



برخی از مراکز تفکیک پسماند از فناوری‌هایی برای کاهش نیاز به نیروی انسانی استفاده می‌کنند. در این مراکز معمولاً از نور با طول موج‌های مختلف برای شناسایی انواع پلاستیک استفاده می‌شود. همچنین از آهنربا برای جدا کردن آهن و فولاد بهره گرفته می‌شود



ذره‌بین



تفکیک کنند.

اما دیزی اپل یک فرآیند کامل را برای این کار طی می‌کند. دیزی، الگوی معکوس مونتاژ آیفون را پشت سر می‌گذارد و ضمن باز کردن قاب، پیچ‌ها و قطعات مختلف، این اجزا را تفکیک می‌کند. از آنجا که هر گوشی دارای مقداری فلزات گرانبه‌است، این ربات می‌تواند سودآوری خوبی هم داشته باشد. گفتنی است ربات دیزی می‌تواند در هر ساعت، ۲۰۰ دستگاه آیفون را به قطعاتش تجزیه کند.

## اقتصاد ربات‌های تفکیک پسماند

همان‌طور که در ابتدا هم گفتیم، هزینه بالای نیروی انسانی از جمله دلایل عدم استقبال برخی شهرها به ایجاد مراکز تفکیک زباله است. اما ربات‌ها می‌توانند با کاهش این هزینه، نقش مهمی در اقتصادی کردن پروژه‌هایی اینچنینی داشته باشند و ضمن کمک به سلامت سیاره‌مان، به درآمدزایی از طریق بازیافت نیز بینجامد.



## تفکیک بارزبری پای

نوآوری در زمینه ربات‌های تفکیک زباله به روسایکل محدود نمی‌شود. با وجود این‌که شاید در نگاه اول به نظر برسد طراحی ربات‌های اینچنینی نیازمند اختصاص بودجه‌های کلان است، اما یک تیم رباتیک بریتانیایی ثابت کرد که شاید این‌طور نباشد!

این تیم از پژوهشگران دانشگاه لیورپول هپ (Liverpool Hope) موفق شده با استفاده از رزبری پای ۳ و تجهیز آن به حسگرهای نوری، رباتی بسازد که از حداقل دقت ۹۰ درصد برخوردار است. این تیم از یک پروژه متن باز به‌عنوان ترش‌نت (TrashNet) برای آموزش الگوریتم هوش مصنوعی استفاده کرد. ترش‌نت حدود ۳۵۰۰ تصویر از انواع پسماند را در خود دارد. دستگاه با بررسی این تصاویر می‌تواند پسماند‌های مشابه را شناسایی و طبقه‌بندی کند.

نکته جالب درباره این ربات، هزینه پایین ساخت آن است. تیم سازنده می‌گوید با هزینه‌ای کمتر از ۱۳۰ دلار می‌توان چنین رباتی را ساخت. البته این ربات از نظر سرعت تفکیک تا حدی کندتر از یک انسان عمل می‌کند. با این وجود، طبق محاسبات، هزینه کم این سامانه سبب می‌شود سرعت پایین آن قابل چشم‌پوشی شده و در مجموع نسبت به کارگر انسانی از مزیت اقتصادی برخوردار باشد.



استفاده از ربات‌ها در تفکیک پسماند‌های بازیافتی بر بهره‌وری فرآیند بازیافت می‌افزاید

# بازیافت باربات

آمارها نشان می‌دهد ۷۰ درصد از پسماند‌های شهری در ایران از نوع آلی (غیرقابل بازیافت) هستند. همچنین ۱۰ درصد مجموع پسماند‌های شهری به پلاستیک، ۸ درصد مقوا و کاغذ و ۳ درصد نیز به فلزات اختصاص دارد. طبق همین آمارها، کشورمان هنوز نتوانسته آن‌طور که باید این مواد را بازیافت کند. در حالی که ۷۰ درصد از پسماند‌های بازیافتی در کشورهای توسعه‌یافته دوباره به چرخه مصرف بازمی‌گردد، سهم ایران فقط ۱۷ درصد است که نشان می‌دهد هنوز راه زیادی برای بهره‌مندی بیشتر از این منابع در پیش داریم. البته تردیدی نیست که در کنار بهبود شیوه‌های مدیریتی و فرهنگ‌سازی برای تفکیک زباله در مبدأ، استفاده از فناوری‌های نوین نیز می‌تواند بر میزان بهره‌وری فرآیند بازیافت بیفزاید.



صالح سپهری‌فر  
مشاور کسب و کارهای نوآور

## انسان یا ربات؟

در فرآیند تفکیک پسماند‌های بازیافتی، این مواد روی یک نوار نقاله که با سرعت زیاد در حال حرکت است قرار می‌گیرد. سپس تعدادی کارگر به‌طور دستی موادی مثل فلز، کاغذ، شیشه و پلاستیک را جدا می‌کنند. چنین کاری یکنواخت و حوصله‌سبر است و حتی ممکن است خطراتی را نیز برای سلامتی این افراد به همراه داشته باشد. همچنین هزینه بالای نیروی انسانی سبب می‌شود هزینه راه‌اندازی چنین مراکزی بالا باشد و در نتیجه بسیاری از شهرها در سراسر جهان، رغبتی به آن نشان ندهند. البته برخی از مراکز تفکیک پسماند از فناوری‌هایی برای کاهش نیاز به نیروی انسانی استفاده می‌کنند. در این مراکز معمولاً از نور با طول موج‌های مختلف برای شناسایی انواع پلاستیک استفاده می‌شود. همچنین از آهنربا برای جدا کردن آهن و فولاد و نیز از جریان گردابی برای شناسایی سایر فلزات غیرمغناطیسی بهره گرفته می‌شود. با وجود پیشرفت‌های زیاد در زمینه پردازش تصویر، هنوز این مراکز نتوانسته‌اند به خوبی از این قابلیت استفاده کنند. انسان‌ها معمولاً به راحتی با نگاه کردن به یک جسم می‌توانند جنس آن را تشخیص دهند. اما در حال حاضر، طراحی الگوریتمی که بتواند این قابلیت را به یک ربات بدهد، بسیار دشوار است. ما انسان‌ها از یک حس دیگر هم برای تشخیص جنس مواد استفاده می‌کنیم که آن هم حس لامسه است. به نظر می‌رسد برنامه‌ریزی برای ربات‌هایی با این قابلیت، اندکی ساده‌تر باشد.

## ربات‌ی با حس لامسه

اخیراً پژوهشگران مؤسسه فناوری ماساچوست

موفق به ساخت رباتی شده‌اند که می‌تواند تا حدودی جایگزین نیروی انسانی در مراکز تفکیک پسماند‌های بازیافتی شود. این ربات که روسایکل (RoCycle) نام دارد، دارای بازوانی مکانیکی برای انجام این کار است. روسایکل دارای دست‌هایی از جنس تفلون نرم است. این ربات با فشار دادن جسم مورد نظر، متوجه اندازه و نیز سفتی‌اش می‌شود و می‌تواند آن را دسته‌بندی کند. بررسی‌ها نشان می‌دهد دقت این ربات در شناسایی جنس مواد بازیافتی در حالت بدون حرکت حدود ۸۵ درصد و در حالت معمولی (حرکت مواد روی نوار نقاله) حدود ۶۳ درصد است.

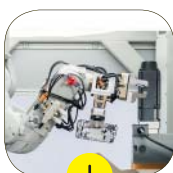
اما این درصد دقت شاید چندان هم برای مراکز تفکیک پسماند، جذابیت نداشته باشد. به همین دلیل، تیم سازنده روسایکل قصد دارد در گام بعدی، پردازش تصویر را نیز به این ربات اضافه کند. گفتیم فناوری پردازش تصویر برای تفکیک پسماند فعلاً دقت بالایی ندارد، اما همین فناوری می‌تواند نقاط کور لامسه ربات را تا حدی پوشش داده و در نتیجه بر دقت ربات بیفزاید.

تیم سازنده روسایکل می‌گوید حتی اگر نتوان در حال حاضر از این ربات برای مراکز بزرگ تفکیک زباله بهره گرفت، این امکان وجود دارد که با نصب آن در آپارتمان‌های بزرگ و دانشگاه‌ها، تفکیک در محل را انجام داد.

یکی دیگر از قابلیت‌های جالب روسایکل که آن را از همه ربات‌های موجود متمایز می‌کند، امکان شناسایی قطعات الکترونیکی است. فرض کنید یک اسباب‌بازی الکترونیکی یا کنسول بازی در میان زباله‌ها وجود دارد. دستگاه‌های معمول مبتنی بر پردازش تصویر، آن را به‌عنوان یک قطعه پلاستیکی ارزیابی می‌کنند، غافل از این‌که در داخل این ساختار پلاستیکی مواد فلزی وجود دارد. خوشبختانه روسایکل می‌تواند این قطعات فلزی را شناسایی کند. البته روسایکل هنوز فاصله زیادی با رباتی مثل دیزی (Daisy) دارد.

## ربات ساخت اپل

شرکت اپل در سال ۲۰۱۸ از یک ربات جدید به نام دیزی رونمایی کرد. این ربات قادر بود گوشی‌های آیفونی را که دیگر مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، دریافت کرده و آن را به اجزای مختلف تجزیه کند. هر سال میلیون‌ها دستگاه گوشی از چرخه مصرف خارج می‌شوند و مراکز بازیافت نمی‌توانند قطعات آنها را به‌طور کامل



شرکت اپل در سال ۲۰۱۸ از یک ربات جدید به نام دیزی رونمایی کرد. این ربات قادر بود گوشی‌های آیفونی را که دیگر مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، دریافت کرده و آن را به اجزای مختلف تجزیه کند