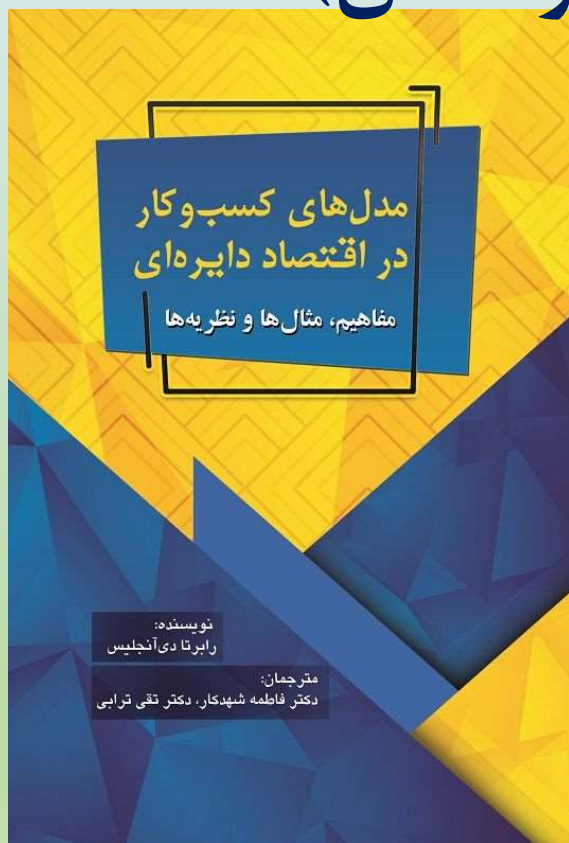


بنابراین امروزه ورود به رویکردهای

اقتصاد دایره ای یا چرخشی

برای تمامی کشورها اجتناب ناپذیر است!

اقتصاد دایره ای، چرخشی، دورانی (چرخه ای)



- پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که اگر با روند فعلی انسان تولیدات خود را ادامه دهد، در پی صدماتی که محیط زیست وارد می‌کند:

**تامین غذا،
آب**

و منابع مورد نیاز

در سال ۲۰۵۰ برای جمعیت کره زمین **غیرممکن** خواهد بود.

- این به این معنا است که دیگر اقتصاد خطی نمی‌تواند نیازهای انسان و منابع موجود را مدیریت کند. اما راه حل چیست؟
- در پاسخی ساده باد گفت انسان برای بقای خود نیاز دارد، تا جای ممکن منابع را بازیافت کند و **مجدداً به دایره تولید** برگرداند.
- یعنی بر خلاف رویه خطی قبلی، انسان نیاز دارد **سیستمی دایره ای یا چرخشی** از مواد اولیه تا تولید و مجدداً بازیافت (به جای دورانداختن) و برگشت به دایره تولید را اجرا کند.

اقتصاد دایره ای یا چرخشی



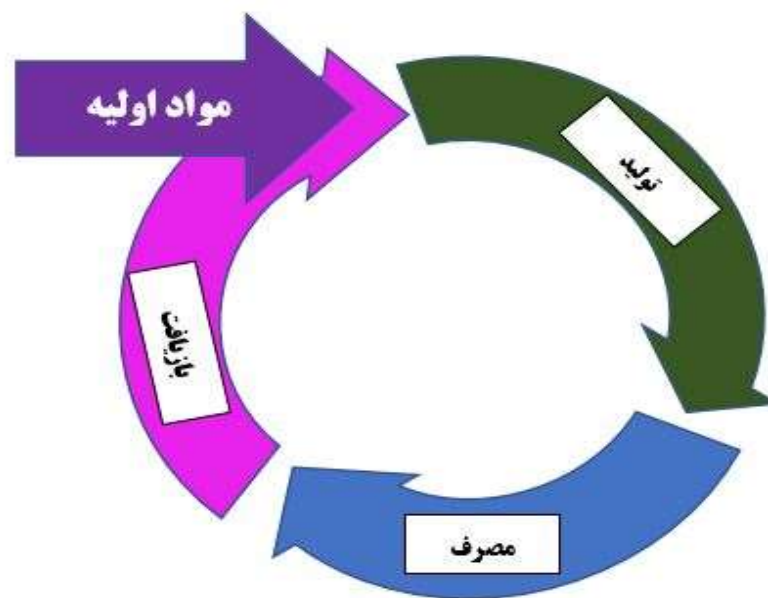
Circular Economy(CE)



اهداف اقتصاد چرخشی

- اقتصاد دایره ای یک نظام صنعتی است که **هدفی ترمیمی و احیا کننده** دارد و تمام فعالیت‌هایی را که بر مواد مصرفی در فرآیندهای تولید، توزیع، بازیافت و مصرف انجام می‌شود، پوشش می‌دهد.
- در اقتصاد چرخشی، **مفهوم تجدیدپذیری** مهم است، زیرا این نظام اقتصادی به صرف، **تنها** یک شیوه **جلوگیری کننده و یا تقلیل دهنده آلودگی نیست**، بلکه هدفش این است که آسیب‌های قبلی را با طراحی بهتر **ترمیم** کند.
- این نظام مفهوم **ترمیم کالاها را جایگزین پایان عمر کالاها** می‌سازد و رویکرد آن استفاده از **انرژی‌های تجدیدپذیر به جای انرژی‌های سوخت‌های فسیلی** است.
- این نظام نوین اقتصادی، استفاده از هر نوع مواد شیمیایی که محیط زیست را مختل می‌سازند، از بین می‌برد و با استفاده از طراحی برتر کالاها، سامانه‌ها و مدل‌های تجاری بر **نابودسازی ضایعات** تمرکز دارد.
- با نگاه به شکل زیر اقتصاد چرخشی، بر پایه‌ی رویه‌هایی که اشاره خواهیم کرد استوار است.

اقتصاد چرخشی ضامن بقای انسان | برخلاف اقتصاد خطی، در اقتصاد چرخشی تولیدات پس از مصرف، دور ریخته نمی‌شوند بلکه مجدداً به چرخه تولید برمی‌گردند. این امر به حفظ منابع، توسعه پایدار اقتصاد و حفاظت از محیط زیست کمک شایانی می‌کند



رسانه اقتصادی اجتماعی دورنمای اقتصاد

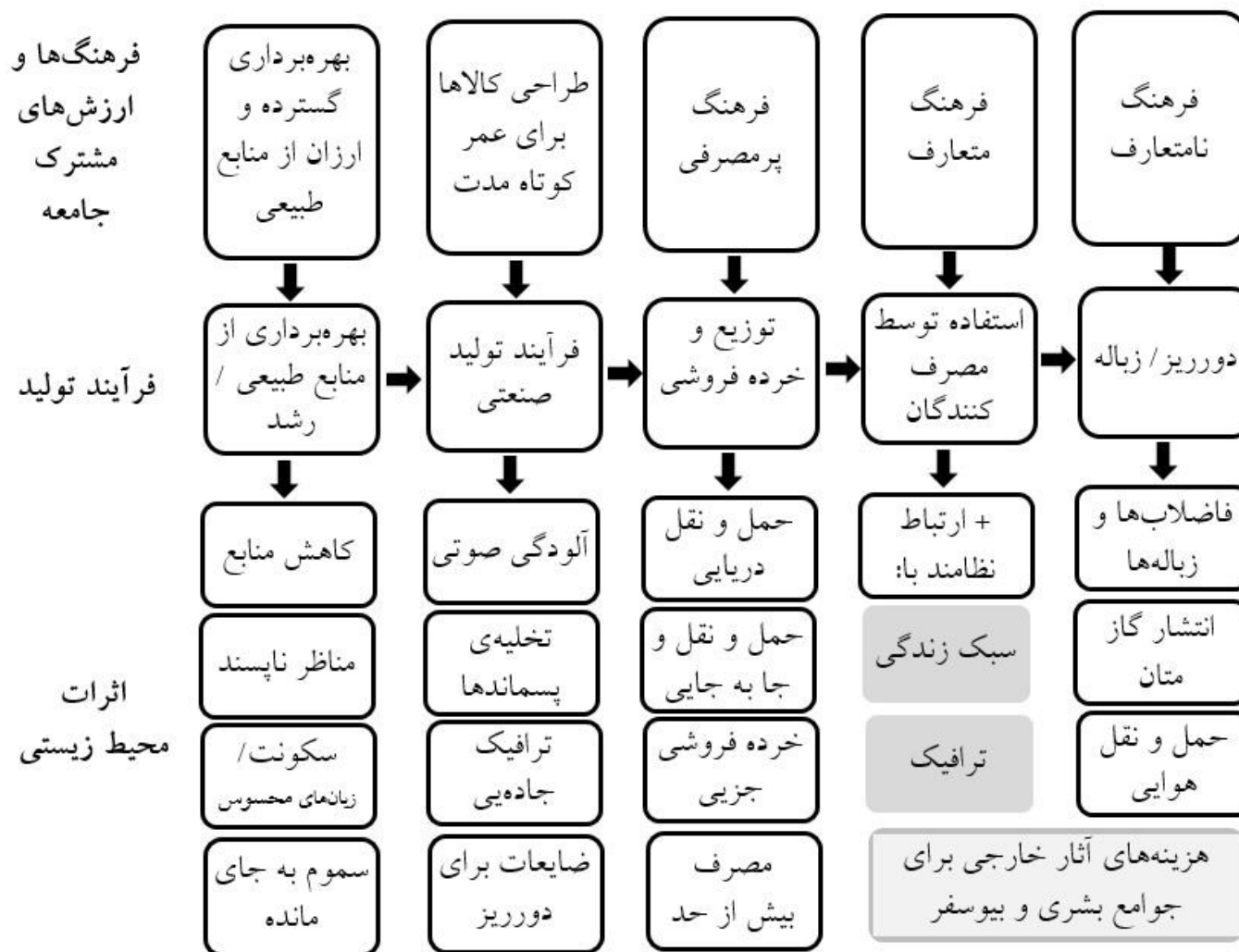
www.EcoViews.ir

- اقتصاد دایره ای، مدلی از تولید و مصرف است که شامل:
- اشتراک گذاری،
- اجاره،
- استفاده مجدد،
- تعمیر،
- بازسازی
- و بازیافت مواد و محصولات موجود تا آنجا که ممکن است، میباشد.
- با این روش، دایره **عمر محصولات نیز افزایش** می یابد.

- در عمل، اقتصاد چرخشی به این معناست که پسماندهای حاصل از تولید به **حداقل** برسد. زمانی که یک محصول به انتهای عمر خود می‌رسد، مواد استفاده‌شده در این محصول در هر بخش از صنعت که آن را نیاز دارد، **یکبار دیگر** به کار گرفته می‌شود.
- این مواد می‌تواند **بارها و بارها** به‌طور مولد مورد استفاده قرار بگیرد و از این رو ارزش بیشتری خلق کند.
- این مدل اقتصاد که در واقع می‌توان آن را به **یک دایره در اقتصاد** تشبیه کرد، متفاوت از مدل‌های سنتی و خطی اقتصاد است که بر اساس الگوی استخراج مواد، ساخت محصول، مصرف و دور انداختن است.
- مدل اقتصاد دایره ای مبتنی بر استفاده از **مقادیر قابل توجه انرژی و مواد ارزان** و در دسترس است.

اقتصاد دایره ای CE

- رویکردی است که می تواند برای هر سیستم تولیدی **(از یک شرکت تا سیستم های پیچیده)** با هدف به حداقل رساندن نیازهای مواد اولیه و مصرف **(ورودی ها)** و تولید زباله **(خروجی)** فرآیندهای تولید اعمال شود.
- با اتخاذ فرآیندهای **غیرموادی** (مقادیر کمتر مواد خام برای استفاده/کارکردهای یکسان) و معرفی جریان های **استفاده مجدد، ساخت مجدد و بازیافت** که قادر به افزایش طول عمر و به حداقل رساندن عملکرد محصولات و خدمات هستند، می توان از ارزش آنها به طور کامل بهره برداری کرد و از مصرف مواد اولیه و انرژی جدید خودداری شود.
- این امر **هزینه های** مربوط به تولید و دفع زباله و اثرات زیست محیطی و اجتماعی مرتبط را **حذف** می کند و در عین حال فرصت های **نوآوری محصول و خدمات جدید** را در مراحل مختلف بهینه سازی ایجاد می کند.



متغیرهای تاثیرگذار اقتصاد خطی بر عامل‌های محیط زیستی

(R: Lanwarne. A (2016) "The Circular Economy: Implications for the Environmental Movement")

رویه‌های اقتصاد چرخشی:

- جداسازی سریع و استفاده مجدد از ضایعات در تولید
- استفاده از مواد بیولوژیک در تولید
- استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر
- تمامی این اصول، محرک چهار منبع آشکار برای ایجاد ارزش در اقتصاد چرخشی هستند که فرصت‌های معاملات با سود بیش‌تر (آربیتراژی) را عرضه می‌کنند.
- در ادامه، مزیت اقتصاد چرخشی با نمادهای استاندارد آن ارایه شده است.

نمونه‌های موفق اقتصاد چرخشی در کجاست؟

- **هنگ کنگ** یکی از پر جمعیت‌ترین شهرهای جهان است که سالانه بیش از ۶ میلیون تن زباله و پسماند تولید می‌کند.
- از این رو، نیاز به تغییر رویه در مدل اقتصادی کنونی این کشور که بر اساس تولید و مصرف هرچه بیشتر برای رشد اقتصادی است، بیش از هر زمان دیگری احساس می‌شود.
- در این شهر، اقتصاد چرخشی هنوز یک عبارت جدید است؛ اما برخی از کارآفرینان تلاش کرده‌اند با استفاده از این نوآوری اجتماعی، به **بحران پسماند در این شهر پاسخ مناسب دهند** و همزمان برای **خود و جامعه نیز خلق ارزش** کنند.

اقتصاد دایره ای در کمیسیون اروپا

- یک برنامه اقدام جدید اقتصاد ای که توسط کمیسیون اروپا در ۱۱ مارس ۲۰۲۰ به تصویب رسید:
- انتقال از مدل خطی «تولید، استفاده، اتلاف» به مدل ای که در آن منابع و مواد مورد استفاده مجدد، مورد بازیافت قرار می گیرند،
- به اولویت بالایی تبدیل شده است.

برنامه عملیاتی اقتصاد دایره ای

برای اروپایی پاک تر و رقابتی تر

- این انتقال **ترقی خواه** و **بازگشت ناپذیر** از اقتصاد خطی به سمت سیستم اقتصاد دایره ای بخشی ضروری از استراتژی جدید صنعتی اتحادیه اروپاست.
- طبق مطالعه ای جدید، اعمال اصول اقتصاد دایره ای در اقتصاد اتحادیه اروپا این قابلیت را دارد که **GDP** اتحادیه اروپا را تا سال ۲۰۳۰ به میزان **تا ۵ / ۰٪** افزایش داده و حدود **۷۰۰۰۰۰۰** **شغل جدید** ایجاد کند.
- برای شرکت ها نیز ساختار تجاری روشنی وجود دارد:
- از آنجا که شرکت های تولیدی در اتحادیه اروپا به طور متوسط **۴۰٪** از هزینه های خود را برای خرید مواد صرف می کنند
- مدل های **حلقه بسته** می توانند سود آنها را **افزایش** داده و آنها را از **نوسانات قیمت منابع** در امان بدارند.

- از آنجا که اقتصاد دایره ای بر اساس **بازار واحد** و پتانسیل **تکنولوژی های دیجیتال** ساخته شده، می تواند باعث **تقویت مبنای صنعتی اتحادیه اروپا** شده و **ایجاد تجارت و کارآفرینی** را در میان **بنگاه های اقتصادی کوچک و متوسط (SMEs)** رونق ببخشد.
- مدل های نوآورانه بر اساس:
- روابط نزدیک تر با مشتریان،
- سفارشی سازی انبوه،
- اقتصاد مشارکتی و همکارانه،
- و تقویت شده توسط تکنولوژی های دیجیتال، مانند اینترنت اشیاء،
- داده های بزرگ، بلاک چین و هوش مصنوعی،
- نه تنها باعث **تسریع دایره ای شدن** می شود بلکه باعث **کاهش مصرف مواد** در اقتصاد شده و **وابستگی اروپا به مواد اولیه** را کاهش می دهد.

دستاوردهای ملموس

- برای شهروندان، اقتصاد دایره ای محصولاتی **کارا و ایمن**، **پر بازده و قابل پرداخت** را فراهم می کند که طول عمر بیشتری داشته و به منظور **استفاده مجدد، تعمیر و بازیافت با کیفیت بالا** طراحی شده اند.
- گستره کاملاً جدیدی از **خدمات پایدار، مدل های تولید و راه حل های دیجیتال پایدار** باعث **افزایش کیفیت زندگی و شغل های خلاقانه و دانش و مهارت های** بروز می شود.

این برنامه راهبردی اقتصاد دایره ای یک
مبنای **آینده محور** را برای دستیابی به
اروپایی پاک تر و رقابتی تر
با همکاری نقش آفرینان اقتصادی،
مشتریان، شهروندان و سازمان های جامعه
مدنی فراهم می کند

چارچوب سیاست گذاری محصولات پایدار

- طراحی محصولات پایدار
- تقویت مشتریان و خریداران عمومی
- دایره ای بودن در فرآیند تولید
- زنجیره های کلیدی ارزش محصولات
- محصولات الکترونیکی و ICT
- باتری ها و خودروها
- بسته بندی
- پلاستیک ها
- منسوجات
- ساخت و ساز
- غذا، آب و مواد مغذی
- سیاست های پسماند در حمایت از جلوگیری از تولید پسماند و دایره ای بودن

اقتصاد دایره ای در صنایع سرامیک اروپا

- دستور کار سیاسی اروپا و عنصر اصلی تولید و تجارت سبز.
- صنعت سرامیک اروپا، با نمایندگی **Cerame-Unie**، از این برنامه اقدام استقبال می کند و تاکید می کند که دایره ای بودن یکی از محرک های کلیدی برای دستیابی به اقتصاد بدون کربن است.
- Cerame-Unie همچنین تأکید می کند که این گذار نیازمند **مدل های تجاری جدید** است و توسعه **راه حل های نوآورانه** در صنعت را تشویق می کند.

- یک برنامه اقدام جدید اقتصاد ای که توسط کمیسیون اروپا در ۱۱ مارس ۲۰۲۰ به تصویب رسید، انتقال از مدل خطی «تولید، استفاده، اتلاف» به مدل ای که در آن منابع و مواد مورد استفاده مجدد، بازیافت یا بازیافت قرار می گیرند، به اولویت بالایی تبدیل شده است.
- این مقاله تاکید می کند که چگونه صنعت سرامیک از طریق:
- (۱) دوام و بهره وری منابع محصولات سرامیکی و
- (۲) تحقیقات و نوآوری مداوم به تغییر به سمت اقتصاد دایره ای کمک می کند.
- (۳) با این حال، صنعت سرامیک هنوز با موانع **نظارتی و فنی** مواجه است که مانع جذب و توسعه روش های اقتصاد دایره ای می شود.

(۱) دوام و بهره‌وری منابع محصولات سرامیکی

- کارایی منابع نه تنها در مورد «استفاده کمتر»، بلکه در مورد «استفاده بهتر» است.
- محصولات سرامیکی و به‌ویژه محصولات ساختمانی سرامیکی از نظر منابع کارآمد هستند و دوام بالایی دارند و نیاز به تعمیر و نگهداری کم یا بدون نیاز دارند.
- مطالعات نشان می‌دهد که یک خانه آجری می‌تواند عمر متوسطی بیش از ۱۵۰ سال داشته باشد، مانند لوله‌های سفالی و ساختمان‌های حاوی خشت منبسط شده.
- تحقیقات همچنین نشان می‌دهد که سنگفرش‌های سفالی می‌توانند ۱۲۵ سال عمر داشته باشند.

- لوازم بهداشتی و کاشی و سرامیک برای کف و دیوارها می توانند تا ۵۰ سال عمر کنند که در مقایسه با مواد جایگزین بسیار زیاد است.
- Cerame-Unie اشاره می کند که دوام محصولات یک عامل کلیدی برای بهره وری منابع و اقتصاد دایره ای است.
- علاوه بر این، تنها با یک رویکرد جامع که دایره عمر کامل محصول را در نظر می گیرد، قابل اجرا است.

علاوه بر این، با توجه به ماهیت خنثی خاک رس پخته شده، محصولات سرامیکی را می توان پس از مرحله پایان عمر مورد استفاده مجدد، بازیافت یا بازیافت قرار داد و با مفهوم **گهواره به گهواره Cradle to Cradle** مطابقت داشته باشد.

مراقبت سبز این معنی که مواد محصول (مثلا پاک کننده ها) باید برای بازگشت ایمن و کامل به بیوسفر یا برای بازیابی و استفاده مجدد با کیفیت خوب مناسب باشند.

- در این زمینه، صنعت سرامیک راهکارهایی را با هدف به حداقل رساندن مصرف مواد اولیه و تولید ضایعات در طول فرآیند تولید و افزایش استفاده مجدد یا بازیافت محصولات ارائه کرده است.
- این کار از طریق استفاده مجدد از پسماندهای تولید داخلی (مانند پسماند انبوه، ظروف شکسته خشک و غیره)، انجام شده است.
- استفاده مجدد از زباله های **سایر فرآیندهای صنعتی**، **استفاده مجدد از آب** مورد استفاده فرآیند تولید، انتخاب **بهینه مواد خام** یا **بهینه سازی طراحی** محصول، و **همکاری زنجیره تامین** در مورد بازیافت.
- با این حال، مهم است که توجه داشته باشید که تبدیل شیمیایی خاک رس به سرامیک اجازه بازیافت **۱۰۰٪** حلقه بسته را نمی دهد، بلکه ورودی ارزشمندی را برای یک حلقه باز فراهم می کند

(۲) تحقیق و نوآوری برای بهره‌وری مواد

- تحقیقات و نوآوری در صنعت سرامیک، فرآیند تولید و استفاده از مواد خام را عمیقاً تغییر داده است و منجر به افزایش کارایی مواد شده است.
- این اقدامات شامل **صرفه جویی در مواد اولیه** از طریق فناوری های نوآورانه و **توسعه محصول**، **جایگزینی مواد اولیه** با مواد بازیافتی، **استفاده مجدد داخلی** یا **بازیافت مستقیم مواد** و همچنین **جایگزینی سوخت های معمولی** است.
- در سال های اخیر، تحقیقات در زمینه طراحی محصول در چندین بخش سرامیک نیز مورد تاکید ویژه قرار گرفته است.
- در این زمینه، **دیجیتالی شدن** نیز نقش کلیدی ایفا می کند.

نمونه های موردی:

- در صنعت کاشی های دیوار و کف، برخی از تولیدکنندگان از چاپ **روتاری** به چاپ دیجیتال روی آورده اند:
- از جوهر سرامیکی می توان به جای خمیرهای تزئینی استفاده کرد، به طوری که تنها **۲۰ درصد** از مواد اولیه مورد نیاز قبلی استفاده می شود.
- علاوه بر این، **بدنه شکسته** به حداقل می رسد زیرا بار مکانیکی روی کاشی حذف می شود.
- تحقیقات در مورد **پتانسیل آینده** برای استفاده از چاپ دیجیتال در فرآیند لعاب نیز در حال انجام شدن است.

- تکنیک های پیشرفته همچنین به بهبود مخلوط مواد خام کمک می کند:
- به عنوان مثال، در یک پروژه با هدف توسعه کاشی های سرامیکی ساخته شده از بیش از ۷۰ درصد مواد بازیافتی از زباله های شهری و صنعتی در جایگزینی مواد خام طبیعی است.
- فعالیت های تحقیقاتی همچنین بر بهینه سازی فرآیند خشک کردن و پخت محصولات سرامیکی متمرکز است که نیاز به سرمایه گذاری بیشتری دارد.

۳) موانع نظارتی و فنی برای رویه های دایره ای در صنعت

- اگرچه صنعت سرامیک راه حل های نوآورانه ای را برای افزودن به اقتصاد دایره ای در اروپا نشان می دهد، موانع نظارتی و فنی هنوز برای افزایش ابتکارات فعلی یا شروع طرح های جدید وجود دارد.

فقدان یک بازار اروپایی خوب برای مواد اولیه ثانویه

- بر اساس گزارش یورواستات، به طور متوسط ۱۲ درصد از منابع مواد مورد استفاده در اتحادیه اروپا در سال ۲۰۱۶ از مواد بازیافتی و استخراج صرفه جویی شده مواد خام اولیه تامین شده است.
- برای افزایش قابل توجه این درصد، به یک بازار یا سیستمی با عملکرد خوب برای مواد اولیه ثانویه (بازیافتی) نیاز است.
- برای جذب سنگدانه‌های سرامیکی بازیافتی، تولیدکنندگان به قیمت‌های مقرون به صرفه و مواد با کیفیت بالا نیاز دارند که به زباله‌های ساختمانی و تخریب (مانند ملات، پلاستیک، گچ) یا با مواد فرآیند صنعتی مضر (مانند سرباره‌ها و فلاکس‌ها) **آلوده** نباشند.

- عدم اعتماد به **کیفیت و قوام** این گونه مواد یکی دیگر از موانع است.
- توسعه استانداردها **برای مواد اولیه ثانویه** می تواند گامی رو به جلو برای بهبود کیفیت و قابلیت ردیابی آنها باشد.
- علاوه بر این، با توجه به طول عمر طولانی محصولات سرامیکی و این واقعیت که در برخی بخش ها بیش از **یک سوم تولید به خارج از اتحادیه اروپا** صادر می شود، مقدار مواد ثانویه موجود پس از مرحله پایان عمر به هر حال در **سطح جهانی ناکافی** خواهد بود.
- در نتیجه، **مواد اولیه بکر** یک نیاز در زنجیره تامین باقی می ماند!

سیاست اروپا در حمایت از دوران گذار

- گذار به اقتصاد دایره ای یک عنصر اساسی است که توسط اتحادیه اروپا و کشورهای عضو مربوطه آنها در هفتمین برنامه اقدام محیط زیست:
- رفاه و محیط زیست سالم ما از یک اقتصاد نوآورانه و دایره ای ناشی می شود که در آن
- هیچ چیز هدر نمی رود و منابع طبیعی به طور پایدار مدیریت می شوند و تنوع زیستی در آن وجود دارد.
- طبیعت و محیط زیست محافظت، ارزش گذاری و بازسازی می شود به گونه ای که تاب آوری جامعه ما را افزایش می دهد.
- کاهش تولید کربن به ما در حفظ "جامعه جهانی" ایمن و پایدار کمک میکند.

- اروپای کارآمد از نظر منابع یکی از هفت طرح شاخص به عنوان بخشی از اروپا ۲۰۲۰ است
- استراتژی با هدف ارائه **رشد هوشمند، پایدار و فراگیر**، با اشاره به اینکه **کاستن** از افزایش فشار بر **منابع و محیط زیست**، که اتحادیه اروپا چاره ای جز این ندارد
- گذار به یک اقتصاد دایره ای **کارآمد** و در نهایت **احیاکننده**.
- این ابتکار با هدف کمک به جدا کردن **رشد اقتصادی** از **استفاده از منابع**، تضمین گذار به:
- اقتصاد **کم کربن**،
- افزایش استفاده از منابع **انرژی تجدیدپذیر**،
- **مدرن** کردن بخش **حمل و نقل**
- و ارتقای **بهره وری انرژی**

- این یک چارچوب بلندمدت برای اقدام در بسیاری از حوزه‌های سیاستی فراهم می‌کند و از برنامه‌های سیاستی حمایت می‌کند
- تغییرات آب و هوایی، انرژی، حمل و نقل، صنعت، مواد خام، کشاورزی، شیلات، تنوع زیستی و توسعه منطقه‌ای، ایجاد یک محیط امن برای سرمایه‌گذاری و نوآوری و آ‌ی‌تی.
- همچنین قصد دارد به چالش‌های ایجاد شده توسط یک اقتصاد به شدت وابسته به طبیعت پاسخ دهد.

منابع و نیاز به اطمینان از انتقال به اقتصاد کم کربن، از طریق:

- توسعه یک چشم انداز مشترک بلندمدت اروپایی در مورد استفاده کارآمد از منابع،
- ادغام ادارات، مشاغل و شهروندان و ترویج سازمان کارآمدتر
- اقدام از طریق تلاش های مشترک همه طرف ها؛
- توسعه سیاست های مستدل در مورد تغییرات آب و هوا، انرژی، حمل و نقل، خام
- مواد، کشاورزی، شیلات و تنوع زیستی با در نظر گرفتن الزامات در
- شرایط کارایی و شامل ابزارهای نظارتی.

- ایجاد ابزار برای حفاظت از میراث زیست محیطی ضروری برای حفظ
- کیفیت زندگی فعلی و آینده؛
- ترویج استراتژی هایی که وابستگی به واردات مواد و سوخت را کاهش می دهد.
- به اقتصاد اروپا اجازه می دهد تا افزایش هزینه های انرژی و محصولات را پیش بینی کند

- چندین استراتژی وجود دارد که می تواند به منظور بهبود بهره وری منابع به کار گرفته شود
- به عنوان مثال، غیر مادی شدن کالاها و خدمات، طراحی زیست محیطی، تفکر چرخه زندگی، پیشگیری
- تولید زباله، توسعه چرخه عمر محصول و همزیستی های صنعتی.
- فعالیت های اقتصادی نقش کلیدی در این گذار دارند، زیرا می توانند تولید خود را بازتعریف کنند
- زنجیره هایی با هدف کارایی و دایره ای بودن منابع طبیعی (جایی که مواد هستند
- از طریق استفاده مجدد، بازیابی و بازیافت وارد چرخه زندگی دیگری می شود).
- این می تواند منجر به ایجاد بازارهای جدید که به تغییرات در الگوهای مصرف پاسخ می دهند و به سمت توسعه می روند استفاده، استفاده مجدد و به اشتراک گذاری محصولات و کمک به ایجاد مشاغل بیشتر و بهتر

وضعیت صنعت سرامیک

طراحی زیست محیطی و تفکر چرخه زندگی

- **طراحی محیطی** «ادغام سیستماتیک ملاحظات زیست محیطی در طراحی محصول» است.
- از آنجایی که تخمین زده می شود که این مرحله مسئول ۷۰ تا ۸۰ درصد اثرات زیست محیطی است.
- کاربرد این مفهوم از ابتدای توسعه فرآیند مشخصات زیست محیطی محصول را در تمام مراحل چرخه عمر آنها بهینه می کند، به عنوان مثال:
- استخراج مواد خام و مواد افزودنی، فرآیند ساخت، توزیع، استفاده (ممکن است شامل ساخت و ساز) و پایان عمر.
- بنابراین، به دنبال ادغام رویکردی به تفکر چرخه زندگی است که در آن **همه موارد مرتبط** را در نظر می گیرد از جمله جنبه های زیست محیطی (محصول) در طول چرخه زندگی آنها

پیشگیری و بازیافت پسماند

- در طول چند سال گذشته، نهادهای مختلفی مطالعات مربوط به ادغام پسماندها، به ویژه در این زمینه را توسعه داده اند.
- صنعت سرامیک و ساختمان از طریق استفاده از ضایعات و محصولات جانبی تولید شده توسط صنعت خود (گرد و غبار، گل و لای) و در نتیجه استخراج منابع طبیعی را به حداقل می رساند.
- تقویت اقتصاد دایره ای و بازیابی زباله از سایر بخش ها در ماتریس های سرامیکی

ملاحظات نهایی

- همانطور که در مطالعات موردی بالا نشان داده شد، صنعت سرامیک توانایی نوآوری در این زمینه را دارد
- فرآیند تولید و استفاده مجدد از ضایعات/محصولات جانبی تولید شده در صنعت خود و سایر صنایع
- صنایع، ترویج استراتژی های اقتصاد دایره ای و همزیستی های صنعتی.
- بازیافت زباله در چند سال گذشته به تدریج تکامل یافته است، با این حال بسیار دور است
- وضعیت ایده آل، عمدتاً به دلیل موانع بوروکراتیک، هزینه های زیاد مرتبط (به ویژه
- هنگامی که آنها نیاز به پیش پردازش دارند) و ویژگی های زباله (و ناهمگن بودن آن). وجود دارد
- هنوز بسیاری از جنبه ها قابل بهبود هستند، مانند رویکردهای بازیافت در باز و بسته
- مدارها، وجود بازاری با عملکرد مناسب برای مواد بازیافتی و اجتناب از «یک
- "اندازه متناسب با همه" رویکرد، به یک راه حل خاص بخش نیاز دارد

حلقه را ببند

Clos The Loop

- اروپا باید از یک مدل اقتصادی «خطی» که منابع فشرده و ناپایدار است دور شو دبه سمت یک **رویکرد دایره ای تر**، که در آن ارزش محصولات، مواد و منابع در آن حفظ می شود تا جایی که ممکن است صرفه جویی شود و تولید زباله به حداقل برسد.
- این انتقال یک امر ضروری است لازمه تضمین یک اقتصاد پایدار، کم کربن، منابع کارآمد و رقابتی است.
- هدف "**بستن حلقه**" چرخه عمر محصول از طریق بازیافت بیشتر، با تبدیل ایمن زباله هامحصولات جانبی از یک صنعت به منابع ثانویه مفید برای بخش صنعتی دیگر، به شدت است.
- با سیاست های فعلی، اتحادیه اروپا، به سمت همزیستی صنعتی، هماهنگی و اقتصاد دایره ای حرکت می کند.

- **منابع ثانویه** یعنی پایان عمر محصولات، جریان های جانبی صنعتی و ضایعات، «**منابع هدر رفته امروز**»، در صورتی که مورد استفاده قرار نگیرند و برای استفاده بازگردانده نشوند، ضایعات هستند.

- **استراتژی های طراحی اولیه** باید برای استفاده از پسماند کاهش، هزینه، اتلاف و انرژی هدف گذاری کند و می تواند با تولید و ساخت نوآورانه که همراه با فن آوری ها، شیوه های همزیستی صنعتی و راه حل های استفاده نهایی که از بخش های صنعتی عبور می کنند، اجرا شود.

- در مورد استفاده مجدد از مواد، جهت گیری های اروپایی ناشی از برنامه **اقدام زیست محیطی VI** پیشنهاد تطابق بین **استفاده پایدار از منابع** و **مدیریت پایدار پسماند** است که عبارت است از: کلید خروج یونان از بحران.
- بنابراین، برای اجرای مدیریت پسماند پایدار، **فن آوری های فراوری** و **استفاده مجدد** بهترین کار است، که با در نظر گرفتن کامل اصل "مجاورت تولید" باید همراه باشد.
- افزایش استفاده مجدد، نه تنها **تقاضا برای مواد خام** را کاهش می دهد، بلکه باعث **افزایش استفاده مجدد** از مواد با ارزش نیز می شود که اکنون به عنوان زباله دور ریخته شده و منجر به کاهش مصرف و انتشار گازهای گلخانه ای ناشی از استخراج و فراوری مواد خام می شود.

- **مدل‌های کسب و کار** با هدف استفاده از ضایعات به‌عنوان منبع، پیوندهای متقاطع و چرخه‌ای را با ایجاد بازارهایی برای مواد خام ثانویه ارتقا می‌دهند.
- اینها می‌توانند **مصرف انرژی و مواد** را در طول مدت **کاهش دهند** تولید و استفاده تسهیل کننده فعالیت های خوشه ای محلی ازاینکه محصولات جانبی ناشی از تولید به ب زباله تبدیل شوند را جلوگیری میکنند.
- اثرات اقتصادی مثبت می‌تواند از در دسترس بودن مواد ارزان تر منحرف شده و به عنوان **جایگزینی ضایعات به مواد بکر** تبدیل شود، از جمله اجتناب از **هزینه های دفع زباله** و گرفتن ارزش اقتصادی باقیمانده جریان های مواد موجود.
- اثرات مثبت زیست محیطی نیز منتج به **کاهش فشار محیط زیست** ناشی از دفع زباله و استخراج مواد بکر است.

- اثرات اجتماعی شامل کاهش دفع زباله های شهری و سایر هزینه های زیست محیطی است.
- زنجیره های بازیافتی که استانداردهای ایمنی محیطی و کار را برآورده می کنند، تأثیرات اجتماعی مثبتی دارند، اما اگر تقاضا برای زباله به عنوان ورودی پیگیری شود، انگیزه بیشتری برای پیگیری از تولید ضایعات نیز رخ میدهد.

- مدیریت پایدار پسماند نه تنها مستلزم پیشگیری و کاهش کمی زباله های خطرناک است، بلکه متضمن توسل بیشتر به انرژی و مواد و استفاده مجدد است.
- کاهش طبقه خطر ضایعات یا تبدیل آنها به مواد خام جدید مناسب، به معنای حرکت از یک مدل رشد خطی سنتی، مبتنی بر «گرفتن، تولید، مصرف و دفع» به یک مدل دایره ای خودپایدار است که در آن منابع در داخل سیستم اقتصادی باقی می مانند.
- یعنی تا **پایان عمر آنها** به منظور **چندین بار استفاده مجدد** برای اهداف تولید و در نتیجه ایجاد ارزش جدید.

صنعت سرامیک

- مقادیر زیادی خاک رس در سال برای تولید مقادیر قابل توجهی **آجر سرامیکی** پخت شده در سرتاسر جهان مورد نیاز است و بنابراین تحقیقات زیادی بر روی استفاده از مواد خام جایگزین از منشأهای مختلف در مخلوط‌های رسی، در ترکیبات و نسبت‌های مختلف، برای ساخت زینتر آجر معمولی متمرکز است.
- فرصت‌هایی برای استفاده از مواد از منابع جایگزین، بازیافتی و ثانویه برای تولید آجر وجود دارد.
- با این حال، مزایای این رویکرد باید با دقت در برابر پیامدهای بالقوه بر دوام محصول، مشخصات عملکرد، و سایر ملاحظات لجستیکی و زیست‌محیطی هماهنگ شود.

- صنعت سرامیک برای اقتصاد اروپا مهم است:
- ۲۸ میلیارد یورو ارزش تولید،
- ۲۰۰۰۰۰ شغل مستقیم،
- ۴.۶ میلیارد یورو تراز تجاری مثبت،
- ۸۰ درصد SMEها)

• **Small and mid-size enterprises (SMEs):** صنایع کوچک و متوسط

- و یک بخش فناورانه پیشرو:
- نوآوری های تکنولوژیکی در صنعت سرامیک به شدت **چرخه تولید و الزامات مواد خام** را تغییر داده است.

- دسته بندی های کلاسیک عملاً برای تخمین پتانسیل مؤثر کانی های صنعتی برای سرامیک ها و آشکارسازی بحران های احتمالی بی فایده هستند.
- علاوه بر نگرانی فزاینده در مورد بازیافت زباله، یک رویکرد شناخته شده برای ارزیابی پتانسیل واقعی باقیمانده ها به عنوان مواد خام سرامیکی هنوز وجود ندارد.
- برای رسیدن به اقتصاد دایره ای، این صنعت روی چندین نوآوری سرمایه گذاری کرده است، مانند **استفاده مجدد** از کاشی های پشت بام، **بازیافت** مواد سرامیکی از ضایعات ساختمانی و فرآوری، خرد شده و به عنوان مواد اولیه ثانویه برای کاربردهای مختلف استفاده می شود.
- با این حال، برای اینکه این گزینه ها قابل دوام باشند، باید دسترسی کافی به مواد خام و همچنین **جداسازی و فرآوری ضایعات** و بازاری خوب برای مواد خام ثانویه وجود داشته باشد.

- **تحقیقات علمی کاربردی** بر روی فناوری ها و مواد مربوط به صنعت خاک رس های سنگین می تواند منجر به راه حل های پایدار اجتماعی، اقتصادی و سازگار با محیط زیست برای زباله های صنعتی غیر آلی شود.
- **مدیریت**، بر اساس فرآیند حرارتی زینتر (پخت) که در طول تولید آجر صورت می گیرد.
- زینتر مواد سرامیکی روشی است که شامل **تثبیت ذرات پودر سرامیک** با گرم کردن قسمت "فشرده خام" تا دمای بالا زیر نقطه ذوب، زمانی که مواد ذرات جداگانه به ذرات پودر همسایه پخش می شود، می باشد.
- در طی فرآیند نفوذ، تخلخل ها، که در "**قطعه فشرده خام**" قرار می گیرند، کاهش می یابند یا حتی بسته می شوند، که منجر به متراکم شدن قطعه و بهبود خواص مکانیکی آن می شود.

- **بحرانی ترین** عوامل در فرآیند عبارتند از:

- ماهیت شیمیایی و چگالی اولیه مواد، اندازه ذرات، فشار، زمان و چرخه گرمایش، اتمسفر داخل کوره (کاهنده یا اکسید کننده).
- در مورد فراوری ضایعات، مزایای اصلی **کاهش حجم**، تولید مواد **بسیار فشرده** است که بسیار مقاوم در برابر آب و هوا و کاهش روان اب است.
- گرمایش کنترل شده منجر به تثبیت نهایی **ترکیبات خطرناک** موجود در ضایعات و زباله ها می شود، که عمدتاً برای ترکیب **فلزات سنگین** در مواد سرامیکی استفاده می شود.
- مواد خروجی جدید در بخش ساختمان به عنوان **کاشی سقف، آجر، کاشی** و غیره استفاده می شود.
- همچنین می توان محصولات **شیشه-سرامیکی** یا **کاشی پرسیلانی** تولید کرد که به دلیل محتوای شیشه بالاتر شرایط تثبیت بهتری را برای حفظ اجزای زوائد سمی فراهم می کند.

مطالعه موردی

- از سال ۲۰۱۱، "آزمایشگاه فناوری شیمیایی، علوم و رفتار مکانیکی مواد" در موسسه آموزشی فناوری تسالی، در برنامه های تحقیقاتی با صنعت آجر و کاشی "TERRA SA" در زمینه ارزش گذاری انواع ضایعات به عنوان جایگزینی مواد خام رسی همکاری می کند.
- این تحقیق که توسط "TERRA S.A" و بخش دولتی و صندوق های اروپایی تامین مالی شد.
- انواع و نسبت های مختلف پسماندهای معدنی و آلی به عنوان جایگزینی برای مواد خام رسی آزمایش شده است.

- **پیش نیازهای** استفاده مجدد/بازیافت جریان های مختلف ضایعات در مواد خام رسی از نظر محصول نهایی سرامیکی عبارتند از:
- • **کیفیت یکنواخت** و در دسترس بودن باقیمانده ها در صورت استفاده در مقیاس بزرگ
- • **از نظر فنی** حداقل بایستی به خوبی مواد اولیه ای که جایگزین می شوند باشند.
- • محصولات سرامیکی نهایی با **عملکرد یکسان یا بهتر** نسبت به نمونه اصلی
- • محصولات سرامیکی نهایی **قابل قبول** از نظر زیست محیطی که هیچ خطری برای سلامت انسان ایجاد نمی کند

- علاوه بر این، دماهای زینتر متفاوتی به منظور بررسی امکان صرفه جویی در انرژی انجام شد.
- نمونه اکستروود شده و پرس شده تولید شده و کیفیت سرامیک تولید شده با سنجش خواص زیر ارزیابی می شود:
- ۱. جذب آب
- ۲. تخلخل
- ۳. هدایت حرارتی
- ۴. خواص مکانیکی (خمش ۳ نقطه)
- ۵. تست ذوب و یخ زدگی (برای نمونه اکستروود شده) – Freeze thaw test

- علاوه بر این، در طول فرآیند حرارتی، اندازه‌گیری‌های زمان واقعی در موارد زیر انجام شد:
- ۱. گازهای دودکش تولید شده (SO_x ، NO_x ، CO ، CO_2 ، C_xH_y ، F ، Cl ، O_2)
- ۲. انرژی مصرف شده
- آزمایشات لیچینگ انجام شده بر روی محصولات نهایی، غلظت فلزات سنگین را در آن پیش بینی کرد.
- شیرابه برای ارزیابی رفتار محیطی آنها در طول چرخه زندگی آنها.
- در نهایت، ریزساختار محصولات نهایی با استفاده از SEM مورد بررسی قرار گرفت.

The Circular Economy*



استفاده مجدد از ضایعات تولید داخلی

- برخلاف سایر بخش‌های تولید، **صنعت سرامیک** قادر به استفاده مجدد در داخل از اکثر بقایای تولید شده در طول فرآیند تولید است.
- به لطف پیشرفت در فناوری تولید، اکنون می‌توان از **بیشتر پسماندهای تولید** (کاشی‌های ضایعاتی پخت نشده، کاشی‌های ضایعات پخت شده، **لجن‌های خط شستشو**، لجن‌های پولیش و سنگ زنی، بقایای آسیاب خشک و آهک تخلیه شده) استفاده کرد و آنها را مجدداً در تولید سرامیک وارد کرد.
- فرآیند **به جای سایر مواد خام** این امر از استخراج، حمل و نقل و استفاده از هزاران تن مواد با منشاء طبیعی مانند ماسه، فلدسپات، آلومینا، اکسید زیرکونیوم، مولیت و خاک رس جلوگیری می‌کند.

- **۹۹.۵ درصد** از ضایعات تولید و تصفیه این بخش در چرخه تولید مورد استفاده مجدد قرار می گیرد که **۸.۵ درصد** از مواد خام معدنی مورد نیاز فرآیند تولید را تشکیل می دهد.
- با در نظر گرفتن صنعت سرامیک ایتالیا به عنوان یک کل، استفاده مجدد از ضایعات تولید از استخراج مقدار تخمینی بیش از **۶۰۰۰۰۰ تن** مخلوط خاک رس، فلدسپات و سایر مواد جلوگیری می کند.
- با مصوبه اجرایی شماره ۱۶۶۰۴ مورخ ۲۳/۱۰/۲۰۱۷ مرتبط با قانون منطقه ای اقتصاد دایره ای، دولت منطقه ای امیلیا رومانیا **چهار محصول جانبی** را که از بخش سرامیک منشأ می گیرند شناسایی کرد که می توانند به طور مؤثر در فرآیند تولید سرامیک استفاده شوند:

چهار محصول جانبی

- "پودرها و بدنه های سرامیکی پخت نشده
- پودرهای سرامیک پخت شده؛
- محصولات سرامیکی پخت نشده (کل یا قطعات)؛
- فرآورده های سرامیکی شکل گرفته (کل یا قطعات)».
- قرار گرفتن در لیست به نوعی **تضمینی برای شرکت ها** است و آنها را در مورد مناسب بودن فرآیند تولیدی که اتخاذ کرده اند مطلع می کند و به آنها کمک می کند از مصرف مواد اولیه و تولید ضایعات جلوگیری کنند.

استفاده مجدد از ضایعات سایر فرآورده‌های تولید

- کاهش بیشتر در مواد خام ورودی با استفاده از مواد زائد حاصل از سایر فرآورده‌های تولید
- (ضایعات شیشه، لجن از صنعت نساجی و غیره) حاصل می شود.

مزایای استفاده از ضایعات

- استفاده مجدد از بقایای تولید شده در تاسیسات تولید سرامیک و در فرآیندهای خارجی ممکن است بر اساس طرح‌های سازمانی مختلف بسته به تجهیزات موجود در سایت‌ها و ماهیت مواد رخ دهد.
- در سطح بخشی، میانگین ضریب استفاده مجدد زباله در مقدار ۱۲۹٪ قرار دارد، بسیار بالاتر از مقدار ۵۰٪ مشخص شده توسط BAT‌های بخش (بهترین تکنیک‌های موجود شناسایی شده توسط اتحادیه اروپا).
- ایجاد انگیزه برای استفاده مجدد از مواد در صنعت سرامیک همچنین منجر به کاهش شدید جابجایی خودروهای سنگین مورد استفاده برای تامین مواد خام می‌شود و در نتیجه باعث صرفه‌جویی در مصرف سوخت‌های فسیلی و کمک به کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای می‌شود.
- در همان زمان مقدار متناظری از مواد از چرخه زباله حذف می‌شود

استفاده مجدد از آب فرآیند

- **مصرف آب** یکی دیگر از جنبه های مهم فرآیند تولید است و عمدتاً در عملیات آسیاب مواد خام، لعاب کاری و تکمیل کاشی پخته شده رخ می دهد.
- شرکت های این بخش سال ها است که از پساب استفاده مجدد می کنند و نتایج فوق العاده ای داشته اند و اکنون **۱۰۰ درصد فاضلاب** در فرآیند آسیاب بازیافت می شود.
- در سال ۲۰۱۵، پساب بازیافتی تقریباً **۷۰ درصد** از آب مورد نیاز این فرآیند را تشکیل می داد و در نتیجه مصرف آب زیرزمینی را کاهش داد.
- میانگین ضریب بازیافت (نسبت آب استفاده مجدد به تولید فاضلاب) **۱۰۴ درصد** بود که نشان دهنده توانایی شرکت ها در استفاده از **فاضلاب با منشاء خارجی** است.

محصولات سرامیکی و اقتصاد دایره ای

- سرامیک به دلیل **ویژگی های ذاتی** خود مانند مقاومت در برابر شرایط جوی شدید، مواد شیمیایی، رطوبت، تغییرات دما و اشعه ماوراء بنفش، ماده ای بسیار بادوام با طول عمر تخمینی بیش از ۵۰ سال است و در فرآیندهایی که با استفاده مجدد از آتش استفاده می شود، بازیافت/بازیابی آسان است.
- و زباله های **پخت نشده و زباله های مخرب** مطابق با چشم انداز
- **توجه اندازه و ضخامت محصول** برای پاسخگویی به نیازهای بازار نیز از نظر ویژگی های کلی محیطی پیامدهایی دارد.
- به طور خاص، توسعه **محصولات سرامیکی با ضخامت کم**، مقدار مواد خام مورد استفاده را کاهش می دهد (کاهش مواد) و همچنین **هزینه های حمل و نقل** را به دلیل وزن کمتر مواد و همچنین هزینه انرژی در هر متر مربع کاهش می دهد.

- فرآیند دکوراسیون دیجیتال که اخیراً معرفی شده است همچنین منجر به کاهش شدید مقدار مواد تزئینی استفاده شده در هر متر مربع از محصولات سرامیکی و همچنین مزایای بیشتر از نظر تأثیرات کلی محیطی (به عنوان مثال کاهش نیاز آب)، ایمنی اپراتور، کاهش نیاز به انرژی می شود.

- و انتشار گازهای گلخانه ای در حال تغییر آب و هوا.

تحولات آینده:

- چند نمونه از مسیرهای تحقیقاتی در مورد تحقیقات، مرکز سرامیک دانشگاه بولونیا تعدادی از پروژه های اروپایی را که شرکت های بخش را شامل می شود و به آزمایش محصولات سرامیکی جدید با ویژگی های دایره ای خوب اختصاص داده است، تبلیغ کرده است.
- این تحقیق شامل:
- پروژه مصالح پایدار برای نوسازی و ساخت ساختمان های جدید) با معرفی بیش از ۶۰ درصد با هدف کاهش اثرات زیست محیطی مصالحی که به طور سنتی در ساختمان ها استفاده می شود مانند بتن، ملات، چسب کاشی، کاشی و سرامیک داخلی و خارجی و لعاب ها را کاهش می دهد.

- افزودن مواد بازیافتی به فرمولاسیون سنتی و کاهش مصرف انرژی در فرآیندهای تولید.
- پروژه WINCER توسعه کاشی هایی را ترویج کرده است که می توان از آنها برای دستیابی به صرفه جویی قابل توجهی در منابع طبیعی به دلیل جایگزینی **کامل فلدسپات ها و ماسه های سیلیسی** (۱۰۰٪ صرفه جویی) و **جایگزینی جزئی خاک رس** (صرفه جویی بیش از ۶۲٪) استفاده کرد.
- این امکان **کاهش قابل توجهی در هزینه های آماده سازی** بدنه سرامیکی (در حدود ۳۳ درصد) را فراهم می کند.

اقدامات موردی
در

صنایع سرامیک

5R in Refractories

to “5R”

- Reduce
- Reuse
- Remanufacture
- Recycle
- Re-educate)

مواد دیرگداز بازیافتی: جاه طلبی با آینده؟

- در بسیاری از صنایع تلاش هایی برای ایجاد یک اقتصاد دایره ای وجود دارد.
- در صنعت دیرگداز پروژه های تحقیقاتی در مورد بازیافت مواد دیرگداز نیز در حال انجام است.

5 REFRACT

- چند سال پیش، SIDENOR یک فرآیند فکری را به منظور یافتن راهی برای مدیریت ضایعات دیرگداز تولید شده در کار روزانه شرکت آغاز کرد.
- اکنون شیوه های خوبی کسب کرده است در مورد این موضوع و تلاش برای انتشار آنها و همچنین پیشرفت به سمت تعالی است
- اینگونه بود که پروژه 5REFRACT که در چارچوب برنامه LIFE اتحادیه اروپا تصویب شد، بوجود آمد.

- به منظور اطمینان از موفقیت پروژه، SIDENOR علاوه بر سازمان های تحقیقاتی (دانشگاه مالاگا) با نهادهای مختلفی مانند واحد تحقیق و توسعه گروه (SIDENOR RESEARCH AND DEVELOPMENT) یا شرکت های مختلف تولید کننده مواد (MAGNA و REFRALIA) همکاری خواهد کرد.

- و شرکت های مشاوره محیط زیستی (2.0-LCA) ت امی بازیگران فوق بخشی از کنسرسیوم پروژه هستند.

- علاوه بر این، این پروژه شامل حمایت صاحبان اصلی از بخش آهن و فولاد (UNESID، PLATEA، EUROFER و (ESTEP، نهادهای عمومی (IHOBE و خوشه ها (مواد خام SPIRE و EIT) خواهد بود.

4 R

1. Direct reuse of refractory waste in other, less demanding applications.
2. Remanufacture of spent refractories for application in other areas or processes.
3. Reintegration of spent refractory waste in new added-value products in order to use them in such products or others.
4. Reduction of the waste sent to landfill by means of the mentioned strategies.

- LIFE 5REFRACT شامل انواع اصلی محصولات مورد استفاده در **تولید فولاد** از جمله قطعات پیچیده **حاوی زیرکونیوم** و حتی دیرگدازهای یکپارچه (**منولیتیک**) می باشد.
- پس این پروژه اولین تجربه نمایشی **صنعتی و سیستماتیک** را با هدف دستیابی به تغییر به سمت اقتصاد دایره ای در **صنعت آهن و فولاد** برای این نوع پسمانده تشکیل می دهد.
- تکرار آن در بخش فولادسازی از طریق فعالیت های انتشار، گنجاندن نتایج در گزارش بعدی در مورد تولید فولاد و بازاریابی محصولات نسوز جدید انجام خواهد شد.
- برای این منظور، کنسرسیوم بر حمایت **نهادهای زیست محیطی** اصلی در سطح محلی (و انجمن های **صنعت آهن و فولاد** تکیه خواهد کرد.

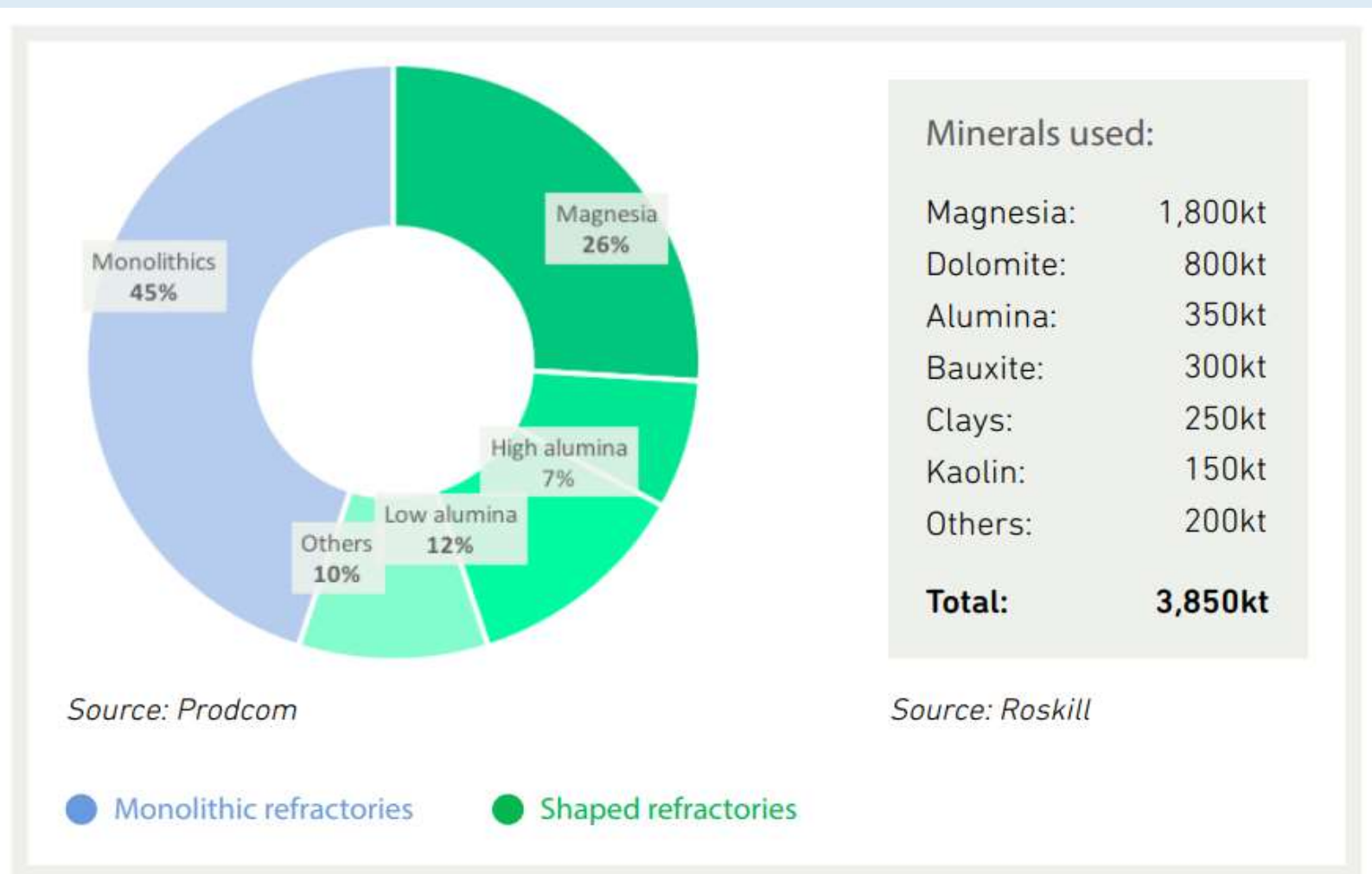


Figura 2.- Distribution of the European production of refractories according to typology and composition (source: PRODCOM y ROSKIL)

مشکلات بازیافت دیرگذاها

- هم اکنون تقریباً ۷٪ از حجم مواد اولیه مصرفی با حدود ۲.۵ میلیون تن ظرفیت را پسماند ها تشکیل میدهند.
- صنایع آهن و فولاد بزرگترین مصرف کننده دیرگذاها هستند.
- با توجه به این ماهیت ناهمگون، دیرگذاها تا کنون عموماً به محل دفن زباله یا حداقل به مدیران مجاز پسماند ارسال شده اند تا از کارخانه های تولید فولاد خارج شوند.
- دو سال پیش، SIDENOR یک فرآیند فکری را با هدف بهینه سازی مدیریت ضایعات نسوز تولید شده در فعالیت های روزانه شرکت آغاز کرد.
- هدف فقط دستیابی به ارزش گذاری یا صرفه جویی مالی به موقع نبود، بلکه توسعه سیستمی بود که ممکن است به طور معمول در فرآیندهای شرکت پیاده سازی شود.

موانع اصلی

- ضایعات دیرگداز دارای طیف گسترده ای از کیفیت ها، ترکیبات هستند
- دانش تخصصی در زمینه تفکیک پسماند و ضایعات دیرگداز وجود ندارد.
- هیچ استاندارد خاصی برای بازیافت وجود ندارد.
- تاکنون هیچ قانون دقیقی در این زمینه صادر نشده است.
- این یک روش خودکار نیست، حتی در میان خود مدیران پسماند.

دستاوردها

- SIDENOR موفق شد اولین سیستمی را ایجاد کند که در آن فراوان ترین ضایعات دیرگداز (بر پایه منیزیم و آلومینا) با اقدامات زیر بازیابی می شوند:
- استفاده مجدد مستقیم از آجرهای دیرگداز مصرف شده در مناطق غیر بحرانی مانند: دیوارهای آجری کاذب بازیافتی در تعمیرات دوره ای (هفتگی) کوره های برقی، پوشش قسمت های غیر بحرانی پاتیل ها، استفاده در پاتیل های اضطراری و همچنین در خاک ها و دیوارهای حفاظتی.
- نیاز به ویژگی توسعه دیرگداز، بر اساس ضایعات آجرهای دیرگداز، یک محصول بازیافتی جدید که امکان جایگزینی مواد تعمیر پایه ای کوره را فراهم می کند.

- با وجود این و به منظور غلبه بر موانع فوق، پروژه LIFE 5REFRACT را ارائه می شود که در آن ۳ شرکت از زنجیره لجستیک مواد دیرگداز در صنعت آهن و فولاد مانند SIDENOR، MAGNA و REFRAALIA مشارکت دارند.
- پشتیبانی SIDENOR R&D، دانشگاه مالاگا (UMA و LCA ۲.۰، یک شرکت متخصص در تجزیه و تحلیل چرخه های زندگی و اثرات زیست محیطی.

- **LIFE 5REFRACT** یک پروژه نماینده است.

- با توجه به این واقعیت که هدف آن اجرا، ارزیابی و انتشار اقدامات و روش‌شناسی برای ارزش‌گذاری تقریباً یکپارچه زباله‌های دیرگداز در بخش فولادسازی اروپا است.
- بنابراین، هدف از این کار **افزایش آگاهی** در داخل بخش، از طریق اولین **نمایش شیوه‌های یکپارچه** و سیستماتیک در مقیاس صنعتی در اروپا، در مورد همه رویکردهای ممکن برای دستیابی به حداکثر ارزش‌گذاری این گونه زباله‌ها بود.
- این پروژه در کارخانه SIDENOR در باسوری با تولید بیش از **۷۰۰۰۰۰ تن فولاد** در سال انجام می‌شود و در آن فرآیندهای ذوب فولاد با استفاده از کوره قوس الکتریکی ((EAF، متالورژی ثانویه، ریخته‌گری پیوسته، نورد گرم) اعمال می‌شود.
- و اتمام محدوده پروژه بر روی سه فرآیند اول متمرکز خواهد بود، زیرا آنها نیاز به جایگزینی مداوم مواد دیرگداز دارند.

- این پروژه در سال ۲۰۱۸ آغاز شده و انتظار بوده در سپتامبر ۲۰۲۰ به پایان برسد که برخی نتایج آنهم گزارش شده.

- بنظر میرسد نقش مهمی در این پروژه برای "**آموزش مجدد**" بمنظور یافتن موارد مشخص محصولات دیرگداز و پیش بینی و تامین خواص محصولات طراحی شده توسط محققین و کارشناسان علمی در نظر گرفته شده است.

اقتصاد چرخه ای در صنعت شیشه



سهم صنعت شیشه در اقتصاد دایره ای

- شیشه را می توان به عنوان ماده بی اثر در نظر گرفت
- به عنوان ماده دائمی
- مصالح دائمی
- قابل بازیافت کامل بدون از دست دادن جرم یا کیفیت
- شیشه را می توان دوباره بدون خوردایش ذوب کرد.

ظروف شیشه ای قابل بازیافت

- شیشه ۱۰۰ درصد قابل بازیافت است و بنابراین کمک قابل توجهی به حفاظت محیط زیست می کند
- بطری های شیشه ای قابل برگشت
- بطری های شیشه ای قابل برگشت مقداری دوباره پر می شوند ۴۰-۶۰ بار قبل از اینکه برای بازیافت فرستاده شوند.
- این بدان معنی است که به طور کلی، بطری های کمتری نیاز دارند تولید شود که باعث صرفه جویی در منابع می شود.
- در آلمان تمام ضایعات شیشه (ظروف، بطری، پنجره).
- شیشه، (ظروف غذاخوری) را می توان دور انداخت در سامانه های عمومی یا در سیستم های صنعتی جمع آوری کرد .

خرده شیشه ای

- • خرده شیشه برای استفاده خام نیاز به:
- مرتب سازی بر اساس رنگ
- حذف کلیه ضایعات غیر شیشه ای
- حساب سرانگشتی - هر ۱۰٪ کالت ۳٪ در مصرف انرژی صرفه جویی می کند
- • موانع ناشی از وضعیت بازار:
- قیمت کالت بیش از هزینه مواد اولیه است و صرفه جویی در انرژی

مصرف انرژی در صنعت شیشه

- مصرف عمدتاً توسط فرآیند ذوب شیشه تعریف می شود.
- • نیاز شدید به به حداقل رساندن مصرف انرژی از کوره
- • نیاز شدید به تعادل مصرف انرژی، کیفیت و انتشار
- • یک کوره پیشرفته در حال حاضر انرژی را بازیابی می کند با گرم کردن یک احیا کننده برای پیش گرم کردن هوا برای احتراق مورد نیاز است
- • گرما را می توان در چند مرحله بازیافت کرد.
- فرآیند تولید بسته به- سادگی "جمع آوری" گرما در مقابل منابع انتشار-
- پتانسیل موجود در سرمایه گذاری و بازیابی فنی

شیشه ساختمانی در اقتصاد چرخه ای

- هنگامی که یک ساختمان بازسازی می شود، شیشه های نما معمولا خرد شده و به عنوان سنگدانه در ساخت و ساز جاده استفاده می شود.
- موثرترین استفاده تبدیل شیشه به محصولات شیشه ای جدید است:
- در حالی که این بهتر از فرستادن شیشه به محل دفن زباله است،
- می توان آن را در این حلقه بسته به طور نامحدود بازیافت کرد.
- فرآیند تبدیل ضایعات شیشه های مسطح به گلوله (شیشه های ضایعاتی خرد شده برای بازیافت) به عنوان عملیات بازیافت طبقه بندی می شود و بنابراین مشمول قانون مدیریت زباله است.
- این امر بار قابل توجهی را برای صنعت ایجاد می کند و در نتیجه ضایعات شیشه بسیار کمی بازیافت می شود.

فواید زیست محیطی

- استفاده از مواد خام به ازای هر تن کالت مورد استفاده در شیشه فلوت، ۱.۲ تن مواد خام ذخیره می شود.
- کاهش نیاز به استخراج معادن و فراوری و حمل و نقل مرتبط.
- نسبت زیادی از مواد خام (۳۵٪ یا بیشتر) را می توان با کالت/بازیافت جایگزین کرد.
- همانطور که کالت در دمای پایین تری نسبت به خام ذوب می شود مواد، به ازای هر ۱۰ درصد کلت اضافه شده به کوره، ۳ درصد انرژی کمتر مصرف می شود.
- شیشه بریتانیایی این انرژی را ۳۰۰ کیلووات ساعت صرفه جویی به ازای هر تن کلت استفاده شد توصیف کرده اند
- کاهش آلاینده‌گی CO₂. ۲۵۰-۳۰۰ کیلوگرم به ازای هر تن کالت که به کوره اضافه می شود
- کاهش دفن زباله با بازیافت شیشه های ساختمانی. مواد ارسالی به محل دفن زباله و هزینه های مربوط به دفع نیز کاهش می یابد

اقتصاد چرخه ای در صنعت رنگ

- استفاده از ضایعات، که برخی از آنها خطرناک هستند، به عنوان مواد خام رنگدانه های سرامیکی، راهی برای:
- کاهش اثرات زیست محیطی آنها،
- ارزش گذاری اقتصادی آنها و
- مقابله با مصرف زیاد مواد خام اولیه بوده است.
- در این کار رنگدانه هایی تهیه شد که در ترکیب آنها فقط ضایعات صنعتی وجود داشت:
- آبکاری کروم/نیکل و
- لجن های حاصل از برش سنگ های طبیعی - مرمر و گرانیت

همچنین :

- استفاده از لجن غنی از آلومینیم تولید شده در واحد تصفیه فاضلاب یک کارخانه صنعتی **آندایزینگ** یا پوشش سطحی، و
- لجن گالوانیزه از **فرآیند آبکاری** کروم/نیکل،
- رنگدانه های سرامیکی گزارش شده در این تحقیقات با استفاده از **واکنش های حالت جامد** معمولی شامل لجن غنی از فلز تهیه شده اند.

چه باید کرد؟

صنایع سرمایه‌ای ایران

لازمست یک تحول جدی بر مبنای اقتصاد
دایره ای را کلید بزنند

نکات قابل توجه و تحلیل جمع بندی

- ۱- اقتصاد دایره ای یا چرخشی یک انتخاب نیست, **ضرورت** است.
- ۲- هر واحد تولیدی به صرف برقراری مبانی اقتصاد دایره ای, از **رقبای هم وزن خود سبقت** میگیرند چون:
 - کاهش هزینه مواد
 - کاهش هزینه سوخت
 - تخفیف جرایم زیست محیطی
 - افزایش ایمنی و سلامت کارکنان
 - امکان تولید جنبی محصولات جدید هرچند کوچک

- ۳- **ضرورت تعریف و تصویب** یک طرح اقتصاد دایره ای در واحد تولیدی بمنظور:
- شناسایی نقاط آلاینده‌گی،
- نوع و مقدار ضایعات،
- مصرف انرژی در هر مرحله تولید
- بررسی میزان کاهش هزینه ها و
- تعیین مقادیر حاشیه سود بصورت بالقوه
- استرانژی پیاده سازی و مرحله بندی اجرا
- در صورت نیاز استفاده از پتانسیل پژوهشی دانشگاهها و پژوهشگاهها یا شرکت ها دانش بنیان و نوآور

۴- "کارخانه میکرو", "شرکت نوآور", "پژوهشگر زبده"

• در این مسیر مفاهیم جدیدی مانند

• "کارخانه میکرو" یا "شرکت نوآور" یا "پژوهشگر زبده",

• یعنی یک واحد طراحی شده، انعطاف پذیر و در مقیاس کوچک با قابلیت طراحی

سفارشی تبدیل زباله به منابع ارزشمند طرح میگردد.

ادامه

- ۵- ایجاد یک پارادایم جدید فرصت هایی را ارائه می دهد که استفاده از ضایعات برای ایجاد

درآمد و ایجاد شغل در محل و در سطح جامعه بیانجامد.

- ۶- گذار از اقتصاد خطی به اقتصاد چرخه ای زمان بر و نیازمند مدل های تجاری جدید است

که توسعه راه حل های نوآورانه در صنعت را تشویق می کند.

ادامه

- ۷- آغاز بحث اقتصاد دایره ای در صنعت سرامیک ایران طلّیعه تجربه های جدید صنایع در:
- کاهش هزینه های مواد و انرژی از طریق درک ارزش پسماندها و
- ایجاد فضای کسب و کار جدید در حوزه شناخت فرصت های صرفه جویی و
- تولید ثروت،
- ایجاد شغل های جدید و
- شرکت های نوپا در نقش واسطه های مشارکت کننده در فرایند اجرایی است.

- 7- لزوم مشارکت جدی و هم اندیشی:
- صاحبان سرمایه و صنعت و بازار سرمایه
- تجار و فروشندگان و توزیع کنندگان محصولات سرامیک,
- تولید کنندگان,
- متخصصین
- انجمن های صنفی و علمی,
- پژوهشگران,
- دانشجویان, و
- همه دست اندرکاران صنعت سرامیک ایران

- ۸- اهمیت نقش و جایگاه انجمن های علمی و صنفی سرامیک در بالابردن سطح دانش و انتقال تجربه و همچنین ایجاد زمینه رشد فرهنگی برای دست یابی به اعداف مشترک.
- ۹- تقویت دانش IT در همه سطوح مدیران, مهندسين و کارکنان و توجه ویژه به نرم افزارهای مورد نیاز عمومی و اختصاصی.
- ۱۰- توصیه جدی به استفاده از "**یادگیری ماشین**" یا "**Mashin Learning**" برای تحلیل نتایج تولید یا عیب یابی و طرح های نوآورانه.
- ۱۱- توجه و اطلاع رسانی به جامعه علمی و صنعتی سرامیک ایران در خصوص تحولات اقتصاد دایره ای در کشورهای توسعه یافته در اروپا و در حال توسعه در آسیا مثل چین, هند و کره جنوبی.

• ۱۲- برخلاف برخی بخش‌های تولید، **صنعت سرامیک قادر به استفاده مجدد در داخل از اکثر پسماند های تولید شده در طول فرآیند تولید** است.

• ۱۳- به لطف پیشرفت در فناوری تولید، اکنون می‌توان در صنعت کاشی از بیشتر پسماندهای تولید (کاشی‌های ضایعاتی پخت شده و نشده، لجن‌های خط شستشو، لجن‌های پولیش و سنگ زنی، بقایای آسیاب خشک و آهک تخلیه شده) استفاده کرد و آنها را مجدداً در تولید سرامیک وارد کرد.

• ۱۴- در صنعت شیشه تقریباً **تمامی پسماندها قابل مصرف** هستند. استفاده از پسماند های صنعت دیرگداز در دیرگدازهای منولیتیک بویژه و در انواع شکل دار در حال مصرف هستند.

- ۱۵- صنعت رنگ بشدت نیازمند استفاده از **پسماندها و پساب های** دیگر صنایع به جای مواد اولیه گران قیمت است.
- ۱۶- در صنعت دیرگداز امکان بهره وری از ضایعات تولید در ترکیبات **اکسیدی و ترکیبات حاوی کربن** دارد که بخصوص نتایج بهبود محصولات حاوی پسماند را نشان میدهد.
- ۱۷- نیاز به ایجاد **واحدهای تفکیک و ارتقا کیفیت پسماندهای دیرگداز** برای گردش مجدد در تولید است.
- ۱۸- **منولیتیک ها** مقصد بسیار مناسبی برای باطله های تمیز و کنترل کیفیت شده دیرگداز هستند.

- ۱۹- لزوم توجه جدی به **استانداردها و نظارت بر تولید** و کارشناسی خرید محصولات در مصرف پسماندها و جلوگیری از تخلف و تقلب در جایگزینی دیرگذاها.
- ۲۰- تمرکز بر **خواص نهایی محصول** بعنوان گام کنترل کننده و ارزیابی تولید کنندگان در تمامی شاخه های صنعت سرامیک کشور.

- ملاحظات ارائه شده در این وبینار بدون تحلیل نقش موثر حاکمیت در برنامه ریزی و شتاب دهی است.
- دولت ها میتوانند با تمرکز بر قابلیت ها و اطلاع از قوانین بالا دستی این برنامه صرفه جویی و حفاظت از محیط زیست را تحکیم بخشند.
- نکات و مصادیق افزایش بهره وری و حفظ محیط زیست در غیاب حاکمیت مطرح شده است.
-

این اقدامات، گذشته از ارزش های اخلاق
اجتماعی از منظر:

**صرفاً اقتصادی و روش جذب سرمایه و
کسب درآمد و پول**

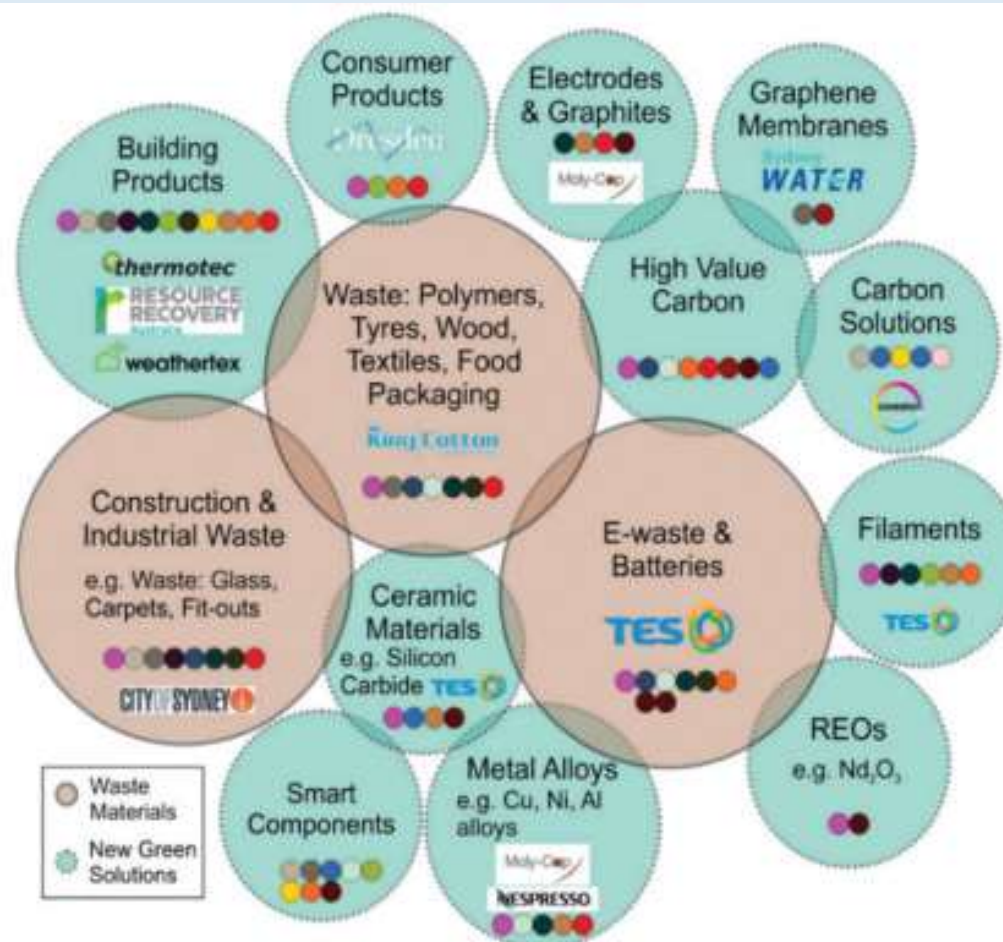
و بدون هیچگونه حمایت دولتی قابل
دسترسی است.

- با امید به مشارکت:
- اساتید,
- متخصصان,
- مدیران صنعتی با تجربه,
- و مدیران R&D
- در بحث ها و برگزاری نشست های تخصصی توسط انجمن های علمی و صنعتی

تندرست و سلامت باشید

مراجع

- نویسندگان : حسین سجادی فر ، پژوهشگر اقتصاد آب و محیط زیست | محمد داودآبادی، کارشناس آب و فاضلاب
- 2010-2015 report: Environmental impact and performance factors – Confindustria Ceramica
<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/sviluppo-sostenibile/temi-1/autorizzazione-integrata-ambientale-aia/prestazioni-ambientali-delle-industrie-ceramiche>
- The New Big Circle – Boston Consulting Group
- Circular By Design, European Environmental Agency
- Growth Within – A Circular Economy Vision for a Competitive Europe, Ellen McArthur Foundation
- https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/ecoscienza/ecoscienza2018_2/andrea_canetti.pdf
- https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/ecoscienza/ecoscienza2018_2/giuliana_bonvicini_et_al.pdf
- <http://www.matersos.it/>
- <http://www.wincer-project.eu/>
-



The concept of 'micro-factories' that apply new innovative waste processing solutions locally. Local companies associated with each product are indicated. (From the Sustainable Materials Research & Technology (SMaRT@UNSW) program at the University of New South Wales, Sydney.)