

ماذا لو عززنا التنوع الحيوي في الحدائق المنتشرة بالمدن؟

مواطن طبيعية مطبوعة

11

بعيد المدى

متوسط المدى

قريب المدى

الاستفادة من تقنيات الطباعة رباعية الأبعاد في إنشاء موائيل أو مواطن طبيعية دقيقة في الحدائق تستجيب للتغيرات البيئية وتحديات التنوع الحيوي، مما يعزز التوازن البيئي ويساعد النباتات والحشرات والكائنات الدقيقة على النمو بشكل طبيعي.

المتغيرات الغامضة

التكنولوجيا، الطبيعة

التوجهات العالمية الكبرى

إدارة النظم البيئية

الاتجاهات السائدة

المحاكاة الحيوية
المواد الجديدة
استعادة الطبيعة

التكنولوجيا

الطباعة رباعية الأبعاد
المواد الحيوية
إنترنت الأشياء

القطاعات المتأثرة

الزراعة والغذاء
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
الصحة والرعاية الصحية
البنية التحتية والبناء
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
القطاع العقاري

الكلمات الرئيسية

الطباعة رباعية الأبعاد
التنوع الحيوي
التوائم الرقمي
الموائيل الدقيقة، المواطن الدقيقة
المواد الذكية

الواقع الحالي

يعد فقد التنوع الحيوي إحدى أخطر التحديات العالمية نظراً لتسارع وتيرته بشكل غير مسبوق، وتداعياته على استقرار الأنظمة البيئية وجودة الحياة، مع وصول عدد الأنواع المهددة بالانقراض في الوقت الحالي إلى حوالي مليون نوع - في حين يستمر هذا العدد في الزيادة مع مرور الوقت،⁶⁵⁵ وتظهر البيانات الواردة في تقرير "الكوكب الحي 2024" الصادر عن الصندوق العالمي للطبيعة انخفاضاً بمعدل 69% في أعداد الحيوانات البرية منذ عام 1970، مما يسلط الضوء على تزايد مخاطر فقد التنوع الحيوي، وضرورة توفير حلول لهذه الأزمة مثلها مثل التغير المناخي.⁶⁵⁶ ومن بين المخاطر البيئية التي تواجهنا خلال السنوات العشر المقبلة، يأتي فقدان التنوع البيولوجي في المرتبة الثانية من حيث الخطورة.⁶⁵⁷

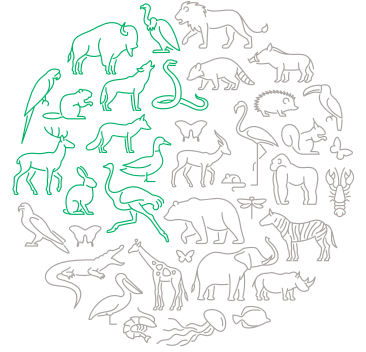
ويُعد تراجع المساحات الخضراء في المدن من العوامل الرئيسية التي تؤدي بشكل كبير إلى فقد التنوع الحيوي. إذ يعيش حالياً أكثر من 56% من سكان العالم في المدن،⁶⁵⁸ مما يؤدي إلى تراجع كبير في المساحات الخضراء فيها ويؤثر سلباً على التنوع الحيوي.⁶⁵⁹ فالتوسع الحضري من العوامل الرئيسية التي تحول دون الحفاظ على التنوع الحيوي، وتؤثر على العلاقة التي تربط الإنسان بالطبيعة، كما تؤثر على الحياة البرية والمجموعات. لذا، أصبحت استعادة المساحات الخضراء في المدن ضرورة ملحة أكثر من أي وقت مضى من أجل تعزيز الأنظمة البيئية. ومع ارتفاع درجات الحرارة العالمية، يزداد خطر تعرض العديد من الأنواع للانقراض،⁶⁶⁰ مما يؤكد الارتباط الوثيق بين التنوع الحيوي وتغير المناخ، فما يلحق الضرر بأحدهما يضر بالآخر تلقائياً.

ظهرت الطباعة رابعة الأبعاد، أي الطباعة ثلاثية الأبعاد التي تتضمن مواداً ذكية تستجيب للمؤثرات وتسبب تغييرات في الشكل بمرور الوقت، في العام 2013.⁶⁶¹ ويُستخدم هذا النوع من الطباعة في تطبيقات عدّة أبرزها الروبوتات اللينة والألعاب والأنابيب الدقيقة التي تنحني وتلتوي وتتغير في أنماط متموجة لتتناسب مع البيئة المحيطة بها.⁶⁶² وتشمل الاستخدامات المستقبلية لهذه التقنية تطبيقات عديدة، مثل الجسور ذاتية الإصلاح، والبنية التحتية القابلة للتوسع، والملابس المصممة ذاتياً، والأحذية ذاتية التعديل لتناسب مختلف المقاسات، والأطراف الصناعية والشرائح الذكية التي تتم زراعتها في جسم الإنسان، بل وحتى نمو العظام والأنسجة في مجال الطب التجديدي.⁶⁶³ وفيما بلغت قيمة سوق الطباعة ثلاثية الأبعاد 20 مليار دولار في عام 2023، من المتوقع أن تنمو هذه السوق بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 23.3% لتصل قيمتها إلى 88 مليار دولار بحلول العام 2030.⁶⁶⁴

تظهر البيانات ان
هناك انخفاضاً بمعدل

69%

في أعداد الحيوانات البرية منذ عام 1970، مما يسلط الضوء على تزايد مخاطر فقد التنوع الحيوي، وضرورة توفير حلول لهذه الأزمة مثلها مثل التغير المناخي.



الفرصة المستقبلية

يمكن استخدام تقنية الطباعة رباعية الأبعاد لتصميم مواطن أو مواطن طبيعية دقيقة، أي بيئات صغيرة توفر ظروفًا بيئية فريدة لتعزيز نمو الكائنات الحية، مما يساهم في بث الحياة في الحدائق في المدن والمناطق الريفية، وتحويلها إلى أنظمة بيئية صحية ومزدهرة.⁶⁶⁶

وتستخدم تلك المواطن الدقيقة أجهزة استشعار متصلة بالإنترنت الأشياء والحوسبة الطرفية المتكاملة لمراقبة التغيرات البيئية والتكيف معها بشكل فوري.⁶⁶⁷ كما تستجيب هذه المواطن الدقيقة، بشكل مستوحى من المحاكاة الحيوية، للمحفزات البيئية مثل الضوء والحرارة ومستويات الرقم الهيدروجيني.⁶⁶⁸ ويمكن لهذه الهياكل المطبوعة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد من مواد ذكية مثل البوليمرات ذات الذاكرة الشكلية،⁶⁶⁹ والتي تحاكي العناصر الطبيعية مثل النباتات والصخور، أن تتغير شكلها أو خصائصها للاستجابة لتغير بيئتها، مما يسمح لها بالتكيف مع الظروف المتغيرة من حولها.⁶⁷⁰

ومع مرور الوقت، تستطيع هذه المواطن الدقيقة الاندماج مع البيئة المحيطة بالحديقة، مما يساهم في نشر الأنظمة البيئية الصحية بشكل طبيعي. وتعمل المواطن الطبيعية الدقيقة على امتصاص ثاني أكسيد الكربون⁶⁷¹ وتخزينه، وتجميع مياه الأمطار لتغذية التربة، وتنظيم درجات الحرارة للكائنات الدقيقة من خلال توفير الظل لها.⁶⁷² كما تساهم في حماية الكائنات الدقيقة والملقحات، التي تُعد أساسية لدعم أنظمة الغذاء المحلية، وتساعد في مكافحة ظاهرة تجريف المناطق الخضراء، وتؤدي دوراً في استعادة الأنواع المهددة بالانقراض.



الإيجابيات

تعزيز التنوع الحيوي، ورفع قدرة الأنظمة البيئية على مواجهة التغيرات، وتحسين جودة الهواء، واستعادة الطبيعة.



المخاطر

الاعتماد المتزايد على التكنولوجيا للحفاظ على الأنظمة البيئية، والتأثيرات السلبية المحتملة على الكائنات الحية الدقيقة التي لا ترى بالعين المجردة مثل البكتيريا والحيوانات المجهرية، إلى جانب تحديات الأمن السيبراني الحيوي، والتكاليف المرتفعة.



