ماذا لو استطاعت المنتجات أن تصنع نفسها بنفسها؟

49

منتجات ذاتية التصنيع

بواسطة الذكاء الاصطناعي التوليدي

قريب المدى | متوسط المدى | **بعيد المدى**

تمثل الجزيئات ذاتية التجميع، المصممة باستخدام تقنيات النانو والتصميم الحاسوبي، الجيل الجديد من التصنيع الذكي، حيث تتمتع بقدرة فريدة على التشكل والتحول ذاتياً عند تحفيزها بمواد كيميائية أو بواسطة الضوء. هذا الابتكار يفتح آفاقًا جديدة للإنتاج الذكي والمستدام، ويُعيد تعريف العمليات الصناعية التقليدية.

المتغيّرات الغامضة

الأنظمة، التكنولوجيا

التوجهات العالمية الكبرى

ثورة المواد

الاتجاهات السائدة

الأتمتة
مستقبل المواد الخام
المواد الجديدة

التكنولوجيا

التصنيع الذكي والمرن
تقنيات النانو

القطاعات المتأثرة

المواد الكيميائية والبتروكيماويات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلّم الآلة
التصنيع
المواد والتكنولوجيا الحيوية

الكلمات الرئيسية

التصنيع التراكمي
الجزيئات
تقنيات النانو
المواد ذاتية التجميع
المواد الذكية

الواقع الحالي

تشير التقديرات إلى أن **قيمة المنتجات المهدرة سنوياً تصل إلى**

$163 مليار دولار

بسبب فائض الإنتاج أو التلف، مما يؤدي إلى آثار بيئية كارثية مثل تلوث الهواء والمياه.

يشهد النظام العالمي لسلاسل التوريد تحولاً جوهرياً. فعلى مدار العقود الماضية، تم تصميم سلاسل التوريد لتحقق الإنتاج الضخم بتكلفة منخفضة، لكنها افتقرت إلى المرونة[1260] وغفلت عن التأثيرات البيئية والاستدامة.[1261] اليوم، تتجه الشركات نحو شبكات توريد أكثر ذكاءً واستدامة، تركز على الأمان، والتحول إلى الطاقة النظيفة، والمرونة في مواجهة التحديات. [1262]

تشير التقديرات إلى أن قيمة المنتجات المهدرة سنوياً يصل إلى 163 مليار دولار بسبب فائض الإنتاج أو التلف، مما يؤدي إلى آثار بيئية كارثية مثل تلوث الهواء والمياه. [1263] كما ارتفع استهلاك المواد المحلية عالمياً بنسبة 65% خلال العقدين الماضيين،[1264] مما يؤثر سلباً على البيئة إذا أخذنا في الاعتبار أن استخراج المواد يتسبب في 70% من انبعاثات غازات الدفيئة عالمياً،[1265] بينما لا تتجاوز نسبة المواد المُعاد تدويرها 7.2%.[1266]

كما تشير الدراسات إلى أن اعتماد استراتيجيات الاقتصاد الدائري يمكن أن يُخفض انبعاثات غازات الدفيئة بنسبة تصل إلى 40% بحلول عام 2050، من خلال تحسين استخدام المواد في صناعات رئيسية مثل الأسمنت، والصلب، والبلاستيك، والألمنيوم. [1267]

يتزايد الاهتمام بالمواد ذاتية التجميع بفضل النجاحات المبكرة التي حققتها هذه التقنية الواعدة. ومؤخراً، نجح فريق من الباحثين في جامعة نورث وسترن بالولايات المتحدة في تطوير مواد مستدامة وناعمة ذات خصائص إلكترونية نشطة، مصنوعة من أشرطة نانوية تحاكي الأنظمة البيولوجية وقابلة للتحلل الحيوي. تتميز هذه المواد بقدرتها على التجمع الذاتي عند إضافة الماء، مما يتيح تحقيق خصائص كهربائية ثابتة لم يكن من الممكن تحقيقها باستخدام البلاستيك التقليدي. وتشمل الاستخدامات المحتملة لهذه المواد الأقمشة الذكية والغرسات اللاصقة المبتكرة. [1268]

وفي مثال آخر، تم إجراء تحلل للبروتينات الغذائية لإطلاق ببتيدات ذاتية التجميع (والببتيد عبارة عن وحدة في هيكل البروتينات تتكون من اثنين أو أكثر من الأحماض الأمينية، وتعمل الببتيدات كناقلات جزيئية تنقل الإشارات بين الخلايا وتنسق العمليات الحيوية مثل نمو الخلايا والاستجابة المناعية وإصلاح الأنسجة). هذه الببتيدات الناتجة عن التحلل شكلت المكونات الأساسية لمادة تسمى "الهيدروجيل" (هلام البوليمر الذي يتميز بقدرته على امتصاص الماء)، حيث تتميز هذه المادة الهلامية بقدرتها على التجمع الذاتي، مما يجعلها مثالية للاستخدام في حمل المغذيات، وعلاج الجروح، وأجهزة الاستشعار الحيوية. [1269]

اعتماد استراتيجيات الاقتصاد الدائري يمكن أن يُخفض انبعاثات غازات الدفيئة بنسبة تصل إلى

%40

بحلول عام 2050

الفرصة المستقبلية

من خلال تقنيات النانو والتصميم الحاسوبي، يتم تصميم جزيئات تتمتع بقدرة ذاتية على التعرف على بعضها البعض والارتباط فيما بينها، مما يُحاكي عمليات التصنيع الذكية. ويتم تحفيز عملية التجميع باستخدام طاقة مستمدة من الضوء أو بإضافة مواد كيميائية، لتوفير القوة اللازمة لبدء التجميع الذاتي والتحكم فيه بدقة.[1270] وبعد اكتمال عملية التجميع، يمكن إرسال تعليمات إضافية للمواد لتعديل المنتج أو تفكيكه حسب الحاجة، مما يتيح المجال لإعادة تشكيل المنتجات، أو إصلاحها، أو تحويلها بالكامل بطريقة ديناميكية دون الحاجة إلى التدخل الميكانيكي التقليدي.

تعد تقنية التجميع الذاتي الجزيئي مستوحاة من الأنظمة البيولوجية، مثل طي البروتين وتنظيم الخلايا، مما يمنحها قدرة فريدة على تصنيع مجموعة متنوعة من المنتجات، بدءاً من الإلكترونيات المتقدمة إلى الأجهزة الطبية، مما يشكل ثورة جديدة في عالم الابتكار والإنتاج.

الإيجابيات

دعم التصنيع المستدام وتقليل الهدر والتأثير البيئي، ودعم الاقتصاد الدائري من خلال تبني ممارسات إنتاج مرنة وأكثر كفاءة.

المخاطر

الفقدان المحتمل للوظائف، وحدوث ثغرات أمنية في شبكات التجميع الجزيئي.

من خلال تقنيات النانو والتصميم الحاسوبي، يتم تصميم جزيئات تتمتع بقدرة ذاتية على التعرف **على بعضها البعض والارتباط فيما بينها، مما يُحاكي عمليات التصنيع الذكية.**