



# التكنولوجيات والابتكارات والممارسات الخضراء في القطاع الزراعي



ازدهارُ البلدان كرامةُ الإنسان



# التكنولوجيات والابتكارات والممارسات الخضراء في القطاع الزراعي



E/ESCWA/SDPD/2019/INF.8

تواجه المنطقة العربية الكثير من التحديات من ندرة المياه الشديدة، إلى ارتفاع عدد السكان، وزيادة تدهور الأراضي، والجفاف، والاستهلاك غير المستدام للطاقة، وانعدام الأمن الغذائي، والنقص في إدارة النفايات. ومن المتوقع أن تتفاقم هذه التحديات بفعل تغيّر المناخ وآثاره السلبية، والأزمات الطويلة التي تواجهها المنطقة، وأنماط الاستهلاك السريعة التغيّر.

ولكن التصدي لبعض هذه التحديات لا يزال ممكناً إذا ما استخدمت التكنولوجيات والممارسات والأفكار المبتكرة على نحو ملائم وفعال يتيح تحويل الموارد المستنفدة أو المُهدرة أو حتى غير المستثمرة إلى فرص جديدة لتوليد الإيرادات وتحسين سبل العيش وضمان استدامة الموارد. والابتكار والتكنولوجيا هما المحركان الرئيسيان للنمو الاقتصادي والتحوّل المجتمعي، فهما يساهمان في تعزيز الكفاءة والاتصال وإمكانية الحصول على الموارد والخدمات. لكن نماذج النمو الحالية أدت إلى تدهور البيئة واستنفاد الموارد الطبيعية.

وهذه التكنولوجيات والابتكارات البيئية يمكن أن تفضي إلى اعتماد ما يعرف «بالتكنولوجيات أو الممارسات الخضراء» أو «التكنولوجيات النظيفة». وقد تساعد هذه التكنولوجيات والابتكارات على سد الفجوة بين النمو والاستدامة لأنها تقلل من الآثار الضارة بالبيئة، وتحسن الإنتاجية والكفاءة والأداء التشغيلي. لقد حان الوقت كي تعطي المنطقة الأولوية لهذا المنحى الرائد انطلاقاً من المبادرات العربية القائمة. ويمكن اعتماد التكنولوجيات الخضراء على مستوى الفرد أو الشركات أو المجتمعات المحلية أو البلد، وهي أداة رئيسية لاقتصاد أخضر يساهم في تحسين سبل العيش دون المساس برفاه الأجيال المقبلة.

وتساهم التكنولوجيات الخضراء في زيادة الكفاءة في استخدام الموارد، والاستفادة من الموارد المتجددة، والحفاظ على الموارد غير المتجددة، من هنا دورها الهام في دعم النمو الاقتصادي وتعزيزه، وخفض تكاليف الإنتاج، وبناء المنعة، إلى جانب التصدي للتحديات البيئية. وتشمل تطبيقاتها حلول الطاقة المتجددة، والأجهزة الموفرة للمياه والطاقة، ومكافحة تلوث الهواء، والممارسات الزراعية المستدامة. وتهدف هذه التكنولوجيات إلى تحسين الكفاءة في استخدام الموارد والمساهمة في خفض انبعاثات غازات الدفيئة.

وتشهد التكنولوجيات الخضراء تطوّرات عالمية، وهي تنتشر في المنطقة تدريجياً. وينبغي اختيار التكنولوجيات الأنسب للسياق المحلي مع أخذ المفاضلات وأوجه التأزر في الاعتبار. ولا بد من التنبه أيضاً إلى أن التكنولوجيا تتطوّر بسرعة، وما يعتبر اليوم تكنولوجيا خضراء، قد لا يعود كذلك في المستقبل.

والهدف الرئيسي من صحيفة الوقائع هذه هو عرض عدد من التكنولوجيات والابتكارات والممارسات الخضراء التي يمكن اعتمادها وتطبيقها في جميع أنحاء المنطقة العربية. وتشجع صحيفة الوقائع الجهات المعنية وجميع القراء إلى التعرّف في استكشاف هذه الحلول ومواصلة الابتكار فيها. وتتناول صحيفة الوقائع عشر تكنولوجيات وابتكارات وممارسات للتصدي لبعض القضايا والتحديات المشتركة. والمعلومات المقدمة ليست شاملة ولكن يؤمل أن تحفّز المزيد من الابتكار وتشجع على اعتماد مبادرات مماثلة.

تتضمن صحيفة الوقائع 10 حلول خضراء أعدها فريق من قسم سياسات الغذاء والبيئة في اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا). وتولت إعداد البحوث سمر مرقص، متدربة في الإسكوا، بإشراف وتوجيه من ريم النجدوي، وفيديل بيرينغيرو، ولارا جدع.

واستفادت صحيفة الوقائع في جميع مراحل إعدادها وصياغتها من مراجعة ريتا وهبه والمدخلات القيّمة التي قدمها هادي جعفر، الجامعة الأمريكية في بيروت؛ لارا الجميل، كومبوست بلدي؛ ندى غانم، Douda Vermiculture Solutions؛ أتل إيدلاند وديونيسيا أنجيليكي ليرا، المركز الدولي للزراعة الملحية؛ رواد نصر وراني الأشقر، المركز اللبناني لحفظ الطاقة؛ مريم الشيخ عيسى، Urban Farming؛ وعلي أمير لطيفي، Evergreen Farms.

# الطين السائل المتناهي الصغر



الطين السائل المتناهي الصغر (Liquid NanoClay) هو تكنولوجيا جديدة يتم من خلالها تحويل التربة الرملية الصحراوية والجافة إلى تربة خصبة. ويغطي الطين السائل المتناهي الصغر ميكانيكياً جزيئات الرمل بطبقة من الطين، فيحوّل رمال الصحراء إلى حوض أشبه بأسفنجة تحفظ بشكل أفضل الرطوبة والمغذيات. ويدوم تأثيره حوالي 5 سنوات، ويمكن أن يساعد على توفير بنسبة 50%-60% في مياه الري. وهو لا يحتوي على مواد كيميائية، ويتكوّن فقط من المياه والهواء والطين. ولكن من القيود الرئيسية التي يواجهها استخدام هذه التكنولوجيا عدم هطول الأمطار بسبب تغيّر المناخ. ومع ذلك، فإن هذا الحل الواعد والمبتكر يساهم في توفير المياه، وزيادة كفاءة الكتلة الأحيائية، ومكافحة تغيّر المناخ والتحديات التي يواجهها الأمن الغذائي.



المصدر: السيد أتل إيدلاند.

## الوصف

يحضر الطين السائل المتناهي الصغر عبر خلط المياه مع الطين باعتماد عملية مبتكرة. وتجري عملية الخلط في الموقع، ثم يوزع الخليط على التربة الرملية باستخدام معدات الري التقليدية مثل المرشات. وترش التربة حتى تتشبع بالخليط إلى أعماق الجذور، وهي عملية تستغرق ما يصل إلى 7 ساعات، يمكن بعدها نثر البذور كالمعتاد. وتغلف هذه التقنية جزيئات الرمال بطبقة ذات بنية متناهية الصغر من الطين تحسّن الخصائص الفيزيائية للتربة. ولكن ذلك لا يُغني عن استخدام الأسمدة كالمعتاد. ويزيد الطين السائل المتناهي الصغر من قدرة التربة الرملية على الاحتفاظ بالمياه بشكل كبير ويخفف مستويات ملوحة التربة السطحية، ويزيد نسبة البوتاسيوم والمواد العضوية في التربة.

## الفوائد

- تحسين قدرة التربة الرملية على الاحتفاظ بالمياه؛
- توفير بنسبة تصل إلى 50%-60% في المياه؛
- زيادة كفاءة الكتلة الأحيائية؛
- تحويل الأراضي الصحراوية والجافة إلى أراض زراعية؛
- تعزيز الأمن الغذائي؛
- استخدام حل طبيعي تماماً يقوم على المواد المعدنية والعضوية لمعالجة الأراضي الزراعية والمساحات الخضراء التجارية القائمة؛
- وقف توسّع المناطق الصحراوية والحد من العواصف الرملية.

## الكلفة

بيّنت إحدى الدراسات وفورات في المياه تراوحت بين 40% و50% نتيجة استخدام هذه التقنية في حديقة بلدية في الإمارات العربية المتحدة، ونمواً أفضل للعشب في ملعب للغولف مقارنةً بالأساليب التقليدية وذلك باستخدام نصف كمية مياه الري فقط. وتشير التقارير إلى عائدات استثمار مرتفعة<sup>1</sup>.

## دراسة حالة

تم اختبار الطين السائل المتناهي الصغر على مساحة 800 متر في مزرعة قائمة في صحراء العين، أبو ظبي. وقسمت المساحة إلى قطعتين خضعت إحداهما لمعالجة بالطين السائل المتناهي الصغر واعتمدت في الأخرى تقنيات الزراعة التقليدية. وقد أظهرت النتائج أن متوسط وزن الغلال من القرنييط والبابمية والفلفل الحلو والجزر التي تم حصادها من الجزء المعالج بالطين السائل المتناهي الصغر كان أعلى بنسب 109%، 18%، و64%، و17% على التوالي منه في الجزء الذي اعتمدت فيه الزراعة التقليدية. وقدرت نسبة توفير المياه الري بحوالي 40%. النتيجة: توفير هائل في المياه، محاصيل أكبر وصحية أكثر في بيئة صحراوية مفتوحة<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> <https://www.thenational.ae/uae/environment/nordic-know-how-set-to-reap-rewards-for-uae-farmers-1.877647>

<sup>2</sup> <https://static1.squarespace.com/static/595955913a041144867e8268/t/5c7c0a53e2c4834c1a33aa68/15516333018267/Desert+Control+Whitepaper+ORIGINAL.pdf>



تُستخدم تقنية الري الذكي لخفض البصمة المائية فهي تقوم على وحدات تحكم ذكية تساهم في تحقيق الكفاءة في استهلاك المياه. وتستخدم وحدات التحكم القائمة على أجهزة الاستشعار قياسات آنية ترصد عدة عوامل محلية، فتنظم توقيت الري. ويمكن ضبط وحدات التحكم باستخدام نُظم محوسبة، بما فيها إنترنت الأشياء، لتسهيل التشغيل الآلي. وتشمل العوامل التي يتم رصدها درجة الحرارة، وهطول الأمطار، والرطوبة، والإشعاع الشمسي، ورطوبة التربة. وعادة ما تتضمن النُظم القائمة على أجهزة الاستشعار معلومات تاريخية عن الطقس في المواقع المبرمجة فيها، تُستخدم لتعديل كمية المياه المزودة للحقل.



المصدر: السيد هادي جعفر.

## الوصف

نظام الري القائم على أجهزة الاستشعار يتألف عادةً من أجهزة استشعار لجمع القياسات من التربة والطقس والمحاصيل؛ وبرنامج لتحليل البيانات وإصدار التوصيات؛ ونظام آلي موصول بشبكة المياه للتحكم في جدولة الري. وهناك ثلاثة أنواع رئيسية من أجهزة الاستشعار: أكبرها أجهزة الاستشعار القائمة على التربة، التي تكشف إجهاد النبات من خلال قياس رطوبة التربة، وملوحتها، وموصليتها، وغير ذلك؛ تليها أجهزة الاستشعار القائمة على الطقس التي تكشف عن التغيرات في البيئة المحلية من خلال جمع بيانات عن التبخر والطقس؛ ثم أجهزة استشعار تثبت على النبات وتقيس التغيرات داخلها ولكن العمل لا يزال جارياً على تطويرها. ويرصد نظام الري الذكي ما إذا كانت المياه تتدفق أم لا، وما إذا كانت الأنابيب غير مسدودة أو تُسرب المياه. ويمكن التحكم فيه من خلال تطبيق على الهاتف الذكي. ويحدد النظام أفضل وقت للري، ومدة الري، وكمية المياه اللازمة.

## الكلفة

تتراوح كلفة نُظم التحكم لمساحة 100,000 قدم مربع بين 7,000 و12,000 دولار سنوياً. وتبلغ كلفة نُظم الري بالتنقيط للمساحة نفسها حوالي 15,000 دولار<sup>1</sup>.

الكفاءة في استخدام المياه وفي الري أعلى في نُظم الري الآلية منها في النُظم التقليدية للتحكم بالري. فوفقاً لإحدى الدراسات، بلغت قيم الكفاءة 1.64 و1.37 كيلوغرام/متر مكعب للقمح عند تطبيق نظام ري آلي، مقابل 1.47 و1.21 كيلوغرام/متر مكعب عند تطبيق نُظم تقليدية للتحكم بالري<sup>2</sup>.

## الفوائد

- الحد من استهلاك المياه نتيجة استخدامها بكفاءة وبالكميات المطلوبة؛
- توفير المال في كلفة الكميات غير الضرورية لأن النظام يمنع فقدان المياه ويخفف استهلاكها؛
- الحد من الموارد البشرية بسبب التشغيل الآلي باستخدام إنترنت الأشياء؛
- جدولة الري باستخدام نُظم استشعار الرطوبة، مع تقصير المدة أو إطالتها وفق الحاجة؛
- التقليل من رشح الأسمدة نتيجة خفض جريان المياه إلى أدنى حد.

## دراسة حالة

تلقت الجامعة الأميركية في بيروت منحة تمويل من Google.org في برنامج مصمم خصيصاً لمراعاة الاحتياجات المحلية في إطار منصة Google Developers Launchpad Accelerator لدعم تطوير المشاريع. ويُعنى المشروع بتطبيق تعليم الآلة على بيانات الطقس والزراعة بهدف تحسين عمليات الري لدى المزارعين الذين يواجهون شحاً في الموارد في أفريقيا والشرق الأوسط<sup>3</sup>.

<https://www.facilitiesnet.com/green/article/Smart-Irrigation-Systems-Rainwater-Collection-Are-Cost-Effective---13436>

<http://www.scielo.org.za/pdf/wsa/v43n2/18.pdf> 2

[https://services.google.com/fh/files/misc/accelerating\\_social\\_good\\_with\\_artificial\\_intelligence\\_google\\_ai\\_impact\\_challenge.pdf](https://services.google.com/fh/files/misc/accelerating_social_good_with_artificial_intelligence_google_ai_impact_challenge.pdf)



يفترض أن تكون الموارد المتجددة متوفرة دائماً وفي الزراعة، يمكن استخدام الطاقة المتجددة لأغراض مختلفة، منها توليد الطاقة، والتجفيف، والعديد من العمليات الأخرى في المزارع.



المصدر: السيد رواد نصر.

وتساعد الطاقة المتجددة على مكافحة تغيّر المناخ من خلال الحد من انبعاثات غازات الدفيئة، وهي توفر فرص بديلة للإنسان للحصول على الطاقة لا سيما في المناطق النائية. كما أن النمو السريع لتكنولوجيات الطاقة الشمسية المتجددة ساهم في خفض كلفتها، فأصبحت متاحة بأسعار معقولة يمكن للبلدان الفقيرة تحملها. والطاقة الشمسية مجانية، ولكن عمليات جمعها وتحويلها وتخزينها لا تزال مكلفة.

## الوصف

يمكن الاستفادة من الطاقة الشمسية بتحويل أشعة الشمس إلى طاقة قابلة للاستخدام من خلال ثلاث تقنيات رئيسية: نظم الطاقة الشمسية الفولط ضوئية (وهي تتكون من أشباه موصلات داخل خلايا فوتوفلطية تلتقط أشعة الشمس لتوليد الكهرباء)؛ الطاقة الشمسية المركزة (باستخدام أشعة الشمس لتسخين أحد السوائل، ثم استخدام البخار لتوليد الكهرباء)؛ أو نظم شمسية للتدفئة والتبريد (جمع الطاقة الحرارية من أشعة الشمس لتسخين المياه أو لتدفئة المساحات أو تبريدها).

ويمكن استخدام الطاقة الشمسية من أجل:

- تجفيف المحاصيل أو تدفئة المساكن والحظائر والبيوت الزراعية؛
- توفير المياه الساخنة لعمليات التجهيز والعمليات الأخرى في المزارع والمنازل؛
- توليد الطاقة لتشغيل المعدات الزراعية ومضخات المياه؛
- الإضاءة، وتوفير الطاقة للأسوار الكهربائية.

## الكلفة

تشير البيانات المتعلقة باتفاقيات شراء الطاقة وأسعار المناقصات حالياً إلى أنه بحلول عام 2020، سينخفض سعر الكهرباء المولدة من نظم الطاقة الشمسية الفولط ضوئية إلى حوالي 0.048 دولار/كيلوواط ساعة<sup>1</sup>.

## الفوائد

- إنتاج طاقة خالية من انبعاثات غازات الدفيئة الناجمة عن الوقود الأحفوري والحد من بعض أنواع تلوث الهواء؛
- إمكانية توفير المال في المزارع؛
- تنويع إمدادات الطاقة؛
- خفض الاعتماد على الوقود المستورد؛
- تعزيز التنمية الاقتصادية وتوليد فرص العمل في مجالات عدة مثل التصنيع والتركيب.

## دراسة حالة

في عام 2018، تم تركيب 11 نظام ضخ يعمل على الطاقة الشمسية الفولط ضوئية في منطقة ضمن نطاق اتحاد بلديات بعلبك في البقاع، لبنان. وتبلغ السعة الإجمالية للنظام 1.43 مليون ميغاواط في ذروته. ويوفر النظام الطاقة لمجموع 11 مضخة مياه غاطسة في آبار مختلفة توفر إمدادات المياه الصالحة للشرب للسكان المقيمين في المنطقة التي يغطيها المشروع.

[https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA\\_Renewable-Power-Generations-Costs-in-2018.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_Renewable-Power-Generations-Costs-in-2018.pdf)



الزراعة العمودية هي نظام لإنتاج الأغذية في طبقات مرصوفة عمودياً. وهي عادةً زراعة داخلية في بيئة خاضعة للتحكم تتيح تحسين نمو النبات، وغالباً بدون تربة. وهي تشمل الزراعة المائية (على الماء) (hydroponics)، والزراعة الاحيومية (الجمع بين تربية الأحياء المائية والزراعة المائية) (aquaponics)، والزراعة الهوائية (من دون أي وسط) (aeroponics). وتستخدم الزراعة العمودية أيضاً في البيوت الزراعية ولكن في معظم الأحيان في المباني أو الحاويات أو الأنفاق تحت الأرض أو المناجم القديمة. ويمكن للزراعة العمودية أن تنتج 10 أضعاف ما تنتجه الزراعة التقليدية إذا استكملت باستخدام التكنولوجيات المتقدمة الأخرى مثل الإضاءة. كما أن هذه التقنية مناسبة جداً لزراعة الخضروات مثل الطماطم والفلفل والخيار والخس.



المصدر: السيد علي أمير لطيفي.

## الوصف

سيتم التركيز في ما يلي على الزراعة المائية التي تعني زراعة النباتات في محلول سائل بدون تربة. وللنباتات الأرضية، تذاب عادةً مغذيات معدنية في المياه وتُغمر الجذور في هذا المحلول المغذي فقط.

وتستخدم نظم الزراعة المائية النشطة مضخات لتحريك المحلول المغذي، في حين تعتمد نظم الزراعة المائية غير النشطة على الخاصية الشعرية للنبات.

لا تُثبَّت جذور النبات بأية ركيزة صلبة في حالة الزراعة المائية في محلول مائي، أما في حالة الزراعة المائية في بيئة مثبتة فتستخدم ركيزة صلبة لا مفعول لها لتثبيت الجذور.

هناك العديد من نظم الزراعة المائية التي تميّز أو تصنّف حسب التقنية المستخدمة (نظام ثابت، تدفق متواصل، مياه عميقة، صرف الزائد، تنقيط، نظام دوار، وغير ذلك)؛ والركيزة الصلبة المستخدمة (الطين، الأحجار الزراعية، قشور الأرز، البيرلايت، الفيرميكوليت، الحصى الرملي، الصوف الصخري، البوليسترين الرغوي، وغيرها)؛ والمغذيات (العضوية، غير العضوية، الإضافات، مزيج من المغذيات، وغيرها).

## الكلفة

كلفة الزراعة العمودية أو في بيوت زراعية أعلى بثلاث أو خمس مرات من كلفة الزراعة التقليدية. ويتراوح سعر التجزئة لوحدة الزراعات العمودية أو في البيوت الزراعية بين 2 و3 دولار، في حين لا يتعدى سعر الخس المزروع بطريقة تقليدية دولاراً واحداً<sup>1</sup>.

## الفوائد

- انخفاض تكاليف اليد العاملة والمساحة بسبب طبيعة الطبقات المرصوفة عمودياً لهذه النظم؛
- زيادة المحاصيل جراء كفاءة النظام؛
- زيادة الكفاءة في استخدام المياه، إذ يمكن الاستفادة من المياه المتبخرة من خلال التكثيف وإعادةها إلى نظام الري؛
- زيادة الإنتاج لكل وحدة مساحة؛
- إمكانية الإنتاج في مناطق لا يتوفر فيها الطقس والتربة المؤاتيان لأن هذه الزراعة تجري غالباً في الداخل؛
- لا حاجة لاستخدام مبيدات الآفات والأعشاب.

## دراسة حالة

Grow360 نظامٌ يصل طوله إلى 30 متر يتألف من وحدات و10 مستويات. وتحتوي المستويات العشرة على 1,000 وحدة. وتبلغ الغلة السنوية لكل مستوى 972,000 كيلوغرام. ويمكن لهذا النظام أن ينتج حوالي 9,720,000 كيلوغرام سنوياً<sup>2</sup>.

ويمكن استخدام هذا النظام لإنتاج أنواع مختلفة من الفواكه والخضروات مثل الفراولة والخس، الخ.

<sup>1</sup> <https://agfundernews.com/the-economics-of-local-vertical-and-greenhouse-farming-are-getting-competitive.html>

<sup>2</sup> <https://www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/events/files/s4-5.pdf>



# معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها



تتطلب معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها، المعروفة أيضاً باسم المياه المستصلحة، أنواعاً مختلفة من المعالجة وذلك حسب مصدرها ووجهة استخدامها وتكاليفها. وقد تحتوي مياه الصرف الصحي على مغذيات قد تفيد القطاع الزراعي. ويقتضي الاستخدام السليم لمياه الصرف الصحي مراعاة بعض الاعتبارات مثل التوافر في المستقبل، وسلامة إعادة الاستخدام، ومرافق التخزين، وغيرها. وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي هي من الحلول الممكنة للتكيف مع آثار تغيّر المناخ لأنها توفر مورداً مائياً جديداً يمكن استخدامه في الزراعة، والري الحضري، والعمليات الصناعية، وتجديد أحواض المياه الجوفية.



المصدر: السيدة سمر مرقص.

## الوصف<sup>1</sup>

- جمع مياه الصرف الصحي: تتم عملية النقل في ظروف صحية تفرض على العاملين ارتداء ملابس واقية، وأن تكون الأنايب مانعة للتسرب؛
- التحكم في الرائحة: يجب تحديد مصادر الرائحة ومعالجتها للقضاء عليها؛
- الفحص: إزالة الرواسب الكبيرة التي قد تضر بالمعدات. ويتم التخلص من النفايات الصلبة التي تُستخرج من مياه الصرف الصحي في مطامر النفايات؛
- المعالجة الأولية: فصل المواد الصلبة البيولوجية عن مياه الصرف الصحي. وتزال النفايات الصلبة التي تستقر على سطح الخزان وتنتقل لتخضع لمزيد من المعالجة. ثم تضخ المياه المتبقية لمعالجة ثانوية؛
- المعالجة الثانوية: المعالجة باستخدام عملية الرواسب الطينية المنشطة؛
- معالجة المواد الصلبة الحيوية: نقل المواد الصلبة الناتجة عن مرحلتي المعالجة الأولية والثانوية إلى هاضمات تُعالج فيها النفايات لمدة شهر تحت الهضم اللاهوائي؛
- المعالجة الثالثة: إزالة ما يصل إلى 99 في المائة من الشوائب؛
- التطهير: تتم العملية لمدة 20-25 دقيقة على الأقل باستخدام الكلور وهيبوكلوريت الصوديوم؛
- معالجة الرواسب الطينية (الحمأة): تخضع الحمأة لعمليتي تكثيف وتخثر. وقد تستغرق هذه العملية ما يصل إلى 24 ساعة، فيتم جمع المياه المتبقية ومعالجة الحمأة وإعادتها إلى الطبيعة.

## الكلفة

تُقدر الكلفة الإجمالية لكل متر مكعب من المياه المعالجة بقيمة 0.35 دولار/م<sup>3</sup>. وقد تختلف هذه القيمة حسب نوع الأجهزة المستخدمة، وحجم محطة معالجة مياه الصرف الصحي، وعمر المرافق<sup>2</sup>.

## الفوائد

- توفير في المياه؛
- تحسين الإنتاج الغذائي؛
- تخفيف التلوث البيئي؛
- مكافحة الأمراض؛
- إنتاج الطاقة.

## دراسة حالة

أنشئت في قرية دير ميماس في جنوب لبنان محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي في عام 2004 وأعيد تأهيلها في عام 2016 بتمويل من الكتبية الإسبانية التابعة لقوة الأمم المتحدة المؤقتة في لبنان. وتُعتبر مياه الصرف الصحي التي تصب في نهر الليطاني من محطة المعالجة مقبولة من حيث المواصفات.

<sup>1</sup>. <https://www.conserve-energy-future.com/process-of-wastewater-treatment.php>

<sup>2</sup>. <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/3/423>



يعمل العلماء على تطوير أصناف بذور عالية الإنتاج، أغنى بالمغذيات وأكثر قدرة على التكيف مع الجفاف وتغير المناخ وبالتالي مواجهة التحديات البيئية. وهناك أنواع مختلفة من البذور المحسنة: البذور المفتوحة التلقيح، والبذور الهجينة، والبذور المعدلة جينياً.

تُنتج البذور المفتوحة التلقيح بطريقة طبيعية من خلال التلقيح العشوائي.

وتُنتج البذور الهجينة من خلال تهجين اثنين من النباتات الرئيسية ذات الخصائص المطلوبة. لكن هذه البذور تحافظ على إمكاناتها العالية الإنتاج في العام الأول فقط، ثم تفقد فعاليتها في الجيل الثاني. لذا، يحتاج المزارعون إلى شراء بذور جديدة كل عام.

وتُنتج البذور المعدلة جينياً من خلال نقل جين واحد أو اثنين من الجينات التي تحمل الصفات المطلوبة، من نباتات حية مباشرة إلى مجين النبات الآخر. ولكن البذور المعدلة جينياً لا تحظى بالكثير من القبول إذ يُعتقد أنها تنطوي على مخاطر صحية كبيرة.



المصدر: السيدة ديونيسيا أنجيليكي ليرا.

## الوصف<sup>1</sup>

يشمل التعديل الجيني للنباتات أو البذور إضافة جزء محدد من الحمض النووي إلى مجين النبات، يضيف عليها خصائص جديدة مثل القدرة على مقاومة مرض معين.

وتتطلب المرحلة الأولى نقل الحمض النووي إلى الخلية النباتية باستخدام إحدى الطريقتين التاليتين. تقضي الأولى بوضع الجزء المطلوب من الحمض النووي على سطح أحد الجسيمات المعدنية الصغيرة، ثم حقنه في الخلايا النباتية.

وتقوم الثانية على استخدام أحد أنواع البكتيريا أو الفيروسات لأن معظمها قادر على نقل الحمض النووي إلى الخلية المضيفة، وأكثرها استخداماً هي بكتيريا الأجرعية<sup>2</sup> (Agrobacterium tumefaciens).

وفور نقل الجين المطلوب إلى الخلايا النباتية، ينبغي نقل الحمض النووي الجديد إلى جينوم الخلايا النباتية.

ثم تُزرع الخلايا النباتية التي نجحت في تقبل الحمض النووي المنقول إليها لتوفير نبتة جديدة.

## الكلفة

أجريت تجارب ميدانية أولية في المحطة التجريبية للمركز الدولي للزراعة الملحية بينت ما يلي:

- يبلغ مجموع إيرادات إنتاج الساليكورنيا (Salicornia) 36,894 دولار/هكتار؛
- بكلفة قدرها 10,597 دولار/هكتار؛
- يبلغ سعر الكيلوغرام الواحد 4.73 دولار<sup>2</sup>.

## الفوائد

- نظافة البذور؛
- نقاء الأصناف؛
- ضمان الجودة؛
- جينات جديدة؛
- استخدام مُنتج لمياه الصرف (أو استثمار مياه الصرف) في توليد منتجات ثانوية ذات قيمة مضافة تزيد من دخل المزارعين.

## دراسة حالة

نبتة ساليكورنيا بيغلوفي Salicornia bigelovii هي من الأنواع الملحية مثل الخردل والكينوا التي يمكن الاستفادة منها لعدة أغراض. وتجري دراسة هذه النبتة نظراً لقدرتها على النمو وسط مستويات ملوحة عالية. وقد تبين أن نباتات Sporobolus، Distichlis spicata، virginicus، NyPa هي من الأعلاف التي تعيش في وسط ملحي.

<sup>1</sup> [https://www.biosaline.org/sites/default/files/project\\_brief\\_integrated\\_aqua-agriculture\\_for\\_enhanced\\_v4-eng-web.pdf](https://www.biosaline.org/sites/default/files/project_brief_integrated_aqua-agriculture_for_enhanced_v4-eng-web.pdf)

<sup>2</sup> Robertson S.M., Lyra D.A., Mateo-Sagasta J., Ismail S., Akhtar M.J.U. (2019) Financial Analysis of Halophyte Cultivation in a Desert Environment Using Different Saline Water Resources for Irrigation. In: Hasanuzzaman M., Nahar K., Öztürk M. (eds) Ecophysiology, Abiotic Stress Responses and Utilization of Halophytes. Springer, Singapore

# إعادة استخدام النفايات العضوية



النفايات العضوية غنية بمواد عضوية ومغذيات تجعلها مناسبة لإعادة التدوير وإعادة الاستخدام في الزراعة. وتشمل النفايات العضوية النفايات الغذائية، والنفايات الخضراء الناجمة عن تنسيق الحدائق وتقليم الأشجار، والورق المتسخ بالطعام، والنفايات الخشبية. وعند ترك هذه النفايات تتحلل وحدها في ظروف لاهوائية تُنتج الميثان، وهو من غازات الدفيئة ولكن بمفعول أقوى من ثاني أكسيد الكربون بمقدار 20 مرة. إن إعادة استخدام هذه النفايات أو إعادة تدويرها تقلل من الانبعاثات، وهي تُعتمد عادةً في المجتمعات الريفية للتوفير في الأعلاف الحيوانية أو في مصادر الطاقة الصلبة (باستخدام الفحم المضغوط) أو الغازية (باستخدام الغاز الحيوي) أو في عمليات تحسين التربة مثل التسميد لزيادة إنتاجية الأرض. وتشمل التقنيات الأخرى لإعادة استخدام النفايات العضوية عمليات التحويل إلى غاز، واستخدام ألواح الألياف، والانحلال الحراري، ويمكن الجمع بين التقنيات المذكورة لإعادة تدوير المخلفات الزراعية بنسبة 100%.



المصدر: السيدة لارا الجميل.

## عملية التسميد

1. جمع النفايات والمخلفات الغذائية العضوية.
2. اختيار حاوية تسميد (بصنع حاوية أو بشرائها).
3. رصف طبقة من المواد البينية داخل الحاوية (تبدأ في أواخر الربيع/الصيف عندما يكون الطقس حاراً) وتوضع المخلفات البنية (الأغصان والقش) في القعر لأنها تساعد على تصريف المياه.
4. إضافة طبقات متناوبة من النفايات الخضراء والبنية الرطبة والجافة (طبقات رقيقة).
5. الحفاظ على كومة سماد رطبة ومغطاة ومرصوفة بشكل جيد.
6. إضافة السماد الأخضر والنفايات الخضراء لتوفير النيتروجين (قصاصات العشب، الحنطة السوداء، البرسيم ...) عند عشرة إنشات (inches) من الجزء العلوي من الكومة.
7. عندما يصبح لون المواد في قعر الكومة بنيًا داكنًا، يكون السماد قد أصبح جاهزًا للاستعمال.

## الكلفة

وفقاً لدراسة لمعهد الحوكمة المحلية، توفر المدينة خدمة جمع القمامة وتصدر للعملاء فواتير عن جميع الخدمات. وتبلغ الكلفة المفصلة على فاتورة العملاء لإعادة التدوير 6.74 دولار شهرياً لكل أسرة، وجمع النفايات الخضراء 9.88 دولار شهرياً، وجمع النفايات 44.48 دولار لكل حاوية بسعة 48 غالون<sup>1</sup>. وتتراوح كلفة السماد العضوي المنتج بين 95.98 و766.56 دولار/طن، حسب أساليب التشغيل وسعته<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> [https://www.ca-ilg.org/sites/main/files/file-attachments/case\\_story\\_snapshot\\_compilation\\_final\\_0.pdf](https://www.ca-ilg.org/sites/main/files/file-attachments/case_story_snapshot_compilation_final_0.pdf)

<sup>2</sup> <https://www.ecomena.org/solid-waste-middle-east>

<sup>3</sup> <https://www.compostbaladi.com/project>

## الفوائد

- إعادة استخدام النفايات العضوية هي طريقة مستدامة وصديقة للبيئة في إدارة النفايات؛
- السماد العضوي يساعد على الحفاظ على الرطوبة ومنع الأمراض والآفات النباتية؛
- السماد العضوي يحسّن الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة، التي تفيد النباتات وتؤدي إلى زيادة إنتاجيتها؛
- قوالب الفحم المضغوط تُغني عن استخدام أنواع الوقود التقليدية؛
- أفضل مصدر متجدد للوقود والطاقة؛
- أفضل طريقة للتخلص من المخلفات الزراعية؛
- عدم التسبب بانبعاثات الكبريت أو الغاز غير الآمن.

## دراسة حالة

حاوية تسميد التربة هي نظام تسميد مصمم لإدارة النفايات العضوية في المناطق الحضرية. وهو نظام محكم الإغلاق لإبعاد خطر جذب الآفات وانتشارها. وتصل سعته إلى 20 كيلوغرام من المدخلات الإجمالية يومياً. ويقبل النظام المخلفات النباتية، والطعام المطبوخ، واللحوم، ومنتجات الألبان، والورق<sup>3</sup>.



الزراعة الحضرية هي زراعة النباتات وتربية الحيوانات في المدن ومحيطها. وهي جزء من النظام الإيكولوجي الحضري ومن النظام الغذائي الحضري المرتبط بالسياسات والخطط الحضرية.

ويمكن إنشاء وحدات الإنتاج داخل المدينة أو في المناطق شبه الحضرية المحيطة بها. وقد تنطوي الزراعة الحضرية على إنتاج المحاصيل (الحبوب، والمحاصيل الجذرية، ولا سيما الفواكه والخضروات) وتربية الحيوانات (الدواجن والأغنام والخنازير والأسماك والنحل) والمنتجات غير الغذائية (الأعشاب العطرية ونباتات الزينة، وغيرها).

وللزراعة الحضرية آثار إيجابية مرتبطة بتحوّل المدينة إلى مناطق خضراء، ما يمكن أن يؤثر بشكل إيجابي على المناخ فيها ويساهم في تجميل أسطح المباني.



المصدر: مريم الشيخ عيسى.

## الوصف

تسهل المدينة الزراعة الحضرية من خلال تخصيص مساحة معينة مثل قطع الأراضي الشاغرة أو مناطق التحضير. وتُطلق هذه المشاريع عادةً على مستوى المجتمع المحلي وتضم عدداً من المشاركين العاملين في الزراعة، فيحصل كل شخص على قطعة أرض في نطاق المشروع أو يستأجرها. ويتشارك أصحاب الأراضي عادةً الأدوات والموارد مثل السماد العضوي، والغطاء العضوي، والأوتاد، والبذور، فضلاً عن أنشطة بناء القدرات. ويمكن أيضاً إنشاء الحدائق في الباحات الخاصة أو على أسطح المباني. وتضم مشاريع الزراعة الحضرية عادةً أسواق المزارعين التي تسمح للمنتجين ببيع منتجاتهم مباشرةً إلى المستهلكين، ما يخفف من التكاليف والمخاطر المرتبطة بسلسلة الإمدادات الغذائية العادية.

## الكلفة

أنشئت حديقة حضرية مستدامة على سطح مبنى في مخيم برج البراجنة بلغت كلفتها المباشرة حوالي 21,000 دولار وقد مولتها السفارة النرويجية<sup>1</sup>. ولكن هذه الكلفة لا تشمل تكاليف الموارد البشرية.

## الفوائد

- تعزيز الأمن الغذائي من خلال الإنتاج للاستهلاك المباشر أو لتوليد الدخل؛
- ترسيخ الشعور بالانتماء من خلال السماح لسكان المناطق الحضرية بالمشاركة في الأنشطة الزراعية؛
- إنتاج غذاء صحي إذ يمكن لأي شخص الانخراط في البستنة الحضرية والتحكم بمدخلات عملية الإنتاج الزراعي؛
- إتاحة فرص التعلم للمهتمين بالزراعة وليس لديهم الخبرة، من خلال ممارسة مثل هذه الأنشطة؛
- استخدام الأراضي بكفاءة من خلال استثمار قطع الأرض الشاغرة، إضافةً إلى تحسين البيئة الحضرية.

## دراسة حالة

تدير مجموعة من اللاجئات الفلسطينيات شركة «سفرة» لإعداد الطعام، في مخيم برج البراجنة، لبنان، فيزرعن حديقة عضوية على سطح أحد المباني لإنتاج المنتجات الطازجة التي تحتاج إليها الشركة، مما يشجع الزراعة الحضرية المستدامة. وترعى جمعية البرامج النسائية هذه الشركة. وتتضمن الحديقة ما يصل إلى 2,600 نبتة و15 نوعاً مختلفاً من الخضروات، ويلي 75 في المائة من المنتجات متطلبات «سفرة». وتزرع الخضروات في ألواح بلاستيكية معاد تدويرها، وتستخدم في ربيها مياه تجمع من مكيفات الهواء في المبنى والبالغ عددها عشرة مكيفات. وقد أنشأت الجمعية أيضاً وحدة تسميد للتخلص من المخلفات الغذائية لاستخدامها لاحقاً كأسمدة طبيعية في الألواح الإيكولوجية<sup>2</sup>.

<https://medium.com/land-and-ladle/7-steps-to-an-easy-urban-garden-.14b1d25b5c2b1>

<https://www.dailystar.com.lb/News/Lebanon-News/2018/Oct-26/467539-eco-2-rooftop-garden-sprouts-in-palestinian-refugee-camp.aspx>

# التسميد بواسطة الديدان أو السماد الدودي



التسميد بواسطة الديدان أو السماد الدودي، هو عملية تحويل مخلفات المطبخ والنفايات الخضراء إلى تربة داكنة برائحة ترابية. وتستخدم هذه التقنية بشكل أساسي سماد الديدان الصافي المعروف بفوائده للتربة. فهو غني بالمغذيات وبالكائنات الحية الدقيقة التي توفر تربة صحية وتساهم في الحفاظ عليها.

وهو يستخدم لتسميد سطح التربة أو إلى جانب النباتات. ويساهم خلط سماد الديدان مع السماد العادي في تعزيز التربة في الحديقة.

وتتغذى الديدان من الميكروبات التي تبعث الكربون في التربة، مما يقلل من كمية الانبعاثات في الغلاف الجوي.



المصدر: السيدة ندى غانم.

## العملية

1. توضع صينية تحت الحاوية.
2. إضافة الماء إلى الطبقة المضغوطة حتى تتفتت ويصبح ملمسها كالتربة العادية.
3. إضافة الديدان إلى الحاوية.
4. رش المياه إذا لزم الأمر.
5. إضافة المخلفات الغذائية إلى أحد الجانبين، من دون الإكثار في الكميات، أي بما لا يتجاوز مستوى 5 سم.
6. تغطية الحاوية بالفوطة.
7. فتح الغطاء العلوي عندما تتجاوز الحرارة 30 درجة مئوية للسماح بالتهوية المناسبة.
8. إغلاق الحاوية.
9. لا ينبغي إطعام الديدان: الزيت واللحوم والدجاج والأسماك والبصل والثوم والخل والحمضيات والوجبات المطبوخة. الحاوية.



## الكلفة

التسميد بواسطة الديدان ليس مكلفاً. وتقتصر كلفته فقط على ثمن الديدان والحاوية. تصبح الحاوية جاهزة للاستعمال في غضون 8 أسابيع إلى 12 أسبوعاً.

## الفوائد

- يحتوي سماد الديدان على نسبة أعلى من المغذيات الكلية والدقيقة مقارنة مع سماد الحديقة؛
- يعزز نمو النبات؛
- يزيد مسامية التربة والنشاط الميكروبي فيها؛
- يقي من الأمراض النباتية؛
- يقلص الحاجة إلى الأسمدة الكيميائية؛
- يحسن احتباس المياه والتهوية؛
- يقلص كمية النفايات التي تُنقل إلى المطامر.

## دراسة حالة

مشروع دودة للتسميد Douda Vermiculture Solutions في لبنان هو مصدر هام للتسميد بواسطة الديدان. وهو يوفر حلاً مستداماً وطريقة سريعة بسيطة وعديمة الرائحة لمعالجة النفايات العضوية من المصدر. ويهدف المشروع إلى تحقيق الاستدامة البيئية والزراعية من خلال تشجيع التسميد كممارسة زراعية مجددة للتربة تساهم في استعادة جودتها وتعزيز الأمن الغذائي في المنطقة<sup>1</sup>.

