



التحول إلى الاقتصاد الدائري في قطاعي الزراعة والمياه في المنطقة العربية

دليل التدريب



ازدهارُ البلدان كرامةُ الإنسان



رؤيتنا

طاقاتٌ وابتكار، ومنطقتنا استقرارٌ وعدلٌ وازدهار

رسالتنا

بشَقفٍ وعِزمٍ وعَمَلٍ: نبتكر، ننتج المعرفة، نقدِّمُ المشورة،
نبني التوافق، نواكب المنطقة العربية على مسار خطة عام 2030.
يداً بيد، نبني غداً مشرقاً لكلِّ إنسان.

يقدم هذا الدليل التدريبي إطاراً عملياً لبناء القدرات وتعزيز التحول إلى الاقتصاد الدائري في قطاعي الزراعة والمياه في المنطقة العربية. ويأتي إعدادُه استجابةً للتحديات المتزايدة المرتبطة بندرة المياه، وتدهور الأراضي والتربة، وارتفاع مستويات فاقد الأغذية وهدرها، وتزايد آثار تغيّر المناخ، إلى جانب الاستخدام غير الكفؤ للموارد عبر سلاسل القيمة الزراعية والمائية. وهو يهدف إلى دعم الفنيين والمدربين وصنّاع السياسات والعاملين في مجالات الزراعة والمياه والبيئة والتنمية المستدامة في تحليل النظم القائمة وتحديد فرص الانتقال من النماذج الخطية إلى نظم أكثر كفاءة ودائرية.

ويعرض الدليل المفاهيم والمبادئ الأساسية للاقتصاد الدائري وعلاقتها بالتحديات والأولويات في المنطقة العربية، ثم يتناول تطبيقاتها في قطاعي الزراعة والمياه من خلال استعراض التحديات والفرص، والمقاربات الدائرية، والحلول التقنية والممارسات التطبيقية، ودور الحلول القائمة على الطبيعة. ويؤكد الدليل أن التحول إلى الاقتصاد الدائري لا يعتمد على الحلول التقنية وحدها، بل يتطلب منظومة تمكينية متكاملة تشمل السياسات والحوكمة، والتنسيق بين المؤسسات والقطاعات، ونماذج الأعمال وآليات التمويل، وبناء القدرات، والتكنولوجيا والرقمنة، ونظم الرصد والتقييم. ويعتمد الدليل منهجاً تدريبياً تطبيقياً مرناً يجمع بين المحتوى النظري ودراسات الحالة من المنطقة العربية والتمارين الجماعية، بما يمكن المشاركين من تصميم تدخلات دائرية قابلة للتطبيق والتكييف وفق الأولويات والسياقات الوطنية والمحلية.



التحول إلى الاقتصاد الدائري في قطاعي الزراعة والمياه في المنطقة العربية

دليل التدريب

تقتضي إعادة طبع أو تصوير مقتطفات من هذه المطبوعة الإشارة الكاملة إلى المصدر.

توجه جميع الطلبات المتعلقة بالحقوق والأذون إلى اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، البريد الإلكتروني: publications-escwa@un.org.

النتائج والتفسيرات والاستنتاجات الواردة في هذه المطبوعة هي للمؤلفين، ولا تمثل بالضرورة الأمم المتحدة أو موظفيها أو الدول الأعضاء فيها، ولا ترتب أي مسؤولية عليها.

ليس في التسميات المستخدمة في هذه المطبوعة، ولا في طريقة عرض مادتها، ما يتضمن التعبير عن أي رأي كان من جانب الأمم المتحدة بشأن المركز القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو لسلطات أي منها، أو بشأن تعيين حدودها أو تخومها.

الهدف من الروابط الإلكترونية الواردة في هذه المطبوعة تسهيل وصول القارئ إلى المعلومات وهي صحيحة في وقت استخدامها. ولا تتحمل الأمم المتحدة أي مسؤولية عن دقة هذه المعلومات مع مرور الوقت أو عن مضمون أي من المواقع الإلكترونية الخارجية المشار إليها.

جرى تدقيق المراجع حيثما أمكن.

لا يعني ذكر أسماء شركات أو منتجات تجارية أن الأمم المتحدة تدعمها.

المقصود بالدولار دولار الولايات المتحدة الأمريكية ما لم يُذكر غير ذلك.

تتألف رموز ووثائق الأمم المتحدة من حروف وأرقام باللغة الإنكليزية، والمقصود بذكر أي من هذه الرموز الإشارة إلى وثيقة من وثائق الأمم المتحدة.

مطبوعات للأمم المتحدة تصدر عن الإسكوا، بيت الأمم المتحدة، ساحة رياض الصلح، صندوق بريد: 11-8575، بيروت، لبنان.

الموقع الإلكتروني: www.unescwa.org.

مصدر صورة الغلاف: فريق العمل باستخدام الذكاء الاصطناعي ©

شكر وتقدير

أعدت لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) هذا الدليل التدريبي بإرشادات مديرة مجموعة تغيّر المناخ واستدامة الموارد الطبيعية، السيدة كارول شوشاني شرفان، وبالتعاون مع المنظمة العربية للتنمية الزراعية والمعهد الدولي لإدارة المياه.

الصياغة والتنسيق

قاد عملية الصياغة والتنسيق السيد حمو العمراني، مسؤول أول في الشؤون الاقتصادية، الإسكوا.

المساهمات والمراجعة الفنية

ساهم في إعداد هذا الدليل وفي مراجعته كل من:

السيد كامل مصطفى السيد، رئيس المكتب الإقليمي للإقليم الأوسط وخبير الموارد المائية، المنظمة العربية للتنمية الزراعية.

السيدة نسرین اللحام، خبيرة نظم الزراعة الغذائية، المنظمة العربية للتنمية الزراعية.

السيد يوسف بروزين، الممثل الوطني في مصر، والممثل الإقليمي في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، المعهد الدولي لإدارة المياه.

السيدة مها الزعبي، باحثة إقليمية في نظم المياه المستدامة والمرنة، المعهد الدولي لإدارة المياه.

السيدة ساره دانيال، مساعدة شؤون اقتصادية، الإسكوا.

السيدة ساره بدران، مساعدة باحث، الإسكوا.

السيدة سايبين قاسم، مساعدة باحث، الإسكوا.

الإشراف العام

السيدة ريم النجداوي، رئيسة فريق سياسات الغذاء والبيئة، الإسكوا.

الإنتاج

قسم إدارة المؤتمرات في الإسكوا.

الرسائل الرئيسية

1

تحويل الترابط بين المياه والطاقة والغذاء والنظم البيئية إلى فرص ملموسة من خلال تطبيق مبادئ الاقتصاد الدائري، بما يشمل تحسين كفاءة استخدام الموارد واسترداد القيمة من المخلفات والحد من الضغط على النظم الطبيعية، بما يعزز المنافع المشتركة عبر القطاعات.

2

تعميم الاقتصاد الدائري على كامل سلسلة القيمة الزراعية، من المدخلات والإنتاج إلى الاستهلاك، من خلال الحد من الفاقد والهدر عند المصدر وتحويل إدارة المخلفات من إجراء نهائي إلى مسار وقائي، بما يرفع كفاءة استخدام الموارد.

3

تحويل المخلفات الزراعية والغذائية إلى موارد قيمة، من خلال إنتاج الأعلاف والأسمدة العضوية والطاقة، وإعادة استخدام المياه واسترداد المغذيات، بما يعزز صحة التربة وقدرة النظم الزراعية على التكيف مع تغير المناخ.

4

ترشيد الإدارة الدائرية للمياه، من خلال خفض الطلب والحد من الفاقد وتحسين كفاءة الاستخدام، وإعطاء الأولوية لإعادة الاستخدام قبل المعالجة والاسترداد، بما يخفف الضغط على مصادر المياه العذبة والطاقة والهياكل الأساسية.

5

تعزيز الإدارة الدائرية لمياه الصرف، من خلال استرداد المياه والطاقة والمغذيات وإعادة استخدامها بأمان، والالتزام بالمعايير المناسبة واعتماد تقنيات ملائمة وتعزيز القبول المجتمعي.

6

تمكين التحول إلى الاقتصاد الدائري، من خلال سياسات متسقة وأدوار مؤسسية واضحة وتنسيق فعال بين قطاعات الزراعة والمياه والطاقة والبيئة، وإشراك أصحاب المصلحة بما يتجاوز الحلول التقنية وحدها.

7

توسيع نطاق الحلول الدائرية المستدامة، من خلال استخدام نماذج أعمال وتمويل ملائمة، وبناء القدرات، والاستفادة من الرقمنة والابتكار، واعتماد مؤشرات واضحة لقياس الأثر، بما يدعم اتخاذ القرار وتكرار التجارب الناجحة.

المحتويات

3

شكر وتقدير

4

الرسائل الرئيسية

7

مقدمة

12

1. مقدمة في الاقتصاد الدائري في المنطقة العربية

12

ألف. تعريف الاقتصاد الدائري

13

باء. المفاهيم والمبادئ الأساسية للاقتصاد الدائري

16

جيم. تعزيز الأمن المائي والغذائي عبر الاقتصاد الدائري

18

دال. نشاط الفصل الأول: تحليل مقارن بين نموذج خطي ونموذج دائري

22

2. الاقتصاد الدائري في قطاع الزراعة

22

ألف. التحديات والفرص للتحوّل إلى الاقتصاد الدائري في قطاع الزراعة

24

باء. الزراعة الدائرية

26

جيم. الحلول التقنية وممارسات الزراعة الدائرية

30

دال. تطبيقات الاقتصاد الدائري في قطاع الزراعة في المنطقة العربية: دراسات حالة

36

هاء. نشاط الفصل الثاني: تصميم سلسلة قيمة زراعية دائرية

40

3. الاقتصاد الدائري في قطاع المياه

40

ألف. التحديات والفرص للتحوّل إلى الاقتصاد الدائري في قطاع المياه

41

باء. الإدارة الدائرية للمياه

44

جيم. الحلول التقنية وممارسات الاقتصاد الدائري

47

دال. تطبيقات الاقتصاد الدائري في قطاع المياه في المنطقة العربية: دراسات حالة

53

هاء. نشاط الفصل الثالث: تحليل نظام مائي دائري

58

4. منظومة التمكين للتحوّل إلى الاقتصاد الدائري في قطاعي الزراعة والمياه

58

ألف. السياسات والحوكمة للتحوّل إلى الاقتصاد الدائري

60

باء. نماذج الأعمال وآليات التمويل في الاقتصاد الدائري

62

جيم. التمكين المؤسسي والفني والتحوّل الميداني

62

دال. التكنولوجيا والرقمنة في دعم الاقتصاد الدائري

63

هاء. الرصد والتقييم ومؤشرات التقدم في الاقتصاد الدائري

64

واو. نشاط الفصل الرابع: تصميم تدخلات داعمة للتحوّل إلى الاقتصاد الدائري

67

الحواشي

قائمة الجداول

14	الجدول 1. مقارنة سلسلة قيمة خطية وسلسلة قيمة دائرية
23	الجدول 2. مظاهر وأسباب ونتائج الفاقد والمهدور في سلسلة القيمة
25	الجدول 3. تطبيقات الاقتصاد الدائري في قطاع الزراعة عبر سلسلة القيمة الغذائية
43	الجدول 4. تطبيقات مختارة لمبادئ الاقتصاد الدائري في قطاع المياه عبر سلسلة الخدمات
45	الجدول 5. مراحل وتقنيات معالجة مياه الصرف وأهدافها التشغيلية
59	الجدول 6. أمثلة على الأدوات السياسية والاقتصادية لدعم الاقتصاد الدائري في قطاعي الزراعة والمياه
60	الجدول 7. نماذج أعمال دائرية في قطاعي الزراعة والمياه
61	الجدول 8. أدوات تمويل المشاريع الدائرية
62	الجدول 9. الحلول التكنولوجية في قطاعي الزراعة والمياه ضمن الاقتصاد الدائري
63	الجدول 10. مؤشرات مبسطة لقياس التقدم في الاقتصاد الدائري

قائمة الأشكال

13	الشكل 1. مبادئ الاقتصاد الدائري وأمثلة تطبيقية في قطاعي الزراعة والمياه
14	الشكل 2. مقارنة بين الاقتصاد الخطي واقتصاد إعادة التدوير والاقتصاد الدائري
15	الشكل 3. هرم استراتيجيات الاقتصاد الدائري (استراتيجيات R)
17	الشكل 4. مقارنة ترابط المياه والطاقة والغذاء والنظم البيئية في الاقتصاد الدائري
25	الشكل 5. إطار الزراعة الدائرية عبر مراحل سلسلة القيمة
31	الشكل 6. قوالب الوقود الحيوي المنتجة من جفت الزيتون
32	الشكل 7. مفاعل الهضم اللاهوائي المستخدم لإنتاج الغاز الحيوي والسماذ العضوي
33	الشكل 8. نظام أكوابونيك متكامل لإنتاج الأسماك والخضروات ضمن دورة مغلقة للمياه والمغذيات
33	الشكل 9. تربية بركات ذبابة الجندي الأسود لتحويل النفايات العضوية إلى بروتين للأعلاف
42	الشكل 10. إطار الاقتصاد الدائري في قطاع المياه
43	الشكل 11. العناصر الأربعة الأساسية للإدارة المتكاملة للموارد المائية ودورها في تحقيق الحوكمة المستدامة للمياه
48	الشكل 12. مخطط يوضح معالجة المياه الرمادية باستخدام الأراضي الرطبة المنشأة وإعادة استخدامها
49	الشكل 13. مخطط مبسط لمحطة بوخالف لمعالجة مياه الصرف وإعادة استخدام المياه المعالجة
50	الشكل 14. منشأة مشروع ليوا للاحتياطي المائي الاستراتيجي باستخدام التخزين والاسترجاع في الطبقات الجوفية

مقدمة

تمتلك المنطقة العربية فرصاً واعدة لتحسين إدارة الموارد الطبيعية، ولا سيما المياه والأراضي الزراعية، من خلال تبني نهج أكثر كفاءة واستدامة في سياق محدودية الموارد وتزايد الضغوط البيئية والمناخية. ورغم أن المنطقة تُعد من أكثر مناطق العالم تأثراً بندرة المياه، إذ يعيش نحو 90 في المائة من سكانها في بلدان تعاني من الإجهاد المائي، ويقع 19 بلداً من بلدانها تحت عتبة ندرة المياه، فإن هذه التحديات تفتح المجال أمام حلول مبتكرة ومتكاملة في قطاعي الزراعة والمياه، بما يعزز الأمن الغذائي ويدعم الاستقرار الاجتماعي.

وقطاع الزراعة هو أكبر مستخدم للمياه في المنطقة، يستهلك نحو 85 في المائة من الموارد المائية العذبة المتاحة، ما يظهر ترابطاً وثيقاً بين إدارة المياه والإنتاج الزراعي¹. وتعاني النظم الغذائية من مستويات مرتفعة من فاقد الغذاء والهدر عبر مختلف مراحل سلسلة القيمة، فتُستنزف الموارد المرتبطة بالإنتاج، بما في ذلك المياه والطاقة والأراضي.

في هذا السياق، يبرز الاقتصاد الدائري كمدخل عملي إلى تحسين كفاءة الموارد في قطاعي الزراعة والمياه عبر تعزيز إعادة الاستخدام والتدوير، وتقليل الضغط على الموارد الطبيعية، وخفض الانبعاثات ودعم إزالة الكربون. كما يدعم التنمية المحلية وفرص العمل الخضراء، ويتكامل مع نهج ترابط المياه والطاقة والغذاء والنظم البيئية (WEFE Nexus) لتعزيز الإدارة المتكاملة والأمن المائي والغذائي واستدامة النظم البيئية. ويسهم اعتماد حلول الاقتصاد الدائري في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، ولا سيما الهدف 2 (القضاء على الجوع)، والهدف 6 (المياه النظيفة والصرف الصحي)، والهدف 12 (الاستهلاك والإنتاج المسؤولين)، والهدف 13 (العمل المناخي)، والهدف 15 (الحياة في البر).

أهداف الدليل ومنهجيته واستخداماته

تقدّم الإسكوا دليل التحول إلى الاقتصاد الدائري كإطار عملي لتعزيز التنسيق بين قطاعي الزراعة والمياه، وتحسين إدارة الموارد على مستوى السياسات والبرامج التنفيذية، ودعم جهود بناء القدرات في هذا المجال.

وهو يهدف إلى تمكين المتدربين من:

- تحليل النظم الزراعية والمائية القائمة من خلال تتبع تدفقات الموارد، وتحديد نقاط الفاقد والهدر عبر مختلف مراحل سلسلة القيمة.
- التمييز بين النماذج الخطية والدائرية وتقييم آثارها على كفاءة استخدام الموارد والاستدامة البيئية والاقتصادية.
- تصميم تدخلات دائرية متكاملة تربط بين مختلف مراحل سلسلة القيمة، بما يساهم في إعادة إدماج الموارد داخل النظام الإنتاجي.
- فهم الترابط بين قطاعي الزراعة والمياه ضمن إطار النظم (systems approach)، ودعم تطوير حلول تحقق منافع مشتركة عبر القطاعات.
- تقييم الجدوى الفنية والاقتصادية والبيئية من الحلول الدائرية المقترحة، بما يتناسب مع السياقات الوطنية والمحلية، وربط هذه الحلول بالإطار المؤسسي والسياساتي، من خلال تحديد الأدوات التنظيمية والمالية اللازمة لدعم تطبيق الاقتصاد الدائري.

ويعرض الدليل نماذج وتطبيقات من المنطقة العربية، مع مراعاة الأبعاد التقنية والبيئية والاجتماعية، بما يدعم نقل المعرفة وتوسيع نطاق الحلول القابلة للتكرار. ويستهدف الفنيين والعاملين في مجالات الإرشاد الزراعي، وإدارة الموارد المائية، والتخطيط البيئي، والتنمية المستدامة، إضافة إلى المدربين والمهنيين في المؤسسات الحكومية والبحثية. ويشكّل مرجعاً داعماً لصنّاع القرار وواضعي السياسات لتعزيز إدماج الاقتصاد الدائري في السياسات والبرامج ذات الصلة.

أعدت الإسكوا هذا الدليل التدريبي بالتعاون مع المنظمة العربية للتنمية الزراعية والمعهد الدولي لإدارة المياه. واستندت عملية الإعداد إلى منهجية تحليلية قائمة على مراجعة الأدبيات العلمية والتقارير الصادرة عن منظمات دولية وإقليمية، من ضمنها الإسكوا، ومنظمة الأغذية والزراعة، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، وعلى تحليل السياسات والاستراتيجيات الوطنية في عدد من البلدان العربية، والاستفادة من دراسات حالة وممارسات تطبيقية قابلة للتكرار. وجرى تكييف المفاهيم مع خصوصيات السياق العربي، ومنها تحديات ندرة المياه، وتراجع الإنتاجية الزراعية، وتفاوت القدرات المؤسسية.

وقد صُمم الدليل كأداة مرنة يمكن استخدامها في ورش العمل أو البرامج التدريبية، ويمكن تكييف محتوى الدليل وفق احتياجات الفئة المستهدفة والسياق الوطني. ويمكن استخدام وحداته التدريبية بشكل تسلسلي أو انتقائي، مع موازنة الأمثلة والتمارين بما يتناسب مع الأولويات المحلية.

إرشادات حول كيفية استخدام الدليل التدريبي

1. كيفية استخدام الدليل التدريبي

(أ) الأهداف التطبيقية

يُستخدم هذا الدليل كأداة تدريبية عملية لبناء القدرات في مجال الاقتصاد الدائري في قطاعي الزراعة والمياه. وهو لا يقتصر على عرض المفاهيم النظرية، بل يهدف إلى تمكين المشاركين من تحليل النظم القائمة وتحديد فرص التحول إلى ممارسات دائرية قابلة للتطبيق. ويرتكز على الانتقال التدريجي من استيعاب المفاهيم إلى التحليل والتطبيق العملي.

(ب) مرونة الاستخدام

- صُمم الدليل بشكل مرّن، يتيح تكييفه وفق احتياجات البرنامج التدريبي، إذ:
- يمكن استخدامه في برامج تدريبية قصيرة (1-2 يوم) عبر اختيار فصول محددة.
 - يمكن استخدامه في برامج متوسطة (3-5 أيام) عبر تقديم الفصول بشكل متسلسل.
 - يمكن اختيار وحدات أو موضوعات محددة وفق أهداف التدريب والفئة المستهدفة.
 - لا يُشترط تقديم الفصول بالترتيب الخطي المقترح، بل يُنصح بتكييف المحتوى والأمثلة والتمارين بما يتناسب مع السياق الوطني وخلفية المتدربين.

(ج) تكييف المحتوى حسب الفئة المستهدفة

يُنصح المدربون بتكييف المحتوى مع احتياجات الفئة المشاركة، على النحو التالي:

- **صنّاع السياسات:** التركيز على الفصل الرابع (السياسات، الحوكمة، التمويل).

- **الفيون والمهندسون:** التركيز على الفصلين الثاني والثالث (الحلول التقنية والتطبيقية).
- **المجتمع المدني والتعاونيات:** التركيز على دراسات الحالة والتطبيقات المحلية.
- **الشباب ورواد الأعمال:** التركيز على نماذج الأعمال والابتكار وسلاسل القيمة.

(د) هيكل تقديم الفصول

يُنصح بتقديم كل فصل وفق التسلسل التالي:

- عرض المفاهيم الأساسية.
- تحليل التحديات والفرص.
- استعراض الحلول الدائرية.
- تقديم دراسات حالة تطبيقية.
- تنفيذ نشاط أو تمرين تطبيقي.

ويهدف هذا التسلسل إلى الانتقال من المعرفة إلى التطبيق العملي.

(هـ) التقييم

يكون تقييم المشاركين على الشكل التالي:

- **تقييم مستمر:** من خلال النقاشات، والأسئلة التحليلية، والتمارين.
 - **تقييم تطبيقي نهائي:** من خلال تطوير تحليل أو تصميم حل دائري (فردى أو جماعى).
- ويركّز التقييم على قياس قدرة المشاركين على تطبيق المفاهيم، وليس فقط استيعابها نظرياً.

2. نواتج التعلم حسب الفصول

فيما يلي نواتج التعلم المتوقعة لكل فصل من فصول الدليل:

الفصل الأول: مقدمة في الاقتصاد الدائري في المنطقة العربية

- استيعاب المفاهيم الأساسية للاقتصاد الدائري وتمييزه عن الاقتصاد الخطي واقتصاد إعادة التدوير.
- تحليل تدفقات الموارد ضمن الدورة البيولوجية والتقنية.
- فهم دور الاقتصاد الدائري في تعزيز الأمن المائي والغذائي.
- إدراك أهمية الترابط بين المياه والطاقة والغذاء والنظم البيئية.
- ربط المفاهيم بالسياق العربي والتحديات الإقليمية.

الفصل الثاني: الاقتصاد الدائري في قطاع الزراعة

- تحليل سلاسل القيمة الغذائية وتحديد نقاط الفاقد والهدر.
- فهم ممارسات الزراعة الدائرية وتطبيقاتها عبر سلسلة القيمة.
- تقييم الحلول التقنية لإعادة استخدام الموارد (المياه، المغذيات، الكتلة الحيوية).
- تحليل الجدوى البيئية والاقتصادية من الحلول الدائرية في الزراعة.
- تصميم تدخلات عملية لتحسين كفاءة استخدام الموارد في النظم الزراعية.

الفصل الثالث: الاقتصاد الدائري في قطاع المياه

- فهم مبادئ الإدارة الدائرية للمياه وربطها بالإدارة المتكاملة للموارد المائية.
- تحليل أنماط استخدام المياه وتحديد فرص تقليل الفاقد.
- تقييم خيارات إعادة استخدام المياه واسترداد الموارد (الطاقة والمغذيات).
- فهم الاعتبارات الصحية والبيئية لإعادة استخدام المياه.
- تصميم حلول متكاملة لإدارة المياه باعتماد نهج دائري.

الفصل الرابع: منظومة التمكين للتحوّل إلى الاقتصاد الدائري

- تحليل الأطر المؤسسية والسياسات الداعمة للاقتصاد الدائري.
- فهم أدوات التمويل ونماذج الأعمال الدائرية.
- ربط الحلول التقنية بالبيئة التمكينية (سياسات، مؤسسات، تمويل).
- تقييم دور التكنولوجيا والرقمنة في دعم الاقتصاد الدائري.
- اقتراح تدخلات سياسية ومؤسسية لدعم التحوّل إلى الاقتصاد الدائري.

3. إرشادات لتنفيذ التمارين التطبيقية

تهدف التمارين إلى:

- نقل المعرفة من المستوى النظري إلى التطبيق العملي.
- تعزيز التفكير التحليلي والنقدي لدى المشاركين.
- ربط المفاهيم بالسياق المحلي.
- تطوير مهارات تصميم الحلول الدائرية.

آلية تنفيذ التمارين:

- تُنفذ التمارين ضمن مجموعات صغيرة (حوالي 5 مشاركون) أو بشكل فردي، حسب النشاط.
- يُخصص وقت واضح لكل نشاط (20-40 دقيقة: عمل + عرض).
- تُستخدم بطاقات العمل (worksheets) لتوجيه التحليل وتوثيق النتائج.
- تُعرض مخرجات المجموعات وتُناقش جماعياً.
- يقوم المدرب بتيسير النقاش وربط النتائج بالمفاهيم النظرية.

يحتوي هذا الدليل التدريبي على بطاقات العمل التالية:

- **نشاط الفصل الأول:** تحليل مقارن بين نموذج خطي ونموذج دائري.
- **نشاط الفصل الثاني:** تصميم سلسلة قيمة زراعية دائرية.
- **نشاط الفصل الثالث:** تحليل نظام مائي دائري.
- **نشاط الفصل الرابع:** تصميم تدخلات داعمة للتحول إلى الاقتصاد الدائري.

4. استخدام دراسات الحالة

يمكن استخدام دراسات الحالة الواردة في الدليل بعدة طرق، باعتبارها:

- **أداة توضيحية:** توضيح تطبيق مفاهيم الاقتصاد الدائري في الواقع العملي.
- **مدخل للنقاش:** طرح أسئلة تحليلية مثل:
 - ما المشكلة التي تعالجها الحالة؟
 - ما نوع التدخل الدائري؟
 - ما عوامل النجاح؟
- **تمريناً تطبيقياً:** استخدام بطاقات العمل لتوجيه التحليل وتوثيق النتائج.
- **مرجعاً لتصميم الحلول:** استخدام الحالات كمرجع لتطوير أفكار مشاريع أو تدخلات.

5. ملاحظات عامة للمدرب

- التركيز على الربط بين قطاعي الزراعة والمياه وعدم التعامل معهما بشكل منفصل.
- التأكيد على أن الاقتصاد الدائري لا يقتصر على التكنولوجيا، بل يشمل السياسات والسلوكيات.
- تشجيع التفكير النقدي وعدم الاكتفاء بالحلول الجاهزة.
- استخدام الأمثلة المحلية لتعزيز فهم المشاركين.
- تشجيع المشاركين على استخدام بيانات وخبرات من بلدانهم أو مؤسساتهم.
- ضمان العمل التشاركي وتبادل الخبرات بين المشاركين خلال التدريب.



مقدمة في الاقتصاد الدائري في المنطقة العربية

1

ألف. تعريف الاقتصاد الدائري

تعتمد الإسكوا تعريفاً عملياً للاقتصاد الدائري بوصفه مقاربة تنموية عابرة للقطاعات، تُصمَّم فيها الأنظمة الاقتصادية بطريقة تعزِّز النظم البيئية وتُحافظ على قيمة الموارد داخل النظام لأطول فترة ممكنة. ويستند هذا النهج إلى إدارة الموارد المتجددة وغير المتجددة وفق مبادئ الاستعادة والتجديد، من خلال ممارسات تشمل إعادة التفكير، وإعادة التصميم، والتقليل، والرفض، وإعادة الاستخدام، وإعادة التوظيف، وإعادة التدوير، والاسترداد. ويهدف إلى تحقيق الاستخدام المستدام للموارد الطبيعية، مع تعزيز المرونة البيئية، والعدالة الاجتماعية، والازدهار الاقتصادي.

ويُعد تعريف مؤسسة Ellen MacArthur Foundation² من أكثر التعريفات اعتماداً، إذ تحدّد الاقتصاد الدائري على أنه نظام اقتصادي يُصمَّم للحد من توليد النفايات، عبر إبقاء المواد قيد الاستخدام ضمن حلقات متكررة، مع دعم قدرة النظم الطبيعية على التجديد، ويهدف إلى فصل النمو الاقتصادي عن استنزاف الموارد الطبيعية.

وانطلاقاً من هذا التعريف، يُحدّد الاقتصاد الدائري كمقاربة نُظمية شاملة تمتد عبر سلاسل القيمة، من التصميم والإنتاج إلى الاستهلاك وإدارة الموارد في نهاية العمر الافتراضي للمنتجات. وتكتسب هذه المقاربة أهمية خاصة في القطاعات كثيفة الاستخدام للموارد، ولا سيما الزراعة والمياه، في سياق التحديات المتزايدة التي تواجهها المنطقة العربية.

الشكل 1. مبادئ الاقتصاد الدائري وأمثلة تطبيقية في قطاعي الزراعة والمياه



المصدر: إعداد المؤلفين استناداً إلى تعريف Ellen MacArthur Foundation للاقتصاد الدائري.

باء. المفاهيم والمبادئ الأساسية للاقتصاد الدائري

1. الفرق بين الاقتصاد الخطي واقتصاد إعادة التدوير والاقتصاد الدائري

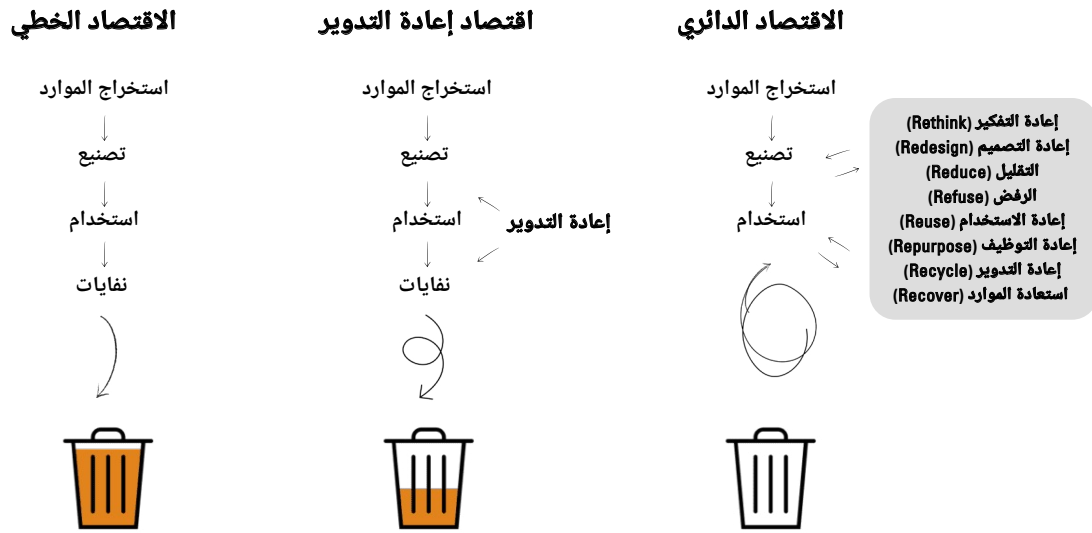
يُستخدم مصطلحاً اقتصاد إعادة التدوير والاقتصاد الدائري أحياناً بشكل متبادل، رغم أنهما يشيران إلى مقاربات مختلفة في إدارة الموارد وتصميم النظم الإنتاجية. أما الاقتصاد الخطي، فيتسم بمقاربة تختلف بشكل جوهري عنهما.

الاقتصاد الخطي: يقوم على نموذج تُستخدم فيه الموارد باتجاه واحد، حيث تُستخرج الموارد الطبيعية، وتُحوّل إلى منتجات، ثم تُطرح كنفايات بعد الاستخدام. ويظهر هذا النموذج في قطاعي الزراعة والمياه من خلال الاستهلاك المكثف للمياه دون إعادة استخدامها، والاعتماد على مدخلات كيميائية تؤثر سلباً على خصوبة التربة، وإنتاج فاقد مرتفع عبر سلاسل القيمة الزراعية. ويؤدي ذلك إلى استنزاف الموارد، وفقدان القيمة الاقتصادية، وارتفاع التكاليف البيئية والإنتاجية.

اقتصاد إعادة التدوير: يستجيب جزئياً لهذه التحديات، إذ يركز على إدارة النفايات بعد إنتاجها من خلال إعادة التدوير أو إعادة الاستخدام. وتشمل تطبيقاته في قطاعي الزراعة والمياه إعادة تدوير بعض المخلفات الزراعية ومعالجة مياه الصرف لأغراض محدودة. ورغم أهمية هذه الممارسات، يبقى أثرها محدوداً لأنها تركز على نهاية دورة الحياة، دون معالجة أنماط الإنتاج والاستهلاك في مراحلها المبكرة.

الاقتصاد الدائري: يقوم على إعادة تصميم النظم الإنتاجية بهدف تحويل تدفقات الموارد إلى حلقات مغلقة، وتقليل الفاقد، وتعظيم القيمة الاقتصادية والبيئية. وفي قطاعي الزراعة والمياه، يشمل ذلك إعادة استخدام المياه المعالجة بشكل آمن، واسترداد المغذيات والطاقة من المخلفات، وتقليل الفاقد بعد الحصاد، وتعزيز تكامل الأنشطة ضمن نظم إنتاج مترابطة. ويتطلب تطبيق هذا النهج أطراً تنظيمية واضحة، وتنسيقاً مؤسسياً، وبناء القدرات الفنية، إلى جانب استثمارات تدريجية تتلاءم مع السياقات الوطنية.

الشكل 2. مقارنة بين الاقتصاد الخطي واقتصاد إعادة التدوير والاقتصاد الدائري



المصدر: إعداد المؤلفين استناداً إلى Jo Lorenz, Circular Economy vs. Linear Economy, The R Collective, 18 February 2019

لتوضيح الفروقات العملية بين هذه النماذج الاقتصادية، يقدم الجدول 1 مثلاً يقارن بين سلسلة قيمة زراعية مرتبطة بإدارة المياه وفق منطق الاقتصاد الخطي، وسلسلة قيمة تعتمد الاقتصاد الدائري.

الجدول 1. مقارنة سلسلة قيمة خطية وسلسلة قيمة دائرية

عنصر سلسلة القيمة	سلسلة قيمة خطية (منطق الاقتصاد الخطي)	سلسلة قيمة دائرية (منطق الاقتصاد الدائري)
منطق الإدارة العام	إدارة مجزأة لكل مرحلة بشكل منفصل، مع ضعف التنسيق بين الزراعة والمياه والطاقة	إدارة متكاملة لسلسلة القيمة كوحدة، مع ربط تدفقات الموارد بين المراحل
المدخلات	اعتماد مرتفع على المياه العذبة، والأسمدة الكيميائية، والطاقة التقليدية دون تقييم الكفاءة	تحسين كفاءة استخدام المياه عبر الري الذكي، واستخدام مياه معالجة عند الإمكان، وتقليل الاعتماد على المدخلات الخارجية
الإنتاج الزراعي	ممارسات ري غير محسنة تؤدي إلى هدر المياه وتدهور خصوبة التربة على المدى المتوسط	ممارسات مستدامة (تسميد عضوي، إدارة متكاملة للتربة) تحافظ على خصوبة التربة وتقلل الاستنزاف
ما بعد الحصاد	فاقد مرتفع نتيجة ضعف التخزين، والتبريد، وربط الإنتاج بالطلب السوقي	تقليل الفاقد عبر تحسين التخزين والتعبئة وربط الإنتاج بالسوق المحلية واعتماد سلاسل إمداد قصيرة
إدارة المخلفات	اعتبار المخلفات ومياه الصرف عبئاً بيئياً يتم التخلص منه أو معالجته بشكل محدود	تحويل المخلفات الزراعية إلى سماد أو طاقة، واسترداد المغذيات والمياه لإعادة استخدامها في الإنتاج
النتائج الاقتصادية	ارتفاع كلفة الإنتاج، وهشاشة أمام تقلب أسعار المدخلات وسلاسل الإمداد	خفض الكلفة التشغيلية، وخلق قيمة مضافة محلية، وتحسين استقرار الدخل
النتائج البيئية	استنزاف الموارد المائية، وتدهور التربة، وزيادة النفايات	تقليل استهلاك المياه والطاقة، وخفض الفاقد والنفايات، وتحسين الاستدامة البيئية

المصدر: إعداد المؤلفين.

تُظهر المقارنة أن السلسلة الخطية تعتمد على استهلاك الموارد الأولية بكفاءة محدودة وفاقد مرتفع، نتيجة إدارة المراحل بشكل منفصل. في المقابل، يقوم النهج الدائري على إدارة متكاملة لسلسلة القيمة، بما يسمح بإعادة استخدام الموارد، مثل المياه المعالجة والمخلفات الزراعية، وتحسين كفاءة المدخلات عبر مختلف المراحل.

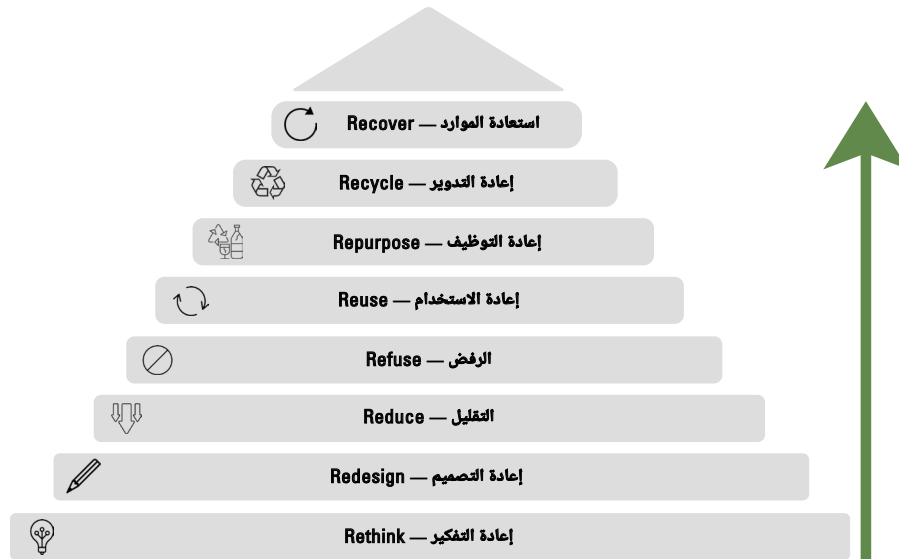
ولا يقتصر الانتقال إلى الاقتصاد الدائري على إدخال تقنيات جديدة، بل يتطلب توافر أطر تنظيمية داعمة، وتعزيز التنسيق المؤسسي بين القطاعات المعنية، وبناء القدرات الفنية للجهات الفاعلة على تبني التخطيط المتكامل لسلاسل القيمة.

2. التسلسل الهرمي لاستراتيجيات الاقتصاد الدائري

يقوم الاقتصاد الدائري على مجموعة من المبادئ التي تهدف إلى الحفاظ على قيمة الموارد داخل النظام الاقتصادي لأطول فترة ممكنة، وتقليل الفاقد عبر مختلف مراحل دورة الحياة، بدءاً من التصميم والإنتاج، وصولاً إلى الاستخدام وإدارة نهاية العمر. وتُفهم هذه المبادئ كخيارات مترتبة، تُعطى فيها الأولوية للحلول الأكثر كفاءة في استخدام الموارد والحفاظ على قيمتها.

ورغم سعي الاقتصاد الدائري إلى إغلاق دورات الموارد، فإن تحقيق دائرية كاملة يظل غير ممكن عملياً، نتيجة استخدام بعض الموارد في الهياكل الأساسية طويلة الأمد، إضافة إلى فقدان جزء من قيمة المواد أو خصائصها أثناء الاستخدام والمعالجة. لذلك، تُستخدم نماذج إرشادية تُعرف باستراتيجيات "R" لتنظيم خيارات إدارة الموارد. وتختلف هذه النماذج في عدد الاستراتيجيات التي تتضمنها، إلا أنها تتقاطع في ترتيب الأولويات وفق كفاءة استخدام الموارد.

الشكل 3. هرم استراتيجيات الاقتصاد الدائري (استراتيجيات R)



المصدر: إعداد المؤلفين استناداً إلى الإسكوا، الإسراع بالانتقال إلى الاقتصاد الدائري في المنطقة العربية، 2023.

يعرض الشكل 3 نموذجاً هرمياً لهذه الاستراتيجيات، يعطي الأولوية للحلول الأكثر كفاءة في تقليل استهلاك الموارد والحد من الحاجة إلى مدخلات جديدة. وتشمل هذه الاستراتيجيات مستويات مترابطة تبدأ بإعادة التفكير وتنتهي باستعادة القيمة من الموارد.

وفي قاعدة الهرم، تركز إعادة التفكير على إعادة النظر في نماذج الإنتاج والاستهلاك وتعزيز الكفاءة. تليها إعادة التصميم، التي تهدف إلى تطوير منتجات وأنظمة أكثر متانة وقابلية للإصلاح وإعادة استخدام. أما التقليل فيركز على خفض استهلاك الموارد والطاقة من خلال تحسين الكفاءة وتقليل الفاقد. وتشمل المراحل اللاحقة الرفض، أي تجنب المنتجات أو الخدمات ذات الأثر البيئي المرتفع، وإعادة الاستخدام التي تهدف إلى إطالة عمر المنتجات أو الموارد دون إحداث تغيير جوهري في خصائصها، مثل

إعادة استخدام المياه أو بعض المدخلات الزراعية، وإعادة التوظيف، حيث تُستخدم المواد أو المنتجات في أغراض مختلفة لإطالة بقائها ضمن النظام الاقتصادي. أما في المستويات العليا، فتأتي الحلول التي تُستخدم عند تعذر الحفاظ على المنتج أو إعادة استخدامه، وتشمل إعادة التدوير التي تعيد المواد إلى الدورة الإنتاجية، واستعادة الموارد التي تهدف إلى استرجاع القيمة المتبقية، مثل استعادة الطاقة أو المغذيات.

3. تدفقات المواد في الاقتصاد الدائري: الدورة البيولوجية والدورة التقنية

يقوم الاقتصاد الدائري على تنظيم تدفقات المواد بما يحافظ على قيمتها ويحد من الفاقد عبر مختلف مراحل الاستخدام. وتمثل هذه التدفقات مسار انتقال الموارد ضمن النظام الاقتصادي، من الإنتاج إلى الاستخدام وإدارة نهاية العمر. وفي هذا السياق، لا تُدار الموارد على مسار خطي ينتهي بالنفايات، بل ضمن نظام يعيد إدخالها في دورة الاستخدام. ويُميز هذا النهج بين دورتين رئيسيتين: الدورة البيولوجية والدورة التقنية.

الدورة البيولوجية: تشمل المواد المتجددة والقابلة للتحلل الحيوي، مثل المنتجات الغذائية والكتلة الحيوية والمخلفات العضوية. وتهدف إلى إعادة هذه المواد بأمان إلى النظم الطبيعية بعد استخدامها، بما يساهم في تجديد الموارد وتعزيز النظم البيئية، من خلال ممارسات مثل التسميد العضوي أو الهضم اللاهوائي.

- **في قطاع الزراعة:** إعادة بقايا المحاصيل والمخلفات الزراعية إلى التربة باعتبارها مصدراً للمغذيات ولتحسين الخصوبة.
- **في قطاع المياه:** استخدام الحمأة الناتجة عن معالجة مياه الصرف لإنتاج سماد عضوي أو استرداد المغذيات.

الدورة التقنية: تشمل المواد غير المتجددة، مثل المعادن والبلاستيك والمواد الصناعية، التي لا يمكن إعادتها إلى النظم الطبيعية دون إحداث آثار بيئية. ويركز الاقتصاد الدائري في هذه الدورة على الحفاظ على قيمة هذه المواد داخل النظام الاقتصادي لأطول فترة ممكنة، من خلال إطالة عمرها عبر إعادة الاستخدام، والإصلاح، وإعادة التصنيع، ثم إعادة التدوير عند الضرورة.

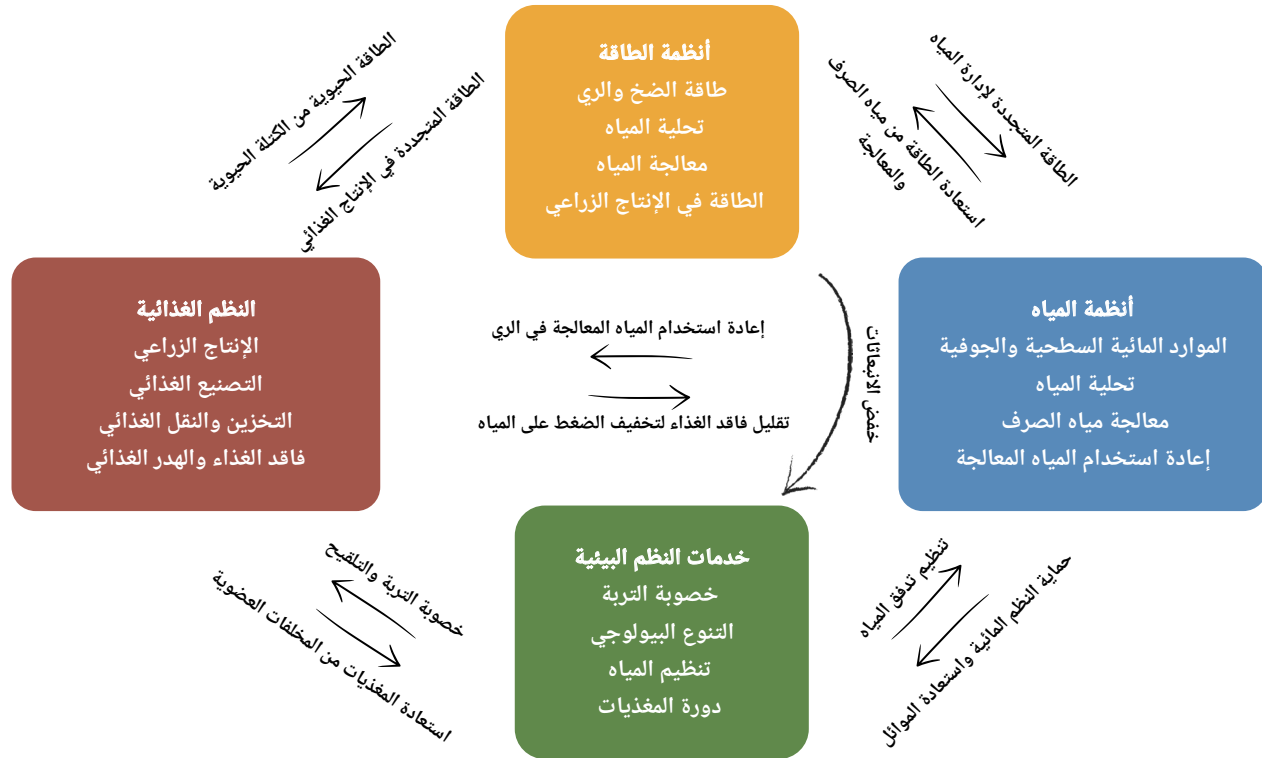
- **في قطاع الزراعة:** إصلاح وإعادة استخدام المعدات الزراعية ومكونات أنظمة الري لإطالة عمرها التشغيلي.
- **في قطاع المياه:** استرداد المواد من عمليات المعالجة (مثل المعادن أو مكونات الهياكل الأساسية)، وإعادة استخدام المعدات والأنظمة لإطالة عمرها التشغيلي.

تُظهر هاتان الدورتان أهمية التمييز بين أنواع الموارد عند تصميم الحلول الدائرية، بما يضمن اختيار الاستراتيجيات الأنسب للحفاظ على القيمة وتقليل الآثار البيئية ضمن كل قطاع. ويركّز هذا الدليل التدريبي بشكل أساسي على الدورة البيولوجية، نظراً لطبيعة قطاعي الزراعة والمياه واعتمادهما الكبير على الموارد المتجددة والقابلة للتحلل الحيوي.

جيم. تعزيز الأمن المائي والغذائي عبر الاقتصاد الدائري

يمثل الاقتصاد الدائري إطاراً عملياً لتعزيز كفاءة استخدام الموارد في المنطقة العربية، بما يدعم الأمن المائي والغذائي، من خلال تقليل الضغط على الموارد الطبيعية وتحسين كفاءة النظم الإنتاجية. وفي هذا السياق، لا يمكن فصل سياسات الزراعة والمياه عن الطاقة والبيئة في المنطقة العربية، نظراً للترابط الوثيق بين هذه القطاعات. فالزراعة هي أكبر مستهلك للمياه، وتعتمد على الطاقة في عمليات الضخ والري والإنتاج، وفي إدارة الموارد المائية، بما في ذلك التحلية والمعالجة. وتؤثر حالة النظم البيئية، مثل خصوبة التربة وتنظيم المياه والتنوع البيولوجي، بشكل مباشر على إنتاجية النظم الزراعية واستدامة الموارد المائية. لذلك، يكتسب نهج ترابط المياه والطاقة والغذاء والنظم البيئية (WEFE Nexus) أهمية خاصة لفهم هذه العلاقات المتبادلة، وتحديد المفاضلات، وتطوير حلول متكاملة تحقق منافع مشتركة عبر القطاعات.

الشكل 4. مقارنة ترابط المياه والطاقة والغذاء والنظم البيئية في الاقتصاد الدائري



المصدر: إعداد المؤلفين استناداً إلى الإسكوا، تقرير المياه والتنمية السادس: الترابط في أمن المياه والطاقة والغذاء في المنطقة العربية، 2015.

ومن هذا المنظور، يوفر الاقتصاد الدائري إطاراً عملياً لتحويل تدفقات الموارد بين القطاعات (WEFE Nexus) من مسارات خطية إلى حلقات مترابطة، مثل استخدام مياه الصرف المعالجة في الزراعة، واسترداد الطاقة والمغذيات من المخلفات، وإعادة إدماج الكتلة الحيوية في الإنتاج.

يوضح الشكل 4 أن إدارة الموارد في قطاعي الزراعة والمياه لا يمكن أن تتم بشكل منفصل، بل ضمن نظام مترابط تتداخل فيه التدفقات بين المياه والطاقة والغذاء والنظم البيئية. ويبرز الشكل أن أي تدخل في أحد هذه القطاعات يؤثر مباشرة على القطاعات الأخرى، سواء من حيث استهلاك الموارد أو كفاءة استخدامها أو الآثار البيئية المترتبة.

ويُظهر هذا الترابط أن تحسين إدارة المياه في الزراعة لا يقتصر على تقليل الاستهلاك، بل يمتد ليشمل خفض الطلب على الطاقة، وتحسين إنتاجية النظم الزراعية، والحد من الضغوط الواقعة على النظم البيئية. ويؤدي الحد من فاقد الغذاء والهدر إلى خفض الطلب على استخدام المياه والطاقة عبر سلسلة القيمة، بينما يتيح استرداد الموارد من المخلفات الزراعية ومياه الصرف فرصاً لإعادة إدماجها في الإنتاج.

وفي إطار الاقتصاد الدائري، يبرز هذا الفهم أهمية تطوير تدخلات متكاملة تحقق منافع مشتركة عبر قطاعي الزراعة والمياه، بدل التركيز على حلول جزئية، وذلك لدعم تحقيق الأمن المائي والغذائي على المدى الطويل.

دال. نشاط الفصل الأول: تحليل مقارن بين نموذج خطي ونموذج دائري

بطاقة تحليل مقارن بين نموذج خطي ونموذج دائري



معلومات النشاط:

النشاط	تحليل مقارن بين نموذج خطي ونموذج دائري
الوقت الإجمالي	30 دقيقة (25 للعمل الجماعي/5 للعرض)
حجم المجموعة	5 مشاركين
المدخلات	مثال واقعي من قطاع الزراعة أو المياه

الهدف: تمكين المشاركين من توظيف مفاهيم الاقتصاد الدائري في تحليل نظام واقعي، وتحديد فرص التحول من نموذج خطي إلى نموذج دائري.

الخطوة الأولى: اختيار مثال واقعي من قطاع الزراعة أو المياه في بلدكم

العنصر	الوصف المختصر
القطاع	☐ زراعة ☐ مياه
النظام/المثال المختار	
موقع المثال المختار	
الجهات الفاعلة الرئيسية	

العنصر	الوصف المختصر
ما هي الجهات التي تحتاج إلى التعاون لتحقيق التحول الدائري؟ وما دور كل جهة؟	

الخطوة الثانية: تحليل كيفية عمل هذا المثال وفق نموذج خطي

العنصر	الوصف المختصر
كيف يبدأ النظام؟ (الموارد/ المدخلات)	
كيف تتم العمليات؟	
كيف يتم الاستخدام؟	
ماذا يحدث بعد الاستخدام؟	
أين يحدث الفاقد أو الهدر؟	

الخطوة الثالثة: تحديد التحدي أو المشكلة الرئيسية التي تجعل النظام الحالي غير مستدام

التحدي الرئيسي في جملة واحدة	
	ما الذي يجعل هذا النظام غير مستدام؟

الخطوة الرابعة: إعادة تصميم النظام وفق مبادئ الاقتصاد الدائري من خلال اقتراح حلول عملية

العنصر	الوصف المختصر
كيف يمكن تقليل استخدام الموارد؟	
كيف يمكن إعادة الاستخدام؟	
كيف يمكن استرداد القيمة (مواد/ طاقة/ مياه)؟	
هل يمكن أن يؤدي الحل المقترح إلى آثار جانبية أو مفاضلات بين القطاعات؟ وكيف يمكن إدارتها؟ مثال: إعادة استخدام مياه الصرف تؤدي إلى زيادة إنتاجية المياه لكن معالجتها تحتاج إلى الطاقة	

الخطوة الخامسة: تحديد التدخل الدائري الرئيسي مع توضيح طبيعته والجهة المسؤولة عنه والأثر المتوقع

العنصر	الوصف المختصر
وصف التدخل (جملة واحدة)	
نوع التدخل	☐ تقني ☐ سياساتي ☐ سلوكي ☐ غير ذلك.....
الجهة المشرفة	
الأثر المتوقع	

قدّموا بطاقة مجموعتكم أمام باقي المشاركين، وشاركوا تحليلكم للنموذجين الخطي والدائري. ناقشوا مع الحضور أبرز الفجوات التي حددتموها، وادعّوهم للتعليق على الحلول المقترحة وإضافة أفكار بديلة أو مكملة.

ملاحظة: يمكنكم العودة إلى هذا النشاط بعد استكمال التدريب وإعادة تقييم تحليلكم، وتحديد ما الذي يمكن تحسينه أو تغييره في ضوء المعرفة المكتسبة، خاصة بعد التعمق في ممارسات الاقتصاد الدائري ومنظومة التمكين الداعمة للتحول إلى الاقتصاد الدائري في هذين القطاعين.



الاقتصاد الدائري في قطاع الزراعة

2

ألف. التحديات والفرص للتحوّل إلى الاقتصاد الدائري في قطاع الزراعة

يعرض هذا القسم أبرز التحديات التي تواجهها النظم الزراعية التقليدية في المنطقة العربية، ويضيء على الفرص المتاحة لتبني مقاربات في الاقتصاد الدائري.

لا يقتصر التحوّل إلى الاقتصاد الدائري في الزراعة على إدارة المخلفات الزراعية، بل يشمل إعادة تصميم النظم الزراعية والغذائية بهدف تحسين كفاءة استخدام المياه والطاقة والأراضي والمغذيات عبر سلسلة القيمة كاملة. ومن هذا المنطلق، ترتبط الزراعة الدائرية ارتباطاً وثيقاً بنهج ترابط المياه والطاقة والغذاء والنظم البيئية، حيث تسهم إعادة استخدام المياه، واسترداد المغذيات، وتثمين الكتلة الحيوية في تحقيق منافع مشتركة بين القطاعات وتقليل المفاضلات بين أهداف التنمية المختلفة.

1. أنماط استخدام الموارد في قطاع الزراعة

(أ) المياه والطاقة في الأنشطة الزراعية

القطاع الزراعي هو أكبر مستخدم للمياه في العديد من البلدان العربية، إذ يستهلك نحو 85 في المائة من الموارد المائية العذبة المتاحة، مقارنةً بمتوسط عالمي يبلغ نحو 70 في المائة³. ويتسم هذا الاعتماد الكبير على الري بمحدودية الكفاءة، وباستخدام



مكثف للمياه الجوفية، في سياق ارتفاع مستويات الإجهاد المائي. ولا يرتبط التحدي بحجم المياه المستخدمة فحسب، بل أيضاً بمدى إنتاجية استخدامها، أي بكمية الإنتاج لكل وحدة مياه مستهلكة وقيمتها. لذلك، يشكل تحسين إنتاجية المياه مدخلاً رئيسياً للتحول إلى نظم زراعية أكثر كفاءة ودائرية.

وترتبط الأنشطة الزراعية ارتباطاً وثيقاً باستهلاك الطاقة، لا سيما في عمليات ضخ المياه والري، إضافة إلى التبريد والنقل والمعالجة الأولية. ويؤدي هذا الترابط بين المياه والطاقة إلى زيادة تكاليف الإنتاج وتعزيز الضغط على الموارد الطبيعية، خصوصاً في البيئات الجافة وشبه الجافة، مما يبرز أهمية تحسين كفاءة استخدامهما بشكل متكامل.

(ب) المدخلات الزراعية والتربة والكتلة الحيوية

تعتمد النظم الزراعية في العديد من بلدان المنطقة على استخدام مكثف للأسمدة الكيميائية والمبيدات، غالباً دون مواعمة دقيقة مع احتياجات التربة والمحاصيل. ويؤدي ذلك إلى ارتفاع تكاليف الإنتاج، وتدهور خصائص التربة، وفقدان المغذيات. كما تواجه الأراضي الزراعية تحديات متزايدة، بما في ذلك التملح، والتعرية، وفقدان المادة العضوية، وهي عوامل تؤثر سلباً على الإنتاجية والاستدامة.

وفي المقابل، تتوافر في المنطقة موارد غير مستغلة يمكن أن تدعم تحسين إدارة المغذيات. فالنظم الزراعية والغذائية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا تنتج نحو 21.5 مليار متر مكعب سنوياً من مياه الصرف الغنية بالمغذيات، التي تمثل مورداً محتملاً لإعادة الاستخدام في الزراعة⁴. كما تنتج كميات كبيرة من الكتلة الحيوية، مثل بقايا المحاصيل، ومخلفات التقليم، وتفل الزيتون، ومخلفات النخيل، ومخلفات الصناعات الغذائية. وغالباً ما يتم التخلص من هذه الموارد بطرق تقليدية مثل الحرق أو الإهمال، بدل استخدامها كمصادر بديلة للمياه والمغذيات، لتقليل الاعتماد على المدخلات الخارجية وتحسين استدامة النظم الزراعية.

2. الفاقد والمهدور من الغذاء عبر سلسلة القيمة الزراعية

يمثل الفاقد والمهدور من الغذاء أحد أبرز مظاهر عدم الكفاءة في النظم الزراعية والغذائية في المنطقة العربية، كما يشكل أحد أهم أشكال الهدر غير المرئي للموارد الطبيعية، بما في ذلك المياه والطاقة والعمل البشري.

الجدول 2. مظاهر وأسباب ونتائج الفاقد والمهدور في سلسلة القيمة

مرحلة السلسلة	مظاهر الفقد والهدر	الأسباب الرئيسية	الأثر
الإنتاج والحصاد	تلف المحاصيل أو تركها في الحقول	ضعف الإرشاد، توقيت حصاد غير ملائم، تقلبات مناخية، ارتفاع كلفة الحصاد	هدر المياه والطاقة دون قيمة مضافة
التخزين والنقل	فقد الخضروات والفواكه	غياب التخزين الملائم، ضعف سلاسل التبريد، سوء التعبئة	انخفاض دخل المزارعين
التسويق	فائض غير مَسوّق	ضعف التنسيق، طول سلاسل التوريد	ارتفاع الأسعار على المستهلك
الاستهلاك	إتلاف الغذاء الصالح	معايير شكلية، أنماط استهلاك غير رشيدة	هدر اقتصادي وبيئي

المصدر: إعداد المؤلفين.

ولا يقتصر الفاقد والمهدور من الغذاء على مرحلة واحدة من سلسلة القيمة الزراعية، بل يمتد عبر مراحل الإنتاج وما بعد الحصاد والتسويق والاستهلاك، كما يظهر في الجدول 2. وتتراكم الخسائر نتيجة اختلالات مترابطة، فتنتقل آثار كل مرحلة إلى المراحل اللاحقة، ليزيد الفاقد وتضعف كفاءة النظام ككل. ولا تقتصر الآثار على خسارة الغذاء، بل تشمل أيضاً هدر المياه والطاقة، وانخفاض دخل المنتجين، وارتفاع التكاليف على المستهلكين. لذلك، يتطلب الحد منها مقاربة متكاملة تعالج سلسلة القيمة كاملة بدل التدخلات الجزئية.

ومن منظور الاقتصاد الدائري، تساعد المقاربة الكاملة على تحديد نقاط التدخل ذات الأولوية، من خلال تقليل الفاقد من المصدر، وتحسين إدارة الموارد في المراحل الوسيطة، وإعادة استخدام المخلفات في نهاية السلسلة. فتنحصر المخلفات العضوية من ناتج نهائي إلى مدخلات يمكن إعادة إدماجها في النظام الإنتاجي وتحسين كفاءة الموارد.

3. تأثير تغيّر المناخ على قطاع الزراعة

يواجه القطاع الزراعي تحديات متزايدة بفعل تغيّر المناخ، إذ تؤدي موجات الحر والجفاف، واضطراب الأمطار، وتواتر الظواهر المتطرفة إلى انخفاض إنتاجية المحاصيل وجودتها، وزيادة الآفات والأمراض، وعدم استقرار المواسم الزراعية. ويشكّل تغيّر المناخ ندرة المياه تهديداً متزايداً للإنتاج الزراعي في المنطقة العربية، إذ تشير تقديرات الإسكوا إلى أن ما يصل إلى 84 في المائة من الأراضي الزراعية في المنطقة معرضة بدرجة كبيرة لمخاطر ندرة المياه بسبب تغيّر المناخ.⁵

ويزداد الضغط على المياه والتربة نتيجة ارتفاع التبخر، وتراجع كفاءة الري، والانجراف والتصحر والتملح، في منطقة تُعد من الأكثر ندرة في المياه عالمياً. وتقع نتائج ذلك على المجتمعات الريفية من خلال انخفاض دخل المزارعين، وهشاشة سبل العيش، واتساع الفجوات الاجتماعية والاقتصادية، خاصة بين النساء والشباب.

وفي هذا السياق، يصبح التحول إلى نظم زراعية أكثر استدامة ضرورة ملحة للتخفيف من آثار تغيّر المناخ والتكيف معه. فالقطاع الزراعي والنظم الغذائية يساهمان بنحو 20-30 في المائة من انبعاثات غازات الدفيئة عالمياً، ما يجعل تحسين ممارسات الإنتاج وإدارة الموارد جزءاً أساسياً من الحلول المناخية.⁶ وفي المقابل، توفر الزراعة الذكية مناخياً نهجاً متكاملاً يعزز الإنتاجية، ويرفع القدرة على التكيف، ويحد من الانبعاثات. ويشكّل دمج مبادئ الاقتصاد الدائري بهذا النهج مساراً استراتيجياً لتعزيز مرونة النظم الزراعية في المنطقة العربية، ودعم استدامة سبل العيش الريفية، وتحقيق الأمن الغذائي على المدى الطويل.

باء. الزراعة الدائرية

1. الاقتصاد الدائري عبر سلسلة القيمة الغذائية

يمتد الاقتصاد الدائري في الزراعة على جميع مراحل سلسلة القيمة الغذائية، من الإنتاج والمعالجة والتوزيع إلى الاستهلاك وإدارة المخلفات، بهدف تحسين كفاءة الموارد عبر المراحل. وتسعى الزراعة الدائرية إلى تقليل الفاقد وتعظيم الاستفادة من الموارد عبر إعادة استخدامها واسترداد المغذيات والطاقة، بما يحافظ على قيمتها داخل النظام الزراعي ويقلل الضغط على الموارد الطبيعية.⁷

يوضح الشكل 5 كيفية توزيع فرص التدخل الدائري على امتداد سلسلة القيمة الغذائية، مع إبراز أهمية معالجة الفاقد من المصدر، وتعزيز كفاءة العمليات في المراحل الوسيطة، وإعادة إدماج الموارد في نهاية السلسلة. ويُظهر أن تحقيق الدائرية يتطلب ترابطاً بين هذه المراحل، بحيث تُستخدم المخرجات الثانوية والمخلفات كمدخلات لعمليات أخرى ضمن النظام. ويُستخدم هذا الإطار لتحديد أولويات التدخل وتصميم حلول متكاملة.

الشكل 5. إطار الزراعة الدائرية عبر مراحل سلسلة القيمة



المصدر: إعداد المؤلفين استناداً إلى United Nations Food Systems Coordination Hub, Food Systems Solutions Webinar 2026: Circular economy and sustainable food systems, 12 March 2026.

2. حلول الاقتصاد الدائري في قطاع الزراعة عبر سلسلة القيمة الغذائية

في ضوء الإطار المفاهيمي الوارد في الشكل 5، يعرض هذا القسم مجموعة مختارة من الحلول الدائرية القابلة للتطبيق، التي يمكن تكييفها وفق السياقات المحلية، فيما يتناول القسم التالي الجوانب التقنية والتطبيقية لبعض هذه الحلول بمزيد من التفصيل.

الجدول 3. تطبيقات الاقتصاد الدائري في قطاع الزراعة عبر سلسلة القيمة الغذائية

مرحلة سلسلة القيمة	الحلول الدائرية
الإنتاج الزراعي: تحسين إدارة الموارد الطبيعية	إعادة تدوير المخلفات الزراعية لإنتاج السماد العضوي، واستخدام الفحم الحيوي لتحسين خصوبة التربة وتخزين الكربون
	استخدام الأسمدة الحيوية والمبيدات الحيوية، وتطبيق الإدارة المتكاملة للآفات
	اعتماد نظم متكاملة تربط بين المحاصيل والثروة الحيوانية لإغلاق دورة المغذيات
	تطبيق الزراعة الحرجية، وتناوب المحاصيل، والزراعة المغطاة لتحسين صحة التربة
	تحليل التربة والتسميد الدقيق لتحسين إدارة المغذيات
	استخدام تقنيات الزراعة الدقيقة (الاستشعار والبيانات) لتحسين كفاءة المدخلات
	تحسين كفاءة استخدام المياه عبر الري الحديث وإعادة استخدام المياه المعالجة
	استكشاف إنتاج أعلاف بديلة من الكتلة الحيوية (مثل الأعلاف الحشرية)
	استخدام منصات لمشاركة وتأجير المعدات الزراعية لتحسين كفاءة استخدام الأصول
	اعتماد خدمات الزراعة الدقيقة كخدمة (مثل توفير أجهزة الاستشعار كخدمة) لتحسين استخدام الموارد
	استخدام خدمات الري الذكي القائمة على الاشتراك أو الدفع مقابل الاستخدام لتحسين كفاءة استخدام المياه

تثمين القشور والبيذور والمخلفات وتحويلها إلى منتجات ذات قيمة	المعالجة والتصنيع الغذائي: تثمين الموارد وتقليل الفاقد
إنتاج الطاقة الحيوية (مثل الغاز الحيوي) من المخلفات العضوية أو استخدام الكتلة الحيوية	
إعادة استخدام المياه والطاقة والمواد داخل منشآت المعالجة	
إنتاج مواد حيوية من المخلفات الزراعية (مثل مواد التعبئة القابلة للتحلل)	
تحسين التخزين وسلاسل التبريد للحد من الفاقد بعد الحصاد	التوزيع والأسواق: تحسين الكفاءة وتقليل الفاقد
تعزيز سلاسل الإمداد القصيرة والأسواق المحلية	
استخدام الحلول الرقمية لتحسين الخدمات اللوجستية وإدارة التخزين	
اعتماد مواد تغليف مستدامة وقابلة لإعادة الاستخدام أو التحلل	
إعادة توزيع فائض الغذاء الصالح للاستهلاك	الاستهلاك واسترداد الموارد من النفايات
تحويل النفايات الغذائية إلى سماد عضوي أو طاقة حيوية	
استعادة المغذيات (مثل النيتروجين والفوسفور) من النفايات أو مياه الصرف	
تطوير منتجات غذائية من الفائض أو المنتجات غير المثالية	
تعزيز التوعية لتقليل الهدر الغذائي	

المصدر: إعداد المؤلفين استناداً إلى المنظمة العربية للتنمية الزراعية، تدوير المخلفات الزراعية لإنتاج الأسمدة العضوية في الوطن العربي: الواقع، التحديات، وآفاق المستقبل، 2025؛ وتحويل النفايات الغذائية إلى أعلاف عضوية: الواقع والمأمول، 2025.



جيم. الحلول التقنية وممارسات الزراعة الدائرية

يستعرض هذا القسم الحلول التقنية للاقتصاد الدائري لتطبيقها في القطاع الزراعي من خلال توضيح الأسس والتقنية والعمليات البيولوجية والكيميائية والفيزيائية المستخدمة في معالجة الموارد والمخلفات الزراعية وإعادة إدماجها في النظام الإنتاجي^{9,8}. وتشمل هذه الحلول تلك القائمة على الطبيعة التي تعتمد على توظيف العمليات البيئية لتحسين إدارة التربة والمغذيات والموارد البيولوجية، بما يعزز استدامة النظم الزراعية ويُسهم في إغلاق حلقات الموارد ضمن الاقتصاد الدائري.

1. تحويل النفايات الغذائية إلى أعلاف عضوية

يشكل تحويل النفايات الغذائية إلى أعلاف عضوية أحد التطبيقات العملية للاقتصاد الدائري في النظم الغذائية، إذ يتيح إعادة استخدام الموارد غير المستغلة وتقليل الاعتماد على الأعلاف التقليدية، بما في ذلك الأعلاف المستوردة. ويعتمد هذا النهج على مجموعة من المعالجات التي تهدف إلى تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمخلفات، لجعلها مناسبة وآمنة للاستخدام في تغذية الحيوانات.

(أ) المعالجات الفيزيائية (الميكانيكية)

تهدف المعالجات الفيزيائية إلى تحسين الخصائص الشكلية للمخلفات وتسهيل استخدامها وتداولها، من خلال تقليل الحجم، وتحسين التجانس، وخفض محتوى الرطوبة. وتشمل:

- الفرز والتصنيف: إزالة الملوثات والمواد غير العضوية وفصل المكونات غير المناسبة.
- التقطيع والطحن: تقليل حجم الجزيئات وزيادة المساحة السطحية، لتحسين قابلية الهضم.
- الضغط الميكانيكي: زيادة الكثافة وتحسين النقل والتخزين.
- التجفيف: خفض محتوى الرطوبة إلى نحو 10-15 في المائة لضمان الاستقرار ومنع نمو الكائنات الدقيقة.

وتسهم هذه العمليات في تحسين استقرار المواد العلفية وزيادة كفاءة استخدامها ضمن نظم الإنتاج الحيواني.

(ب) المعالجات الكيميائية

تُستخدم المعالجات الكيميائية لتحسين القيمة الغذائية للمخلفات النباتية اللينة، خاصة تلك الغنية بالجنوسليلوز (مثل القش وبقايا المحاصيل)، من خلال تفكيك بنيتها المعقدة. وتشمل:

- المعالجة باليوريا.
- المعالجة بالأمونيا.
- المعالجة بالقلويات مثل الصودا الكاوية.

تعمل هذه المواد على كسر الروابط بين مكونات الألياف النباتية مثل اللجنين والسليولوز والهيميسليولوز، مما يؤدي إلى زيادة قابلية الهضم، وتحسين القيمة الغذائية، ورفع محتوى البروتين الخام في بعض المخلفات الزراعية.

(ج) المعالجات البيولوجية

تعتمد المعالجة البيولوجية على استخدام الكائنات الدقيقة لتحليل المركبات العضوية المعقدة وتحسين جودة المخلفات كأعلاف. وتشمل:

- استخدام الفطريات لتحليل بعض مكونات الألياف النباتية مثل اللجنين.
- استخدام البكتيريا والإنزيمات الحيوية لتفكيك السليولوز والهيميسليولوز.
- عمليات التخمر الحيوي لتحسين القيمة الغذائية وزيادة محتوى البروتين.

وتؤدي هذه العمليات إلى تحسين القيمة الغذائية للأعلاف الناتجة من المخلفات الزراعية، وزيادة قابلية هضمها لدى الحيوانات، إضافة إلى تقليل المركبات غير المرغوبة في المواد العلفية، مما يعزز كفاءة الاستفادة منها في تغذية الحيوانات.

(د) إنتاج السيلاج من المخلفات الزراعية والغذائية

تُستخدم تقنية السيلاج (Silage) لحفظ المواد العضوية الرطبة من خلال التخمر اللاهوائي، خاصة بقايا الخضروات والأعشاب والمحاصيل. وتشمل الخطوات الرئيسية:

- فرم المادة النباتية إلى أجزاء صغيرة لتسهيل عملية التخمر.
- ضغطها في بيئة محكمة (حفرة، خزان، أو أكياس) لمنع دخول الهواء.
- حدوث التخمر اللاهوائي بواسطة بكتيريا حمض اللاكتيك.

ويؤدي ذلك إلى خفض درجة الحموضة إلى نحو 4-5، مما يمنع فساد المادة ويحافظ على قيمتها الغذائية. وتسهم هذه التقنية في تقليل الفاقد وتوفير مصدر علف مستقر لفترات طويلة.

(هـ) تحليل الجودة والسلامة

قبل استخدام المخلفات المعالجة كأعلاف، يجب إجراء التحاليل التالية لضمان سلامتها وجودتها:

(1) التحاليل الكيميائية

- البروتين الخام.
- الألياف.
- الدهون.
- المعادن.
- الرطوبة.

(2) التحاليل الميكروبيولوجية

- الكشف عن الكائنات الدقيقة الضارة.
- فحص الفطريات والسموم الفطرية.

وينبغي أيضاً تحليل مستوى المعادن الثقيلة وبقايا المبيدات في المخلفات المستخدمة كأعلاف لضمان سلامتها وصلاحياتها للاستخدام.

2. تحويل المخلفات الزراعية إلى أسمدة عضوية ومحسنة تربة

يمثل تدوير المخلفات الزراعية والحيوانية لإنتاج الأسمدة العضوية أحد التطبيقات الرئيسية للاقتصاد الدائري في الزراعة، إذ يتيح إعادة تدوير المغذيات داخل النظام الزراعي، وتحسين خصوبة التربة، وتقليل الاعتماد على الأسمدة الكيميائية.

(أ) الكومبوست الهوائي (Aerobic composting)

تعتمد هذه التقنية على التحلل البيولوجي للمادة العضوية في وجود الأكسجين بواسطة الكائنات الدقيقة، مثل البكتيريا والفطريات. وتشمل المواد الأولية بقايا المحاصيل، والمخلفات النباتية، وروث الحيوانات. وخلال العملية، تتحول هذه المواد إلى سماد عضوي مستقر غني بالمغذيات.

(1) ظروف التشغيل

- نسبة الكربون إلى النيتروجين: من 25:1 إلى 30:1.
- الرطوبة: 50-60 في المائة.
- درجة الحرارة: 55-65 درجة مئوية.
- التهوية: عبر تقليب الأكوام بشكل دوري.

(2) أنظمة الإنتاج

- الأكوام الطويلة (Windrow composting).
- المفاعلات المغلقة (In-vessel composting).

(3) الكومبوست المشترك (Co-composting)

يعتمد على خلط أنواع مختلفة من المخلفات العضوية (نباتية، حيوانية، غذائية) لتحقيق توازن أفضل بين الكربون والنيتروجين، مما يحسن كفاءة التحلل الميكروبي وجودة السماد الناتج. ويسهم تنوع المواد الأولية في تعزيز النشاط الميكروبي وتحسين الخصائص الزراعية للسماد.

(ب) الهضم اللاهوائي وإنتاج الغاز الحيوي (Anaerobic digestion/biogas)

الهضم اللاهوائي هو عملية تحلل بيولوجي تتم في غياب الأكسجين داخل مفاعلات مغلقة، حيث تتحول المادة العضوية إلى غاز حيوي ونواتج عضوي (Digestate) يمكن استخدامه كسماد.

(1) مراحل العملية

- التحلل المائي (Hydrolysis).
- التخمر الحمضي (Acidogenesis).
- تكوين الأسيتات (Acetogenesis).
- تكوين الميثان (Methanogenesis).

(2) ظروف التشغيل

- درجة الحرارة: 38-35 درجة مئوية (النطاق المتوسط)، 55-50 درجة مئوية (النطاق الحراري).
- درجة الحموضة: قريبة من 7.

(3) المخرجات

- الغاز الحيوي (Biogas): يحتوي عادة على 55-65 في المائة من الميثان.
- ناتج الهضم الحيوي (Digestate): مادة عضوية غنية بالعناصر الغذائية يمكن استخدامها كسماد عضوي أو محسن للتربة بعد المعالجة المناسبة.

(ج) مستخلصات عضوية ومحسنات للتربة مشتقة من المخلفات العضوية

تشمل هذه الفئة منتجات مستخلصة من معالجة المخلفات العضوية، وتُستخدم لتحسين خصوبة التربة وتعزيز نمو النباتات.

(1) شاي الكومبوست (Compost tea)

يُنتج شاي الكومبوست بنقع الكومبوست في الماء مع تهويته لاستخلاص الكائنات الدقيقة المفيدة والعناصر الغذائية الذائبة. ويستخدم هذا المنتج عادة كرواق أو كمحسن للتربة، يساهم في تنشيط الكائنات الدقيقة في التربة وتحسين صحة النباتات.

(2) المواد الهيومية (Humic substances)

المواد الهيومية هي مجموعة من المركبات العضوية التي تتكون نتيجة تحلل المادة العضوية وتحولها. ويمكن استخدامها في أشكال صلبة أو سائلة، حسب طريقة المعالجة والتركيب. ومن أبرز هذه المواد أحماض الهيوميك، وأحماض الفولفيك،

والهيومين. وهي تساعد على تحسين استفادة النباتات من العناصر الغذائية، وزيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه، وتحسين خصوبتها، وتحفيز نمو الجذور.

3. الحلول القائمة على الطبيعة في الزراعة وتعزيز مبادئ الاقتصاد الدائري

تُعدّ الحلول القائمة على الطبيعة (nature-based solutions) من المقاربات المهمة لتعزيز استدامة النظم الزراعية، خصوصاً في المناطق الجافة وشبه الجافة في المنطقة العربية. وتعتمد هذه المقاربات على توظيف العمليات البيئية الطبيعية في تحسين إدارة التربة والمغذيات والموارد البيولوجية، بما يساهم في رفع كفاءة الإنتاج الزراعي وتقليل الفاقد. وهي تتقاطع مع مبادئ الاقتصاد الدائري من خلال إعادة استخدام الموارد واستعادة المغذيات وإغلاق حلقات الكتلة الحيوية داخل النظام الزراعي.

ومن أبرز هذه الحلول إعادة تدوير الكتلة الحيوية الزراعية عبر التسميد العضوي (composting)، التي تتيح إعادة إدماج المغذيات في التربة وتحسين محتواها من المادة العضوية، مما يعزز خصوبتها وقدرتها على الاحتفاظ بالمياه، ويقلل الاعتماد على الأسمدة الكيميائية.

كذلك تشمل هذه الحلول الزراعة الحرجية (agroforestry) وأحزمة الأشجار، التي تدمج الأشجار مع المحاصيل أو الأنشطة الزراعية، بما يساهم في تحسين بنية التربة، وتقليل التعرية، وتعزيز التنوع البيولوجي، وزيادة قدرة النظم الزراعية على التكيف مع التغيرات المناخية. وتتضمن أيضاً ممارسات الإدارة المستدامة للتربة، مثل استخدام الغطاء النباتي، وتناوب المحاصيل، وإعادة إدخال المخلفات العضوية، التي تساهم في استعادة خصوبة التربة وتحسين دورتها الحيوية.

دال. تطبيقات الاقتصاد الدائري في قطاع الزراعة في المنطقة العربية:

دراسات حالة

تعرض دراسات الحالة التالية أمثلة من المنطقة العربية عن تطبيق مبادئ الاقتصاد الدائري في قطاع الزراعة. ويلي دراسات الحالة نموذج (ورقة عمل) يُستخدم لدعم الاستفادة من هذه الحالات واستخلاص أفكار عملية.

1. دراسة الحالة 1: تجميع المنتجات الثانوية وريادة الأعمال

تجميع جفت الزيتون - شركة Bioheat (تونس)

تُظهر هذه التجربة كيف يمكن لتجميع المنتجات الثانوية (by-product valorization) أن يدعم نموذج أعمال دائرياً في سلاسل القيمة الزراعية. ففي تونس، طورت شركة Bioheat¹⁰ نموذجاً لتحويل جفت الزيتون، وهو من أبرز مخلفات المعاصر، إلى قوالب وقود حيوي مضغوطة للتدفئة وإنتاج الطاقة. وتشمل العملية جمع الجفت وضغطه وتشكيله، ثم تجفيفه طبيعياً لنحو 30 يوماً قبل تعبئته وتسويقه. وتبلغ رطوبة القوالب نحو 8 في المائة، مما يحسن كفاءة الاحتراق ويقلل الانبعاثات مقارنة بالحطب التقليدي.

ويحوّل هذا النموذج المخلفات من مصدر محتمل للتلوث إلى طاقة حيوية منخفضة الكلفة، مع خفض تكاليف التدفئة بنحو الثلث. كما يقلل الاعتماد على الحطب والوقود الأحفوري وحررق المخلفات الزراعية، ويخلق قيمة اقتصادية وسوقاً محلية للطاقة الحيوية. وتبرز التجربة دور ريادة الأعمال الدائرية في إغلاق حلقات الموارد، وتحسين استخدام الكتلة الحيوية، وإتاحة فرص اقتصادية في الريف.

.....



الشكل 7. مفاعل الهضم اللاهوائي المستخدم لإنتاج الفاز الحيوي والسماذ العضوي



المصدر: @biodome.sarl

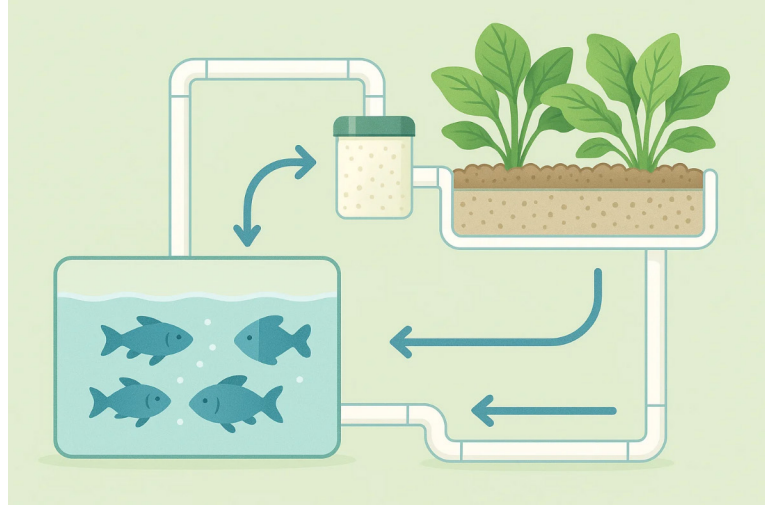
4. دراسة الحالة 4: الزراعة الدائرية في البيئات الجافة باستخدام أنظمة الأكوابونيك (Aquaponic)

أنظمة الأكوابونيك للإنتاج الغذائي في البيئات الصحراوية - شركة AquaponicTec (الإمارات العربية المتحدة، قطر، المملكة العربية السعودية)

مع تزايد ندرة المياه والتحديات التي تواجهها الأراضي الزراعية في بلدان الخليج، برزت أنظمة الأكوابونيك كحل يدعم الزراعة الدائرية في البيئات الصحراوية. وتعتمد هذه الأنظمة على دمج تربية الأسماك مع الزراعة المائية ضمن نظام مغلق يعيد استخدام المياه والمغذيات بشكل مستمر، تتحول فيه مخلفات الأسماك إلى مغذيات للنباتات بفعل البكتيريا، ثم تُعاد المياه بعد تنقيتها إلى أحواض الأسماك، مما يخلق دورة إنتاج متكاملة.

وفي هذا السياق، تُعد شركة AquaponicTec مثالاً على تطبيق أنظمة الأكوابونيك للإنتاج الغذائي في البيئات الصحراوية¹³. يسمح هذا النظام بإنتاج الأسماك والخضروات في آن واحد، مع تقليل استهلاك المياه بنسبة تصل إلى 90 في المائة مقارنة بالزراعة التقليدية، إضافة إلى الحد من استخدام الأسمدة الكيميائية. وقد طُبقت هذه الأنظمة في المزارع الحضرية والتجارية والمؤسسات التعليمية. وتبرز هذه التجربة إمكانات الأنظمة المتكاملة في تحسين كفاءة استخدام الموارد وتعزيز الإنتاج الغذائي المحلي في البيئات ذات الموارد المحدودة.

الشكل 8. نظام أكوابونيك متكامل لإنتاج الأسماك والخضروات ضمن دورة مغلقة للمياه والمغذيات



المصدر: الموقع الإلكتروني لشركة AquaponicTec.

5. دراسة الحالة 5: إنتاج الأعلاف المستدامة من المخلفات الزراعية والغذائية

تحويل النفايات العضوية إلى بروتين للأعلاف - شركة بروتينا (مصر)

طورت شركة بروتينا Proteina¹⁴ في مصر نموذجاً لإنتاج بروتين مستدام للأعلاف من خلال إعادة تدوير المخلفات الغذائية والزراعية باستخدام يرقات ذبابة الجندي الأسود. تتغذى اليرقات على النفايات العضوية مثل بقايا الخضروات، وتحولها خلال فترة قصيرة إلى بروتين غني يُستخدم في أعلاف الأسماك والدواجن والحيوانات. وتنتج العملية زيوتاً حيوية، ومادة عضوية ثانوية تُستخدم كسماد عضوي.

يساهم هذا النموذج في إنشاء حلقة إنتاج دائرية تربط بين إدارة النفايات والإنتاج الزراعي، ويبيّن دور الحلول البيولوجية الطبيعية في إعادة تدوير المغذيات وتحويل النفايات إلى موارد إنتاجية، كما يساعد على تقليل الضغط على الموارد الطبيعية وتعزيز كفاءة استخدام الكتلة الحيوية.

الشكل 9. إنتاج بروتين للأعلاف من النفايات العضوية باستخدام يرقات الذبابة الجندي الأسود



المصدر: الموقع الإلكتروني لشركة بروتينا.

يمكن استخدام ورقة العمل لفهم الحالة، ومناقشتها، وتحليلها، واستخلاص أفكار منها.

بطاقة تحليل دراسة حالة



معلومات عن النشاط

النشاط	تحليل دراسة حالة
الوقت الإجمالي	20 دقيقة (عمل فردي أو جماعي + نقاش)
حجم المجموعة	عمل فردي/مجموعات صغيرة
المدخلات	دراسة حالة من الدليل

الهدف: فهم كيفية تطبيق مفاهيم الاقتصاد الدائري في الواقع، وتحليل عوامل النجاح، واستكشاف إمكانية تكييف الحلول في سياقات مختلفة.

الخطوة الأولى: تحليل التدخل الدائري

العنصر	الوصف المختصر
ما نوع التدخل الدائري المعتمد؟ (إعادة استخدام، إعادة تدوير، تقليل، استعادة موارد، إصلاح، إعادة تصميم...)	
في أي مرحلة من سلسلة القيمة طُبّق؟	
ما الموارد التي تحسّن أو يعاد استخدامها؟	

الخطوة الثانية: عوامل النجاح

ما هي عوامل النجاح التي ساهمت في تطبيق النهج الدائري في دراسة الحالة هذه؟

هل نجح هذا التدخل بسبب التشريعات، أو التمويل، أو الحوكمة، أو الشراكات، أو الابتكار، أو المشاركة المجتمعية؟

أهم عوامل النجاح

الخطوة الثالثة: الربط بالسياق المحلي

العنصر	الوصف المختصر
هل يمكن تطبيق هذه الفكرة في سياقكم؟	
ما الذي يحتاج إلى تكييف؟	
ما هي التحديات المتوقعة؟	

قدّموا بطاقة مجموعتكم بشكل مختصر أمام باقي المشاركين، وشاركوا أبرز التحديات والتدخلات التي اقترحتموها. استمعوا لتعليقات الحضور، ودوّنوا أي أفكار أو مقترحات يمكن أن تساعد في تحسين التدخلات أو تطويرها.

هـ. نشاط الفصل الثاني: تصميم سلسلة قيمة زراعية دائرية

بطاقة تصميم سلسلة قيمة زراعية دائرية



معلومات النشاط

النشاط	تصميم سلسلة قيمة زراعية دائرية
الوقت الإجمالي	40 دقيقة (30 للعمل الجماعي/10 للمرض)
حجم المجموعة	5 مشاركين
المدخلات	منتج زراعي واقعي من بلد المشاركين

الهدف: تحليل سلسلة القيمة الزراعية الحالية، وتحديد نقاط الفاقد والهدر، وإعادة تصميمها وفق مبادئ الاقتصاد الدائري لتعزيز الكفاءة وخلق قيمة مضافة.

الخطوة الأولى: اختيار منتج زراعي

العنصر	الوصف المختصر
المنتج الزراعي	

الخطوة الثانية: رسم سلسلة القيمة الحالية وتحليلها

ارسموا السلسلة للمنتج الزراعي المُختار على شكل مخطط (flow diagram) ثم لخصوها في الجدول:

المرحلة	المخلفات	المخرجات	المدخلات
الإنتاج			
التحويل			
التوزيع			
الاستهلاك			

الخطوة الثالثة: تحليل السلسلة

حددوا داخل المجموعة:

- أعلى استهلاك للمياه/للطاقة/للمواد.
- أكبر فقد أو هدر.
- العمليات غير الفعالة.
- المخلفات التي يمكن أن تتحول إلى مورد.
- الروابط الممكنة مع قطاعات أخرى ضمن نهج ترابط المياه، والطاقة، والغذاء، والنظم البيئية.
- فقدان القيمة الاقتصادية.

الخطوة الرابعة: تحديد أهم نقاط التحول وابتكار حلول دائرية

أهم 3 نقاط يمكن أن يحدث فيها تحول دائري:

.1

.2

.3

اخترنا نقطة واحدة من النقاط الثلاث، وابتكروا لها حلاً دائرياً غير تقليدي.

ارسموا السلسلة المُحدَّثة مع البُعد الدائري على شكل مخطط (flow diagram).

أجيبوا على هذه الأسئلة:

العنصر	الوصف المختصر
ما الأثر المتوقع لهذا الحل على تحسين استخدام الموارد (خاصة المياه والبيئة؟	
كيف يخلق هذا الحل قيمة جديدة؟	
هل يمكن تحويله إلى نموذج أعمال؟ كيف؟	
من يمكن أن يستفيد منه؟	

قدّموا بطاقة مجموعتكم أمام باقي المشاركين، وشاركوا تحليلكم. ناقشوا مع الحضور أبرز الفجوات التي حددتموها، وادعّوهم للتعليق على الحلول المقترحة وإضافة أفكار بديلة أو مكملة.



الاقتصاد الدائري في قطاع المياه

3

ألف. التحديات والفرص للتحوّل إلى الاقتصاد الدائري في قطاع المياه

1. أنماط استخدام الموارد

(أ) ميزان الندرة المائية وتفاوت التوزيع

تواجه المنطقة العربية أزمة مائية مزمنة تُعَدُّ من بين الأشد عالمياً، إذ يعاني 19 بلداً عربياً من ندرة المياه. وتشير بيانات الإسكوا إلى أن نحو 90 في المائة من سكان المنطقة يعيشون تحت عتبة ندرة المياه، مع اعتمادٍ متزايد على المياه الجوفية غير المتجددة¹⁵.

ويبيّن توزيع استخدامات المياه اختلالاً هيكلياً، إذ يستهلك القطاع الزراعي نحو 85 في المائة من الموارد المائية العذبة المتاحة، مقارنةً بمتوسط عالمي يبلغ نحو 70 في المائة¹⁶. وتشير البيانات كذلك إلى أن البلدان العربية تستورد كميات كبيرة من الغذاء تعادل نحو 329 مليار متر مكعب من المياه الافتراضية سنوياً، مما يعكس الترابط الوثيق بين الأمن المائي والأمن الغذائي¹⁷.

ويرتبط قطاع المياه ارتباطاً وثيقاً بالطاقة، إذ تتطلب عمليات الضخ والمعالجة والنقل كميات كبيرة من الكهرباء. وبالنسبة، فنسبة استهلاكه للكهرباء مرتفعة على المستوى الوطني، مما يبرز أهمية تحسين كفاءة استخدام الطاقة ودمج مصادر الطاقة المتجددة ضمن إدارة المياه، كجزء من التحوّل إلى الاقتصاد الدائري¹⁸.



(ب) جودة المياه والتلوث الزراعي والصناعي والبلدي

لا تقتصر تحديات المياه في المنطقة العربية على محدودية الكمية، بل تمتد إلى تدهور النوعية نتيجة تعدد مصادر التلوث. وتشمل أبرز هذه المصادر:

- **التلوث الزراعي** الناتج عن الجريان السطحي المحمل بالأسمدة والمبيدات، وما يرتبط به من تملح التربة والمياه.
- **التلوث الصناعي** الناتج عن تصريف مياه غير معالجة أو معالجة جزئياً، وما قد تحمله من معادن ثقيلة وملوثات عضوية.
- **التلوث البلدي** المرتبط بتصريف مياه صرف غير معالجة أو ضعف كفاءة المعالجة، مما يزيد الأحمال الميكروبية والعضوية في الموارد المائية.

وتؤدي هذه العوامل إلى ارتفاع مستويات التلوث في المياه السطحية والجوفية، كما تحدّ من فرص إعادة الاستخدام الآمن، إذ لا تتجاوز نسبة إعادة استخدام المياه المعالجة في بعض البلدان العربية 10 في المائة من إجمالي المياه المنتجة¹⁹.

وتؤثر هذه التحديات على صحة الإنسان وسلامة النظم البيئية، وتؤدي إلى ارتفاع كلفة المعالجة للوصول إلى مستوى من الجودة ملائم للاستخدام. وفي هذا السياق، يبرز الاقتصاد الدائري كمدخل عملي لمعالجة هذه التحديات، من خلال تقليل التلوث عند المصدر، وتوسيع نطاق المعالجة، وتعزيز استرداد الموارد (المياه، والطاقة، والمغذيات)، إضافة إلى تطوير أنظمة رصد ومراقبة تعزز الثقة في إعادة استخدام المياه^{20,21}.

2. تأثير تغيّر المناخ على قطاع المياه

يشكّل تغيّر المناخ أحد أبرز العوامل التي تُفاقم أزمة المياه في المنطقة العربية، حيث لم تعد آثاره مجرد توقعات مستقبلية، بل أصبحت واقعاً ملموساً يؤثر بشكل مباشر على توافر الموارد المائية واستدامتها. وتشير التقديرات إلى أن المنطقة قد تشهد انخفاضاً في مواردها المائية المتجددة بنسبة تتراوح بين 30 و50 في المائة بحلول عام 2050، نتيجة تغيّر أنماط هطول المطر، وارتفاع درجات الحرارة، وزيادة معدلات التبخر²².

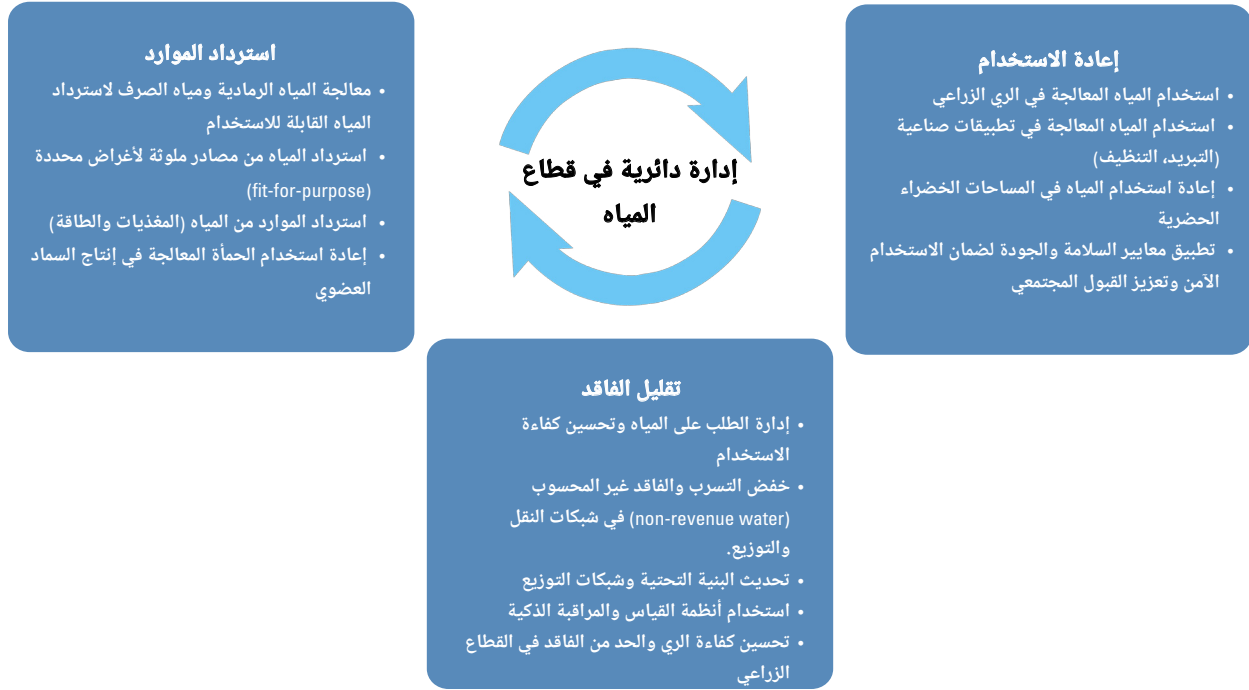
ويؤدي هذا التراجع إلى تقلص ملحوظ في كميات المياه المتاحة، مما يزيد من حدة الإجهاد المائي ويؤثر على قدرة البلدان على تلبية احتياجاتها المائية، سواء للاستخدامات المنزلية أو الزراعية أو الاقتصادية. كما يسهم ارتفاع درجات الحرارة في زيادة فقد المياه من السدود والخزانات والتربة، ويحدّ من كفاءة استخدام المياه في مختلف القطاعات. وفي هذا السياق، يفرض تغيّر المناخ واقعاً جديداً يتطلب إعادة النظر في أنماط إدارة المياه، والانتقال من منطق إدارة العرض إلى تحسين كفاءة الاستخدام وتعزيز مرونة النظم المائية²³.

باء. الإدارة الدائرية للمياه

1. التسلسل الهرمي لاستخدام المياه

يمتد تطبيق الاقتصاد الدائري في قطاع المياه عبر مختلف مراحل سلسلة القيمة، بما يشمل الإمداد، والاستخدام، والمعالجة، وما بعدها، ويتيح تحسين كفاءة استخدام الموارد على مستوى النظام ككل بدل التركيز على تدخلات منفصلة.

الشكل 10. إطار الاقتصاد الدائري في قطاع المياه



المصدر: إعداد المؤلفين.

ومن هذا المنظور، يوفر الاقتصاد الدائري إطاراً عملياً لتحويل تدفقات المياه والموارد المصاحبة لها من مسارات خطية إلى حلقات مترابطة، من خلال تقليل الفاقد، وإعادة استخدام المياه بمستوى من الجودة يلائم الغرض، واسترداد الطاقة والمغذيات من مياه الصرف والحمأة، وإعادة إدماج هذه الموارد في القطاعات الإنتاجية، بما يعزز الترابط بين قطاعات المياه والطاقة والغذاء والبيئة.

يُظهر الشكل 10 أن تحقيق الدائرية في قطاع المياه يعتمد على ثلاث نقاط تدخل مترابطة: تقليل الفاقد، وتعزيز إعادة الاستخدام، واسترداد الموارد. وتمثل هذه المسارات عناصر متكاملة يجب تطبيقها بتوازن لتعظيم قيمة المياه وتقليل الضغط على الموارد. كما يوضح الشكل أهمية الانتقال من الإدارة الخطية إلى إدارة دائرية وكفاءة، تقوم على إعادة استخدام المياه بشكل أكثر كفاءة واسترداد قيمتها من خلال المعالجة وإدماجها مجدداً في النظام.

2. الربط مع الإدارة المتكاملة للموارد المائية

تتكامل الإدارة الدائرية للمياه مع مبادئ الإدارة المتكاملة للموارد المائية (IWRM)، إذ يعتبر النهجان أن المياه تشكّل نظاماً مترابطاً يشمل الأبعاد المؤسسية والاقتصادية والبيئية، وليس فقط خدمة فنية. ويركّز نهج الإدارة المتكاملة على إدارة الموارد على مستوى الأحواض، وتعزيز مشاركة أصحاب المصلحة، وتحسين التنسيق بين القطاعات المختلفة، بما في ذلك المياه، والزراعة والطاقة والبيئة. ويوفّر أساساً لتضمين التدخلات الدائرية في التخطيط المائي على المدى الطويل، بدل التعامل معها كحلول منفصلة. ويساهم في إدراج إجراءات تقليل الفاقد، وإعادة استخدام المياه، والحلول القائمة على الطبيعة ضمن أدوات التخطيط والسياسات المائية، مثل خطط إدارة الأحواض وبرامج تحسين الكفاءة. ويساعد هذا التكامل على تعزيز الاتساق بين السياسات، وتحسين كفاءة تخصيص الموارد، ودعم الانتقال نحو إدارة مائية أكثر استدامة، بما يحقق منافع متكاملة على المستويات البيئية والاقتصادية والاجتماعية²⁴.

الشكل 11. العناصر الأربعة الأساسية للإدارة المتكاملة للموارد المائية ودورها في تحقيق الحوكمة المستدامة للمياه



المصدر: إعداد المؤلفين استناداً إلى مركز المعرفة المائية، شرح الإدارة المتكاملة للموارد المائية.

3. حلول الاقتصاد الدائري في قطاع المياه عبر سلسلة الخدمات

في ضوء الإطار الوارد في الشكل 10، يعرض هذا القسم مجموعة مختارة من الحلول الدائرية التي يمكن تطبيقها في قطاع المياه عبر سلسلة الخدمات، وتكييفها وفق السياقات المحلية، فيما يتناول القسم التالي الجوانب التقنية والتطبيقية لبعض هذه الحلول بمزيد من التفصيل²⁵.

الجدول 4. تطبيقات مختارة لمبادئ الاقتصاد الدائري في قطاع المياه عبر سلسلة الخدمات

الحلول الدائرية	مرحلة سلسلة القيمة
خفض الفاقد المائي من خلال تحسين الشبكات وكشف التسربات	إمدادات المياه والتوزيع: تحسين الكفاءة وتقليل الفاقد
استخدام العدادات الذكية وأنظمة المراقبة الرقمية	
استخدام منصات لمشاركة معدات كشف التسربات وخدمات الصيانة المتخصصة	
تحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة	مصادر المياه: تنويع الموارد وتعزيز الاستدامة
حصاد مياه الأمطار والسيول	
إعادة تغذية المياه الجوفية (Managed aquifer recharge)	
التخزين الجوفي للمياه (Aquifer storage and recovery)	
استخدام مصادر مياه غير تقليدية (مثل المياه قليلة الملوحة)	
استرداد المياه من العمليات الصناعية (مثل تكثيف البخار)	الاستخدام: تحسين كفاءة الطلب
استخدام أجهزة وتقنيات موفرة للمياه	
تطبيق أنظمة الري الذكي	
استخدام خدمات الري أو الضخ بالطاقة الشمسية بنظام الاشتراك أو الدفع حسب الاستخدام	

مرحلة سلسلة القيمة	الحلول الدائرية
المعالجة: تقليل التلوث وتحسين الأداء	تحسين كفاءة محطات معالجة مياه الصرف
	تطبيق تقنيات المعالجة التقليدية (مثل الحمأة المنشطة، البحيرات، المرشحات البيولوجية)
المعالجة/إعادة الاستخدام واسترداد الموارد	استخدام المفاعلات الحيوية الغشائية (Membrane bioreactors)
	استخدام التناضح العكسي (Reverse osmosis)
	تطبيق أنظمة التطهير المتقدمة (الأشعة فوق البنفسجية UV، والأوزون Ozone)
	استخدام الأراضي الرطبة الاصطناعية (Constructed wetlands)
	تطبيق أنظمة المعالجة اللامركزية
إعادة الاستخدام: تقليل الضغط على الموارد	إعادة استخدام المياه المعالجة في الري الزراعي
	إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي
	استخدام المياه المعالجة في المساحات الخضراء الحضرية
	إعادة استخدام المياه الرمادية داخل المباني (Greywater reuse)
استرداد الموارد: تعظيم القيمة	استرداد الطاقة من مياه الصرف (مثل إنتاج الغاز الحيوي Biogas)
	استعادة المغذيات (مثل النيتروجين والفوسفور)
جميع المراحل	استخدام الطاقة المتجددة في تشغيل أنظمة المياه (مثل الضخ بالطاقة الشمسية)
	تحسين كفاءة الطاقة واستعادة الطاقة في العمليات (مثل التحلية)

المصدر: إعداد المؤلفين استناداً إلى المنظمة العربية للتنمية الزراعية، تحفيز المجتمعات العربية نحو استغلال موارد المياه غير التقليدية في الأنشطة الزراعية ومكافحة التصحر، 2025.



جيم. الحلول التقنية وممارسات الاقتصاد الدائري

1. إعادة استخدام المياه المعالجة واسترداد الموارد في إطار الاقتصاد الدائري

(أ) إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة والصناعة

تعتمد إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة على مواعمة جودة المياه مع نوع الاستخدام، سواء في الري الزراعي، أو التبريد والتنظيف والعمليات الصناعية، أو إعادة تغذية المياه الجوفية. ويسهم ذلك في تخفيف الضغط على المياه العذبة، والاستفادة من المغذيات مثل النيتروجين والفوسفور في دعم الإنتاج الزراعي وتقليل استخدام الأسمدة الكيميائية، ويتطلب معايير جودة وضوابط صحية واضحة لكل استخدام.

كما يمكن إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي مباشرة، أو بعد خلطها أو معالجتها جزئياً، خاصة في المناطق الجافة. ويستلزم ذلك مراقبة الملوحة والصوديوم وتأثيرهما على التربة، وضبط كميات الري، مع إمكانية اختيار محاصيل متحملة للملوحة لضمان الاستدامة الزراعية والبيئية.

(ب) إدارة واستخدام المياه الرمادية

المياه الرمادية هي مياه الصرف المنزلية الأقل تلوثاً، مثل مياه الاستحمام والمغاسل والغسيل، بعد فصلها عن مياه المراحيض، مع اختلاف تعريفها التنظيمي بين البلدان. ويمكن معالجتها وإعادة استخدامها في الري والتشجير وبعض الاستخدامات غير المخصصة للشرب داخل المباني، وفق ضوابط صحية مناسبة.

تشمل المعالجة إزالة المواد الصلبة بالترسيب والترشيح، ثم تحليل المواد العضوية بوسائل بيولوجية بسيطة أو مفاعلات صغيرة، ويمكن استخدام الأراضي الرطبة الاصطناعية لتحسين الجودة. وتُعقّم المياه في المرحلة الأخيرة، باستخدام الكلور أو الأشعة فوق البنفسجية، لضمان سلامتها قبل إعادة الاستخدام.

تُطبق هذه الأنظمة غالباً بصورة لامركزية بالقرب من المصدر، على مستوى المنزل أو الحي، مما يتيح إعادة استخدام محلياً، ويقلل الحاجة إلى الهياكل الأساسية المركزية وتكاليف النقل والتشغيل، ويعزز كفاءة استخدام المياه.

(ج) استرداد الموارد من المياه المعالجة

ينطوي تطبيق الاقتصاد الدائري في قطاع المياه على استرداد القيمة من الموارد الناتجة عن المياه المعالجة، ومن ضمنها الطاقة والمغذيات. ففي جانب الطاقة، يمكن إنتاج الغاز الحيوي من الحمأة عبر عمليات الهضم اللاهوائي، إذ يتراوح محتوى الميثان في هذا الغاز بين 55 و65 في المائة، فيوفر مصدراً للطاقة يمكن استخدامه في تشغيل محطات المعالجة أو في تطبيقات أخرى²⁶. وفي جانب المغذيات، يمكن استخراج عناصر مثل النيتروجين والفوسفور وإعادة استخدامها كأسمدة في القطاع الزراعي، مما يعزز كفاءة استخدام الموارد ويحد من الاعتماد على المدخلات الخارجية. ويشكّل استرداد المياه نفسها وإعادة إدماجها في النظام أحد أهم أشكال استرداد الموارد ضمن الاقتصاد الدائري. ويسهم هذا النهج في تقليل النفايات، وخفض التكاليف التشغيلية، ودعم ممارسات الزراعة المستدامة.

2. مراحل وتقنيات معالجة مياه الصرف

يوضح الجدول 5 تسلسل مراحل معالجة مياه الصرف ضمن نظام متكامل يهدف إلى تحسين جودة المياه تدريجياً بما يتناسب مع متطلبات الاستخدام أو إعادة الاستخدام. ويبرز الجدول تكامل العمليات الفيزيائية والبيولوجية في إزالة الملوثات واسترداد الموارد. وقد يختلف تسلسل مراحل المعالجة أو دمجها حسب نوع المياه ومتطلبات الاستخدام النهائي. وترتبط هذه العمليات بإدارة الحمأة، التي تمثل مورداً مهماً لاسترداد الطاقة والمغذيات ضمن نهج الاقتصاد الدائري.

الجدول 5. مراحل وتقنيات معالجة مياه الصرف وأهدافها التشغيلية

مرحلة المعالجة	العمليات/التقنيات	الوصف/الهدف
المعالجة الأولية	الفيلة لإزالة المواد الكبيرة	إزالة المواد الصلبة الكبيرة والمواد غير القابلة للتحلل
	إزالة الزيوت والشحوم	فصل المواد الطافية والزيوت لحماية المراحل اللاحقة
	الترسيب الأولي للمواد الصلبة	إزالة المواد العالقة الثقيلة عبر الترسيب
المعالجة الثانوية (البيولوجية)	الحمأة المنشطة (Activated sludge)	معالجة بيولوجية تعتمد على الكائنات الدقيقة لتحليل المواد العضوية
	المرشحات البيولوجية	استخدام وسط حيوي لنمو الكائنات الدقيقة وتحليل الملوثات
	بحيرات التثبيت	معالجة طبيعية تعتمد على التفاعلات البيولوجية والفيزيائية
	الترشيح الرملي أو الدقيق	إزالة الجسيمات الدقيقة وتحسين جودة المياه
المعالجة الثلاثية والمتقدمة	إزالة المغذيات (مثل النيتروجين والفوسفور)	تقليل النيتروجين والفوسفور لمنع التلوث
	التطهير (كلور، UV، أوزون)	القضاء على الكائنات الممرضة
	المفاعلات الحيوية الغشائية (Membrane bioreactors)	دمج المعالجة البيولوجية مع الترشيح الغشائي لإنتاج مياه عالية الجودة
	التناضح العكسي (Reverse osmosis)	إزالة الأملاح والملوثات الذائبة للحصول على مياه نقية

المصدر: المنظمة العربية للتنمية الزراعية، تحفيز المجتمعات العربية نحو استغلال موارد المياه غير التقليدية في الأنشطة الزراعية ومكافحة التصحر، 2025.

3. الاعتبارات الصحية والبيئية والقبول المجتمعي

ترتبط إعادة استخدام المياه (المعالجة أو الرمادية) بثلاث مجموعات رئيسية من الاعتبارات:

- **الاعتبارات الصحية (خصوصاً المخاطر الميكروبية):** توصي الإرشادات الدولية بإطار لإدارة المخاطر يحدد مستوى الحماية المطلوب (health-based targets). ويُترجم ذلك إلى مجموعة من الحواجز الوقائية المتعددة، تشمل تحديد مستوى المعالجة، والحد من التعرّض المباشر، وتحديد فترات منع الحصاد، واستخدام معدات الوقاية، إلى جانب التوعية.
- **الاعتبارات البيئية والزراعية:** قد تنشأ تحديات مثل الملوحة (الصوديوم)، أو تراكم بعض العناصر، أو تغيّر خصائص التربة على المدى الطويل، نتيجة عدم إدارة الجودة والجبرعات والخلط بشكل مناسب. لذلك، ينبغي أن يشمل تصميم نظم إعادة الاستخدام مراقبة دورية لجودة المياه والتربة، واختيار المحاصيل والممارسات الملائمة.
- **القبول المجتمعي:** يرتبط بمستوى الثقة في جهة التشغيل والرقابة، ووضوح الرسائل حول السلامة، وتوفر منافع ملموسة للمزارعين والمجتمع (مثل خفض التكاليف أو زيادة توفر المياه). وعليه، تُعد الشفافية، وحملات التوعية، وإشراك المزارعين في مراحل التصميم من عوامل النجاح الأساسية²⁷.

4. الحلول القائمة على الطبيعة وتعزيز مبادئ الاقتصاد الدائري

من أبرز الحلول القائمة على الطبيعة للإدارة المستدامة للمياه ضمن الاقتصاد الدائري اعتماد نظم الأراضي الرطبة المُنشأة (constructed wetlands). تحاكي هذه النظم العمليات الطبيعية لمعالجة المياه باستخدام النباتات والركائز والكائنات الدقيقة لإزالة المواد العضوية والمغذيات والملوثات. ويمكن تصميمها بتدفق أفقي أو رأسي لمعالجة المياه الرمادية أو مياه الصرف وإعادة استخدامها في الري أو تغذية المياه الجوفية، مع استهلاك أقل للطاقة وتكاليف تشغيل منخفضة مقارنة بالأنظمة التقليدية.

وتشمل هذه الحلول الحدائق المطرية (rain gardens)، وأحواض الترشيح، والمدجّجات الزراعية، وحصاد مياه الأمطار (rainwater harvesting). وتساعد على زيادة تسرب المياه إلى التربة، وتقليل الجريان السطحي، وتعزيز تغذية المياه الجوفية، والحد من مخاطر الفيضانات والجفاف، وتحسين جودة المياه عبر الترشيح الطبيعي. وتشمل أيضاً حماية وإعادة تأهيل مناطق التغذية الجوفية وضفاف الأودية والأنهار من خلال استعادة الغطاء النباتي والحد من التعرية، بما يحسن تنظيم تدفقات المياه وجودتها على المدى الطويل.

وفي الزراعة، تتيح إعادة استخدام المياه المعالجة الغنية بالنيتروجين والفوسفور إعادة المغذيات إلى التربة، وتقليل الاعتماد على الأسمدة الكيميائية، وتحسين خصوبة التربة وإنتاجية المحاصيل²⁸.

وترتبط هذه الحلول أيضاً بالإدارة اللامركزية للمياه، إذ يمكن تنفيذها على مستوى المنازل والمجتمعات والأحياء باستخدام الأراضي الرطبة الاصطناعية، أو نظم الترشيح البيولوجي، أو حصاد مياه الأمطار، مما يتيح معالجة المياه وإعادة استخدامها بالقرب من مصدرها، ويقلّل الحاجة إلى شبكات مركزية واسعة.

وتتميز النظم اللامركزية القائمة على الطبيعة بقدرتها على:

- خفض تكاليف الاستثمار والتشغيل.
- تقليل الفاقد في نقل المياه.
- تعزيز مرونة النظام المائي في مواجهة الصدمات.
- تمكين المجتمعات المحلية من إدارة مواردها بشكل مباشر.

دال. تطبيقات الاقتصاد الدائري في قطاع المياه في المنطقة العربية:

دراسات حالة

تعرض دراسات الحالة التالية أمثلة من المنطقة العربية عن تطبيق مبادئ الاقتصاد الدائري في قطاع المياه. ويلي دراسات الحالة نموذج (ورقة عمل) يُستخدم لدعم الاستفادة من هذه الحالات واستخلاص أفكار عملية.

1. دراسة الحالة 1: إعادة استخدام مياه الصرف في الزراعة ضمن نظام دائري متكامل

إعادة استخدام المياه المعالجة في الري الزراعي - محطة الخربة السمراء (الأردن)

تُظهر محطة الخربة السمراء كيف يمكن تطبيق الاقتصاد الدائري في قطاع المياه على نطاق واسع من خلال إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة في الزراعة²⁹. تعالج محطة الخربة السمراء أكثر من 70 في المائة من مياه الصرف الصحي في البلد، باستخدام نظم معالجة بيولوجية متقدمة، تتيح إنتاج مياه معالجة ذات جودة مناسبة للاستخدام الزراعي. تُعاد هذه المياه ضمن نظام نقل مغلق إلى وادي الأردن، حيث تُستخدم في ري المحاصيل غير الغذائية مثل الأشجار الحرجية والزيتون والأعلاف، مع مراعاة المعايير الصحية والبيئية. ويغطي هذا النظام مساحة تقارب 10,600 هكتار، ويوفر نحو 20 في المائة من إجمالي مياه الري في الأردن.

تبرز هذه التجربة كيف يمكن لإعادة الاستخدام على نطاق واسع أن تسهم في تقليل الضغط على المياه العذبة، وتحسين كفاءة إدارة الموارد المائية، ودعم الإنتاج الزراعي ضمن إطار الاقتصاد الدائري.

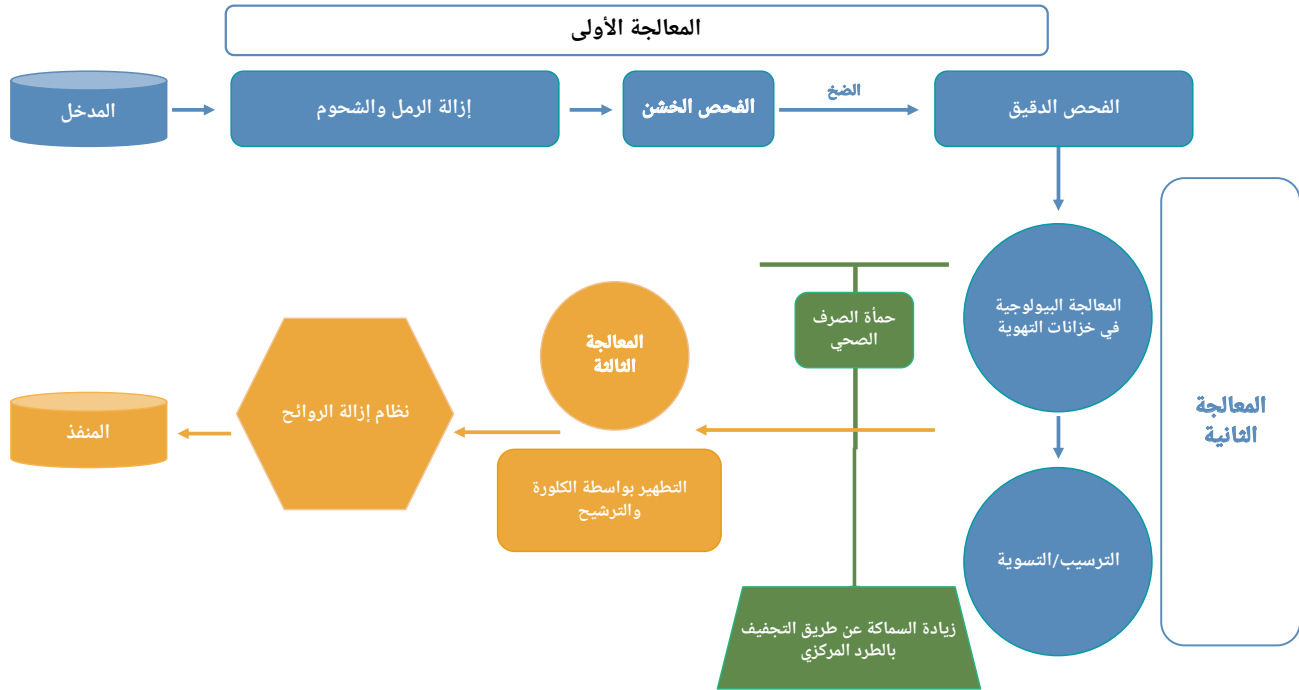
2. دراسة الحالة 2: الحلول القائمة على الطبيعة وإعادة استخدام المياه الرمادية في الاقتصاد الدائري

معالجة المياه الرمادية باستخدام الأراضي الرطبة المنشأة (الأردن)

تُظهر هذه التجربة كيف يمكن للحلول القائمة على الطبيعة دعم الاقتصاد الدائري في قطاع المياه. فقد طُبّق نظام لامركزي لمعالجة مياه الوضوء الرمادية في مسجدين في محافظة الزرقاء، باستخدام الأراضي الرطبة المنشأة ذات الجريان الأفقي³⁰. ويعتمد النظام على فصل المياه ومعالجتها بوسائط ترشيح طبيعية ونباتات محلية، ثم إعادة استخدامها في ري المساحات الخضراء، ضمن نموذج منخفض الكلفة وسهل التشغيل. وأظهر النظام كفاءة مرتفعة في خفض العكارة والمواد الصلبة العالقة والطلب الحيوي والكيماوي على الأكسجين، وأنتج مياهًا مطابقة للمعايير الوطنية للري. وبلغ إنتاج كل وحدة نحو متر مكعب يوميًا، مما خفّض استهلاك المياه العذبة بنسبة تصل إلى 70 في المائة.

وتبيّن هذه التجربة إمكانية تحويل المياه الرمادية من مورد مهم إلى مصدر مائي محلي، بما يقلل تصريف المياه غير المعالجة وكلفة المياه والضغط على الموارد التقليدية. وتوضح دور المعالجة اللامركزية في إغلاق دورة المياه محلياً، وتوفير حلول منخفضة الكلفة قابلة للتكرار في المنطقة العربية.

الشكل 13. مخطط مبسط لمحطة بوخالف لمعالجة مياه الصرف وإعادة استخدام المياه المعالجة



المصدر: المجلس العربي للمياه. محطة بوخالف لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدام المياه في رتي المساحات الخضراء وملعب الفولف في طنجة.

ملاحظة: تم تكيف الشكل وترجمته إلى اللغة العربية استناداً إلى المصدر الأصلي.

4. دراسة الحالة 4: التخزين الاستراتيجي للمياه ضمن نظام دائري لتعزيز الأمن المائي

الاحتياطي الاستراتيجي للمياه باستخدام تقنية التخزين والاسترجاع في الطبقات الجوفية - مشروع ليوا (أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة)

تُبرز هذه التجربة دور الاقتصاد الدائري في إدارة المياه في البيئات الجافة، من خلال تخزين فائض المياه المحلاة في الطبقات الجوفية باستخدام تقنية التخزين والاسترجاع (ASR)، وتحويله إلى احتياطي استراتيجي عند الحاجة³².

تُضخ المياه المحلاة عبر الآبار وأحواض الترشيح خلال فترات انخفاض الطلب، ثم تُسترجع في أوقات الذروة أو الطوارئ. أُطلق المشروع على سبيل التجربة في عام 2005، ثم توسّع ليضم نحو 300 بئر بسعة تقارب 26 مليون متر مكعب، تكفي لتأمين المياه لمدة 90 يوماً في حالات الطوارئ.

يساعد هذا النموذج على تخزين الفائض بدل فقده، وتحسين كفاءة الموارد، وتقليل الاعتماد على الهياكل الأساسية السطحية المكلفة ومحطات التحلية المعرضة للمخاطر. وقد أثبت كفاءة استرجاع المياه والحفاظ على جودتها وفق معايير مياه الشرب، ما يجعله حلاً عملياً ومستداماً.

الشكل 14. منشأة مشروع ليوا للاحتياطي المائي الاستراتيجي باستخدام التخزين والاسترجاع في الطبقات الجوفية



المصدر: مبادرة حلول المياه الجوفية للسياسات والممارسات، احتياطي استراتيجي للمياه في أبوظبي.

5. دراسة الحالة 5: حلول لامركزية مدمجة لمعالجة المياه في المناطق النائية

وحدة أراضي رطبة متقلة ومدمجة لمعالجة مياه الصرف المنزلية (عمان)

تبيّن هذه التجربة أهمية الابتكار في تطوير حلول لامركزية لمعالجة مياه الصرف في المناطق المعزولة، من خلال وحدة مدمجة ومتنقلة سهلة التركيب ولا تتطلب هيكلاً أساسياً ثابتاً³³. يجمع النظام داخل حاوية واحدة بين المعالجة العمودية والتهوية، مع فصل الحمأة ومعالجة المياه بيولوجياً باستخدام مواد خفيفة وتهوية صناعية، بما يحقق كفاءة عالية ضمن مساحة محدودة.

ويقدم هذا النموذج حلاً دائرياً قائماً على وحدات معيارية متنقلة، تتيح معالجة المياه وإعادة استخدامها في الموقع دون الحاجة إلى شبكات مركزية. كما يعزز اللامركزية ويوفر مرونة وسهولة في النقل والتركيب، مما يجعله قابلاً للتكرار في سياقات مختلفة، خاصة في المناطق النائية والهشة والمخيمات والمجتمعات محدودة الموارد التي يصعب فيها استخدام الأنظمة التقليدية.

يمكن استخدام ورقة العمل لفهم الحالة، ومناقشتها، وتحليلها، واستخلاص أفكار منها.

بطاقة تحليل دراسة حالة



معلومات النشاط

النشاط	تحليل دراسة حالة
الوقت الإجمالي	20 دقيقة (عمل فردي أو جماعي + نقاش)
حجم المجموعة	عمل فردي/مجموعات صغيرة
المدخلات	دراسة حالة من الدليل

الهدف: فهم كيفية تطبيق مفاهيم الاقتصاد الدائري في الواقع، وتحليل عوامل النجاح، واستكشاف إمكانية تكييف الحلول في سياقات مختلفة.

الخطوة الأولى: تحليل التدخل الدائري

العنصر	الوصف المختصر
ما نوع التدخل الدائري المعتمد؟ (إعادة استخدام، إعادة تدوير، تقليل، استعادة موارد، إصلاح، إعادة تصميم...)	
أين طُبّق (في أي مرحلة من النظام)؟	
ما الموارد التي تحسّن أو يعاد استخدامها؟	

الخطوة الثانية: عوامل النجاح

ما هي عوامل النجاح التي ساهمت في تطبيق النهج الدائري في دراسة الحالة هذه؟

هل نجح هذا التدخل بسبب التشريعات، أو التمويل، أو الحوكمة، أو الشراكات، أو الابتكار، أو المشاركة المجتمعية؟

أهم عوامل النجاح

الخطوة الثالثة: الربط بالسياق المحلي

المعيار	الوصف المختصر
هل يمكن تطبيق هذه الفكرة في سياقكم؟	
ما الذي يحتاج إلى تكييف؟	
ما هي التحديات المتوقعة؟	

قَدِّمُوا بطاقة مجموعتكم بشكل مختصر أمام باقي المشاركين، وشاركوا أبرز التحديات والتدخلات التي اقترحتموها. استمعوا لتعليقات الحضور، ودُونُوا أي أفكار أو مقترحات يمكن أن تساعد في تحسين التدخلات أو تطويرها.

هـ. نشاط الفصل الثالث: تحليل نظام مائي دائري

بطاقة تحليل نظام مائي دائري



معلومات النشاط

النشاط	تحليل نظام مائي دائري
الوقت الإجمالي	40 دقيقة (30 للعمل الجماعي/10 للمرض)
حجم المجموعة	5 مشاركين
المدخلات	سيناريو مائي واقعي

الهدف: تحليل نظام مائي قائم، وتحديد الفاقد والتحديات، وإعادة تصميمه كنظام دائري يعزز كفاءة استخدام المياه وإعادة الاستخدام واسترداد الموارد، مع إمكانية دمج الحلول القائمة على الطبيعة.

الخطوة الأولى: اختيار سيناريو مائي واقعي وتوزيع الأدوار

اختاروا سيناريو واحداً من الخيارات التالية:

يُفضل أن يقوم المدرب بتحديد سيناريو مختلف لكل مجموعة لتجّيب التكرار وتعزيز تنوع النقاش بين المشاركين.

السيناريو
قرية تعاني من نقص المياه الجوفية
منطقة زراعية تستخدم مياه صرف معالجة
حي حضري يعاني من فاقد كبير في الشبكة
منشأة صناعية تستهلك كميات كبيرة من المياه
مجتمع يعتمد على حصاد مياه الأمطار

وزّعوا الأدوار داخل المجموعة:

- **مستخدم المياه (مزارع، قطاع صناعي...):** يمثل الطلب على المياه وأنماط الاستخدام.
- **الجهة التنظيمية/البلدية:** مسؤولة عن السياسات، التراخيص، والرقابة.
- **خبير بيئي:** يقيم الأثر البيئي وجودة المياه واستدامة النظام.
- **خبير اقتصادي/مالي:** يحلل الكلفة، والجدوى الاقتصادية، وفرص الاستثمار.
- **ممثل المجتمع/المجتمع المحلي:** يقيم القبول المجتمعي، والسلوكيات، والثقة في النظام.

الخطوة الثانية: تتبّع "رحلة المياه" في النظام

تخيّلوا أنكم تتبعون قطرة ماء داخل النظام، من المصدر إلى ما بعد الاستخدام.

حدّدوا ماذا يحدث في كل مرحلة، ومن المسؤول.

المرحلة	ماذا يحدث للمياه؟	من الجهة أو الجهات المعنية؟
مصادر المياه (سطحية/جوفية/تحلية/أمطار)		
التخزين والمعالجة		
الاستخدامات (زراعية/منزلية/صناعية...)		
الصرف		
المعالجة		
إعادة الاستخدام/التصريف		

الخطوة الثالثة: تشخيص التحديات والفرص

ناقشوا الأسئلة ذات الصلة بالسيناريو الخاص بكم ضمن مجموعتكم.

- كيف تستخدم المياه في هذا النظام؟ وهل الاستخدام كفؤ؟
- أين يحدث فاقد للمياه، إن وُجد؟ وأين يمكن تقليله؟
- ما جودة المياه عبر المراحل المختلفة؟ وهل يمكن تحسينها؟
- ما الجوانب التي تعمل بشكل جيد في النظام الحالي؟
- ما هي التحديات (تقنية/مؤسسية/تشغيلية/مالية) التي تؤثر على أداء النظام؟
- هل من فرص لتعزيز كفاءة استخدام المياه؟ كيف؟
- هل يمكن توسيع أو تحسين إعادة استخدام المياه؟
- هل من فرص لاسترداد الموارد (مثل الطاقة أو المغذيات)؟
- هل يمكن تعزيز الممارسات القائمة (مثل حصاد المياه أو الأنظمة القائمة)؟
- ما هي العوامل التي قد تدعم أو تعيق تحسين النظام (مثل القبول المجتمعي أو السياسات)؟

أهم 3 تحديات أو فرص رئيسية (بعد النقاش ودمج آراء جميع الأدوار)

1.

2.

3.

الخطوة الرابعة: استكشاف الحلول القائمة على الطبيعة

(أ): في حال عدم وجود حل قائم على الطبيعة

ناقشوا كيف يمكن إدخال حل قائم على الطبيعة على النظام لتحسينه.

العنصر	الوصف المختصر
أين يمكن إدخال حل قائم على الطبيعة ضمن النظام؟	
ما المشكلة التي يمكن أن يعالجها؟	
كيف يمكن أن يحسن جودة المياه أو كفاءتها؟	
هل يمكن أن يعزز مرونة النظام في مواجهة تغيّر المناخ؟	

(ب): في حال وجود حل قائم على الطبيعة

حلّوه وقيّموا دوره.

العنصر	الوصف المختصر
ما هو الحل القائم على الطبيعة المستخدم؟	

العنصر	الوصف المختصر
كيف يساهم في تحسين النظام؟	
كيف يمكن تطويره أو توسيع نطاقه؟	

قدّموا بطاقة مجموعتكم أمام باقي المشاركين، وشاركوا تحليلكم. ناقشوا مع الحضور أبرز الفجوات التي حددتموها، وادعّوهم للتعليق على الحلول المقترحة وإضافة أفكار بديلة أو مكملّة.



منظومة التمكين للتحوّل إلى الاقتصاد الدائري في قطاعي الزراعة والمياه

4

يتطلب التحوّل إلى الاقتصاد الدائري منظومة تجمع بين السياسات والحوكمة، ومشاركة الأطراف المعنية، ونماذج الأعمال والتمويل، والتمكين المؤسسي والفني، والتكنولوجيا، والرصد والتقييم. ويعرض هذا الفصل الركائز الأساسية لدعم هذا التحوّل في قطاعي الزراعة والمياه.

ألف. السياسات والحوكمة للتحوّل إلى الاقتصاد الدائري

1. التحديات المؤسسية

أدرج الاقتصاد الدائري في عدد من الاستراتيجيات الوطنية العربية، لكنّ تطبيقه لا يزال محدوداً بسبب تحديات مؤسسية وتنظيمية. ومن أبرز هذه التحديات تشتت المسؤوليات وتعدّد الجهات الفاعلة، إذ تعمل قطاعات المياه والزراعة والبيئة غالباً بصورة منفصلة، مما يضعف التنسيق ويؤدي إلى ازدواجية الجهود أو تضارب السياسات، في غياب آليات فعّالة للتكامل بين القطاعات. كذلك تحدّ الأطر القانونية غير المحدثة أو غير الملزمة، وغياب المعايير الواضحة لإعادة استخدام المياه وتثمين المخلفات، من ثقة المستثمرين والمزارعين في الحلول الدائرية.

وتواجه المؤسسات أيضاً نقصاً في القدرات الفنية اللازمة لتقييم المشاريع الدائرية وتصميمها وتطوير نماذج تمويل مناسبة لها، إلى جانب ضعف الإرشاد الزراعي في نقل هذه الحلول إلى المستوى الميداني. ويشكل نقص البيانات وأنظمة الرصد والتقييم تحدياً إضافياً، يصعب قياس كفاءة استخدام المياه، وفقد الغذاء، وأثر السياسات، ويعيق متابعة التقدم واتخاذ قرارات مبنية على أدلة.

وفي هذا السياق، تبرز أهمية تعزيز الشراكات بين القطاعين العام والخاص والمجتمع المدني، وإشراك المجتمعات المحلية، لدعم تعبئة الموارد، ونقل المعرفة، والابتكار، والتعاون على المستويين الوطني والإقليمي.

2. السياسات العامة الداعمة للاقتصاد الدائري

يتطلب التحول إلى الاقتصاد الدائري سياسات مترابطة تجمع بين الزراعة والمياه والطاقة والبيئة، بدل التعامل مع كل قطاع بصورة منفصلة. ويشمل ذلك إدماج مبادئ الاقتصاد الدائري في الاستراتيجيات الوطنية وخطط التنمية والسياسات الزراعية والمائية والمناخية، ووضع أطر تنظيمية تدعم إعادة استخدام الموارد وتثمين المخلفات، وتحديث معايير الجودة والسلامة. ولا بدّ أيضاً من تعزيز التنسيق بين الجهات المعنية، واعتماد الإدارة المتكاملة للموارد، وضمان الوصول العادل إليها، خاصة للفئات الأكثر عرضة للمخاطر.

وتبرز أيضاً الحاجة إلى تشريعات مرنة تتيح تجربة الحلول المبتكرة وتوسيعها، ومواءمة سياسات الاقتصاد الدائري مع الأطر الوطنية للعمل المناخي، مثل المساهمات المحددة وطنياً وخطط التكيف الوطنية، بما يدعم الاستدامة والقدرة على مواجهة تغيّر المناخ.

3. الأدوات السياسية والمالية لتسريع التحول إلى الاقتصاد الدائري في قطاعي الزراعة والمياه

يمكن استخدام مجموعة من الأدوات السياسية والمالية المتاحة لتسريع التحول إلى الاقتصاد الدائري، ولا سيما في قطاعي الزراعة والمياه. ولا تقتصر هذه الأدوات على التشريعات، بل تشمل أيضاً مزيجاً من الحوافز الاقتصادية وآليات السوق والمعايير التنظيمية التي يمكن أن تسهم في تغيير أنماط الإنتاج والاستهلاك، وتشجيع الاستخدام الأكثر كفاءة للموارد.

الجدول 6. أمثلة على الأدوات السياسية والاقتصادية لدعم الاقتصاد الدائري في قطاعي الزراعة والمياه

الأدوات الاقتصادية وآليات السوق	الحوافز المالية والاقتصادية	التشريعات والمعايير
تسعير المياه بطريقة تشجع الكفاءة في الاستخدام مع حماية صغار المزارعين	دعم مالي أو إعفاءات ضريبية للاستثمار في أنظمة الري الحديثة والطاقة الشمسية في المزارع	تنظيم استخدام المياه المعالجة في الري وفق معايير جودة واضحة
حوافز سوقية لاستخدام الأسمدة العضوية أو المنتجات الزراعية منخفضة الهدر	دعم برامج تحويل المخلفات الزراعية إلى سماد عضوي أو طاقة حيوية	إلزام فرز المخلفات الزراعية والعضوية وإعادة استخدامها للتسميد العضوي أو إنتاج الطاقة الحيوية
أنظمة تتبع المنتجات الزراعية وسلاسل القيمة (Traceability)	حوافز للزراعة منخفضة البصمة الكربونية والممارسات المستدامة	تطبيق سياسات مسؤولية المنتج الممتدة (EPR) عبر سلاسل القيمة الزراعية
أسواق محلية للمنتجات الدائرية (سماد عضوي، منتجات منخفضة البصمة الكربونية)	دعم نماذج الأعمال الدائرية (المنتج كخدمة، المشاركة)	وضع معايير لتصنيف المنتجات الزراعية الدائرية

وضع معايير لإدارة الحمأة والمخلفات الناتجة عن معالجة مياه الصرف وإعادة استخدامها بشكل آمن	قروض ميسرة لمرافق المياه أو البلديات للاستثمار في تقنيات إعادة استخدام المياه أو استعادة الطاقة من محطات المعالجة	رسوم على تصريف المياه الملوثة لتشجيع المعالجة وإعادة الاستخدام	في قطاع المياه
إدراج متطلبات كفاءة المياه والطاقة في تراخيص مشاريع معالجة المياه وإدارتها	حوافز مالية للاستثمار في تقنيات تقليل الفاقد المائي أو إعادة استخدام المياه	آليات شراء مستدامة لتفضيل التقنيات والخدمات التي تعزز كفاءة استخدام المياه	
تنظيم خدمات المياه كخدمة (Water-as-a-service)	تمويل قائم على النتائج (Results-based financing) لمشاريع إعادة الاستخدام	تسعير خدمات المياه بناءً على الكفاءة والأداء	

المصدر: إعداد المؤلفين استناداً إلى الإسكوا، الإسراع بالانتقال إلى الاقتصاد الدائري في المنطقة العربية، 2023.

باء. نماذج الأعمال وآليات التمويل في الاقتصاد الدائري

1. نماذج أعمال دائرية في سلاسل القيمة الزراعية والمائية

يتطلب تحويل الحلول الدائرية إلى مشاريع قابلة للتوسع تطوير نماذج أعمال واضحة تمكّن من تحويل الفوائد البيئية إلى قيمة اقتصادية ملموسة، سواء من خلال تحقيق إيرادات مباشرة أو وفورات قابلة للقياس. ويتطلب أيضاً توفير أدوات تمويل مناسبة تساهم في تقليل المخاطر وتشجيع الاستثمار³⁴.

ويعرض الجدول 7 عدداً من نماذج الأعمال الدائرية الشائعة التي يمكن تكييفها مع سلاسل القيمة الزراعية والمائية، وفقاً للسياق المحلي وطبيعة الموارد المتاحة.

الجدول 7. نماذج أعمال دائرية في قطاعي الزراعة والمياه

نموذج الأعمال	التطبيق في قطاعي الزراعة والمياه	مصادر الإيرادات/الحوافز	مؤشرات الأداء (KPIs)
الإمداد الدائري (Circular supply)	استخدام مدخلات متجددة أو منخفضة الأثر مثل الأسمدة العضوية، الطاقة الشمسية للسخن، مواد تعبئة قابلة للتحلل	بيع مدخلات منخفضة البصمة الكربونية، عقود توريد، دعم وحوافز خضراء	نسبة المدخلات المتجددة، خفض الكلفة، خفض الانبعاثات
استعادة الموارد (Resource recovery)	تحويل المخلفات إلى موارد مثل الكمبوست، الغاز الحيوي، استعادة المغذيات من مياه الصرف، إعادة استخدام المياه	رسوم معالجة، بيع منتجات ثانوية (سماد، طاقة، مياه)، اعتمادات كربونية	كمية الموارد المسترجعة، نسبة التحويل عن الطمر، خفض الانبعاثات
إطالة عمر الأصول (Product life extension)	صيانة وإصلاح المعدات (مضخات، شبكات ري)، إعادة تأهيل البنية التحتية، صيانة وقائية	عقود صيانة، رسوم خدمة، بيع قطع معاد تصنيعها	عمر الأصول، خفض الأعطال، خفض الفاقد، كلفة دورة الحياة
المشاركة/التشارك (Sharing)	مشاركة المعدات والخدمات مثل الآلات الزراعية، وحدات التبريد، خدمات النقل والتخزين	اشتراكات، رسوم استخدام، نماذج تعاونيات	معدل استخدام الأصول، خفض التكاليف، تقليل الفاقد
المنتج كخدمة (Product-as-a-service)	الري كخدمة، أو المياه المعالجة كخدمة بعقود تشغيل وصيانة	اشتراك شهري، الدفع مقابل الاستخدام، عقود أداء	كفاءة المياه، استهلاك الطاقة، جودة الخدمة، رضا المستخدم

المصدر: إعداد المؤلفين استناداً إلى Ellen MacArthur Foundation. Circular business models: Rethinking how value is created, 7 August 2025

2. آليات التمويل والاستثمار في الحلول الدائرية

تتسم المشاريع الدائرية في قطاعي الزراعة والمياه بطبيعة مزدوجة، فهي تشمل من جهة مشاريع في الهياكل الأساسية، تتطلب استثمارات رأسمالية كبيرة، مثل محطات المعالجة وشبكات إعادة استخدام المياه ومنشآت الهضم اللاهوائي، ومن جهة أخرى مشاريع قائمة على الخدمات والمدخلات، تتطلب رأس مال تشغيلياً ومهاراتٍ سوقية، مثل خدمات الري أو إنتاج الأسمدة العضوية.

وبناءً عليه، غالباً ما تحتاج هذه المشاريع إلى حزم تمويل تجمع بين أكثر من أداة يمكن أن تشمل آليات التمويل المختلط التي تمزج بين التمويل العام والخاص والتمويل التنموي لتقليل المخاطر وتحفيز الاستثمار في المشاريع الدائرية، خاصة في مراحلها الأولى، بما يساهم في تقليل المخاطر وتحسين الجدوى الاقتصادية³⁵. وفي هذا السياق، يبين الجدول 8 أهم أدوات التمويل المناسبة للمشاريع الدائرية، ومجالات استخدامها، وأبرز الاعتبارات المرتبطة بتطبيقها.

الجدول 8. أدوات تمويل المشاريع الدائرية

أداة التمويل/الحافز	متى تكون مناسبة؟	ملاحظات تطبيقية
المنح والدعم الرأسمالي	للمشاريع الابتكارية أو النماذج الدائرية الناشئة ذات المخاطر العالية	تدعم الابتكار في تصميم المنتجات وإعادة الاستخدام وتقليل الموارد
القروض الميسرة/التمويل التنموي	للمشاريع القابلة للتوسع ذات التدفقات النقدية المتوقعة	يجب توجيهها نحو نماذج أعمال دائرية مثل إعادة التصنيع والإصلاح والخدمات بدل الملكية
التمويل المختلط (Blended finance)	عند ارتفاع المخاطر أو عدم وضوح العوائد في المشاريع الدائرية	أداة أساسية لتقليل المخاطر وتحفيز استثمارات القطاع الخاص في الاقتصاد الدائري
التمويل القائم على النتائج (Results-based financing)	عند توفر مؤشرات أداء مرتبطة بكفاءة الموارد أو تقليل النفايات	يربط التمويل بتحقيق نتائج مثل تقليل استهلاك المواد أو زيادة إعادة التدوير
السندات أو الصكوك الخضراء	لتمويل مشاريع كبيرة تعزز كفاءة الموارد أو الاقتصاد الدائري	يجب توسيع تعريف "الأخضر" ليشمل أنشطة الاقتصاد الدائري وليس فقط المناخ
الشراكة بين القطاعين العام والخاص	للمشاريع الهياكل الأساسية الداعمة للدائرية (مثل إدارة النفايات)	ضرورية لتطوير أنظمة مغلقة للمواد (Closed loops)
التمويل الكربوني	للمشاريع التي تحقق خفضاً في الانبعاثات عبر كفاءة الموارد	عنصر داعم لكنه ليس كافياً وحده لتمويل الاقتصاد الدائري
الأدوات القائمة على الكفاءة في استخدام الموارد	للمشاريع تقلل المدخلات أو تعيد تصميم الإنتاج	تتماشى مع مفهوم 9R
الاستثمار القائم على معايير ESG	لدمج الاقتصاد الدائري في القرارات الاستثمارية	يجب إدماج مؤشرات الدائرية ضمن تقييمات ESG
التمويل المرتبط بالابتكار والتكنولوجيا	للتحول الرقمي وسلاسل القيمة الدائرية	يدعم الحلول الرقمية التي تتيح تتبع المواد وتحسين الكفاءة

المصدر: إعداد المؤلفين استناداً إلى United Nations Environment Programme, Finance Initiative, *Financing Circularity: Demystifying Finance for the Circular Economy*, 2020.

وللحواجز الاقتصادية دور مهم في تسريع التحول، ومن أبرزها:

- رسوم الطمر أو الضرائب على الحرق المفتوح.
- دعم إنتاج واستخدام الأسمدة العضوية.
- التعرف التفضيلية لشراء الكهرباء من الغاز الحيوي.

- المشتريات الحكومية الخضراء.
- الحوافز الضريبية للاستثمار في كفاءة المياه والطاقة.

وتسهم متطلبات الأسواق الدولية، على غرار الإفصاح الكربوني، في دفع سلاسل القيمة نحو تقليل الانبعاثات وتعزيز الشفافية وقابلية التتبع. وفي هذا الإطار، تشكّل ائتمانات الكربون أداة تمويلية قائمة على النتائج، إذ تتيح للمشاريع التي تثبت خفض انبعاثات غازات الدفيئة أو إزالتها على نحو قابل للقياس والتحقق الحصول على ائتمانات كربونية، يمثل كل منها طناً واحداً من مكافئ ثاني أكسيد الكربون. ويمكن بيع هذه الائتمانات في الأسواق الطوعية أو أسواق الامتثال للمساهمة في تمويل هذه المشاريع^{37,36}.

جيم. التمكين المؤسسي والفني والتحول الميداني

يتطلب التحول إلى الاقتصاد الدائري تعزيز القدرات المؤسسية والفنية لضمان تطبيق الحلول ميدانياً، من خلال بناء القدرات البشرية، وتطوير الإرشاد الزراعي والهياكل الأساسية، وتحسين التنسيق بين الجهات المعنية، ودعم المنصات الإقليمية لتبادل المعرفة والخبرات، وتعزيز قدرات البلديات على تنفيذ الحلول الدائرية.

وتؤدي المشاريع الصغيرة والتعاونيات، خاصة في الزراعة، دوراً مهماً في تمكين صغار المزارعين من تبني الممارسات الدائرية عبر تجميع الموارد، وتقاسم المخاطر، والاستثمار المشترك في حلول يصعب تنفيذها فردياً. وهي تسهم في نشر الابتكار، وخفض التكاليف، وتحسين الكفاءة، ودعم الاقتصاد المحلي، وخلق فرص عمل ريفية، وتسريع اعتماد الحلول منخفضة الكلفة.

ولرود الأعمال والشباب دور أساسي في تطوير حلول مبتكرة وتحويلها إلى نماذج أعمال، ولا سيما باستخدام التكنولوجيا في إدارة المياه، وتقليل الفاقد، واثمين المخلفات. ويتطلب ذلك بناء قدراتهم وتسهيل وصولهم إلى التمويل المستدام.

ومع ذلك، تواجه هذه المبادرات تحديات في التوسع بسبب محدودية التمويل، وصغر الأسواق، وضعف الهياكل الأساسية الداعمة. لذلك، تبرز الحاجة إلى تدخل مؤسسي موجّه يهيئ بيئة داعمة لنمو هذه النماذج وتحويلها إلى مشاريع قابلة للاستثمار والتوسع.

دال. التكنولوجيا والرقمنة في دعم الاقتصاد الدائري

للتكنولوجيا دور محوري في تحسين كفاءة استخدام الموارد وتعزيز تطبيقات الاقتصاد الدائري في قطاعي الزراعة والمياه. وفي هذا السياق، يبيّن الجدول 9 أهم التقنيات الرقمية والذكاء الاصطناعي المستخدمة لدعم الاقتصاد الدائري في قطاعي الزراعة والمياه، مع أمثلة على تطبيقاتها ومساهماتها في تعزيز كفاءة استخدام الموارد.

الجدول 9. الحلول التكنولوجية في قطاعي الزراعة والمياه ضمن الاقتصاد الدائري

التكنولوجيا	التطبيق في قطاع الزراعة	التطبيق في قطاع المياه
الذكاء الاصطناعي	التنبؤ بإنتاجية المحاصيل، دعم اتخاذ القرار الزراعي، تحسين جدولة الري	تحسين كفاءة استخدام المياه، التنبؤ بالطلب على المياه، إدارة الموارد في سياق تغيّر المناخ
الاستشعار عن بُعد	مراقبة رطوبة التربة وحالة المحاصيل، تحسين جدولة الري	رصد الموارد المائية، تحليل ندرة المياه، مراقبة جودة المياه والتغيرات البيئية

إنترنت الأشياء	أنظمة الري الذكية القائمة على البيانات، مراقبة التربة والمحاصيل في الوقت الحقيقي	مراقبة شبكات المياه وجودتها في الوقت الحقيقي، الكشف المبكر عن التلوث والتسربات
البيانات الضخمة	تحليل البيانات الزراعية لتحسين الإنتاجية وتقليل المدخلات	دعم إدارة المياه عبر تحليل الأنماط والاستهلاك وتحسين الكفاءة
الحساسات الذكية	قياس رطوبة التربة واحتياجات المحاصيل بدقة عالية	مراقبة جودة المياه والتدفقات بشكل مستمر ودقيق
الروبوتات	تنفيذ عمليات الري والزراعة الدقيقة وتقليل الفاقد	دعم عمليات الصيانة والكشف عن مشاكل الهياكل الأساسية للمياه
البلوك تشين	تتبع سلاسل القيمة الزراعية وضمان الشفافية	تحسين حوكمة المياه وتتبع استخدامها وتعزيز الشفافية في توزيع الموارد

المصدر: إعداد المؤلفين استناداً إلى Carlos Parra-López and others, Digital technologies for water use and management in agriculture: Recent applications and future outlook, Agricultural Water Management, vol. 309 (31 March 2025).

يعتمد نجاح هذه الحلول على توفر بيئة داعمة تشمل بناء المهارات الرقمية، وخفض تكاليف التكنولوجيا وضمان الوصول العادل إليها، بما يتيح توسيع نطاق تطبيقها وتحقيق أثر فعلي على مستوى الأنظمة.

هـ. الرصد والتقييم ومؤشرات التقدم في الاقتصاد الدائري

يشكل الرصد والتقييم عنصرين أساسيين لضمان فعالية التحول إلى الاقتصاد الدائري، من خلال تتبع الأداء وقياس الأثر ودعم اتخاذ القرار. ويتطلب ذلك تطوير مؤشرات أداء واضحة، وإنشاء أنظمة بيانات متكاملة، وتطبيق أنظمة القياس والإبلاغ والتحقق.

ونظراً للطبيعة التطبيقية لهذا الدليل، يركز التقييم على مؤشرات مبسطة وعملية يسهل أن يستخدمها المزارعون والتعاونيات وصناعات السياسات، بدلاً من النماذج المعقدة، وذلك لقياس الجدوى الاقتصادية والاجتماعية والبيئية من الحلول الدائرية في قطاعي الزراعة والمياه. ويعرض الجدول 10 مجموعة من المؤشرات العملية والمبسطة التي يمكن استخدامها لقياس التقدم في تطبيق الاقتصاد الدائري وتقييم آثاره البيئية والاجتماعية والاقتصادية.

الجدول 10. مؤشرات مبسطة لقياس التقدم في الاقتصاد الدائري

مؤشرات بيئية	مؤشرات اجتماعية وتنموية	مؤشرات اقتصادية
خفض استهلاك المياه والطاقة	خلق فرص عمل محلية في المعالجة والتدوير	انخفاض كلفة المدخلات (مياه، طاقة، أسمدة)
تقليل النفايات المرسلة للطمر أو الحرق	تعزيز دور التعاونيات والمشاريع الصغيرة	زيادة القيمة المضافة من المخلفات
تحسين خصوبة التربة واستدامة الإنتاج	تحسين دخل صغار المزارعين	مدة استرداد الاستثمار
تخفيف الضغط على الموارد الطبيعية	تقليل المخاطر الصحية المرتبطة بالتلوث	استقرار الدخل عبر المواسم

المصدر: إعداد المؤلفين.

يتطلب قياس التقدم في الاقتصاد الدائري الاعتماد على أطر ومؤشرات وطنية ودولية متكاملة، مثل مؤشرات إنتاجية الموارد، وكفاءة استخدام المياه، ومعدلات إعادة التدوير، وتقليل هدر الغذاء، مع مواءمتها مع أهداف التنمية المستدامة

(مثل المؤشر 1-4-6 لكفاءة استخدام المياه والمقصد 12-3 للحد من الفاقد الغذائي). وقد أصدرت منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية إطاراً لرصد الاقتصاد الدائري يتضمن مؤشرات معيارية، بالإضافة إلى مؤشرات متخصصة، مثل مؤشرات دائرية المياه لقياس إعادة الاستخدام. وعلى مستوى المشاريع والشركات، تُستخدم أدوات مثل تحليل دورة الحياة لتقييم الأثر البيئي وتوجيه الحلول نحو مزيد من الكفاءة والدائرية^{38,39}.

وينبغي تطوير أنظمة بيانات وطنية متكاملة لدعم الرصد، ويشمل ذلك جمع بيانات حول استخدام المياه والطاقة وإدارة المخلفات، مع توظيف أدوات مثل نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتقنيات الاستشعار عن بُعد لرصد الموارد وتحليلها. وتدعم الأدوات الرقمية وإنترنت الأشياء عمليات الرصد في الوقت الحقيقي من خلال تتبع استهلاك المياه والطاقة وكفاءة العمليات الزراعية، بينما تتيح المنصات الرقمية تجميع البيانات وتحليلها على نطاق أوسع^{40,41}.

١٠. نشاط الفصل الرابع: تصميم تدخلات داعمة للتحوّل إلى الاقتصاد الدائري

بطاقة تصميم تدخلات داعمة للتحوّل إلى الاقتصاد الدائري



معلومات النشاط

النشاط	تصميم تدخلات داعمة للتحوّل إلى الاقتصاد الدائري
الوقت الإجمالي	30 دقيقة (عمل فردي + مشاركة اختيارية)
حجم المجموعة	عمل فردي
المدخلات	نظام أو مثال من الفطيلين السابقين (زراعي أو مائي)

الهدف: تمكين المشاركين من ربط الحلول التقنية بالبيئة التمكينية (السياسات، التمويل، المؤسسات...)، وتصميم تدخلات واقعية تدعم التحوّل إلى الاقتصاد الدائري.

الخطوة الأولى: اختيار نظام أو مثال من الفطيلين السابقين

العنصر	الوصف المختصر
القطاع	□ زراعة □ مياه
النظام/المثال المختار	
وصف مختصر للحل الدائري المقترح	

الخطوة الثانية: تحديد التحديات

فكّروا في التحديات التي قد تعيق تطبيق هذا الحل:

تحدّ مؤسسي	تحدّ تنظيمي
تحدّ مالي	تحدّ تقني
تحدّ آخر	

الخطوة الثالثة: تصميم التدخلات الداعمة

اقترحوا تدخلات لمعالجة التحديات:

تدخل مؤسسي	تدخل تنظيمي
تدخل مالي	تدخل تقني
تدخل آخر	

الخطوة الرابعة: تحديد الجهات المعنية

حددوا ثلاث جهات معنية رئيسية تؤدي دوراً حاسماً في السياق الذي اخترتموه:

الجهة	الدور
1.	
2.	
3.	

قدّموا بطاقتكم بشكل مختصر أمام باقي المشاركين، وشاركوا أبرز التحديات والتدخلات التي اقترحتموها. استمعوا لتعليقات الحضور، ودوّنوا أي أفكار أو مقترحات يمكن أن تساعد في تحسين التدخلات أو تطويرها.

الحواشي

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Coping with water scarcity in the Near East and North Africa, 2014.
2. Ellen MacArthur Foundation. What is the meaning of a circular economy and what are the main principles?
3. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، التعامل مع ندرة المياه في إقليم الشرق الأدنى وشمال أفريقيا، 2014.
4. Food and agriculture Organization, Water Reuse in the Middle East and North Africa: A Sourcebook by IWMI, 2023.
5. لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، عمل كورونيفيا المشترك بشأن الزراعة: منظور إقليمي عربي، 2021.
6. Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change, 2022.
7. United Nations Food Systems Coordination Hub, Food Systems Solutions Webinar 2026: Circular economy and sustainable food systems, 12 March 2026.
8. المنظمة العربية للتنمية الزراعية، تحويل المخلفات الزراعية لإنتاج الأسمدة العضوية في الوطن العربي: الواقع، التحديات، وآفاق المستقبل، 2025.
9. المنظمة العربية للتنمية الزراعية، تحويل النفايات الغذائية إلى أعلاف عضوية: الواقع والمأمول، 2025.
10. IDEASS, The bioheat start up transforms olive waste into ecological heating briquettes in Tunisia, 2023.
11. International Water Management Institute, WaPOR: Remote Sensing for Water Productivity.
12. برنامج EU MedBridge، رائدة أعمال مجتمعية من المغرب تساعد المزارعين على تحويل النفايات إلى موارد، 6 أيلول/سبتمبر 2023.
13. AquaponicTec، أنظمة الزراعة المائية في دبي وقطر والمملكة العربية السعودية.
14. بيوتينا.
15. الإسكوا وآخرون، الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة: المياه النظيفة والنظافة الصحية - ورقة معلومات أساسية، 2023.
16. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، التعامل مع ندرة المياه في إقليم الشرق الأدنى وشمال أفريقيا، 2014.
17. المنظمة العربية للتنمية الزراعية والمجلس العربي للمياه، تحفيز المجتمعات العربية نحو استغلال موارد المياه غير التقليدية في الأنشطة الزراعية ومكافحة التصحر، 2025.
18. الإسكوا، أدوات الترابط بين المياه والطاقة، 2021.
19. الإسكوا، تقرير المياه والتنمية التاسع: المياه الجوفية في المنطقة العربية، 2022.
20. World Health Organization, Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater - Volume 4, 2013.
21. World Health Organization, Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater - Volume 2, 2013.
22. 2018World Bank Group, Beyond Scarcity: Water Security in the Middle East and North Africa ,
23. المنظمة العربية للتنمية الزراعية والمجلس العربي للمياه، تحفيز المجتمعات العربية نحو استغلال موارد المياه غير التقليدية في الأنشطة الزراعية ومكافحة التصحر، 2025.
24. مركز المعرفة المائية، شرح الإدارة المتكاملة للموارد المائية.
25. المنظمة العربية للتنمية الزراعية، تحفيز المجتمعات العربية نحو استغلال موارد المياه غير التقليدية في الأنشطة الزراعية ومكافحة التصحر، 2025.
26. المرجع نفسه.

- Journal of Oasis Agriculture and Sustainable Development, Exploring farmers' acceptance of treated wastewater for irrigation and its diverse impacts: evidence from case studies in the West Bank, Palestine, 9 June 2025 .27
- United Nations Development Programme, Nature-Based solutions for Water, 2018 .28
- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، إدارة الموارد المائية في المنطقة العربية: بين تأمين العجز وضمان المستقبل: موجز التقرير (نيويورك، برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، المكتب الإقليمي للدول العربية، 2013). التقرير الكامل متاح بالإنكليزية. .29
- Ahmed M. N. Masoud and others, Sustainable Greywater Treatment in Jordan: The Role of Constructed Wetlands as Nature-Based Solutions, 2025 .30
- Arab Water Council, Boukhalef wastewater treatment plant and Tangier green space and golf course water reuse .31
- Groundwater Solutions Initiative for Policy and Practice, A strategic water reserve in Abu Dhabi .32
- Alexandros Stefanakis, 2020, Constructed Wetlands for Sustainable Wastewater Treatment in Hot and Arid Climates: Opportunities, Challenges and Case Studies in the Middle East, Water, vol. 12, No. 6 (June 2020), p. 1665 .33
- Organisation for Economic Co-operation and Development, Business Models for the Circular Economy: Opportunities and Challenges for Policy, 2019 .34
- United Nations Environment Programme, Finance Initiative, Financing Circularity: Demystifying Finance for the Circular Economy, 2020 .35
- European Union, Regulation (EU) 2023/956 of the European Parliament and of the Council of 10 May 2023 establishing a carbon border adjustment mechanism, 2023 .36
- World Bank, State and Trends of Carbon Pricing, 2024 .37
- International Organization for Standardization, ISO 14040:2006. Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework, 2006 .38
- Organisation for Economic Co-operation and Development, Monitoring Progress towards a Resource-Efficient and Circular Economy, 2024 .39
- M. Salman and others, The AquaCrop model: Enhancing crop water productivity—Ten years of development, dissemination and implementation 2009–2019 (FAO, 2024) .40
- Nikola M. Trendov, Samuel Varas and Meng Zeng, Digital technologies in Agriculture and Rural Areas: Status Report (FAO, 2019) .41



يقدم هذا الدليل التدريبي إطاراً عملياً لبناء القدرات وتعزيز التحول إلى الاقتصاد الدائري في قطاعي الزراعة والمياه في المنطقة العربية. ويأتي إعدادُه استجابةً للتحديات المتزايدة المرتبطة بندرة المياه، وتدهور الأراضي والتربة، وارتفاع مستويات فاقد الأغذية وهدرها، وتزايد آثار تغيّر المناخ، إلى جانب الاستخدام غير الكفؤ للموارد عبر سلاسل القيمة الزراعية والمائية. وهو يهدف إلى دعم الفنيين والمدربين وصنّاع السياسات والعاملين في مجالات الزراعة والمياه والبيئة والتنمية المستدامة في تحليل النظم القائمة وتحديد فرص الانتقال من النماذج الخطية إلى نظم أكثر كفاءة ودائرية.

ويعرض الدليل المفاهيم والمبادئ الأساسية للاقتصاد الدائري وعلاقتها بالتحديات والأولويات في المنطقة العربية، ثم يتناول تطبيقاتها في قطاعي الزراعة والمياه من خلال استعراض التحديات والفرص، والمقاربات الدائرية، والحلول التقنية والممارسات التطبيقية، ودور الحلول القائمة على الطبيعة. ويؤكد الدليل أن التحول إلى الاقتصاد الدائري لا يعتمد على الحلول التقنية وحدها، بل يتطلب منظومة تمكينية متكاملة تشمل السياسات والحوكمة، والتنسيق بين المؤسسات والقطاعات، ونماذج الأعمال وآليات التمويل، وبناء القدرات، والتكنولوجيا والرقمنة، ونظم الرصد والتقييم. ويعتمد الدليل منهجاً تدريبياً تطبيقياً مرناً يجمع بين المحتوى النظري ودراسات الحالة من المنطقة العربية والتمارين الجماعية، بما يمكن المشاركين من تصميم تدخلات دائرية قابلة للتطبيق والتكييف وفق الأولويات والسياقات الوطنية والمحلية.

