

آیا چاپ سه بعدی کفش می‌تواند جایگزینی پایدار برای کفش های سنتی باشد؟

محیط زیست دانشگاه ییل در ایالات متحده آمریکا به همراه دانشجویانش با یک تولیدکننده کفش آمریکایی به نام هیلوس که دارای ضایعات صفر می‌باشد، همکاری کرده‌اند. هیلوس در سال ۲۰۲۱ راه اندازی شد و از آن زمان با برند کفش هلم برای ایجاد تحول در فرایند تولید کفش همکاری کرده است. این کمپانی ادعا می‌کند که در عرصه تولید کفش به روش چاپ سه بعدی و بر اساس تقاضا پیشرو بوده و روش جدید می‌تواند به طور کامل باعث حذف موجودی انبار و ضایعات شود.

هیلوس برای دفاع از ادعای خود با دانشجویان دانشگاه ییل همکاری کرده است. تیم تحقیقاتی با استفاده از داده‌های به دست آمده از شرکای زنجیره تامین هیلوس (کمپانی BASF Forward AM، تامین کننده راهکارهای تولید افزودنی و چاپ سه بعدی و کمپانی AMT، تامین کننده فناوری‌های تولید افزودنی)، تاثیر هر کدام از کفش های هیلوس بر محیط زیست را بررسی کرده است. هیلوس در گزارشی می‌نویسد که در حال حاضر تولید صنعتی کفش به روش متداول بر اساس تولید مواد اولیه ضایعاتی و تولید بیش از حد است. برندها برای ساخت کالاهایی هزینه می‌کنند که ممکن است حتی به نقطه خرید هم نرسد، در بعضی مواقع تولید بیش از ظرفیت تا ۳۵ درصد و ضایعات تا ۷۶ درصد مواد اولیه می‌باشد. از آن جایی که تقریباً هر کفش دارای یک ساختار چندلایه است، چاپ سه بعدی این امکان را برای تولیدکنندگان فراهم می‌کند تا به جای چسباندن چند لایه به یکدیگر به روش قدیمی با استفاده از پلی یورتان یک جزء واحد را از یک ماده اولیه و بر اساس تقاضا خلق کنند.

به گفته هیلوس این فرایند که ذاتاً بر پایه تولید بر اساس تقاضاست باعث کاهش تولید بیش از حد و ایجاد ضایعات می‌شود. از آن جایی که کفش های سه بعدی تنها از یک ماده اولیه یعنی پلی یورتان تهیه می‌شوند، احتمالاً بازیافت کفش پس از پایان عمر مفید آن نیز ساده تر است. با این حال نقدی که به این روش وارد می‌شود این است که پلی یورتان یک ماده آلاینده می‌باشد چون باعث آزاد شدن میکروپلاستیک‌ها در محیط زیست می‌شود اما نتایج به دست آمده از این پروژه نشان می‌دهد که این فرایند در مقایسه با فرایند قدیمی در مجموع زیست سازگارتر است.

«طرح کلی پروژه»

در ابتدا مروری خواهیم داشت بر مصرف آب و انتشارات کربن زنجیره تامین مرتبط با فرایند تولید کفش سه بعدی هیلوس یعنی کفش موله Emmett.

داده‌های جمع‌آوری شده در این بررسی شامل استخراج پلی یورتان به عنوان ماده اولیه خام برای عملیات چاپ، انجام عملیات مخصوص پوست‌های چرمی بر روی ماده اولیه خام، انتقال مواد اولیه به کارخانه هیلوس، تولید، بازگشت در پایان عمر



در این مقاله فرضیه استفاده از چاپ سه بعدی به عنوان روشی جایگزین برای تولید سنتی کفش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در سال ۲۰۲۰، ۲۰/۵ میلیارد جفت کفش در سراسر جهان تولید شد. علی‌رغم تلاش‌های صورت گرفته برای جلوگیری از تبدیل کفش‌های ناخواسته به ضایعات برای مثال توسعه بازار پوشاک دست دوم و فناوری‌های ردیابی، سرنوشت حدود ۹۰ درصد این کفش‌ها زمین‌های دفن زباله است.

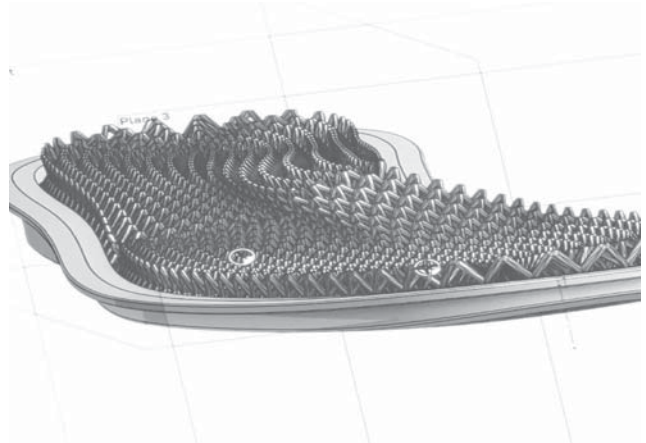
سهامداران صنعتی و دانشگاهیان برای حل این معضل، بازیافت و آپسایکل یا بهیافت کفش را به عنوان یکی از روش‌های موجود پیشنهاد می‌دهند اما بازیافت مشکلات خاص خودش را دارد (بازیافت کفش نیازمند جداسازی اجزای کفش بوده و جداسازی بعضی از ترکیبات الیاف نیز دشوار است). علاوه بر آن بازار کفش‌های بهیافت شده هنوز چنان‌که باید پر قدرت نیست.

اما یکی از راه‌های کاهش ردیابی زیست محیطی این صنعت به نقطه آغاز زنجیره تامین کفش برمی‌گردد تا از این طریق هم‌تاثیر فرایندهای تولید کفش بر محیط زیست کم‌شود و هم مواد اولیه جایگزین مورد استفاده قرار گیرد. با در نظر گرفتن روش‌های تولید جایگزین مانند تولید بر اساس تقاضا می‌توان می‌توان کارایی را افزایش و مصرف انرژی و مواد اولیه و در نتیجه تولید ضایعات را کاهش داد. با این کار بعضی از فراگیرترین مسایل و مشکلات این صنعت حل خواهد شد. با تولید کفش بر اساس تقاضا ضایعات کفش تا حد بسیار زیادی کاهش می‌یابد.

علاوه بر آن تولید افزودنی که به آن چاپ سه بعدی نیز می‌گویند یکی از روش‌هایی است که توجه متخصصان فناوری و برندها را به خود جلب کرده است.

«تولید جایگزین»

در سال جاری (۲۰۲۲) تیمی از دانشجویان کارشناسی ارشد تلاش کردند تا کارایی کفش‌های چاپ سه بعدی را ثابت کنند. دکتر ماریان چرتو از مرکز بازرگانی و



ارزشمندی از اهمیت هریک از عوامل تاثیرگذار بر ردپای زیست محیطی فرایند تولید کفش به روش چاپ سه بعدی داشته باشیم. ما نمی دانستیم که در انتظار چه نتیجه ای باید باشیم. در این پروژه نکات بسیار ظریفی وجود دارد. نتایج به دست آمده نشان می دهد که روش جدید در مقایسه با روش سنتی تولید کفش نه تنها سریع تر و ارزان تر بوده و محصول بادوام تری را به دست مصرف کننده می رساند بلکه پایداری آن نیز به مراتب بیشتر است.

علاوه بر آن هیلوس عقیده دارد که مدل تجاری چاپ سه بعدی کفش دارای تاثیرات مثبتی دیگری نیز می باشد. برای مثال می تواند باعث تشویق به سرمایه گذاری بیشتر بر روی مواد اولیه و تاکید بر کارایی شود و در عین حال برای رفع تقاضای شدید حاضر برای تولید پایدار، بر روی روش های تولید جایگزین تمرکز کند. کمپانی هیلوس می گوید یکی از یافته های مهم در این روش مربوط به تولید بر اساس تقاضا و در نتیجه کاهش ضایعات بوده است. تولید بر اساس تقاضا می تواند باعث افزایش کارایی در طول زنجیره تامین شود به نحوی که حتی مواد اولیه پایدار و فرایند بازیافت نیز نمی توانند در این حد کارایی را افزایش دهند. این پروژه همچنین نشان می دهد که چطور فناوری های جدید که در کنار انقلاب صنعتی چهارم و دیجیتالیزاسیون ظهور کرده اند می توانند افق های جدیدی را پیش روی این صنعت قرار دهند. تا به امروز هیچ گاه چنین ابزار دقیق و کاملی برای ارزیابی، آزمایش و به کارگیری فناوری ها و مواد اولیه جدید برای خلق یک محصول وجود نداشته است.

امکان صرفه جویی در مواد اولیه و منابع مالی باعث دلگرمی برندها به آینده تولید دیجیتال و توانایی آن برای تغییر شکل اساسی زنجیره های تامین می شود. هیلوس می گوید صنعت مد چهارمین صنعت آلاینده در جهان و مسوول ۱۰ درصد انتشارات کربن و ۲۰ درصد آلودگی آب ها و یک چهارم مواد شیمیایی مصرف شده در جهان می باشد. در عصر ما ممکن است جمعیت کره زمین به ۱۰ میلیارد نفر برسد. ما باید بتوانیم بیشتر تولید و کمتر مصرف کنیم.

مرجع:

Otis Robinson, "Is 3D-printed footwear a sustainable alternative to legacy shoemaking?", WTIN, May 2022

تهیه و تنظیم: مهدیه درویش کوشالی

مفید و بازیافت می باشد.

هیلوس فرایند تولید کفش خود را از نظر زیره و رویه چرمی کفش و میزان انتشار کربن با کفش های کاملاً چرمی کمپانی وگا مقایسه کرده است.

هیلوس در فرایند تولید کفش خود از پودر پلی یورتان ترموپلاستیک اولتراسینت کمپانی BASFT و پرینتر سه بعدی مولتی جت فیوژن اچ پی استفاده کرده است. با استفاده از این فناوری چهار قسمت کفش یعنی کفی کفش، زیره میانی، زیره و پاشنه تولید می شود. این قسمت ها همه در قالب یک بخش ساخته می شوند و سپس با استفاده از فناوری AMT عمل شده و با آستر و رویه چرم دباغی شده گیاهی سرهم می شوند.

یافته ها

در روش سنتی سرهم کردن کفش نیاز به ۶۵ قطعه مجزا می باشد که سرهم کردن آن ها دارای ۳۶۰ مرحله است. در فرایند تولید کفش امت برای هر کفش تنها به ۵ قطعه و برای سرهم کردن آن به ۱۲ مرحله نیاز است. بر اساس یافته های به دست آمده در روش تولید کفش با استفاده از چاپ سه بعدی در مقایسه با روش سنتی، میزان مصرف آب تا ۹۹ درصد و میزان انتشار دی اکسید کربن تا ۴۸ درصد کاهش می یابد. با این حال هزینه قطعات در این پروژه در مقایسه با روش متداول بالاتر است. مقایسه جزء چاپ شده به روش سه بعدی با تولید زیره و زیره میانی به روش قالب گیری تزریقی نشان می دهد که میزان انتشارات در روش سنتی در واقع ۱۰ تا ۱۷ درصد بالاتر از روش چاپ سه بعدی است.

تنها زمانی که کل فرایند سرهم کردن کفش را در نظر بگیریم، کاهش انتشارات دی اکسید کربن در روش چاپ سه بعدی برجسته می شود. چاپ سه بعدی با کم کردن تعداد قطعات و ساده سازی سرهم کردن محصول، میزان انتشار دی اکسید کربن را تا ۴۸ درصد کاهش می دهد. هیلوس در رابطه با تولید بیش از حد می گوید: «چاپ سه بعدی جلوی تولید ضایعات را از همان ابتدا می گیرد چون این روش در واقع تولید بر اساس تقاضا بوده که ضمن حذف مقوله تولید بیش از حد و کاهش ضایعات مواد اولیه بر روی خود محصول سرمایه گذاری بیشتری می کند.»

فرصت ها

کمپانی هیلوس می گوید این مطالعه موردی سه ماهه باعث شد تا درک مثبت و