# پلاستیک‌ها را سبز کنیم!

## تحقق یک رویای دیرینه

ترجمه: زهرا جعفری

**اشاره**

**ما روزانه با مواد پلاستیکی فراوانی سروکار پیدا می‌کنیم. بیشتر پلاستیک‌ها از نفت‌خام تهیه می‌شوند. مونومرها واحدهایی سازنده و تکرار شونده در ساختار پلاستیک‌ها هستند که در جریان واکنش‌های شیمیایی به هم می‌پیوندند و به تولید پلاستیک‌ها می‌انجامند. این فرایندها با تولید مواد آلاینده، همچون کربن دی‌اکسید همراه است که تولید مواد پلاستیکی از نفت خام را به‌عنوان روشی نامناسب معرفی می‌کند.**

**از سوی دیگر، تقاضا برای نفت‌خام در سراسر جهان، آن چنان بالاست که برآورد می‌شود اگر مصرف آن با روند کنونی ادامه یابد، ذخیرهٔ نفت جهان در کمتر از صد سال آینده به صفر خواهد رسید. این دو مشکل در خلال دو دههٔ گذشته، دانشمندان را برآن داشت تا در پی روش‌هایی جدید برای ساخت پلاستیک‌ها باشند. از جمله راهکارهای مؤثر در ساخت پلاستیک‌ها، استفاده از مواد اولیهٔ گیاهی به جای نفت خام بوده است. این نسل از پلاستیک‌ها به پلاستیک‌های زیستی معروفند.**

**کلیدواژه‌ها:** پلاستیک زیستی، پلیمر، زباله

**مقدمه**

تصور کنید روزی سوار بر خودرویی هستید که صندلی‌های

شکل ۱ اثر کاربرد بی‌رویهٔ پلاستیک‌ها

آن از سویا ساخته شده است و موتور این خودرو با بنزینی که از گیاهان تهیه شده، کار می‌کند. در این حال، پس از پاسخ به یک تماس تلفنی به گوشی همراهتان ـ که باتری آن از نوع پلاستیک زیستی است ـ آخرین جرعه از بطری آبی را که از ذرت ساخته شده سرمی‌کشید. احساس خوبی دارید؛ احساسی از نوع رهایی و اینکه از مواد سازگار با محیط‌زیست استفاده می‌کنید. در این میان، جای هنری فورد[1] خالی است که برای شما دست تکان دهد! چرا؟ چون او در سال ۱۹۴۱ خودرویی اختراع کرد که می‌توان آن را نخستین خودروی سبز دانست. مواد سازندهٔ این خودرو، کنف، سویا، گندم و کتان بود اما گویی اختراع آن، در زمان درستی انجام نگرفته بود. اندکی پس از معرفی خودروی فورد معروف به ماشین سویای فورد، ایالات متحده در جنگ جهانی دوم شرکت کرد. در نتیجه تولید این خودرو متوقف شد. ایدهٔ فورد دربارهٔ ساخت پلاستیک از گیاهان، تا دههٔ ۱۹۹۰

شکل ۲ هنری‌فورد (سمت راست) نخستین خودروی سبز را ساخت.

به فراموشی سپرده شده بود. سپس در این دهه، حفظ سلامتی محیط‌زیست و توسعهٔ جایگزین‌هایی برای مواد پلاستیکی، بار دیگر ایدهٔ فورد را در کانون توجه قرار داد. امروزه نسل جدیدی

از مواد پلاستیکی در فراورده‌هایی همچون صندلی خودروها، بطری آب و باتری تلفن‌های همراه، به‌عنوان پلاستیک‌های سبز تولید می‌شوند که برای محیط‌زیست، زیان کمتری دارند. پلاستیک‌های زیستی[۲] تا سال ۲۰۲۰ می‌توانند ۲۰ درصد بازار پلاستیک را به خود اختصاص دهند.

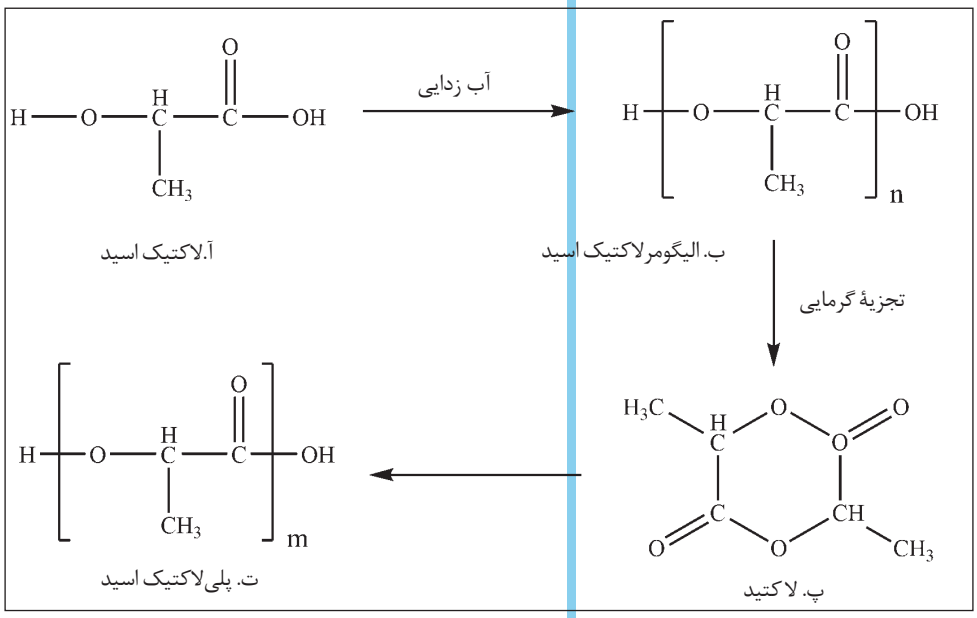
## تولید پلاستیک‌های زیستی

برای تهیهٔ پلاستیک‌های زیستی از قند موجود در گیاهانی همچون ذرت، نیشکر، چغندر، گندم و سیب‌زمینی استفاده می‌شود. وجود قند به‌عنوان مادهٔ سازنده در این پلاستیک‌ها، ویژگی تجدیدپذیری را به آن‌ها می‌بخشد.

هم‌اکنون دو پلاستیک زیستی در مقیاس انبوه تولید می‌شوند؛ یکی پلی‌لاکتیک اسید (PLA) و دیگری، پلی هیدروکسی آلکانوات (PHA).

## تولید پلی‌لاکتیک اسید

در بزرگ‌ترین کارخانه‌های تولید PLA، دانه‌های ذرت آسیاب می‌شوند تا دکستروز را از آن‌ها استخراج کنند. سپس در خمره‌های بزرگ به کمک مخمرها، دکستروز را تخمیر می‌کنند که نتیجهٔ آن، تولید لاکتیک اسید به‌عنوان مونومر یا واحد سازندهٔ PLA، است.




شکل ۳ تولید پلی‌لاکتیک اسید

هنگامی که دو مولکول لاکتیک اسید با هم پیوند می‌دهند مولکول آب نیز تولید می‌شود. مولکول‌های آب از کنار هم قرار گرفتن دیمرهای لاکتیک اسید جلوگیری می‌کند. بنابراین به جای تشکیل یک زنجیره از لاکتیک اسید، تنها تعداد زیادی زنجیره‌های کوچک تشکیل می‌شود که به آن الیگومر پلی‌لاکتیک اسید می‌گویند، شکل ۳ ـ ب. در جریان یک واکنش شیمیایی که به تولید مولکول‌های کوچک‌تری به نام لاکتیدها[۳] می‌انجامد، فراوری زنجیره‌های کوچک انجام می‌گیرد، شکل ۳ ـ پ. در این واکنش نیز، آب تولید می‌شود ولی در ادامه، آن را حذف می‌کنند. بنابراین، مولکول لاکتید نقش مونومر سازندهٔ پلی‌لاکتیک اسید را در فرایندی شبیه به پلیمر شدن اتیلن و تولید پلی اتیلن به عهده می‌گیرد، شکل ۳ـ ت.

**وجود قند به‌عنوان مادهٔ سازنده در این پلاستیک‌ها، ویژگی تجدیدپذیری را به آن‌ها می‌بخشد**

### ● تولید پلی‌هیدروکسی آلکانوات

این پلیمر به‌طور طبیعی از باکتری‌ها تولید می‌شود. باکتری‌ها PHAهای گوناگونی می‌سازند که ممکن است شامل ۱۵۰ نوع مونومر متفاوت باشند که به معرفی پلیمرهایی با خواص متفاوت در این خانواده می‌انجامد. شکل ۴ دو نمونهٔ PHA را نشان می‌دهد.

از جمله فراورده‌های ساخته شده از پلاستیک‌های زیستی، بطری‌های آب هستند. ۳۰ درصد این بطری‌های گیاهی از مواد گیاهی تشکیل شده است و بقیهٔ ساختار آن‌ها را مواد نفتی با پایهٔ پلی‌اتیلن ترفتالات تشکیل می‌دهد که در بطری‌های پلاستیکی دیگر وجود دارد. بطری‌های دیگری هم ساخته می‌شوند که در ساخت آن‌ها تنها از نشاسته ذرت استفاده می‌شود.

## سازگاری نسبی پلاستیک‌های زیستی با محیط زیست

گاه می‌شنویم که پلاستیک‌های زیستی رویای حفظ محیط‌زیست را کاملاً تحقق می‌بخشند. تبلیغاتی که در این زمینه انجام

**دانشمندان نگرانند که پلاستیک‌های زیستی دفن شده، در درازمدت به آرامی تجزیه شوند و گاز متان آزاد کنند؛ یک گاز گلخانه‌ای دیگر که ۲۰ برابر خطرناک‌تر از $CO_2$ است**

گرفته اســت این باور را ایجاد می‌کند به ویژه، هنگامی که ادعا می‌شود این نوع پلاستیک‌ها هیچ زباله یا آلاینده‌ای از خود به جا نمی‌گذارند. کارشناسان محیط‌زیست به هزینه‌های پنهان از جمله مصرف آفت‌کش‌ها در کشتزارها و آزاد شدن کربن‌دی‌اکسید در نتیجهٔ استفاده از ماشین‌های برداشت فراورده‌های کشاورزی توجه ویژه‌ای نشان می‌دهند. برخی از تولیدکنندگان ادعا می‌کنند که در تهیهٔ پلاستیک‌های زیســتی از سوخت‌های فسیلی استفاده نمی‌شود که البته ادعای دقیقی نیست.

در واقــع، تولیــد این پلاســتیک‌ها هم به انــدازهٔ انواع دیگر پلاستیک‌ها نیاز به مصرف انرژی دارد و در تأمین این انرژی باید از سوخت‌های فسیلی بهره گرفت.

## کمپوست کردن

برخی از پلاستیک‌های زیســتی، از جمله فراورده‌های شامل PLA را می‌توان به کمپوست تبدیل کرد. میکروب‌های گرسنه در محیط گرم و مرطوب این پلاستیک‌ها را به مواد گیاهی، آب و کربن دی‌اکسید تجزیه می‌کنند. آنچه کارشناسان محیط‌زیست را نگــران می‌کند، تولید $CO_2$ اســت. زیرا ایــن گاز به هواکره راه می‌یابــد و محیط را آلوده می‌کند. پس تهیه کمپوســت از پلاستیک‌های زیستی، کاری نادرست است.

تقریباً همهٔ زباله‌های پلاســتیکی قابل تبدیل به کمپوست، به جای اینکه به کمپوســت تبدیل شوند، راهی محل دفن زباله‌ها می‌شوند. دانشــمندان نگرانند که پلاستیک‌های زیستی دفن شــده، در درازمدت به آرامی تجزیه شوند و گاز متان آزاد کنند؛ یک گاز گلخانه‌ای دیگر که ۲۰ برابر خطرناک‌تر از $CO_2$ است.

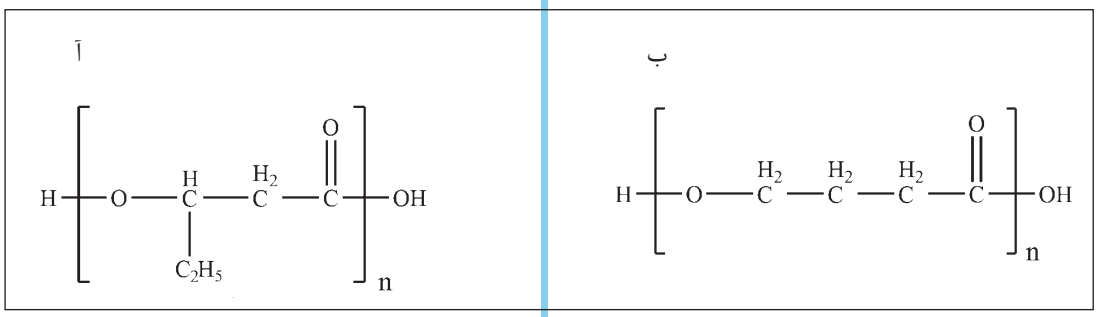
واکنش تجزیهٔ PLA به این قرار است:

واحدهای سازندهٔ PLA

$$2H_2O + C_6H_8O_4 \rightarrow 3CO_2 + 3CH_4$$

در شرایطی که مراکز محدودی، به امکانات مناسب برای تجزیهٔ پلاستیک‌های زیســتی دسترسی دارند، مشکلات ناشی از دفن زباله‌ها حل نشدنی است.

اگر پلاســتیک‌های قابل تبدیل به کمپوســت، به‌درســتی برچســب‌گذاری و مشــخص شــوند، هیچ یک از آن‌ها فرصت تبدیل به کمپوست را از دست نخواهند داد اما در این زمینه نیز کاستی‌های بسیار وجود دارد.




شکل۴ دو نمونه پلیمر PHA: آ. پلی ـ ۳ ـ هیدروکسی والرات، ب. پلی ـ ۴ ـ هیدروکسی بوتیرات

## بازیافت

شــاید بازیافت بتواند جایگزینی مناسب برای روش‌های دیگر حفظ سلامت محیط زیست در برابر پلاستیک‌ها باشد اما روش ســاده‌ای نیســت. بازیافت انواع متفاوت از پلاســتیک‌ها با هم امکان‌پذیر نیست. زیرا پلاستیک‌ها نقطه ذوب متفاوتی دارند.

## نگاهی به آینده

اســتیو دیویس[4] مدیر روابــط عمومی شــرکت نیچر ورکز[5] می‌گوید: «استفاده از ذرت به‌عنوان مادهٔ اولیه، تنها یک سکوی پرتاب بوده است.» این شرکت به مدت ده سال در پی مواد اولیه غیرخوراکی به جای ذرت بود. در سال ۲۰۰۸، نوعی گیاه علفی مهندسی شده[6] معرفی شد که PHA را در برگ‌های خود تولید می‌کرد. پس از اســتخراج مواد پلاستیکی تولید شده در برگ‌ها به کمک یک حلال، آنچه کــه از گیاه باقی می‌ماند برای تولید سوخت استفاده می‌شود.

در کنار همهٔ تلاش‌ها و برنامه‌هایی که طراحی می‌شــود، این توصیه کارشناســان به‌عنوان راهی بسیار ســاده هرگز کهنه و بی‌استفاده نیست که: «از مواد یکبار مصرف استفاده نکنید. چه وسیله‌ای بهتر از چنگال پلاستیکی است؟ چنگال فلزی. پس از موادی استفاده کنید که نمی‌توان آن‌ها را دور ریخت.»

*** پی‌نوشت‌ها**

1. Ford, H.
2. Bioplastic
3. Lactide
4. Davies, S.
5. Nature Works
6. switchgrass

*** منبع**

1. Washam, S. «Plastics Go Green» , *Chemmatters*, Ap. **2010**. Www. Acs.Org/ Chemmatters.