الهيئة السعودية للمياه
Saudi Water Authority

الدليل الإرشادي للاقتصاد الدائري في قطاع المياه

2026م

الملخص التنفيذي

يقدّم هذا الدليل مرجع استراتيجي يهدف لإرشاد وتوجيه الجهات العاملة في قطاع المياه بالمملكة العربية السعودية نحو تبني وتفعيل مبدأ الاقتصاد الدائري في مجال المشتريات والبنية التحتية والعمليات التشغيلية. ويستعرض محاور رئيسية، واستراتيجيات عملية، وأمثلة تطبيقية واقعية مرنة لتسهيل توظيفها بما يتناسب مع السياقات التنظيمية المختلفة.

يُقدّم هذا الدليل كمرجع إرشادي للتوجيه والإلهام، يدعم اتخاذ خطوات تدريجية وواقعية لتقليل النفايات، إطالة دورة حياة الأصول، وتعزيز كفاءة الموارد، مع تعزيز المرونة البيئية والاقتصادية. ولا يُعدّ هذا الدليل إلزاميًا، بل مرجعًا للتوجية وفق أولويات الجهات المعنية، كما يتواءم مع الأولويات الوطنية للاستدامة، بما في ذلك رؤية السعودية 2030 ومبادرة السعودية الخضراء.

جدول المحتويات

المسار الأول: دمج نماذج الأعمال الدائرية ومبادئ التصميم 1

المسار الثاني: التصميم القائم على استدامة دورة حياة المنتجات 13

المسار الثالث: قيادة التحول نحو الاقتصاد الدائري والرقمي 31

المسار الرابع: تعزيز استراتيجيات الشراء الدائري 41

المسار الخامس: تمكين نماذج الأعمال الدائرية من خلال الابتكار الرقمي 55

الملاحق والمراجع 71

المقدمة والإطار العام

يدخل قطاع المياه في المملكة العربية السعودية حقبة جديدة من التحول، حيث تتظافر الكفاءة والابتكار والاستدامة ضمن إطار الاقتصاد الدائري. وأصبح الهدف ليس مجرد الاستجابة لندرة المياه، بل إطلاق العنان للقيمة من خلال استخدام أكثر استدامة للموارد، وإطالة عمر الأصول، والتعاون بين القطاعات.

يوفّر دليل الاقتصاد الدائري لكفاءة قيمة المياه مرجعاً موحداً لدعم تنفيذ هذا التحول، من خلال مواءمة مبادئ الاقتصاد الدائري العالمية وتحويلها إلى استراتيجيات عملية تتناسب مع سياسات المملكة وبنيتها التحتية وطبيعة أسواقها.

يعيد هذا الدليل تعريف نماذج الاستفادة من الموارد كفرصة قيّمة، عبر تقليل الهدر من الأنظمة التخطيطية والتشغيلية، والمحافظة على الموارد، وخفض تكاليف دورة حياة الأصول، وتمكين نماذج خدمة جديدة قائمة على الأداء. بهذه المنهجية، يُمكن لأصحاب المصلحة تعزيز الاستدامة المالية، وتحقيق نتائج بيئية أفضل، وتعزيز قدرة منظومة المياه على الصمود.

يستند الدليل إلى أفضل الممارسات العالمية، بما في ذلك إطار عمل ReSOLVE التابع لمؤسسة "إيلين ماك آرثر"، ونماذج الأعمال الدائرية وفق إطار accenture ، مع مواءمتها مع الأولويات التنظيمية في المملكة العربية السعودية. يتضمن كل قسم ملاحظات إرشادية تحدد إجراءات عملية واضحة يمكن لأصحاب المصلحة اتخاذها فوراً، لضمان دمج مبادئ إعادة الاستخدام والتجديد والكفاءة في العمليات اليومية.

إن التحول الدائري في قطاع المياه بالمملكة هو فرصة حقيقية وقابلة للقياس لتعزيز الكفاءة الاقتصادية والريادة التكنولوجية والإدارة البيئية المستدامة، بما يتماشى مع رؤية السعودية 2030 ومبادرة السعودية الخضراء والاستراتيجية الوطنية للمياه.

القيمة الاستراتيجية والأثر الإيجابي

1- التوافق مع التوجهات الوطنية ودمج السياسات ذات العلاقة:

- تعزيز كفاءة الموارد وتعظيم مبدأ خفض التكاليف.
- دعم أهداف تقليل البصمة الكربونية وتعزيز قدرة المنظومة على الصمود.
- تحقيق نتائج قابلة للقياس، وربط مفاهيم الاقتصاد الدائري مباشرة بأمن واستدامة المياه.

2- الأثر الاقتصادي على مستوى قطاع المياه:

- خفض متوقّع في التكاليف الرأسمالية والتشغيلية من خلال إعادة الاستخدام وإعادة التأهيل.
- توطين ودعم المحتوى المحلي للصناعات وصيانتها.
- دعم مشاركة المشاريع الصغيرة والمتوسطة والمساهمة في مستهدفات خفض معدلات البطالة في المملكة.
- خلق أسواق تعتمد على نماذج الأعمال الدائرية (مثل: نماذج تقديم الأغشية والمضخات وأجهزة الاستشعار كخدمات قائمة على الأداء).

3- العوائد البيئية والمناخية:

- المساهمة في خفض انبعاثات الغازات الدفيئة من خلال رفع كفاءة الطاقة، وتحسين الأداء عبر الحلول الرقمية، وتعظيم الاستفادة من النفايات.
- تقليل كمية النفايات المدفونة والتصريف البحري، بما يدعم مستهدفات المركز الوطني لإدارة النفايات والمركز الوطني للرقابة على الالتزام البيئي.
- دمج أنظمة المراقبة الرقمية للتحقق من الامتثال استنادًا إلى بيانات اللوائح التنفيذية.

4- الأثر المؤسسي والحوكمة:

- إرساء مرجعية موحدّة لجميع الجهات العاملة في قطاع المياه (تحلية المياه، والشركة السعودية لشراكات المياه، وشركة نقل المياه، وشركة المياه الوطنية، والمؤسسة العامة للري) وذلك تحت إشراف الهيئة السعودية للمياه.
- توفير إرشادات ومؤشرات أداء رئيسية موحدة، مما يضمن التنفيذ والمقارنة المعيارية المتسقة.
- تأسيس قاعدة لإعداد تقارير الأداء في الاستدامة البيئية والاجتماعية والحوكمة وتمكين التكامل بما يعزز الشفافية والمُساءلة.

5- الابتكار وتنمية القدرات:

- تشجيع بناء بيئات ابتكار رقمية دائرية بالتعاون مع الجامعات وشركات التكنولوجيا المحلية .
- ترسيخ مكانة المملكة العربية السعودية كنموذج إقليمي رائد للإدارة المتكاملة للمياه ضمن النموذج الدائري.
- بناء القدرات من خلال التدريب التقني ورفع مستوى المهارات التشغيلية والفنية، بما يتوافق مع التوجهات الاستراتيجية للهيئة السعودية للمياه في مجال الابتكار وتنمية رأس المال البشري.

المسار الأول

1

دمج نماذج الأعمال الدائرية ومبادئ التصميم

المسار الأول

تضع رؤية السعودية 2030 الإدارة المستدامة للموارد الحيوية والاستخدام الأمثل للأصول الطبيعية ضمن الأولويات الوطنية مما يدعم الازدهار الوطني.

وتعزز الاستراتيجية الوطنية للمياه هذا التوجه من خلال هدفها الاستراتيجي الرابع: "حماية موارد المياه وترشيد استخدامها مع الحفاظ على البيئة المحلية". وتتماشى هذه الجهود مع مبادرة السعودية الخضراء، التي تستهدف خفض الانبعاثات الكربونية على المستوى الوطني وتقليل النفايات عبر مختلف القطاعات.

وتقوم الهيئة السعودية للمياه بتفعيل هذه الأهداف من خلال محوريّ أمن الإمدادات وإدارة مستدامة للمياه و تمكين التنمية الاقتصادية. عبر توجيه الجهات في قطاع المياه نحو تعزيز الكفاءة، وإعادة استخدام الأصول والموارد، وتحقيق قيمة مضافة على امتداد سلسلة القيمة في منظومة المياه.

1. نماذج الأعمال الدائرية

تمثل نماذج الأعمال الدائرية تحولاً جوهرياً من النموذج الخطي التقليدي القائم على "الاستخراج – التصنيع -التخلص" إلى أنظمة تحافظ على القيمة وتحد من توليد النفايات.

أ. الاحتفاظ بملكية المنتج

بدلاً من بيع المنتجات، تقوم الشركات بتأجيرها مع الاحتفاظ بملكيتها. ويحفز هذا النموذج تصميم منتجات ذات عمر أطول، وتعزيز الصيانة، وضمان استرداد المنتجات في نهاية عمرها الافتراضي.

مثال: تقوم شركة إتش بي بتأجير الطابعات، مع تولي صيانتها وإعادة تعبئة خراطيش الحبر، وبالتالي تحتفظ بملكية الأصل ومكوناته.

مثال: تتيح بعض الشركات نماذج مشاركة المركبات مع الحفاظ على الملكية و الدفع حسب الاستخدام، بينما تتولى الشركة صيانة المركبات وتحديثها وإعادة تدويرها في نهاية عمرها الافتراضي، مما يضمن بقاء المركبات في دورة استخدام عالية القيمة.

مثال في قطاع المياه:

"المضخات المائية كخدمة"، حيث يدفع العملاء مقابل كل متر مكعب من المياه التي يتم ضخها. ويحتفظ مزود الخدمة بملكية المضخات، ويتولى أعمال الصيانة، ويضمن إعادة تدوير المضخات طوال دورة حياتها. هنالك أيضاً "الترشيح كخدمة" في البيئات الصناعية أو محطات التحلية، ويتضمن تأجير الأغشية، على أن يتولى المزوّد أعمال التركيب، والمراقبة، والاستبدال وإعادة التدوير، بما في ذلك استعادة المواد النادرة مثل الليثيوم من الرجيع الملحي. إضافةً إلى "المياه كخدمة" والتي تقدم نموذج لأنظمة معالجة صغيرة النطاق أو معيارية، حيث يدفع العملاء مقابل المياه المعالجة بينما يتولى المزوّد إدارة العمليات والصيانة واستعادة المواد.

أ. إطالة عمر المنتج

يتم إعادة استخدام المنتجات أو إصلاحها أو إعادة تصنيعها لتمديد عمرها الافتراضي.

مثال: يعيد برنامج آبل للأجهزة المجددة المعتمدة تأهيل الأجهزة المستعملة لتصبح بحالة تشبه الجديدة، مما يقلل من الطلب على المواد الخام الجديدة.

مثال: يعمل برنامج باتاجونيا المعروف باسم Worn Wear على تجديد الملابس المستعملة، ويقوم بإصلاحها، وإعادة بيعها بأسعار أقل، مما يطيل عمر المنتجات ويعزز ثقافة إعادة الاستخدام.

مثال في قطاع المياه:

تقوم مرافق المياه بإطالة العمر التشغيلي لعدادات تدفق المياه ومستشعرات الضغط من خلال إعادة تأهيل المكونات الإلكترونية واستبدال الأختام أو الأغلفة المتآكلة بدلاً من الاستبدال الكامل للأجهزة. ويُسهم ذلك في تقليل من النفايات الإلكترونية، وخفض تكاليف الشراء، والحفاظ على المكونات الإلكترونية القيّمة ضمن دورة الاستخدام.

2. الأطر الداعمة لنماذج الأعمال الدائرية

توفر أطر الاتحاد الأوروبي بيئة سياسات قوية تدعم نماذج الأعمال الدائرية، وتقدم إرشادات قابلة للتطبيق على المستوى العالمي.

ما يمكن أن تقوم به الهيئة السعودية للمياه

- إعداد سياسة للاقتصاد الدائري في قطاع المياه.
- مواءمة عمليات المشتريات والمناقصات العامة مع مستهدفات الاقتصاد الدائري.
- إنشاء مراكز ابتكار لاختبار المشاريع التجريبية الدائرية في مرافق وخدمات المياه.

إطار عمل ريزولف

يحدد نموذج ريزولف لمؤسسة "إلين ماك آرثر" ستة إجراءات عملية تُسهم في تسريع التحول نحو الاقتصاد الدائري عبر مختلف القطاعات. ويمكن تطبيق كل منها مباشرة في مرافق وخدمات قطاع المياه.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION

التجديد
استبدال الموارد المحدودة بمدخلات متجددة.
- مثال: الاعتماد على الطاقة الشمسية وطاقة الرياح لتشغيل محطات تحلية المياه ومحطات معالجة مياه الصرف.

التحسين
تحسين الأداء من خلال البيانات والأتمتة.
- مثال: العدادات الذكية والكشف عن التسربات باستخدام تقنيات الإنترنت للأشياء.

الافتراضية
تقديم الخدمات رقمياً بدلاً من تقديمها مادياً.
- المراقبة عن بُعد وخدمة العملاء الرقمية.

الاستبدال
اعتماد تقنيات ذات تأثير بيئي منخفض.
- مثال: التحول من استخدام مضخات الديزل إلى مضخات كهربائية عالية الكفاءة.

الدورة المغلقة
الحفاظ على المواد والمياه ضمن دورات مغلقة.
- مثال: تجديد الأغشية، واستخراج المعادن من الرجيع الملحي، وبرامج تحويل الحمأة إلى طاقة.

المشاركة
تعظيم الاستفادة من الأصول من خلال إعادة الاستخدام والوصول المشترك.
- مثال: مرافق إعادة الاستخدام أو التخزين المشتركة بين البلديات والمناطق الصناعية.

القيمة لقطاع المياه

يوفر هذا الإطار دليلاً تشغيلياً واضحاً لدمج نماذج الممارسات الدائرية لجميع أصحاب المصلحة في قطاع المياه.

نماذج الميزة الدائرية لشركة أكسنتشر

تحدد شركة أكسنتشر خمسة نماذج أعمال تقوم بترجمة مبدأ الاقتصاد الدائري إلى قيمة ملموسة.

المدخلات الدائرية
استخدام مدخلات متجددة أو معاد تدويرها.
- مثال: أنابيب معاد تدويرها معتمدة من الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس، ومواد حيوية المنشأ.

إطالة عمر المنتج
إصلاح الأصول وإعادة تصنيعها لإطالة عمرها التشغيلي.
- مثال: إعادة تأهيل المضخات في WTCO ومراكز إعادة تأهيل الأغشية في SWCC .

المنتج كخدمة
بيع الأداء بدلاً من بيع المنتجات.
- مثال: "الترشيح كخدمة" أو "كفاءة الطاقة كخدمة".

استعادة الموارد
استخلاص القيمة من تدفقات النفايات.
- مثال: مبادرات استخراج المعادن من الرجيع الملحي، وتحويل الحمأة إلى موارد قابلة للاستخدام

منصات المشاركة
مشاركة الطاقات غير المستغلة.
- مثال: محطات معالجة مشتركة ومرافق تخزين طارئة بين المدن.

القيمة لقطاع المياه:

تشجيع التعاون بين القطاعين العام والخاص تعزيز نماذج الخدمات القائمة على الأداء.

نموذج التمويل الدائري وائتمانات المياه:

نموذج أعمال استشرافي يحوّل الأداء الدائري إلى قيمة مالية، ويضم حوافز مالية لتعزيز الكفاءة وإعادة الاستخدام واستعادة الموارد.

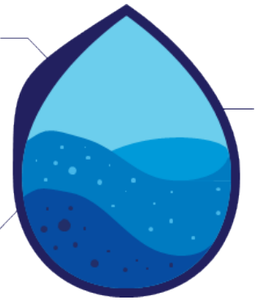
فئة نماذج الأعمال الدائرية	الوصف	مثال في قطاع المياه
نماذج التمويل الدائري	استخدام أدوات تمويل خضراء أو قائمة على الأداء لتمويل المشاريع الدائرية وربط السداد بالوفورات المحققة فعلياً.	صكوك خضراء أو قروض مرتبطة بالمعايير البيئية والاجتماعية والحوكمة لتمويل بنية تحتية لتحلية المياه ذات كفاءة عالية للطاقة، ومشاريع إعادة الاستخدام.
نموذج ائتمانات المياه/ التداول	إنشاء ائتمانات قابلة للتداول مقابل ترشيد المياه أو إعادة استخدامها أو تقليل التلوث.	حصول مرافق المياه على "ائتمانات إعادة الاستخدام" قابلة للتداول مقابل خفض الطلب أو زيادة استخدام المياه المعالجة.
شراكات الأداء بين القطاعين العام والخاص	مواءمة مصالح المستثمرين والمرافق والجهات التنظيمية عبر عوائد قائمة على النتائج المشتركة بدلاً من العقود الثابتة.	مكافأة المشغلين الخاصين عند تحقيق مستهدفات إعادة الاستخدام بدلًا من دفع الرسوم الثابتة.

قيمة قطاع المياه:

يساعد هذا النموذج بإدخال دورة مالية دائرية من خلال تحويل الكفاءة وإعادة الاستخدام وخفض الانبعاثات الكربونية إلى أصول قابلة للقياس والاستثمار، بما يتماشى مع رؤية السعودية 2030 ومبادرة السعودية الخضراء.

3. المنتج كخدمة في قطاع المياه

تعتمد نماذج المنتج كخدمة على التحول من بيع المنتج إلى بيع أدائه أو وظيفته، مع احتفاظ المزود بملكية الأصل وتحمله مسؤولية الصيانة والتحديثات وإدارة نهاية العمر الافتراضي.



كشف التسرب كخدمة:

بدلاً من شراء معدات كشف التسرب وإدارتها، تشترك مرافق المياه في خدمة يقوم مزودها بمراقبة شبكات الأنابيب بشكل مستمر باستخدام الشبكات الذكية. ويحتفظ المزود بملكية جميع الأجهزة والبرمجيات، ويتولى صيانتها وتحديثها.

المياه كخدمة:

يتم نشر أنظمة معالجة صغيرة أو معيارية (مثل وحدات التناضح العكسي المعبأة)، ويدفع العملاء مقابل المياه المعالجة. ويتولى المزود إدارة العمليات والصيانة واستعادة المواد.

الترشيح كخدمة:

في البيئات الصناعية أو محطات التحلية، تؤجر الأغشية ويتولى المزودون عملية التركيب والمراقبة والاستبدال وإعادة التدوير، كما يعملون على استعادة المواد القيمة مثل الليثيوم من الرجيع الملحي.

الممكنات:

تساعد النسخ الرقمية، وإنترنت الأشياء، والعدادات الذكية في تتبع الأداء، والتنبؤ بالحاجة لأعمال الصيانة، وتحسين العمليات التشغيلية لهذه النماذج الخدمية.

الفوائد:

- رفع الكفاءة وتعزيز تفعيل النماذج الدائرية.
- خفض النفقات الرأسمالية على المستخدمين.
- تشجيع تصميم طويل الأمد قابل للصيانة.
- دعم مستهدفات خفض الانبعاثات الكربونية وتعزيز أداء الاستدامة البيئية والاجتماعية والحوكمة.

التحديات:

- تظل ملكية الأصول لدى المزود، مما يتطلب بنية تحتية قوية للخدمات والدعم اللوجستي.
- الحاجة إلى تغيير الثقافة لدى العملاء المعتادين على شراء الأصول بدلاً من التعاقد على الخدمات.
- جوانب قانونية وتعاقدية معقدة.

4. إطار ستاهيل مقابل الاقتصاد الدائري الحديث

وضع والتر ستاهيل المبادئ الأساسية الأولى للاقتصاد الدائري الصناعي، فيما جاء الاقتصاد الدائري الحديث ليقوم بتطوير هذه المبادئ من خلال إعادة التصميم على مستوى الأنظمة ودمج الحلول الرقمية.

أ. الاقتصاد الدائري الصناعي لستاهيل:

التركيز: إطالة عمر المنتج، ودعم توطين الوظائف، وخلق نماذج أعمال قائمة على تقديم الخدمات.

أمثلة:

- المنتجات المُجدّدة من آبل: إطالة فترة استخدام المواد عبر إعادة تأهيل الأجهزة الإلكترونية.
- ميشلان: بيع "كيلومترات الإطارات" عوضاً عن بيع الإطار نفسه، أي بيع الأداء بدلًا من تمليك المنتج.
- مقاهي الإصلاح: مساحات تُدار مجتمعياً لتعزيز أعمال الإصلاح المحلية وتبادل المهارات.

ب. الاقتصاد الدائري الحديث:

التركيز: إعادة تصميم الأنظمة، والتجديد، ودمج الأدوات الرقمية.

أمثلة:

- نموذج اقتصاد الدونات في أمستردام: دمج أنظمة الإسكان والنقل والغذاء ضمن إطار حضري دائري متكامل.
- برنامج لوب من تيرا سايكل: يتيح للعلامات التجارية تقديم منتجات بتعبئة قابلة لإعادة الاستخدام، مما يخلق أنظمة مغلقة للسلع الاستهلاكية.

المسار الأول: خطة تفعيل نماذج الأعمال الدائرية

يوضح هذا الدليل الإرشادي للجهات العاملة في قطاع المياه كيفية بدء تبني نماذج الأعمال الدائرية من خلال إجراءات عملية منخفضة التكلفة. وبدلاً من التركيز فقط على إعادة التصميم الشاملة والمشاريع الكبرى، فإنه يمكن للجهات تطبيق إبرام عقود قائمة على الخدمات، وبرامج إعادة التأهيل، والتجديد المعياري الذي يُسهم في إطالة عمر الأصول وتقليل التكاليف. وتُترجِم هذه الخطوات مبادئ المحافظة على القيمة، وإعادة الاستخدام، والنهج القائم على تقديم الخدمات إلى ممارسات تشغيلية يومية قابلة للتطبيق.

المبادئ الرئيسية لتفعيل النماذج الدائرية مع إجراءات منخفضة أو معدومة التكلفة

إطالة دورة حياة المنتجات

- **الإجراء 1: إنشاء سجل موحّد للأصول وقطع الغيار**

  تطوير سجل بسيط ومشترك لجميع المضخات الرئيسية، والأنابيب، والصمامات، وأنظمة التحكم الرئيسية، يتم لكل أصل توثيق تاريخ الشراء، والعمر التشغيلي المتوقع، وتاريخ آخر صيانة. يوفر هذا الإجراء رؤية واضحة عن حالة الأصول ويدعم التخطيط الاستباقي للصيانة قبل حدوث الأعطال، بدلًا من الاستجابة لها بعد حدوثها.

- **الإجراء 2: إعادة استخدام قطع الغيار**

  قبل طلب أي مكون جديد، يتم اعتماد إجراء للتحقق من إمكانية إعادة استخدام قطعة لا تزال قابلة للاستخدام من معدات قديمة أو تم إخراجها من الخدمة. كما يتم تخصيص مساحة تخزين منظمة لقطع الغيار القديمة التي لا تزال في حالة جيدة. تُسهم هذه الممارسات البسيطة في خفض تكاليف الشراء بشكل ملموس.

- **الإجراء 3: إعداد قائمة مراقبة لنهاية العمر الافتراضي**

  عند إخراج أي أصل من الخدمة، يتم إعداد قائمة مراقبة فنية يلتزم بها المختصون، وتشمل القائمة التحقق من إمكانية إعادة تأهيل الأجزاء القابلة للاستخدام، وتقييم حالة الهيكل لإمكانية إعادة التصنيع، وتصنيف المواد بشكل مناسب لإعادة التدوير.

إجراءات العمل الموحّدة والصيانة وفق الإرشادات المرئية

- **الإجراء 1: عرض إجراءات التشغيل الموحدة بأساليب مرئية**

  بالنسبة للمهام الرئيسية مثل تشغيل المضخات، ومعايرة الصمامات، أو الغسيل العكسي للفلاتر، يتم إعداد أدلة مرئية مبسّطة بخطوات متسلسلة وعرضها بشكل واضح في منطقة العمل. يُسهم ذلك في توحيد الممارسات التشغيلية وتقليل الأخطاء، مما ينعكس على إطالة عمر المعدات الافتراضي.

- **الإجراء 2: تنفيذ جولة تفقدية للتسربات لمدة 15 دقيقة**

  يُشترط إدراج فحص قصير (15 دقيقة) للكشف عن التسربات ضمن إجراءات تسليم الورديات اليومية لجميع الفرق التشغيلية. تشجع هذه المهمة على رصد مؤشرات التسرب أو فاقد المياه غير المحقق للإيراد ضمن الأعمال.

إطار عمل إعادة الحل - وثيقة إرشادية

- **الإجراء 1: إجراء تدقيق دائري للأصول**

  تحديد المجالات التي يمكن فيها استبدال المدخلات المحدودة ببدائل متجددة أو مشتركة. يشمل ذلك حصر مصادر الطاقة الحالية، والمعدات المشتركة، وفرص استخدام الطاقة الشمسية في المرافق

  يوفر هذا الإجراء صورة واضحة لمواضع تحقيق خفض التكاليف وتحسين الكفاءة من خلال إحلال الطاقة المتجددة أو تبني نماذج الاستخدام المشترك.

- **الإجراء 2: توحيد إعادة استخدام الأصول وتدفقات المواد**

  إعداد سجل بسيط للمكونات التي يتم استبدالها بشكل متكرر مثل الصمامات، والأغشية، والحلقات العازلة، والتي يمكن إعادة استخدامها أو تجديدها.

  كما يتم تطوير خطة تدوير للأصول بين المواقع لإطالة عمرها التشغيلي وخفض معدلات تكرار الشراء.

  يعزز هذا النظام البسيط مبدأي "الدوران" و"التحسين" من خلال الحفاظ على المواد ضمن دورة الاستخدام وتقليل النفايات.

نماذج الميزة الدائرية لشركة أكسنتشر - مذكرة إرشادية accenture

- **الإجراء 1: تجربة مناقصة للإمدادات الدائرية**

  دمج متطلبات الحد الأدنى للمحتوى المعاد تدويره أو المواد الحيوية في إحدى مناقصات المشتريات المقبلة.

- **الإجراء 2: تنفيذ عقد خدمة قائم على الأداء**

  اختيار احد عقود التشغيل أو الصيانة القائمة، وربط جزء من مستحقات الموردين بنتائج الأداء مثل خفض استهلاك الطاقة أو تحسين كفاءة المياه غير المحصلة، يسهم ذلك في تحويل التركيز من ملكية المنتج إلى كفاءة أداء الخدمة، مما يعزز تطبيق نموذج "المنتج كخدمة" على مستوى القطاع.

خارطة الطريق للإنجازات السريعة

1-0 سنة

المدى القصير:

يركز على الإجراءات الأساسية التي لا تتطلب تكاليف إضافية، ويشمل ذلك إجراء تدقيقات داخلية للأصول وتدفقات "النفايات"، وإعادة تصنيف المنتجات الثانوية رسميًا باعتبارها "موارد"، إضافة إلى تطبيق معايير عمل بصرية للمهام الرئيسية، وذلك عبر تحويل الإجراءات المكتوبة إلى نماذج بصرية يسهل فهمها.

3-2 سنوات

المدى المتوسط 2-3 سنوات:

تستند هذه الإجراءات إلى الإنجازات السريعة الأولية وتتطلب تكاليف قليلة مع الالتزام بالتغيير. ويشمل ذلك تنفيذ إجراءات تفقدية جديدة للمياه غير المحصلة، وتوسيع برامج إعادة التصنيع الداخلية، والبحث النشط عن شراكات مع الصناعات المحلية لتبادل النفايات.

4+ سنوات

المدى الطويل 4 سنوات فأكثر:

تتضمن المرحلة النهائية ربط الممارسات الدائرية بالمشاريع والاستثمارات النظامية الكبرى. يشمل ذلك دمج المبادئ الدائرية في جميع الخطط الاستراتيجية والعمل بشكل نشط مع الشركاء الصناعيين والمؤسسات الأكاديمية لتطوير أنظمة بيئية رسمية للتكافل الصناعي، بما يتواءم مع الاستراتيجية الوطنية للمياه وأهداف الاستدامة لرؤية 2030

أدوات التنفيذ

الأدوار والمسؤوليات: العمليات، الصيانة

المؤشرات الرئيسية للأداء (KPIs):

- نسبة تقليل المياه غير المحصلة
- نسبة الصيانة المنجزة في الوقت المحدد
- نسبة تقليل النفايات التشغيلية

سجل الأدلة:

الخط الأساسي > 6 أشهر > 12 شهرًا

المسار الثاني

2

التصميم القائم على استدامة دورة حياة المنتجات

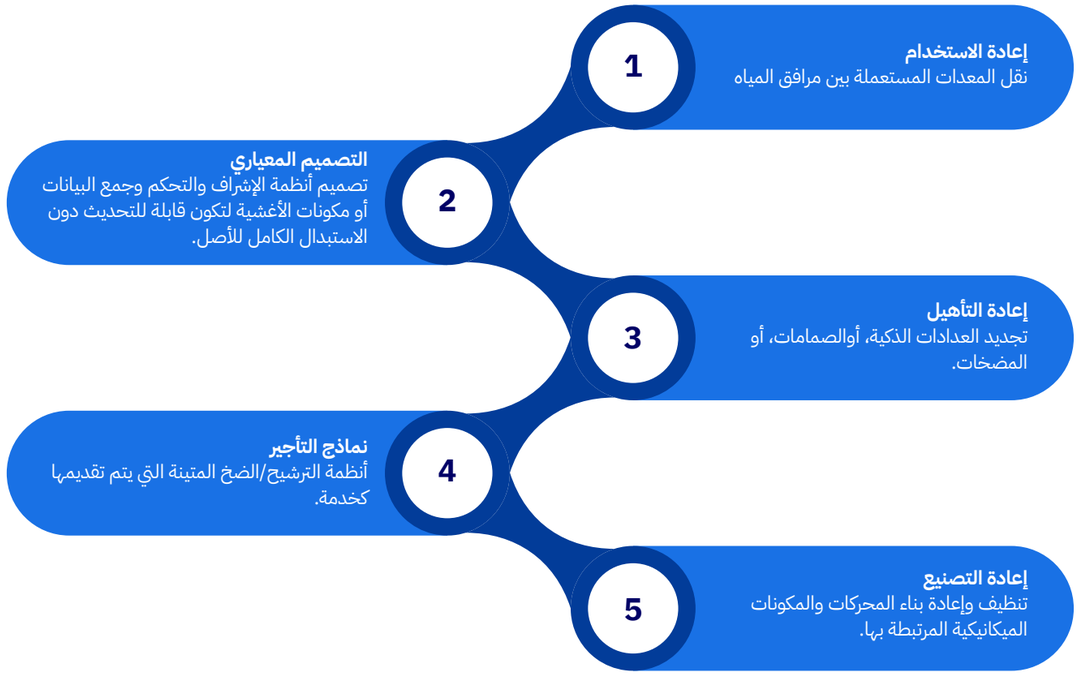
المسار الثاني

إن تطبيق مفاهيم الاقتصاد الدائري تبدأ منذ مرحلة التصميم. وفي هذا القسم سيتم التركيز على كيفية تصميم المنتجات والأصول والبنية التحتية لتمكين إعادة الاستخدام، والصيانة وإعادة التأهيل، وإعادة التصنيع، واستخراج المواد. كما يسلط الضوء على استراتيجيات تصميم عملية تساعد على تقليل التأثير البيئي، وإطالة عمر الأصول، وخلق قيمة طويلة الأمد عبر سلسلة القيمة في قطاع المياه.

مبادئ التصميم الدائري

المبدأ	الوصف	المثال
التصميم للمتانة	تصنيع منتجات تدوم لفترة أطول.	عدادات المياه ذات الهيكل المعدني عالي المتانة والتي تستمر لعقود.
التصميم لتسهيل التفكيك	جعل المنتجات سهلة التفكيك للإصلاح أو إعادة التدوير.	تحتوي أغشية التناضح العكسي لتحلية المياه على أغشية وصمامات قابلة للاستبدال بسهولة.
التصميم للتسهيل الاستبدال	السماح استبدال الأجزاء بدلاً من استبدال المنتج بالكامل.	أنظمة التحكم والمراقبة مع وحدات قابلة للتوصيل والتشغيل.
التصميم وفق معايير موحّدة	استخدام قطع غيار موحدة لتسهيل الصيانة وإعادة الاستخدام.	وصلات الأنابيب والصمامات بمواصفات قياسية موحدة
التصميم لإمكانية الإصلاح	استخدام أجزاء معيارية ومحددة المواصفات وأدوات قياسية لتمكين أعمال إصلاح المنتجات بسهولة.	مضخات ذات تصميم معياري بمحركات ومراوح قابلة للاستبدال، لتسهيل الإصلاح في الموقع.
التصميم لضمان استدامة الأداء مع مرور الوقت	تصميم المنتجات بحيث تحافظ على مظهرها وأدائها المقبول مع مرور الوقت، مما يطيل عمر استخدامها	أغلفة مقاومة العوامل الجوية لعدادات المياه.
أغلفة مقاومة للعوامل الجوية لعدادات المياه	تقديم برامج لتبديل المنتجات القديمة بأخرى جديدة.	حوافز شراء العدادات من قبل الهيئة مقابل استرجاع الوحدات القديمة
الممارسات الدائرية	تصميم المنتجات لتعزيز المشاركة، والوحدات المعيارية، وحوافز الإرجاع.	أغشية تناضح عكسي تُدار بنموذج تشاركي، ويتم إعادة توزيعها تشغيلياً بين محطات تحلية المياه المنقاة التابعة للهيئة.

تطبيق مفهوم "النماذج الدائرية من خلال التصميم" في قطاع المياه



أ. التصميم لإعادة التدوير

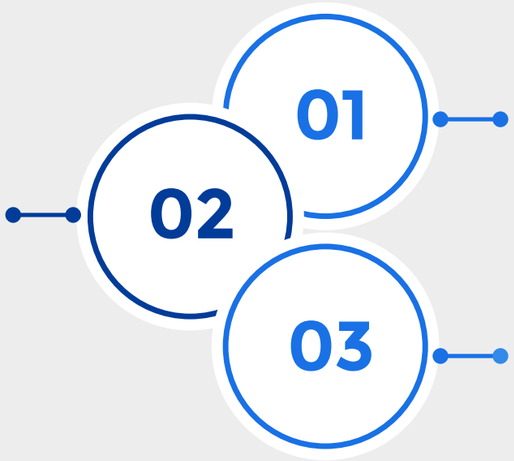
يتم تصميم المنتجات بشكل يُراعي أن تكون قابلة للصيانة، وسهلة التفكيك، وإعادة التدوير.

مثال: تقوم شركة إيكيا بتصميم الأثاث بأجزاء قياسية قابلة لإعادة التدوير وإعادة الاستخدام، مما يسهل استعادة المواد وإعادة استخدامها.

مثال في قطاع المياه:

تصميم وحدات ترشيح معيارية في أنظمة التحلية (أغشية التناضح العكسي) لتسهيل تفكيكها وصيانتها.

1. الممكنات الرقمية الداعمة للتصميم الدائري



أجهزة الاستشعار الذكية

تمكّن من المراقبة اللحظية لأداء الأصول وحالتها التشغيلية، مما يسهل الصيانة التنبؤية وتحديد التوقيت الأمثل للصيانة أو إعادة التأهيل.

نماذج التوائم الرقمية

نماذج افتراضية للأصول المادية تسمح باختبار تغييرات التصميم، ومحاكاة تأثيرات دورة الحياة، وتحسين كفاءة استخدام الموارد.

التحليلات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي

تعالج كميات ضخمة من البيانات القادمة من أجهزة الاستشعار الذكية ونماذج التوائم الرقمية لتحديد الأنماط، والتنبؤ بالأعطال، وتحسين ممارسات الصيانة والتشغيل المرتبطة بدورة حياة الأصول.

2. معوقات تطبيق التصميم الدائري

الحاجز	الوصف
ثقافة التصميم	يتبع المصممون المنطق الخطي التقليدي، مع محدودية في الوعي أو الحوافز المرتبطة بالتصاميم الدائرية.
النماذج الاقتصادية	يبدو التصميم الدائري مكلفاً مبدئياً مقارنة بنماذج الإنتاج الخطي التقليدية.
طلب العملاء	قد يفضل المستخدمون المنتجات منخفضة التكلفة والقابلة للاستخدام لمرة واحدة على المنتجات المتينة والقابلة للصيانة أو المقدمة كنموذج خدمة.
منظومة الخدمات	يتطلب تطبيق التصميم الدائري وجود منظومة دعم للخدمات متكاملة تشمل الصيانة والتحديث وبرامج الاسترجاع، والتي قد لا تكون متوفرة بعد.

أ. التصميم لإعادة التدوير

ضمان وجود إرشادات واضحة للتفكيك وفصل المكونات لتسهيل إعادة التدوير الفعّالة

استخدام مواد لاصقة قابلة لإعادة التدوير ووسائل تثبيت ميكانيكية لتسهيل التفكيك

تقليل أنواع المواد وعددها لتبسيط عمليات إعادة التدوير

ب. تقليص تدفق المواد والموارد

استخدام كميات أقل من المواد
من خلال تحسين التصميم.

مثال: تصميم الصمامات، والمضخات، أو عدادات المياه باستخدام مواد أقل أو مكونات أخف وزناً دون التأثير على الأداء.

اختيار مواد منخفضة التأثير البيئي وقابلة لإعادة التدوير
تقليل البصمة البيئية:

مثال: استخدام البلاستيك المعاد تدويره، والفولاذ المقاوم للصدأ، أو المكونات المعيارية في بنية تحتية للمياه مما يتيح إمكانية إعادة تدويرها أو إعادة استخدامها.

تقليص حجم المواد
لتقليل الحجم الإجمالي للمواد المستخدمة:

مثال: وحدات معالجة المياه المدمجة أو أنظمة الترشيح اللامركزية التي تتطلب مواد أقل وتشغل مساحة أصغر.

تقليل الاعتماد على المواد
عن طريق استبدال المكونات المادية بالحلول الرقمية (مثل المنصات السحابية، والتوائم الرقمية، والأنظمة الرقمية لإدارة المياه)

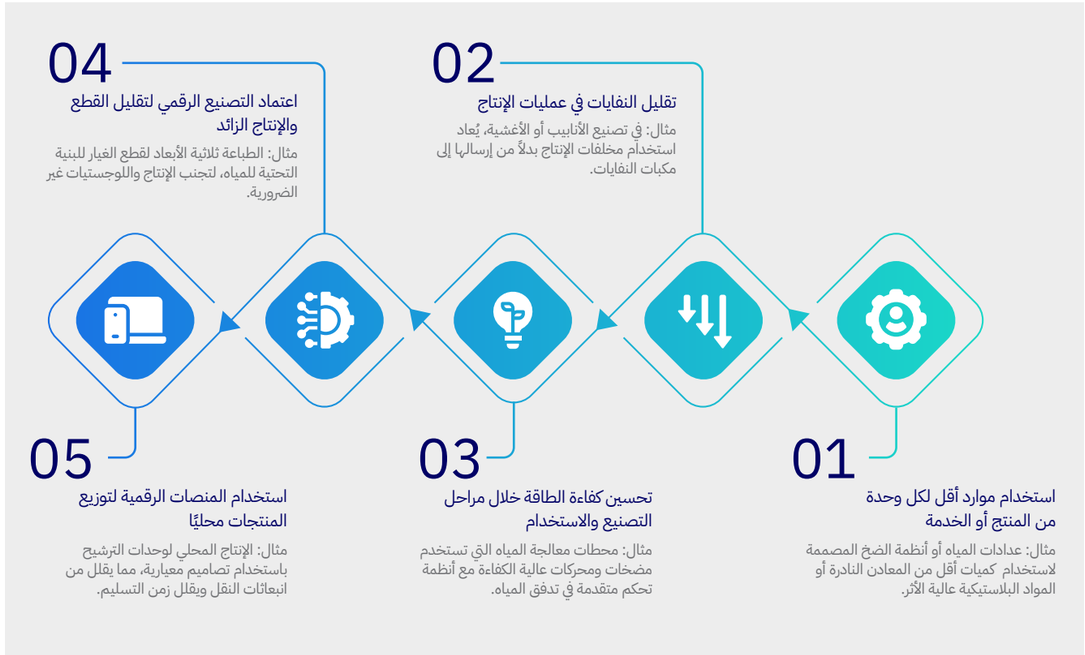
مثال: بدلاً من تركيب عدادات فعلية في كل موقع، يمكن لمرافق المياه استخدام الأنظمة الرقمية لتتبع تدفق المياه وأداء النظام عن بُعد.

توريد المواد محليًا
للحد انبعاثات النقل ودعم الاقتصاد المحلي:

مثال: استخدام الأنابيب، أو الصمامات، أو خزانات المياه التي تم تصنيعها محليًا لتقليل انبعاثات سلسلة التوريد وتعزيز خلق فرص العمل المحلية.

ج. التصميم من أجل كفاءة استخدام الموارد

يشير التصميم لكفاءة استخدام الموارد إلى تحسين المنتجات والخدمات والأنظمة بما يضمن تقليل استهلاك الموارد والحد من توليد النفايات على امتداد دورة حياتها.

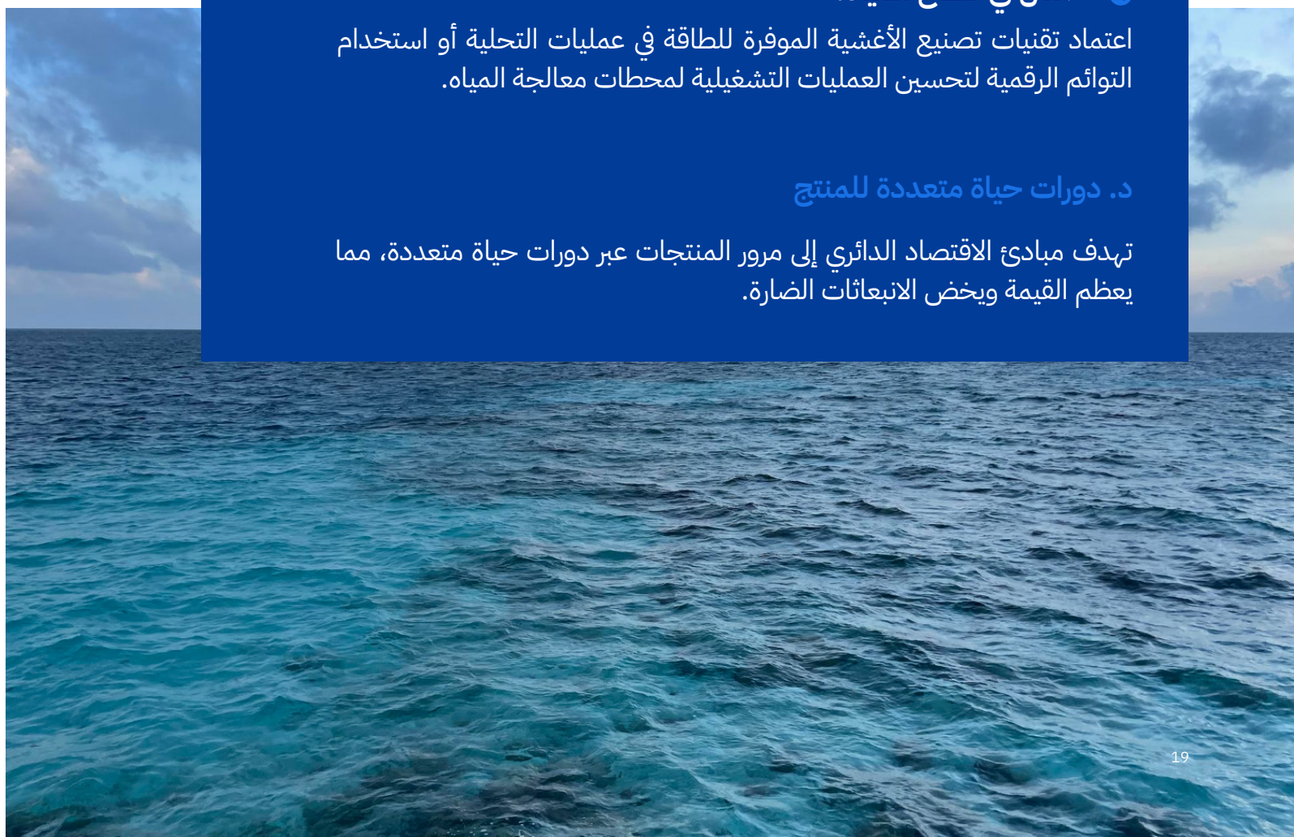


مثال في قطاع المياه:

اعتماد تقنيات تصنيع الأغشية الموفرة للطاقة في عمليات التحلية أو استخدام التوائم الرقمية لتحسين العمليات التشغيلية لمحطات معالجة المياه.

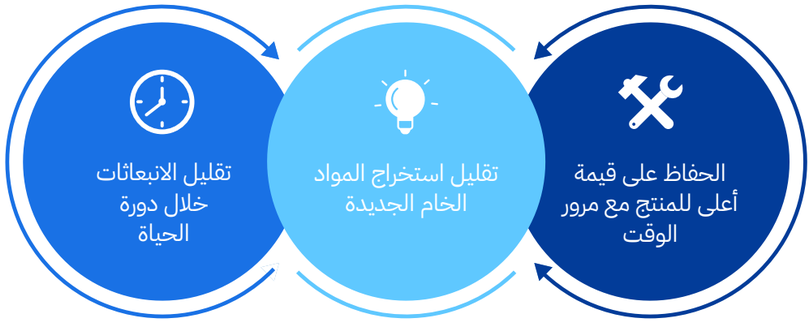
د. دورات حياة متعددة للمنتج

تهدف مبادئ الاقتصاد الدائري إلى مرور المنتجات عبر دورات حياة متعددة، مما يعظم القيمة ويخض الانبعاثات الضارة.



الفوائد:

تصميم المنتجات بهذه الطريقة يؤدي إلى:



مثال في قطاع المياه:

يمكن تصميم الأغشية المستخدمة في عمليات التحلية لتسهيل:

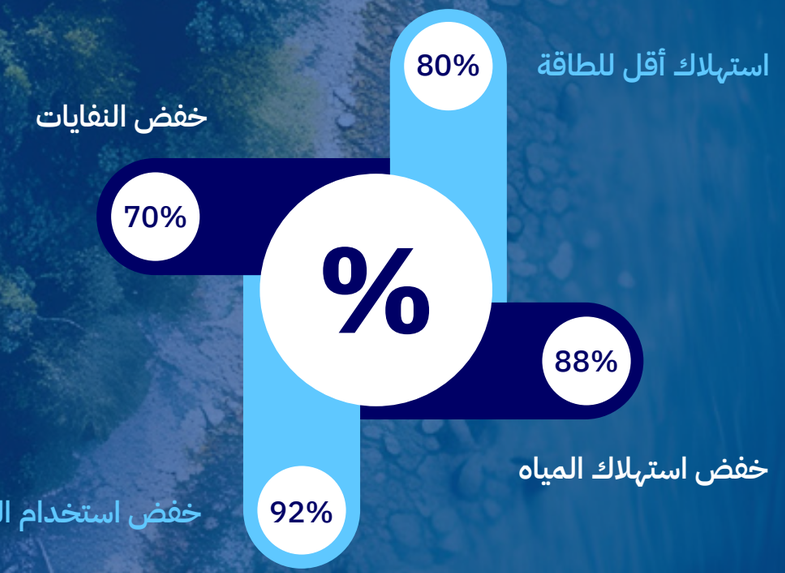
- إعادة التأهيل: تنظيفها وإعادة استخدامها في تطبيقات ذات متطلبات تشغيلية أقل.
- استخلاص المكونات: استخراج الأجزاء البوليمرية أو المعدنية القيّمة لاستخدامها في تصنيع منتجات جديدة.

وبالمثل، يمكن صيانة المضخات أو الصمامات المعيارية ذات الأجزاء القابلة للتبديل عبر دورات متعددة بدلاً من التخلص منها.

هـ. فوائد إعادة التصنيع

إعادة التصنيع هي استراتيجية دائرية عالية القيمة تُعيد المنتجات المستخدمة لتصبح كالجديدة، وغالباً مع ضمان يعادل ضمان المنتج الجديد.

فوائد إنتاج قطعة معاد تصنيعها مقارنة بالإنتاج الجديد:



المصدر: McKinsey & Company, Remaking the Industrial Economy.

يصل العائد على الاستثمار الي مايقارب خمسة أضعاف مقارنة بالإنتاج الجديد، مما يعكس جدوى اقتصادية أعلى.

مثال في قطاع المياه:

- تقوم مرافق المياه بإعادة تصنيع المضخات والمحركات بدلاً من استبدالها، من خلال تنظيف وإصلاح واختبار المكونات مثل الدوّرات والمراوح لتطبيق المعايير الأصلية. حيث يساهم ذلك في خفض النفقات الرأسمالية، وتقليل فترات التوقف عن العمل، ويحافظ على المواد القيّمة ضمن الدورة.

و. التدوير منخفض القيمة للمنتج مقابل الارتقاء بقيمة المنتج

تصف هذه المفاهيم أسالباً مختلفة لاسترداد المواد بمستويات متفاوتة من الدائرية.

التدوير منخفض القيمة للمنتج:

- تحويل النفايات إلى مواد أقل قيمة.
- أقل مستويات الدائرية، لأنه يُحدث فقداناً في القيمة.

مثال: تحويل الزجاجات إلى مقاعد في الحدائق، حيث تفقد المواد نقاوتها ووظيفتها الأصلية لتطبيقات ذات قيمة أعلى.

التدوير للارتقاء بقيمة المنتج:

- تحويل النفايات إلى منتجات ذات قيمة أعلى.
- تجنب استخدام المواد الخام وخلق قيمة جديدة.

مثال: تحويل خراطيم إطفاء الحرائق إلى حقائب ذات جودة عالية، أو تحويل الجينز إلى مواد عازلة.

الجدول الملخص:

العملية	النتيجة	مستوى الدائرية
التدوير منخفض القيمة للمنتج	منتج أقل قيمة	منخفض
التدوير للارتقاء بقيمة المنتج	منتج أعلى قيمة	مرتفع (دورة مغلقة)

ز. التصميم القابل للتحلل البيولوجي

تعد هذه الاستراتيجية ذات أهمية خاصةً للمواد الطبيعية التي ينتهي عمرها التشغيلي بعد الاستخدام حيث لا يكون إعادة التدوير أو إعادة الاستخدام خياراً عملياً.

المبادئ الأساسية:

- يجب أن تتحلل المواد بشكل آمن دون ترك مخلفات سامة.
- يجب أن يحدث التحلل البيولوجي في الظروف الطبيعية أو في بيئات تحلل (تسميد) مُتحكّمٌ بها.

أمثلة في قطاع المياه:

- فلاتر حيوية تعتمد على الطحالب: استخدام فلاتر قابلة للتحلل البيولوجي لاختبارها في تنقية المياه وذلك في المناطق الريفية أو في حالات الطوارئ.
- مجموعات اختبار أحادية الاستخدام من البوليمرات الحيوية: استخدام مجموعات الاختبار هذه والتي يتم تصنيعها من البلاستيك الحيوي الذي يتحلل بأمان بعد الاستخدام لاختبار جودة المياه (قيد التجارب التطبيقية في بعض المناطق).

تُسهم هذه الابتكارات في تجنب التلوث البلاستيكي طويل الأمد، مع الاستمرار في تلبية المتطلبات الفنية.

ح. التصميم المستوحى من الطبيعة

تعتمد المحاكاة الحيوية على تصميم أنظمة مستوحاة من الطبيعة حيث تتحول "النفايات" إلى "غذاء" أو مُدخلاً لعملية أخرى.

أمثلة:

- مخلفات المزارع كعلف للحيوانات: استخدام بقايا الطعام أو المخلفات النباتية كأعلاف بدلاً من التخلص منها.
- تغليف مصنوع من الفطر بديلاً عن الفلين الصناعي: والذي يُعتبر بديلاً طبيعياً وقابلاً للتحلل.
- أنظمة معالجة مياه الصرف باستخدام الطحالب: تنقية المياه وتوليد كتلة حيوية للطاقة، مما يحقق فائدة مزدوجة من العمليات البيولوجية.

تطبيقات لدى شركة المياه الوطنية:

- تحويل الحمأة الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي إلى سماد عضوي.
- إعادة استخدام المياه المعالجة في الزراعة أو تنسيق الحدائق، مما يقلل الطلب على المياه العذبة.
- دعم الشركات الناشئة التي تستخدم حلولًا قائمة على المواد الحيوية، لتعزيز الابتكار المحلي في مجال تفعيل مبدأ الاقتصاد الدائري.

مثال في قطاع المياه:

- اختبار أطقم فحص مصنوعة من بوليمرات حيوية قابلة للتسميد، بما يقلل من النفايات البلاستيكية في اختبارات جودة المياه.

المسار الثاني: خطة التفعيل - التصميم الدائري

يجب أن تركز قرارات التصميم على خلق قيمة طويلة الأمد. ومن خلال تطبيق مبادئ إطالة العمر التشغيلي للأصول، والتصميم المعياري، والتصميم المستوحى من النظم الطبيعية في المشتريات وإدارة الأصول، يمكن للجهات خفض تكاليف دورة الحياه للأصول، وتبسيط أعمال الصيانة، وتمكين إعادة الاستخدام والتحسين المستمر لها. ويقدم هذا الدليل إرشادات حول كيفية دمج مبادئ التصميم الدائري في أعمال التخطيط، والمشتريات، وإدارة البنية التحتية.

المبادئ الرئيسية مع تطبيقات عملية

التصميم لإطالة العمر التشغيلي للأصول

- **الإجراء 1: تعزيز الصيانة الوقائية**

  الانتقال من الصيانة بعد حدوث الأعطال إلى جدول إلزامي قائم على البيانات للصيانة الوقائية وفقًا لإرشادات الشركة المُصنّعة والأداء الفعلي في الميدان. وتمثل هذه الخطوة البسيطة والحاسمة عاملاً مهماً في إطالة العمر التشغيلي للأصول.

- **الإجراء 2: تتبع بيانات الأداء**

  توثيق ساعات التشغيل ومعدلات تكرار الأعطال للمكونات الرئيسية بشكل منهجي. ويمكن تخزين هذه البيانات في جداول بسيطة أو أنظمة إدارة الأصول، بما يساعد على تحديد المشكلات المتكررة ودعم اختيار معدات أكثر متانة وموثوقية في المشتريات المستقبلية.

- **الإجراء 3: تضمين متطلبات المتانة في وثائق المنافسات**

  عند شراء أصول جديدة، يجب تضمين مؤشرات واضحة للمتانة في وثائق المنافسات، مثل عدد ساعات التشغيل المضمونة تعاقدياً، أو مقاومة درجات الحرارة العالية، أو الحد الأدنى لعدد دورات الخدمة.

التصميم القابل للتفكيك

- **الإجراء 1: إنشاء مستودع لجرد القطع القابلة للاسترداد**

  تخصيص مساحة تخزين منظمة لجمع وحصر جميع الأجزاء القابلة لإعادة الاستخدام من المعدات التي تم إخراجها من الخدمة. وتدريب الفنيين على تفكيك الأصول المعطلة بعناية، وتحديد المكونات التي لا تزال في حالة جيدة لإعادة استخدامها مستقبلاً.

- **الإجراء 2: تحديث إجراءات الإصلاح**

  تطوير بروتوكولات داخلية تلزم العاملين بالتحقق من مستودع جرد القطع القابلة للاسترداد قبل طلب أي جزء جديد. يُسهم ذلك في تحقيق وفورات ملموسة في تكاليف قطع الغيار وتقليل زمن التوريد.

التصميم لأغراض التوحيد القياسي

- **الإجراء 1: حصر وتحليل المكونات المشتركة**

  إجراء تدقيق داخلي لتحديد المضخات والصمامات وأنظمة التحكم التي تستخدم مكونات متطابقة أو متشابهة، وبناءً على ذلك يتم إعداد "قائمة الموردين المفضلين" للمشتريات الجديدة لضمان استخدام هذه المكونات القياسية في المشتريات المستقبلية.

- **الإجراء 2: توحيد مخزون قطع الغيار**

  حيثما أمكن يُفضل دمج مخزون قطع الغيار من مختلف المواقع في مستودع مركزي موحّد يُسهل الوصول إلى القطع المشتركة؛ مما يقلل من إجمالي حجم المخزون ويُسرع عمليات الصيانة.

التصميم المعياري

- **الإجراء 1: إعطاء أولوية للتصميم المعياري في المشتريات**

  عند إعداد منافسات شراء للمعدات الجديدة، يتم إضافة معايير أفضلية للتصاميم المعيارية. مع تحديد شرط أن تكون الوحدات قابلة للاستبدال بسهولة (مثل وحدات الفلاتر، أو المضخات، أو لوحات التحكم) دون الحاجة إلى إيقاف تشغيل النظام بالكامل.

- **الإجراء 2: تنفيذ تجربة ترقية معيارية واحدة**

  اختيار نظام غير حرج وتقييم إمكانية ترقيته بطريقة معيارية وبتكلفة منخفضة. على سبيل المثال، استبدال مضخة أحادية بنظام مضخات معيارية متوازية تُسهّل أعمال الصيانة والاستبدال.

التصميم من أجل إعادة التدوير والقابلية للتحلل البيولوجي

- **الإجراء 1: فصل المواد لغرض إعادة التدوير**

  تطبيق نظام فرز بسيط داخل المواقع لفصل المواد مثل الأنابيب البلاستيكية، والوصلات المعدنية، والنفايات الإلكترونية. والتواصل مع شركاء إعادة التدوير المحليين لضمان إعادة الاستفادة من هذه المواد بدلاً من التخلص منها في المرادم.

- **الإجراء 2: ترميز المواد**

  إلزام المنتجات الجديدة، خصوصاً الأنابيب البلاستيكية والمكونات المعقدة، بوضع علامات تعريف واضحة لنوع المواد (مثل رموز تعريف نوع البلاستيك أو درجات المعادن). هذا يضمن إمكانية فرز المنتج وإعادة تدويره بشكل صحيح عند انتهاء عمره التشغيلي.

التكامل الصناعي

- **الإجراء 1: رسم خريطة لتدفقات النفايات**

  إجراء تدقيق داخلي بسيط لحصر جميع تدفقات "النفايات أوالنواتج الثانوية" الخارجة من المرافق مثل الحمأة، والرجيع الملحي، أو حتى المواد الكيميائية المستهلكة. حيث يتم توثيق الكميات، والتركيب المادي والكيميائي، والأساليب الحالية للتخلص منها. مما يساعد على تحديد فرص الاستفادة منها داخلياً أو عن طريق عقد الشراكات.

- **الإجراء 2: تحديد فرص إعادة الاستخدام الداخلي**

  البحث عن طرق للاحتفاظ بتدفقات النفايات أو النواتج الثانوية داخل المواقع والاستفادة منها. على سبيل المثال: هل يمكن استخدام المياه المعالجة لري المساحات الخضراء داخل المنشأة؟ هل يمكن الاستفادة من الرجيع الملحي للتحكم في الغبار على الطرق غير المعبدة في الموقع؟

- **الإجراء 3: تجربة تبادل النفايات مع شريك خارجي**

  تحديد شريك صناعي محلي واحد (مثل شركة إنشاءات، أو مزرعة، أو مصنع كيميائي)، ودراسة إمكانية تزويدهم بكميات محدودة من المنتجات الثانوية. على سبيل المثال: يمكن استكشاف استخدام رماد الحمأة كمادة خام بالتعاون مع مصانع الأسمنت.

إعادة التصنيع والارتقاء بقيمة المنتج

- **الإجراء 1: إنشاء سجل للمعدات**

  البدء بحصر جميع المعدات القديمة أو المعطلة التي تم إخراجها من الخدمة. وتحديد الأجزاء التي لا تزال قابلة للاستخدام ويمكن توظيفها في إصلاح أصول أخرى. يُعد ذلك إجراءً داخلياً منخفض التكلفة ويحقق وفورات فورية.

- **الإجراء 2: تنفيذ مشروع تجريبي واحد لإعادة التصنيع**

  تحديد نوع واحد من المعدات الشائعة، مثل مضخة أو صمام معين، ووضع إجراء داخلي مبسط لتفكيكه، وتنظيفه، وإعادة تركيبه باستخدام قطع الغيار المتوفرة. يسهم ذلك في بناء القدرات الداخلية وإثبات جدوى المفهوم دون استثمارات كبيرة.

التصميم المستوحى من النظم الطبيعية

- **الإجراء 1: إعادة تصنيف النواتج الثانوية**

  إعادة تصنيف المياه المعالجة والحمأة بشكل رسمي من "نفايات" إلى "موارد" في جميع السياسات الداخلية والتقارير. هذا التحول البسيط في المصطلحات والمفاهيم يفتح فرصاً جديدة ويُعيد تشكيل نظرة العاملين وطريقة تعاملهم مع هذه النواتج الثانوية.

- **الإجراء 2: الاستفادة من الخبرات الداخلية**

  تنظيم جلسة عصف ذهني تضم المهندسين وفرق التشغيل لبحث حلول مستوحاة من النظم الطبيعية. مثل كيف تعمل أشجار المانغروف كفلاتر للمياه المالحة؟ أو كيف تتكيّف الكائنات الصحراوية مع شحّ المياه، ودراسة إمكانية تطبيق هذه المفاهيم على العمليات التشغيلية.

خارطة الطريق للإنجازات السريعة

1-0 سنة

المدى القصير

يركز على الإجراءات الأساسية التي لا تتطلب استثماراً رأسمالياً. ويشمل ذلك إجراء تدقيق داخلي لمتانة الأصول وتوحيد المكونات، وإنشاء برنامج لاسترداد القطع وإعادة استخدامها، إضافةً إلى تحديث وثائق المنافسات لتضمين معايير أساسية للتصميم الدائري؛ مما يعكس التوجه الاستراتيجي للموردين.

3-2 سنوات

المدى المتوسط

تُبنى هذه المرحلة على الخطوات الأولية، وتتضمن تغييرات استراتيجية منخفضة التكلفة. ويشمل ذلك اعتماد سياسة مشتريات رسمية تُعطي الأفضلية للموردين الذين يقدمون منتجات معيارية وسهلة التفكيك، وإبرام اتفاقيات رسمية مع شركات إعادة التدوير المحلية، وتنفيذ تجربة ترقية تصميم معياري على نطاق محدود في أحد الأنظمة غير الحرجة لإثبات جدواها.

4+ سنوات

المدى الطويل

تشمل المرحلة النهائية دمج مبادئ التصميم الدائري بشكل كامل ضمن الاستراتيجية طويلة المدى للقطاع. ويشمل ذلك إنشاء دليل شامل للتصميم الدائري لقطاع المياه في المملكة، وبناء شراكات مع الجهات البحثية لتطوير واختبار مواد وتقنيات دائرية جديدة، والعمل مع الموردين لضمان أن جميع الأصول الجديدة تأتي مع تعليمات واضحة لتحديد المواد وإرشادات التفكيك، بما يتماشى مع مبادرة السعودية الخضراء ومستهدفات التنمية المستدامة لرؤية السعودية 2030.

أدوات التنفيذ:

الأدوار والمسؤوليات: العمليات، الصيانة، المشتريات.

مؤشرات الأداء الرئيسية:

- نسبة المنافسات التي تتضمن معايير التصميم الدائري
- إجمالي قطع الغيار المستردة والمعاد استخدامها
- حجم المواد المعاد تدويرها (بالأطنان).

سجل الأدلة:

خط الأساس ← 6 أشهر ← 12 شهراً.

المسار الثالث

3

قيادة التحول نحو الاقتصاد الدائري والرقمي

تدعم رؤية السعودية 2030 التحول الرقمي بوصفه ركيزة أساسية لتعزيز الشفافية، ورفع كفاءة الأداء، ودعم التنمية المستدامة.

وتُفعِّل الاستراتيجية الوطنية للمياه من خلال برامج تركّز على الابتكار، والحوكمة الرقمية، وأنظمة المياه الذكية.

وتسهم هذه المبادرات في دعم جهود مبادرة السعودية الخضراء في مجالي الرصد والإبلاغ، عبر تمكين جمع بيانات دقيقة حول الأداء البيئي والانبعاثات الكربونية.

ضمن محور الابتكار والتحول الرقمي، تدعم الهيئة السعودية للمياه الجهات في قطاع المياه على تبنّي الأتمتة، وإنترنت الأشياء، وأدوات التحليل التنبؤي، بما يسهم في تحسين الأداء ورفع كفاءة إدارة الموارد.

التحول الرقمي واستراتيجيات الاقتصاد الدائري

يرتبط التحول الرقمي ارتباطًا وثيقًا باستراتيجيات الاقتصاد الدائري. يستعرض هذا القسم كيفية تمكين التقنيات الرقمية مثل إنترنت الأشياء، وسلسلة الكتل، وإدارة البيانات من الاستخدام الأمثل للموارد، وتحسين الشفافية، ودعم الانتقال من الأنظمة الخطية إلى الأنظمة الدائرية. يُعد هذا الانتقال المزدوج أساسيًا لتعزيز الكفاءة، وتقليل الهدر، وتحقيق نتائج الاستدامة في سلاسل القيمة المعقدة.

1. التحول الرقمي والاقتصاد الرقمي المستقبلي

تعد الجاهزية الرقمية عاملاً ممكناً رئيسياً في التحول نحو اقتصاد دائري ورقمي متكامل. وتتألف من أربعة محاور رئيسية:

- البنية الرقمية الأساسية.
- العمليات الرقمية.
- القيادة والثقافة الرقمية.
- القوى العاملة الرقمية.

ويلعب كل محور دوراً في دمج الأدوات الرقمية، وتعزيز التعاون، والابتكار عبر سلسلة القيمة.

2. لماذا الجاهزية الرقمية؟

تُظهر الجهات ذات الجاهزية الرقمية العالية مزايا تنافسية ملموسة، من أبرزها:

- زيادة فرص تحقيق نمواً مرتفعاً في الإيرادات بمعدل 2.7 مرة خلال الثلاث سنوات الماضية.
- احتمالية الاستمرار في النمو أعلى بمقدار 5.4 مرات.
- يتقدمون على نظرائهم في رضا العملاء، والابتكار، وكفاءة العمليات التشغيلية.
- يُنظر إليهم كأفضل بيئات عمل من قِبل 69% من العاملين.

3. أبعاد التكامل التي تدفع نحو التحول المزدوج

سُهم تكامل الحلول الرقمية بين القطاعات في تحسين ما يلي:

- تنمية المهارات والوعي الرقمي.
- الترابط والتكامل (إنترنت الأشياء، والأتمتة، والمستشعرات الذكية).
- مستوى الرؤية، والشفافية، وقابلية التتبع.
- التنسيق بين سلاسل القيمة العالمية.
- تطوير المنتجات والمواد الدائرية المستدامة.

4. أبعاد التنافسية الرقمية

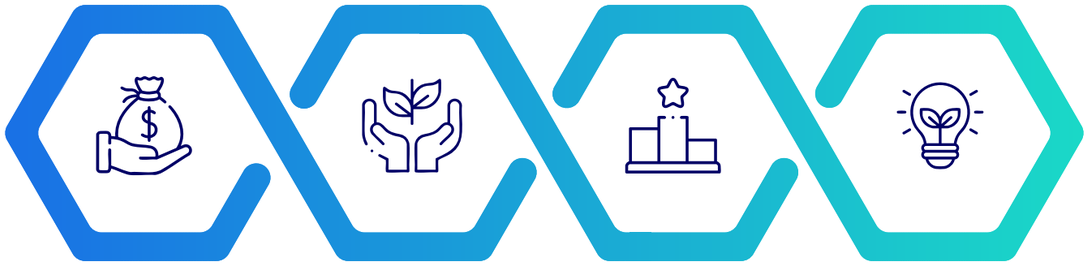
يعزز التحول الرقمي القدرة التنافسية عبر عدة أبعاد:

التنافسية المستدامة

تعزيز الشفافية، والتعاون، وكفاءة الحوكمة الرقمية.

التنافسية البيئية

تحسين إدارة الموارد الطبيعية على المدى الطويل.



التنافسية الاجتماعية

تمكين جميع أفراد المجتمع من خلال الشمولية وإتاحة الوصول الرقمي.

التنافسية الاقتصادية

تعزيز القيمة الوطنية من خلال وفورات قائمة على البيانات وتحسين الكفاءة.

5. التكامل الصناعي (إغلاق تدفقات الموارد في نماذج الأعمال الدائرية)

يشير التكامل الصناعي إلى شبكة يتم فيها تحويل النفايات أو النواتج الثانوية لمنشأة ما إلى مورد لمنشأة أخرى، مما يسهم في إغلاق حلقات تدفق الموارد.

يمكن دعم 70% من أهداف التنمية المستدامة عبر تقنيات الثورة الصناعية الرابعة.

تلعب تقنيات الذكاء الاصطناعي، وسلاسل الكتل، وإنترنت الأشياء، ومنصات البيانات دوراً محورياً في رسم الخرائط ودعم تحقيق المستهدفات ذات العلاقة.

مثال:

استخدم برنامج Building Blocks التابع للأمم المتحدة تقنية سلاسل الكتل لدعم اللاجئين السوريين وتحسين شفافية توزيع المساعدات المالية، مما يدعم بشكل مباشر الهدف 16 للتنمية المستدامة (السلام، والعدل، والمؤسسات القوية).

دراسة حالة: إطارات تيمبرلاند

6. حالات استخدام الذكاء الاصطناعي وتقنية سلاسل الكتل لدعم أهداف التنمية المستدامة

يُسهم التحول الرقمي في تعزيز القدرة التنافسية عبر عدة أبعاد من خلال:

سلاسل الكتل

- تحسين إمكانية تتبع الأنظمة المائية والغذائية.
- تعزيز الشفافية.
- تعزيز الهوية الرقمية لتحقيق التنمية الشاملة.

الذكاء الاصطناعي

- دعم أنظمة الإنذار المبكر للأحداث المناخية.
- المراقبة بالأقمار الصناعية لمكافحة إزالة الغابات.
- الزراعة الذكية لتحقيق الاستخدام الأمثل للموارد.
- اتخاذ قرارات قائمة على البيانات لدعم أهداف التنمية المستدامة.

7. محركات الاقتصاد الدائري في العصر الرقمي

تشمل المحركات الرئيسية للاقتصاد الدائري في العصر الرقمي ما يلي:

8. الاقتصاد الدائري والتحول الرقمي في قطاع المياه

توفر التقنيات الرقمية فوائد عملية ومباشرة لدعم تطبيق مبادئ الاقتصاد الدائري في قطاع المياه.

التقنية الرقمية	الفائدة الدائرية	مثال تطبيقي
أجهزة استشعار إنترنت الأشياء (IoT)	تتبع الاستخدام الفعلي واكتشاف التسربات	عدادات المياه الذكية في شركة المياه الوطنية
نماذج التنبؤ بالذكاء الاصطناعي	إطالة عمر الأصول وتجنب الأعطال	أنظمة مضخات خطوط الأنابيب في شركة نقل المياه
التوائم الرقمية	نمذجة الأصول وتخطيط العمر الافتراضي	تحديثات أنظمة التناضح العكسي والتعقيم
المنصات السحابية	دمج مؤشرات الاستدامة البيئية والاجتماعية والحوكمة ومؤشرات الأداء	التتبع المركزي لمؤشرات الاقتصاد الدائري

المسار الثالث: خطة التفعيل - التحول الدائري والرقمي

تعد الابتكارات الرقمية عنصراً محورياً لتعزيز الاقتصاد الدائري في قطاع المياه بالمملكة. وينبغي على الجهات تبني تقنيات إنترنت الأشياء، والتوائم الرقمية، والذكاء الاصطناعي للحد من الفاقد، وتحسين كفاءة الطاقة، وتعزيز تتبع المواد. ويُسلط هذا الدليل الضوء على تطبيقات رقمية محددة يمكن إعطاؤها الأولوية لتعزيز الكفاءة والشفافية واستعادة الموارد على مستوى القطاع.

المُمكّنات الرقمية الرئيسية مع الإجراءات العملية

أولاً: أجهزة الاستشعار وإنترنت الأشياء

- **الإجراء 1: المراقبة النشطة عبر لوحة البيانات**

  تدريب المشغلين على مراقبة البيانات الواردة من العدادات الذكية وأجهزة الاستشعار بشكل فعّال، وتوجيههم لرصد أية ارتفاعات غير معتادة في استهلاك المياه أو انخفاض الضغط الذي قد يشير إلى وجود تسرب. يتطلب هذا تغييراً في النمط التشغيلي أكثر من كونه استثماراً في تقنيات جديدة، ويسهم في كشف التسربات قبل تفاقمها.

- **الإجراء 2: التتبع الأساسي للأداء**

  استخدام جداول بيانات مبسّطة أو أنظمة إدارة الأصول الحالية لتسجيل بيانات آنية لعدد محدد من المضخات أو الصمامات الرئيسية. ويتم تتبع استهلاكها للطاقة مقارنة بالإنتاج لتحديد الوحدات ذات الأداء المنخفض التي تتطلب صيانة أو استبدال، مما يقلل من هدر الطاقة.

- **الإجراء 3: تجربة برنامج رقمي للكشف عن التسربات**

  في نطاق محدود من الشبكة، يتم استخدام بيانات أجهزة الاستشعار الحالية لبناء نموذج مبسّط للكشف رقمياً عن التسربات. وقد يشمل ذلك إعداد تنبيهات آلية بناءً على انخفاض الضغط أو بيانات مؤشر الحد الأدنى للتدفق الليلي.

ثانياً: نماذج التنبؤ بالذكاء الاصطناعي

- **الإجراء 1: بناء سجل الأعطال**

  البدء في إنشاء قاعدة بيانات بسيطة مشتركة أو جدول بيانات لتسجيل كل عطل في المعدات لكل حالة، يتم تدوين التاريخ، والوقت، ونوع المعدات، ووصف مختصر للعطل، وأي عوامل مساهمة محتملة (مثل ارتفاع الضغط أو درجات الحرارة العالية). وتُعد هذه البيانات المنظمة أساساً مهماً لأي تحليلات مستقبلية تعتمد على الذكاء الاصطناعي.

- **الإجراء 2: التعرف اليدوي على الأنماط**

  قبل تطبيق حلول الذكاء الاصطناعي المعقدة، يتم إجراء فحصاً بصرياً بسيطاً لسجل الأعطال بغرض رصد الأنماط المتكررة مثل عطل نماذج معينة بعد عدد محدد من ساعات التشغيل أو في ظروف تشغيل معينة. ويُعد هذا التحليل البشري يمثل خطوة أولى فعّالة نحو الصيانة التنبؤية.

ثالثاً: التوائم الرقمية

- **الإجراء 1: تجربة توأم رقمي لعملية محددة**

  عدم السعي لبناء نموذج رقمي متكامل للمحطة بأكملها بل البدء بشكل تدريجي عبر إنشاء نموذج افتراضي لعملية حرجة واحدة، مثل ديناميكيات التدفق والضغط لأحد المضخات. ويتم استخدام بيانات أجهزة الاستشعار الحالية لمحاكاة تأثير سيناريوهات تشغيل مختلفة على استهلاك الطاقة.

- **الإجراء 2: تصور البيانات ثلاثية الأبعاد**

  استخدام أداة برمجية بسيطة (أو الاستفادة من ملفات التصميم الهندسيCAD المتوفرة) لإنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد أساسي للمحطة، مع إسقاط بيانات سجل الأصول الفعلية على هذا النموذج، حيث يسهل ذلك في تصور مواقع المعدات القديمة، والمساعدة في التخطيط المستقبلي لعمليات التحديث أو التوسع.

رابعاً: منصات الحوسبة السحابية

- **الإجراء 1: توحيد نماذج التقارير**

  إعداد قالب موحد لتقارير التشغيل المختلفة (مثل الإنتاج اليومي للمياه، وسجل الصيانة، وغيرها). مما يسهل إدخال البيانات وتجميعها وتحليلها بغض النظر عن موقع تخزينها.

- **الإجراء 2: استخدام التخزين السحابي المشترك**

تنفيذ حل بسيط وآمن للتخزين السحابي (مثل محرك أقراص مشترك) لكافة البيانات التشغيلية. يسهم ذلك في كسر العزلة بين الإدارات المختلفة، ويضمن إتاحة المعلومات لجميع الفرق المعنية، من الصيانة إلى الإدارة العليا.

سجل التتبع (قابل للتطوير الرقمي)

- **الإجراء 1: تنفيذ سجل رقمي تجريبي لإعادة الاستخدام**

في أحد مشاريع إعادة الاستخدام المحددة (مثل استخدام المياه المعالجة لري الحدائق العامة)، يتم إنشاء سجل رقمي تسلسلي بسيط يوثّق كميات المياه المعالجة، ونتائج اختبارات الجودة، ونقطة التسليم النهائية. يُعد هذا السجل نقطة انطلاق نحو تطبيق تقنيات تتبع رقمية متقدمة مستقبلاً.

- **الإجراء 2: التنسيق مع شركات إعادة التدوير المحلية**

عند إرسال الأصول القديمة لإعادة التدوير، يتم بناء سجل رقمي تجريبي لعملية النقل مع تسجيل نوع المادة والشركة المسؤولة عن إعادة التدوير، مما يوفر سجلاً سهلاً وموثوقاً للرجوع إليه مستقبلاً.

خارطة الطريق للإنجازات السريعة

1-0 سنة

المدى القصير:

يركز على الإجراءات الأساسية التي لا تتطلب تكلفة إضافية. ويشمل ذلك توحيد جميع صيغ البيانات، وتدريب الفرق على استخدام الأمثل للوحات البيانات الرقمية الحالية بشكل أكثر فعالية، والاستفادة من التخزين السحابي لتجميع البيانات مركزياً. تسهم هذه الخطوات على كسر الحواجز بين الأقسام وتهيئة الجهة لتبني ممارسات رقمية أكثر تقدماً.

3-2 سنوات

المدى المتوسط:

تعتمد هذه المرحلة على البناء التدريجي للإجراءات السابقة، مع استثمارات محدودة في أدوات بسيطة، مثل تنفيذ نموذج تنبؤي للصيانة لأصل حرج باستخدام البيانات المتاحة، واختبار توأم رقمي على نطاق محدود لعملية واحدة، وإطلاق تجربة تتبع رقمي لمادة أو تدفق مائي محدد.

4+ سنوات

المدى الطويل:

تشمل هذه المرحلة تحقيق التكامل الرقمي الكامل من خلال تطوير منصة رقمية موحدة ومتكاملة تربط بيانات المحطات، وبيانات العملاء، وأنظمة إدارة الأصول. كما تتضمن مواءمة كافة البيانات التشغيلية مع معايير الهيئة السعودية للمياه، بما يضمن دعم المبادرات الرقمية للاستراتيجية الوطنية المياه ورؤية السعودية 2030.

أدوات التنفيذ

الأدوار والمسؤوليات: فرق تقنية المعلومات والتحول الرقمي، والتشغيل، والصيانة.

مؤشرات الأداء الرئيسية:

- نسبة اكتمال التقارير الرقمية
- مدة الفاقد المائي (م³)
- مدة التوقف التشغيلي (ساعات)

سجل الأدلة:

خط الأساس ← 6 أشهر ← 12 شهراً

المسار الرابع

4

تعزيز استراتيجيات الشراء الدائرية

المسار الرابع

تعزز رؤية السعودية 2030 كفاءة العمل الحكومي والاستدامة المالية من خلال الارتقاء بدور المشتريات كأداة للتحول المؤسسي.

وتتوافق الاستراتيجية الوطنية للمياه مع هذا التوجه عبر أهداف تركز على الحوكمة، وتعزيز مشاركة القطاع الخاص، والاستثمار المستدام بما يسهم في رفع كفاءة استخدام الموارد.

كما تستهدف مبادرة السعودية الخضراء والمركز الوطني لإدارة النفايات تحقيق 90 % من تحويل النفايات بعيداً عن المرادم بحلول عام 2040م، مما يعزز تبني المشتريات الدائرية وإجراءات الحد من النفايات.

ومن خلال ركائز الحوكمة وتطوير الشراكات، تقوم الهيئة السعودية للمياه بدمج معايير كفاءة كلاً من دورة الحياة، والطاقة، وإدارة النفايات ضمن قرارات المشتريات لضمان تحقيق نتائج دائرية قابلة للقياس.

1. لمحة عامة على النفايات في المملكة العربية السعودية

تنتج المملكة العربية السعودية أكثر من 106 ملايين طن من النفايات سنوياً.

ويُعد فهم مكونات النفايات على مستوى المملكة عاملاً أساسياً لتصميم استراتيجيات الاقتصاد الدائري بشكل فعّال.

فئة النفايات	الأرقام / الحقائق الرئيسية	المصدر	الأهمية الوطنية
النفايات الصلبة البلدية	تنتج مدينة الرياض من هذه الفئة من النفايات نحو 3.4 مليون طن سنوياً، إلا أنه يوجد مستهدف لإعادة تدوير 81% ضمن اتفاقية متعددة الأطراف.	أخبار وزارة البيئة والمياه والزراعة – اتفاقية إعادة تدوير نفايات الرياض	تمثل أول مبادرة وطنية متكاملة على نطاق واسع للاقتصاد الدائري للنفايات في المملكة.
نفايات البناء والهدم	تُنتج مدينة الرياض ما يُقارب 5 ملايين طن سنوياً من مخلفات الهدم والبناء وتستهدف إعادة تدوير 47% منها سنوياً.	أخبار وزارة البيئة والمياه والزراعة – اتفاقية إعادة تدوير نفايات الرياض	مساهم رئيسي في حجم المرادم؛ إلا أن هنالك ارتفاع في مستوى الأطر التنظيمية لإعادة الاستخدام وإعادة التدوير.
هدر الغذاء	يُهدر أكثر من 33% من الغذاء المنتج سنوياً، بقيمة تقديرية تصل إلى 40 مليار ريال سعودي.	أخبار وزارة البيئة والمياه والزراعة – مبادرة الحد من هدر الغذاء	حددتها الوزارة كأولوية وطنية رئيسية للتغيير السلوكي والمعالجة المنهجية.

تعزيز استراتيجيات الشراء الدائرية

فئة النفايات	الأرقام / الحقائق الرئيسية	المصدر	الأهمية الوطنية
الهدف الوطني لتحويل النفايات	تهدف المملكة إلى تحويل 90% من إجمالي النفايات بعيداً عن المرادم بحلول عام 2040م، مع اعتماد تصنيف موحّد لأنواع النفايات (بلدية / صناعية / حمأة / زراعية / خاصة).	الخطة الاستراتيجية للمركز الوطني لإدارة النفايات	تمثل ركيزة أساسية لاستراتيجية حوكمة النفايات الدائرية للمركز الوطني لإدارة النفايات.
أنظمة إدارة النفايات الصلبة	تطبيق أنظمة استرداد المواد، والتسميد، وإعادة تدوير مخلفات البناء والهدم، ومشاريع تحويل النفايات إلى طاقة.	صفحة إدارة النفايات الصلبة - وزارة البيئة والمياه والزراعة	تشكل العمود الفقري التشغيلي للإطار الوطني لإدارة النفايات في المملكة.

يتم دفع عملية تحويل قطاع النفايات في المملكة العربية السعودية بشكل أساسي بواسطة الأهداف الاستراتيجية لمركز "موان" ووزارة البيئة والمياه والزراعة.

وفقًا للخطة الاستراتيجية الشاملة لمركز "موان"، تسعى المملكة إلى تحويل 90٪ من جميع النفايات بعيدًا عن المرادم بحلول عام 2040، مع وضع تصنيف وطني موحد يشمل النفايات البلدية، والصناعية، والزراعية، والحمأة، والنفايات الخطرة.

بالتوازي مع ذلك، تستهدف مذكرة التفاهم الأخيرة لوزارة البيئة والمياه والزراعة في الرياض إعادة تدوير 81% من 3.4 مليون طن من النفايات البلدية و47% من 5 ملايين طن من نفايات البناء والهدم سنويًا. وتُعد مبادرة الرياض نموذجًا وطنيًا رائدًا لبرامج النفايات الدائرية.

على الرغم من هذه التقدمات، تظل نفايات الطعام تحديًا كبيرًا، إذ يُفقد نحو ثلث الغذاء المُنتج سنويًا، ما يكلف الاقتصاد حوالي 40 مليار ريال سعودي.

لإدارة هذه التدفقات، تقوم وزارة البيئة والمياه والزراعة بتوسيع البنية التحتية للاسترداد بشكل نشط، بما في ذلك إنشاء مرافق فرز جديدة، ومراكز لتسميد المخلفات، وعمليات إعادة تدوير مخلفات البناء والهدم، ومشاريع تحويل النفايات إلى طاقة كجزء من برنامجها الشامل لإدارة النفايات الصلبة.

2. الاستجابة الاستراتيجية لمركز موان لتحديات النفايات الوطنية

طور المركز الوطني لإدارة النفايات "استراتيجية شاملة لمعالجة تحديات النفايات وتعزيز تطبيق مبادئ الاقتصاد الدائري في المملكة.

تعزيز استراتيجيات الشراء الدائرية

أهداف الاستراتيجية الوطنية
تحويل 90٪ من النفايات بعيدًا عن المرادم بحلول عام 2040.

أهداف إعادة التدوير
إعادة تدوير 40% من المواد بحلول عام 2030، بما في ذلك 31٪ للتسميد، و16٪ لتحويل النفايات إلى طاقة.
يسعى مركز "موان" لتحقيق 42٪ إعادة تدوير و19٪ تحويل النفايات إلى طاقة بحلول عام 2035.

خطط قائمة على التجمعات الإقليمية
25 تجمعًا إقليميًا لإدارة تدفقات النفايات وفقًا للاحتياجات والموارد المحلية.

مشاريع البنية التحتية
تطوير مرافق استرداد المواد، ومحطات تحويل النفايات إلى طاقة (مثل الرياض وجدة)، ومرافق التسميد، ومواقع استرداد مخلفات البناء والهدم.

لوائح القطاع
استراتيجيات مخصصة للنفايات البلدية، والصناعية، ومخلفات البناء والهدم، والرعاية الصحية، والنفايات الإلكترونية.

المعايير الفنية
أصدرت للتخزين المؤقت، ونقل النفايات الخطرة، وترخيص المرافق.

المراقبة الرقمية
تتبع متكامل للمخالفات، والأداء، والانبعاثات في جميع عمليات إدارة النفايات.

الشراكات بين القطاعين العام والخاص
التعاون مع جهات مثل نسما، وبيئة، وأفيردا، والشركة الوطنية للكهرباء والماء لتوسيع نطاق الحلول.

التوعية المجتمعية
حملات، وتطبيقات إعادة التدوير، وبرامج تدريبية مجتمعية لتعزيز فرز النفايات والاستهلاك المسؤول.

3. النفايات الناتجة عن قطاع المياه في المملكة العربية السعودية

يساهم قطاع المياه في المملكة من خلال سلسلة القيمة ابتداءً بتحلية المياه، ونقلها، ومعالجة مياه الصرف الصحي، وصولاً إلى الري، في توليد نفايات نوعية مرتبطة بطبيعة الأنشطة التشغيلية في منظومة المياه. ورغم أن حجم هذه النفايات أقل مقارنةً بالنفايات البلدية أو نفايات البناء والهدم، إلا أنها تشكل مخاطر بيئية جوهرية، وفي الوقت ذاته تتيح فرصاً مهمة لتطبيق حلول الاقتصاد الدائري.

مبادرة تحويل الحمأة إلى مورد ضمن الاقتصاد الدائري

تم تطوير مبادرة متخصصة لإدارة الحمأة الناتجة عن محطات معالجة مياه الصرف، من خلال تطبيق تقنية Composting Windrow كحل مرحلي يهدف إلى تحويل الحمأة من عبء تشغيلي إلى مورد ذي قيمة. وتركز المبادرة على إنتاج سماد عضوي طبيعي يدعم الطلب المحلي، ويحد من الحاجة إلى المرادم، ويرفع كفاءة إدارة النفايات التشغيلية في قطاع المياه.

وأظهرت الدراسات الفنية والاقتصادية للمبادرة جدوى عالية، مع إمكانية تغطية ما يقارب 67% من الطلب المحلي على السماد العضوي، وتحقيق عوائد مالية، إضافة إلى الإسهام في تفعيل مبدأ الاقتصاد الدائري، وتحسين الأثر البيئي، ودعم مستهدفات الاستدامة الوطنية.

أ. أنواع النفايات الرئيسية من قطاع المياه:

- **الرجيع الملحي (من عمليات التحلية):**
  مياه ذات تركيز عالي من الملوحة، يؤدي في حال عدم إدارته بشكل سليم إلى الإضرار بالنظم البيئية البحرية.
- **الحمأة (من محطات معالجة مياه الصرف):**
  تشمل الحمأة العضوية وغير العضوية؛ وقد تحتوي على مسببات الأمراض أو المعادن الثقيلة.
- **الأتربة والرواسب الصلبة:**
  المخلفات الصلبة التي تُجمع أثناء المعالجة الأولية في محطات الصرف، بما في ذلك الرمل، والبلاستيك، والأقمشة، وغيرها.
- **المخلفات الكيميائية:**
  ناتجة عن عمليات معالجة المياه (مثل الجير، وكلوريد الحديديك، والحمأة البوليمرية).

- **نفايات الصيانة:**
  تشمل الفلاتر، والأغشية (مثل أغشية التناضح العكسي)، وحاويات المواد الكيميائية.

ج. النفايات حسب الجهة في سلسلة القيمة

أعمال تحلية المياه:

- الرجيع الملحي: مياه عالية الملوحة تشكل مخاطر على النظم البيئية البحرية.
- الحمأة الكيميائية: ناتجة عن عمليات معالجة المياه، غنية بمواد التخثر والمعادن.
- الأغشية والفلاتر المستعملة: تتطلب إعادة تدوير أو التخلص منها بطرق متخصصة.
- الزيوت والشحوم: من محطات الضخ ووحدات التحلية.
- مخلفات البناء والتغليف: ناتجة عن أعمال الصيانة، ومواد التغليف المصاحبة لتوريد قطع الغيار.

شركة نقل المياه

- مياه شطف الأنابيب: مياه ناتجة عن أعمال الصيانة.
- نواتج التآكل: كالصدأ، والرقائق المعدنية، وطلاءات الأنابيب.
- نفايات محطات الضخ: كزيوت التشحيم، ومواد التبريد، والأجزاء الميكانيكية التالفة.
- النفايات الإلكترونية: تشمل الأجهزة والمكونات الإلكترونية الناتجة عن تقادم الأنظمة أو تحديثها، مثل أجهزة الاستشعار، ولوحات التحكم.

شركة المياه الوطنية

- حمأة مياه الصرف الصحي: ناتجة عن معالجة مياه الصرف البلدية.
- المواد الصلبة المصفاة: نفايات غير قابلة للتحلل مثل البلاستيك والمناديل والرواسب.
- حاويات المواد الكيميائية: والتي تم استعمالها في التعقيم والتحكم في الرقم الهيدروجيني.
- العدادات المتضررة والأنابيب التالفة: تشمل أجزاء معدنية وبلاستيكية.

المؤسسة العامة للري

- مخلفات البلاستيك الزراعي الناتجة عن أنشطة الري: وتشمل أنابيب الري بالتنقيط، والخراطيم، وأغشية التغطية الزراعية.
- رواسب القنوات: مواد عضوية وغير عضوية ناتجة عن تدفق المياه.
- آثار المبيدات الزراعية: بقايا مواد كيميائية موجودة في المياه المعاد استخدامها.
- نفايات الصيانة: كرؤوس الرش القديمة، والصمامات، والبقايا من عمليات قصّ الأنابيب.

د. فرص تطبيق مبدأ الاقتصاد الدائري على نفايات قطاع المياه:

- تعظيم الاستفادة من المحلول الملحي: يمكن أن تشمل نماذج الخدمة الدائرية في التحلية إدارة الأغشية ضمن حلقة مغلقة، بحيث يتولى المورّدون التركيب، ومراقبة الأداء، وإعادة التدوير في نهاية العمر الافتراضي.
- إعادة تدوير الأغشية: تنفيذ برامج تجريبية لاسترداد المواد البوليمرية من أغشية التناضح العكسي المستخدمة.
- أنظمة التصريف الصفري للسوائل : تطبيق تقنيات تمنع تصريف مياه الصرف وتدعم استرداد المياه والموارد القابلة للاستخدام، بما يُسهم في تقليل النفايات وخفض الطلب على المياه العذبة.

4. التصميم للحد من تولد النفايات

يعد التصميم للحد من تولد النفايات مبدأ أساسي في الاقتصاد الدائري، ويُعتبر بديل عن إدارة النفايات في نهاية دورة حياة المنتج. وتركز الاستراتيجيات الدائرية على منع تولد النفايات من الأساس عبر تصميم المنتجات والأنظمة بشكل ذكي من البداية. ويشمل ذلك تحسين اختيار المواد، وزيادة متانة المنتج، وقابليته للإصلاح، وتبني أنظمة تشجع على إعادة الاستخدام، وإعادة التصنيع، وإعادة التدوير.

5. مسؤولية المنتِج الممتدة

تُعد المسؤولية الممتدة للمنتِج سياسة بيئية يتحمل بموجبها المنتجون المسؤولية الكاملة عن دورة حياة منتجاتهم، لا سيما فيما يتعلق باسترجاع المنتجات بعد الاستخدام، وإعادة التدوير، والتخلص النهائي منها. يساهم هذا النهج في تعزيز التصميم البيئي، وتقليل الاعتماد على مرادم النفايات، وتحويل العبء المالي والتشغيلي من الحكومات إلى المنتجين.

تعمل المملكة العربية السعودية حالياً على أطراً وطنية لتطبيق مسؤولية المنتِج الممتدة، بدعم من المركز الوطني لإدارة النفايات، من خلال برامج تجريبية، خاصة في التغليف، والإلكترونيات، والإنشاءات.

دراسة حالة: مسؤولية المنتِج الممتدة لقطاع الأثاث:

في فرنسا، يقوم نظام مسؤولية المنتِج الممتدة في قطاع الأثاث بجمع المنتجات المستعملة وفرزها حسب نوع المادة (خشب، أو إسفنج، أو معادن)، وتوجيهها إلى مراكز متخصصة. يدعم هذا النموذج خلق فرص عمل، واستعادة المواد عالية القيمة، وتقليل الاعتماد على المرادم. ويمكن تكييف هذا النموذج ليتناسب مع قطاعات الضيافة والنفايات البلدية كبيرة الحجم في المملكة.

6. البصمة للنفايات البلاستيكية في المملكة العربية السعودية

7. كيفية إجراء تدقيق للنفايات في قطاع المياه

يتضمن تدقيق النفايات تحديد وقياس وتحليل تدفقات النفايات الناتجة عن منشأة أو عملية معينة.

خطوات تدقيق النفايات

1. **تحديد أهداف التدقيق:**
   توضيح نطاق التدقيق، مثل تحديد أنواع النفايات الرئيسية، وتقييم فرص إعادة التدوير، والتحقق من الالتزام بالمتطلبات النظامية.
2. **اختيار موقع وفترة التدقيق:**
   اختيار موقع ممثل (مثل محطة معالجة، أو محطة تحلية، أو مبنى إداري) وتحديد فترة جمع البيانات (عادة من 1 إلى 7 أيام).
3. **تشكيل فريق التدقيق:**
   إشراك فرق التشغيل، والصحة والسلامة والبيئة، وإدارة المرافق.
4. **تصنيف أنواع النفايات:**
   تحديد الفئات مثل: البلاستيك، والحمأة، والرجيع الملحي، والنفايات الإلكترونية، ومواد التغليف، والنفايات العضوية، والمواد الكيميائية، وغيرها.
5. **جمع وفرز عينات النفايات:**
   جمع جميع النفايات المتولدة خلال فترة التدقيق وفرزها وفق الفئات المحددة مسبقاً.
6. **قياس الحجم والوزن:**
   استخدام موازين رقمية أو طرق تقدير مناسبة لقياس وزن وحجم كل فئة من فئات النفايات.
7. **تسجيل وتحليل البيانات:**
   استخدام نموذج موحد لتوثيق أنواع النفايات، ومصادرها، وأوزانها أو أحجامها، وممارسات التعامل معها.
8. **تحديد الفرص الدائرية:**
   تقييم إمكانيات إعادة الاستخدام أو إعادة التدوير أو تقليل أو إلغاء بعض تدفقات النفايات.
9. **إعداد التقرير:**
   تجميع النتائج والتوصيات في تقرير واضح وقابل للتنفيذ، مدعوم بالرسوم البيانية والمقارنات المعيارية.
10. **التنفيذ والمتابعة:**
    إطلاق إجراءات التحسين ومراقبة الأداء بمرور الوقت.

مثال تطبيقي: تدقيق نفايات في محطة تحلية للمياه:

تم تنفيذ تدقيق نفايات لمدة أسبوع في أحد محطات تحلية المياه على ساحل البحر الأحمر. كان الهدف من التدقيق قياس تدفقات النفايات وتحديد فرص تحسين إعادة التدوير وإعادة الاستخدام. نُفذ التدقيق بواسطة فريق متعدد التخصصات من التشغيل والصيانة والصحة والسلامة والبيئة. تم تصنيف النفايات التي جُمعت وقياسها وتحليلها وفق التفصيل التالي:

نوع النفايات	المصدر	متوسط الوزن اليومي (كجم)	المعالجة المحتملة
الرجيع الملحي	عملية تحلية المياه بالتناضح العكسي	80,000	الحقن في الآبار العميقة، أو تعظيم الاستفادة من الرجيع الملحي
أغشية التناضح العكسي المستعملة	استبدال الأغشية	150	برنامج تجريبي لإعادة التدوير مع استرداد البوليمريات
الحمأة	المعالجة الكيميائية الأولية	300	الردم الصحي أو الاستخدام المحتمل في مواد البناء
نفايات التغليف	سلاسل الإمداد	200	قابلة لإعادة التدوير (الصناديق الورقية والبلاستيك)
النفايات العامة	المناطق الإدارية ومرافق العاملين	120	الفرز والتحويل بعيدًا عن المرادم
النفايات الإلكترونية	تحديث أجهزة الاستشعار	10	إعادة تدويرها مع جهات معتمدة

8. أفضل الممارسات لفرز النفايات في قطاع المياه

يعد الفصل السليم للنفايات أمرًا ضروريًا لرفع جودة عمليات إعادة التدوير.

- **وضع حاويات بالقرب من مناطق العمل**
  يشجع على الاستخدام الصحيح والالتزام بالإجراءات.
- **تدريب العاملين**
  توعية جميع العاملين بالموقع حول كيفية فرز النفايات بشكل صحيح.
- **فرز النفايات الخطرة**
  تجنب التلوث عن طريق عزل المواد الضارة.
- **إحكام إغلاق النفايات السائلة**
  يجب تخزين الزيوت المستعملة والرجيع الملحي والمواد الكيميائية في حاويات مُحكمة الإغلاق وغير قابلة للتسرب.

النفايات الخطرة · النفايات العامة · النفايات العضوية
المواد القابلة لإعادة التدوير · النفايات الإلكترونية

المسار الرابع : خطة تفعيل المشتريات الدائرية

تُشكّل المشتريات إحدى الأدوات المحورية لتفعيل مبادئ الاقتصاد الدائري، حيث يتعيّن على الجهات إدماج متطلبات قابلية إعادة التدوير والمتانة وتقليل النفايات ضمن وثائق المنافسات وعقود الموردين. يوفر هذا الدليل إطاراً لكيفية تكييف عمليات الشراء بما يضمن مساهمة كل مشروع في تحقيق الأهداف الوطنية للتنمية المستدامة.

المبادئ الرئيسية للمشتريات وتطبيقاتها العملية

التصميم للحد من النفايات

- **الإجراء 1: طلب التغليف الأدنى والقابل لإعادة الاستخدام**

  إدراج بند واضح في جميع مستندات المنافسات وأوامر الشراء يطلب من الموردين استخدام أقل قدر ممكن من التغليف أو استعمال تغليف قابل لإعادة الاستخدام. مع تجنب البلاستيك ذو الاستخدام الواحد والمواد غير القابلة لإعادة التدوير قدر الإمكان.

- **الإجراء 2: إعادة استخدام حاويات الشحن داخلياً**

  تطبيق نظام داخلي لجميع صناديق الشحن، والطبليات، والحاويات المتينة الواردة لإعادة استخدامها في النقل الداخلي أو التخزين أو كجزء من نظام فرز النفايات. وهو إجراء بلا تكلفة يقلل كمية النفايات بشكل ملحوظ.

مسؤولية المنتِج الممتدة

- **الإجراء 1: إضافة بنود "الاسترجاع" إلى العقود**

  عند التفاوض على عقود جديدة مع الموردين، يتم إدراج بند يلزمهم باسترجاع المنتجات المستخدمة أو المنتهية الصلاحية، مثل المواد الكيميائية، والأغشية، أو مكونات المعدات الكبيرة، للتخلص السليم منها، أو إعادة تدويرها، أو إعادة تصنيعها.

- **الإجراء 2: تنفيذ مشروع تجريبي واحد لاسترجاع المنتجات**

  التركيز على تدفق نفايات واحد عالي الحجم، مثل أغشية التناضح العكسي المستهلكة من أحد محطات التحلية، والتعاون مع مورد واحد لتجربة برنامج استرجاع المنتجات بحيث يُشكّل نموذجاً قابلًا للتوسع لاحقاً.

إدارة المواد ضمن سلاسل الشراء الدائرية

- **الإجراء 1: اشتراط نسبة من المكونات المعاد تدويرها في المنتجا**

  للاستخدامات غير الحرجة، مثل أنابيب المياه غير الصالحة للشرب، يُمكن إدراج متطلب في المنافسات بأن نسبة معينة من المادة يجب أن تكون من محتوى مُعاد تدويره. مما يُسهم في خلق الطلب على المواد الخام الثانوية.

- **الإجراء 2: التعاقد على خيارات نهاية العمر الافتراضي**

  إلزام الموردين بتقديم خطة واضحة وموثقة لنهاية عمر المنتج، بما في ذلك خيارات إعادة التأهيل، وإعادة التصنيع، أو إعادة التدوير.

- **الإجراء 3: الإفصاح الفني لقابلية الإصلاح والتدوير**

  إلزام الموردين بتقديم تحليل لمكونات المادة والمواصفات الفنية التي توضح كيفية تفكيك المنتج، وإصلاحه، وفرزه لإعادة التدوير.

المواد القابلة للتحلل والبدائل المستدامة

- **الإجراء 1: التحول إلى الأكياس القابلة للتحلل الحيوي**

  في المواقع التشغيلية يمكن استخدام الأكياس القابلة للتحلل الحيوي والمتوافرة في الأسواق لجمع النفايات وغيرها من الاستخدامات. حيث تُعتبر هذه الخطوة بسيطة وبتكلفة منخفضة.

- **الإجراء 2: استبدال المنتجات ذات الاستخدام الواحد بالمنتجات القابلة لإعادة الاستخدام**

  تطبيق سياسة لاستبدال المواد الاستهلاكية ببدائل متينة وقابلة لإعادة الاستخدام حيثما أمكن، مثل توفير أكواب قهوة وزجاجات مياه قابلة لإعادة الاستخدام للعاملين.

التقنيات الذكية لإدارة النفايات

- **الإجراء 1: استخدام صناديق ملونة حسب نوع النفايات**

  تطبيق نظام صناديق ملونة في جميع المرافق لتصنيف مختلف النفايات (مثل الأخضر للمواد القابلة لإعادة التدوير، والبني للمواد العضوية، والأسود للنفايات العامة).

- **الإجراء 2: تدريب العاملينين على فرز النفايات**

  عقد ورشة عمل تدريبية قصيرة إلزامية لجميع العاملين حول طرق الفرز الصحيحة للنفايات. مع وضع لافتات إرشادية بسيطة فوق الحاويات لتذكير الجميع بالقواعد الصحيحة للفرز.

خطة الإنجازات السريعة للمشتريات الدائرية

1-0 سنة

المدى القصير:

يركز هذا المسار على الإجراءات الأساسية التي لا تتطلب أي نفقات رأسمالية. ويشمل ذلك تضمين قائمة تحقق إلزامية لمعايير الاقتصاد الدائري في نماذج المنافسات، وإجراء تدقيق داخلي للنفايات لحصر وتصنيف ما يتم التخلص منه، بالإضافة إلى تطبيق نظام فرز النفايات باستخدام صناديق ملونة مع لافتات إرشادية واضحة وتدريب إلزامي للعاملين.

3-2 سنوات

المدى المتوسط:

تبنى هذه المرحلة على الإنجازات السريعة الأولية وتتضمن التخطيط الاستراتيجي والتفاوض. ويشمل ذلك التفاوض وتنفيذ اتفاقيات استرجاع المنتجات مع الموردين الرئيسيين للعناصر ذات الحجم الكبير، وبناء شراكات مع شركات إعادة التدوير المحلية، وتنفيذ برنامج تجريبي لاختبار استخدام المواد القابلة للتحلل أو القابلة لإعادة الاستخدام في إحدى المناطق التشغيلية.

4+ سنوات

المدى الطويل:

تتضمن هذه المرحلة دمج المشتريات الدائرية في صميم عمل الجهة وموائمتها مع الاستراتيجيات الوطنية، بما في ذلك دمج كافة المعايير الدائرية في جميع سياسات المشتريات، والعمل مع الموردين على التطوير المشترك للحلول الدائرية، ومواءمة استراتيجية المشتريات مع التوجهات الوطنية لإدارة النفايات والاستراتيجية الوطنية للمياه.

أدوات التنفيذ:

الأدوار والمسؤوليات: المشتريات، التشغيل.

مؤشرات الأداءالرئيسية :

- الوفورات المنافسات التي تتضمن بنود استرجاع المنتجات
- الوفورات المالية الناتجة عن خفض تكاليف التخلص من النفايات
- نسبة المشتريات التي تحتوي على مواد معاد تدويرها.

سجل الأدلة:

خط الأساس ← 6 أشهر ← 12 شهراً.

المسار الخامس

5

تمكين نماذج الأعمال الدائرية من خلال الابتكار الرقمي

المسار الخامس

تسلط رؤية السعودية 2030 الضوء على الابتكار وتنمية رأس المال البشري كركائز لتحقيق الاستدامة الاقتصادية والبيئية على المدى الطويل.

وتُبرز الاستراتيجية الوطنية للمياه أهمية البحث والابتكار وبناء القدرات لتطوير منظومة خدمات المياه وتسريع التحول نحو إدارة ذكية ومستدامة لقطاع المياه.

كما تُعزز مبادرة السعودية الخضراء هذه التوجهات عبر تعزيز المرونة البيئية ودعم التكيف مع التغيرات المناخية بما يسهم في بناء الخبرات الفنية ورفع كفاءة القدرات البيئية.

ومن خلال محوري الابتكار ورأس المال البشري، تعمل الهيئة السعودية للمياه على تطوير قدرات القطاع في مجالات الاستدامة الرقمية والعمليات الدائرية عبر برامج التدريب وعقد الشراكات والبحوث التطبيقية.

1. الصناعات المُمكَّنة رقمياً

تُعد التقنيات الرقمية محرّكًا لتحول الصناعات، سواء عبر تطوير القطاعات القائمة أو إنشاء قطاعات جديدة، وهو ما نتج عنه صناعات مُمكّنة تقنياً تُعرف بـ (xTech).

تكنولوجيا الرعاية الصحية والطبية

التكنولوجيا الزراعية

التكنولوجيا المالية

تكنولوجيا الفضاء

تكنولوجيا التعليم

تكنولوجيا التأمين

تكنولوجيا المناخ

تفتح هذه الصناعات آفاقاً جديدة للأسواق وفرص الابتكار من خلال ربط عدة قطاعات ببعضها، مدعومة بتقنيات متقدمة مثل الذكاء الاصطناعي، وتحليل البيانات، وتقنية سلاسل الكتل.

أ. التكنولوجيا المالية FinTech

تستفيد التكنولوجيا المالية من التقنيات الرقمية لتقديم الخدمات المالية. وتُعد مُمكناً رئيسياً للاقتصاد الدائري، والتنافسية المستدامة، وتحقيق أهداف التنمية المستدامة، من خلال تعزيز الشمولية المالية وإتاحة التمويل للمشروعات الخضراء.

مثال: تقدم "STC Pay"، المحفظة الرقمية الرائدة في المملكة العربية السعودية، حلول الدفع غير النقدي التي تقلل الحاجة للبنية التحتية المادية، والعملات الورقية، والمعالجة اليدوية. من خلال رقمنة الخدمات المالية، تسهم "STC Pay" في رفع كفاءة استخدام الموارد وتقليل الاعتماد على الورق، ودعم التحول نحو اقتصاد رقمي منخفض الكربون، وهي عوامل تمكين رئيسية للاقتصاد الدائري والاستهلاك المستدام.

ب. التكنولوجيا التنظيمية RegTech

تسهل التكنولوجيا التنظيمية عمليات الامتثال للأنظمة بكفاءة. وقد بدأت كأحد فروع التكنولوجيا المالية، ثم امتدت لتشمل العديد من القطاعات بما في ذلك البيئة. و توفر حلول RegTech شفافية أعلى في تتبع البصمة الكربونية عبر سلاسل القيمة، مما يدعم الاقتصاد الدائري، والتنافسية المستدامة، وتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

مثال: تُمكّن "Lean Technologies" -وهي منصة سعودية للخدمات المصرفية المفتوحة-، من مشاركة البيانات المالية بشكل آمن وتنفيذ متطلبات التحقق الرقمي من الهوية (KYC) وفقاً لمتطلبات مؤسسة النقد العربي السعودي. ومن خلال أتمتة إجراءات الامتثال وتقليل الاعتماد على التحقق الورقي، تدعم حلول التكنولوجيا الرقمية كفاءة الموارد، والشفافية، والالتزام التنظيمي للمعاملات المالية، مما يعزز نظاماً مالياً أكثر مسؤولية ودائرية.

ج. التكنولوجيا الزراعية AgriTech

تجمع التكنولوجيا الزراعية بين إنترنت الأشياء، والذكاء الاصطناعي، والبيانات الضخمة، والروبوتات، والأقمار الصناعية، والطائرات بدون طيار بهدف تحسين الإنتاجية الزراعية وربحية وكفاءة عملياتها التشغيلية.

مثال تُعد "Red Sea Farms"، -وهي شركة سعودية رائدة في التقنية الزراعية - مثالًا على استخدام البيوت المحمية المعتمدة على الطاقة الشمسية والزراعة باستخدام المياه المالحة لتقليل استهلاك المياه العذبة بنسبة تصل إلى 90%. ويُسهم نهجها الدائري في خفض مدخلات الموارد وتقليل الفاقد وتعزيز الأمن الغذائي في البيئات التي تعاني من ندرة المياه، بما يدعم الزراعة المستدامة وخلق قيمة دائرية في المملكة.

مثال من قطاع المياه:

تمكّن لحلول التكنولوجيا الزراعية من المراقبة الدقيقة لرطوبة التربة وأنماط الطقس، لتحسين جداول الري، ما يؤدي إلى خفض كبير في استهلاك المياه في الزراعة والحد من الجريان السطحي.

د. تكنولوجيا الفضاء وتكنولوجيا المناخ SpaceTech & ClimateTech

توفر تكنولوجيا الفضاء، بما في ذلك تقنيات رصد الأرض، معلومات حيوية حول أنظمة كوكب الأرض. بينما تستفيد تكنولوجيا المناخ من هذه المعلومات باستخدام الذكاء الاصطناعي، والبيانات الضخمة، وإنترنت الأشياء لتقديم توقعات وتنبؤات تساعد في اتخاذ إجراءات وقائية ضد الكوارث الطبيعية، داعمةً بذلك الاستدامة في التنقل، وسلاسل الإمداد، والمرونة الحضرية.

مثال: يستفيد المركز الوطني للأرصاد من بيانات الأقمار الصناعية، والذكاء الاصطناعي، والنماذج التنبؤية لتحسين دقة توقعات الطقس والاستعداد للكوارث. من خلال تمكين التخطيط الأفضل للموارد وتقليل المخاطر، وتساعد حلول تكنولوجيا المناخ الصناعات على خفض استهلاك الطاقة، والحد من الهدر، وبناء المرونة، مما يعد تفعيلاً لمبادئ الاقتصاد الدائري المتعلقة بالكفاءة، والوقاية، والتكيف.

مثال من قطاع المياه:

يمكن لبيانات الأقمار الصناعية من تكنولوجيا الفضاء مراقبة مستويات المياه في الخزانات، وكتل الثلوج لوتوقع ذوبانها، ورصد أنماط السحب أو الاستخدام غير النظامي لموارد المياه على نطاق واسع، مما يسهم في الأمن المائي والإدارة الفعالة للموارد. كما يمكن لتكنولوجيا المناخ التنبؤ بشدة الجفاف أو مخاطر الفيضانات، مما يدعم الجهات العاملة بقطاع المياه في رفع الجاهزية وإدارة الموارد المائية بكفاءة وفاعلية.

2. نماذج الأعمال "كل شيء كخدمة"

يُعد نموذج "كل شيء كخدمة" أحد أشكال الابتكار في نماذج الأعمال المدعومة بالتكنولوجيا، حيث يتم تقديم الأداء والنتائج كخدمة بدلاً من بيع المنتج نفسه. ويسهم هذا النموذج في خفض التكاليف وتحسين الكفاءة، كما يعزز التنافسية المستدامة ويقلل من البصمة الكربونية للعمليات التشغيلية.

أنواع نماذج "كل شي كخدمة"

- البرمجيات كخدمة **Saas**
- المنصات كخدمة **Paas**
- البنية التحتية كخدمة **Iaas**
- الحلول الضوئية كخدمة **Laas**
- الذكاء الاصطناعي كخدمة **Alaas**
- إنترنت الأشياء كخدمة **IoTaas**
- التسوق الافتراضي كخدمة **Virtual Shoppingass**
- الواقع المعزز كخدمة **ARaas**
- سلسلة الكتل كخدمة **Blockchainaas**

أ. الإضاءة كخدمة

مثال: تقدم شركة PHILIPS الإضاءة كخدمة لعملاء مثل مطار Schiphol في هولندا. حيث يدفع العميل مقابل خدمة الإضاءة، بينما تتولى فيليبس إدارة استهلاك الطاقة وأعمال الصيانة والتعامل مع مكونات النظام بعد انتهاء عمرها الافتراضي. ويسهم هذا النموذج في نقل مسؤوليات الاستدامة إلى مزود الخدمة.

ب. الذكاء الاصطناعي كخدمة

تستفيد حلول الذكاء الاصطناعي كخدمة من البيانات لاستخلاص المعلومات وتوليد الرؤى بهدف تقديم حلول أكثر كفاءة للعملاء. وتعتمد هذه الحلول على قدرات الذكاء الاصطناعي لتوفير أنواع متعددة من الحلول المؤسسية، مثل أتمتة العمليات الروبوتية في التصنيع، وحلول التسويق والمبيعات مثل برامج المحادثة الآلية، وحلول الأمن السيبراني للجدران النارية التكيفية، وإدارة الموارد البشرية والمواهب، وحلول لإدارة العلاقات بالعملاء.

يسهم هذا النموذج في خفض التكاليف وتوفير استهلاك الطاقة المرتبط بتدريب الذكاء الاصطناعي، من خلال تقديم الأداء والنتائج كخدمة دون الحاجة إلى بناء قدرات الذكاء الاصطناعي داخليًا. ومن المتوقع أن ينمو سوق الذكاء الاصطناعي كخدمة خلال السنوات القادمة بمعدل نمو سنوي مركب يزيد عن 40%.

أمثلة للتطبيقات:

- أتمتة العمليات الروبوتية في التصنيع
- الأمن السيبراني
- برامج المحادثة الآلية
- تقليل الطاقة المستخدمة في تدريب الذكاء الاصطناعي
- إدارة المواهب والعملاء

ج. إنترنت الأشياء كخدمة

يدعم نموذج إنترنت الأشياء كخدمة، العملاء من خلال توفير أجهزة المستشعرات المتخصصة والخدمات المصاحبة لها في سياقات مختلفة، مثل الأسواق المتنامية لحلول المنازل الذكية والمد ن الذكية.

وتُعد المراقبة، وإعداد التقارير، وتعزيز الأمن، وتحسين استهلاك الطاقة من بين المجالات الأسرع نموًا. كما أن تكامل إنترنت الأشياء كخدمة مع البيانات الضخمة كخدمة والذكاء الاصطناعي كخدمة أتاح تطبيقات مهمة في التصنيع الذكي.

مثال في قطاع المياه:

يمكن لإنترنت الأشياء كخدمة تمكين مراقبة جودة المياه كخدمة، حيث تقوم أجهزة المستشعرات الفورية بتتبع معايير جودة المياه الأساسية مثل الرقم الهيدروجيني، والعكارة، ومستويات الكلور بشكل مستمر. ويقوم مقدمو الخدمة بتحليل البيانات عن بُعد وتقديم التنبيهات، بما يضمن الامتثال للمعايير التنظيمية، وتحسين استخدام المواد الكيميائية وتعزيز نتائج الصحة العامة.

د. التسوق الافتراضي كخدمة

يعد التسوق الافتراضي كخدمة والتجزئة المدمجة الرقمية والفيزيائية مثالًا آخر على الابتكار في نماذج الأعمال المدعومة بالتقنية. إذ يوفر دمج الواقع الافتراضي مع التسوق عبر الإنترنت تجربة تسوق تحاكي تجربة التسوق التقليدية مع خفض ملموس في استهلاك الطاقة والتكلفة، وتحسين إدارة سلاسل التوريد والمخزون.

مثال: طبّقت شركات TESCO و trigo و retail VR نظام الواقع الافتراضي للتجزئة في كوريا الجنوبية من خلال تركيب أرفف رقمية في محطات الحافلات والقطارات وأماكن عامة مزدحمة. ويقوم العملاء بمسح رمز الاستجابة السريعة للمنتجات ووضع الطلبات ليتم توصيلها إلى المنازل. وتتم معظم الطلبات خلال ساعات الذروة، مما يقرب التسوق من شريحة العاملين ويُخفّض بشكل كبير تكاليف استقطاب العملاء لفروع الشركات الواقعية.

هـ. الواقع المعزز كخدمة

يمكن للواقع المعزز كخدمة أن يساعد في أعمال الصيانة والإصلاح للمعدات بما يُطيل دورة حياة المنتجات ويقلل استهلاك الطاقة والموارد المرتبطة بإرسال المنتجات ذهاباً وإياباً إلى ورش الإصلاح. وتمكّن مثل هذه النماذج العملاء من الاعتناء بمنتجاتهم بشكل أفضل والحصول على قيمة أكبر لاستثماراتهم، مع تعزيز صورة العلامة التجارية كمؤسسة مسؤولة بيئياً وتركز على تقديم أفضل خدمة للعملاء.

الفوائد: يقلل من التنقل غير الضروري والانبعاثات المرتبطة به، مع توفير الوقت والتكلفة لكلاً من العميل والشركة.

مثال في قطاع المياه:

يمكن للواقع المعزز كخدمة توفيرإرشادات بصرية خطوة بخطوة لفني الصيانة أثناء إصلاح مضخات المياه أو أنظمة الترشيح المعقدة في الموقع، مما يقلل من الأخطاء ووقت التدريب ويقلل الحاجة لزيارات متعددة للموقع.

أمثلة عملية:

- صممت شركة "DAQRI" ومقرها كاليفورنيا، خوذة ذكية تعتمد على الواقع المعزز لإدارة النفايات، تتضمن شاشة رأسية وأجهزة قياس داخلية وكاميرات متعددة وتقنيات تصوير حراري، لتمكين تحديد المواد القابلة للاستخدام والمساعدة في الفرز اليدوي من أكوام النفايات.
- تستخدم شركة "Scope" الكندية الواقع المعزز لتقديم تعليمات ذكية للعمل، لتحل محل التعليمات الورقية في مهام مثل التركيب، والتجميع، والتفكيك، والإصلاح، والصيانة، والتعامل مع النفايات والمواد الخطرة.

و. سلاسل الكتل كخدمة

تمتلك سلاسل الكتل كخدمة تطبيقات واسعة وواعدة للاهتمام في مجموعة متنوعة من الصناعات مثل إدارة سلاسل الإمداد، والأزياء، والزراعة، والتعدين، والخدمات المصرفية، والتعليم، والخدمات العامة، والسلع الاستهلاكية. وتُسهّل تقنيات سلاسل الكتل تتبع المواد عبر مراحل التوريد، والإنتاج، والتوزيع، وحتى نهاية عمر المنتج. كما توفر المساءلة والشفافية بوصفهما من المتطلبات الأساسية لتحقيق أهداف التنمية المستدامة، وتحسين القدرة التنافسية المستدامة، ودعم التحول نحو الاقتصاد الدائري.

أمثلة تطبيقية

تقدم شركة CIRCULARISE حلولاً لتتبع المواد ودورة حياة المنتج، وتحليلات متقدمة، وتقارير آنية عن الالتزام بالمعايير، وذلك باستخدام رموز الاستجابة السريعة، وتقنيات الاتصال قريب المدى، وتقنية التعرف على الترددات اللاسلكية لتسجيل معلومات المنتج على سلاسل الكتل. وتستخدم شركة "Porsche" حلول "Circularise" لتعزيز إدارة سلاسل الإمداد وتتبع البصمة الكربونية في عملياتها.

تستخدم مجموعة De Beers حل "Track" لوسم وتتبع الألماس من المنجم حتى المشتري. كما تُعد "Everledger" مزودًا آخرًا لحلول سلاسل الكتل كخدمة للسلع عالية القيمة مثل الألماس، وتستخدمها شركة rare carat لضمان أن تكون المنتجات مستدامة ومصادرها أخلاقية وخالية من النزاعات.

في صناعة الأزياء، تستخدم حلول سلسلة الكتل كخدمة رموز الاستجابة السريعة، وإنترنت الأشياء، وتقنية التعرف على الترددات اللاسلكية لتعزيز الإنتاج والاستهلاك المستدامين. كما أطلقت شركة E.ON طاقة تعريف رقمية للمنتج تتضمن معلومات عن العلامة التجارية، والمقاس، واللون، والشركة المصنعة، وسعر التجزئة للملابس، بالإضافة إلى بطاقة تعريف رقمية للمواد تحتوي على معلومات عن مكونات المنتج، وعملية الصبغ، ونوع الخيوط.

وتستخدم شركة PROVENANCE ملصقات ذكية متكاملة (رموز استجابة سريعة) توفر سجلًا رقميًا مؤمنًا بسلسلة الكتل يوضح مسار الملابس من المزرعة حتى التجميع، ومعلومات عن إمكانية إعادة التدوير.

كما تقدم شركة " Seal " الثقة والتحقق من أصالة المنتجات عبر تقنية الاتصال قريب المدى للتحقق من العناصر المسجلة على شبكتها لسلسلة الكتل.

تستخدم شركتا Ford و LG Chem حل سلاسل الكتل من شركة IBM لتتبع معدن الكوبالت المستخدم في بطاريات الليثيوم-أيون والمستوردة من جمهورية الكونغو الديمقراطية.

مثال من قطاع المياه:

يمكن استخدام سلاسل الكتل كخدمة لتتبع أصل ودورة حياة المكونات الأساسية للبنية التحتية للمياه مثل الأنابيب، الصمامات، والأغشية، لضمان التوريد المسؤول، والتحقق من المحتوى المعاد تدويره، وتسهيل إعادة التدوير أو إعادة التصنيع في نهاية العمر الافتراضي. كما يمكن أن تعزز هذه الحلول الشفافية في بيانات جودة المياه من خلال تسجيلها على سجل رقمي غير قابل للتغيير.

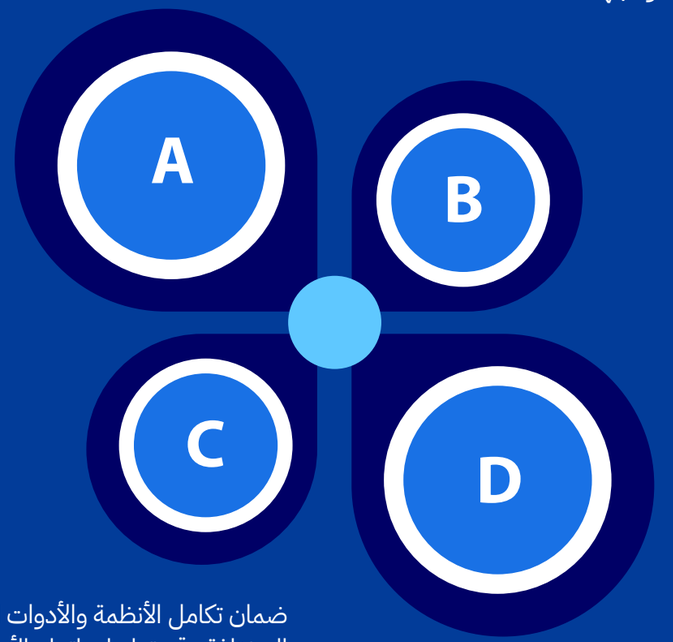
3. النظم البيئية الرقمية متعددة أصحاب المصلحة

يتكوّن الاقتصاد من العديد من الأنظمة والأعمال والمجتمعات المترابطة التي يعتمد بعضها على بعض. وتُسهم التقنيات الرقمية في تعزيز هذه الروابط، بما يقرّب بين الأفراد والأسواق والقطاعات.

وللانتقال بنجاح نحو الاقتصاد الدائري وتحقيق أهداف الاستدامة، تبرز الحاجة إلى بناء شبكات قوية يعمل ضمنها مختلف الأطراف معاً وهذا يشمل:

تحسين التواصل والعمل الجماعي بين الشركات والجهات.

ربط الأنظمة الرقمية، والمادية، والطبيعية.



ضمان تكامل الأنظمة والأدوات الرقمية المختلفة وقدرتها على إتمام الأعمال المشتركة بكفاءة.

تبادل المعرفة، وتعزيز الثقة، وضمان الشفافية من خلال الأدوات الرقمية.

تُعد إدارة البيانات بكفاءة عنصراً محورياً في هذه العملية. إذ يجب أن تكون البيانات الواردة من الأنظمة المختلفة متسقة، آمنة، وشفافة. ويمكن لتقنيات مثل سلاسل الكتل أن تسهم في:

- تتبع الأثر البيئي.
- منع فقدان البيانات أو تعديلها، أو التلاعب بها.
- جعل سلاسل التوريد أكثر انفتاحاً ومساءلة.

في إطار الاقتصاد الدائري، لا يمكن للشركات العمل بمعزل عن الآخرين. فكل جهة جزء من منظومة أوسع تتحرك فيه المواد والمنتجات في دورات بدلاً من التخلص منها. ويتعيّن على الجهات الصغيرة أن تعمل على التنسيق والتكامل بينها للحفاظ على تدفق المواد وخلق قيمة مشتركة.

حتى عندما تعمل جهة واحدة بأسلوب خطي بسيط، فهي لا تزال تلعب دورًا مهمًا في النظام الدائري الأوسع. وبالتكامل، تسهم هذه الجهات في بناء اقتصاد مستدام حيث تُعاد فيه الموارد، ويُقلل الهدر، ويتم توزيع المنافع.

تتطلب الإدارة الفعّالة للبيانات التوافق والاتساق بين البنى التحتية الرقمية، والأصول، والأنظمة (مثل الحوسبة السحابية، والأنظمة الموزعة واللامركزية). وتُعد الشفافية (مثل استخدام سلاسل الكتل لتتبع البصمة البيئية) وسلامة البيانات (مثل منع التلاعب بالبيانات عبر سجلات غير قابلة للتغيير) عناصر أساسية لتطبيق استراتيجيات فعّالة في الاقتصاد الدائري. كما أن المساءلة عبر سلاسل الكتل تمثل عاملًا غالبًا ما يغيب في النماذج الاقتصادية الخطية بسبب غياب متطلبات الشفافية النظامية.

إن أمن البيانات يمثل اهتماماً رئيسياً، حيث يمكن للتقنيات المانعة للتلاعب مثل سلاسل الكتل أن تُحدث فارقًا كبيرًا في دعم اقتصاد رقمي وظيفي وموثوق.

إن الترابط التكنولوجي مع الاقتصاد الدائري، والقدرة التنافسية المستدامة، وأهداف التنمية المستدامة، والنظم البيئية متعددة الأطراف، والمبادرات والسياسات الاستراتيجية، وابتكار نماذج الأعمال، يُعد عنصراً أساسياً للتحول نحو الاقتصاد الدائري. ويعتمد هذا التحول بشكل كبير على إشراك أصحاب المصلحة ضمن نظم بيئية فعّالة. إذ يمكن للجهات أن تكون دائرية وفي عزلة؛ حيث يتطلب الاقتصاد الدائري المغلق عمليات منسقة ومتناغمة تقودها كيانات مترابطة تعمل معًا بشكل منهجي نحوأهداف مشتركة. ورغم أن كل كيان قد يُنظر إليه كنظام خطي منفصل، إلا أنه ضمن المنظومة ويساهم في تشكيل دورات القيمة لتدفق المواد داخل الاقتصاد الدائري.

4. المواد البلاستيكية الحيوية والمواد البديلة

المواد البلاستيكية الحيوية هي إما مواد مستخلصة من مصادر حيوية، أو قابلة للتحلل الحيوي، أو كلاهما معاً. ومن الأمثلة على ذلك: "PLA " و "PHA" و"PBS". وتوفر هذه المواد حلولًا لتقليل الاعتماد على البلاستيك المستخرج من الوقود الأحفوري. ومع ذلك، فإن التحلل الحيوي غالباً ما يعتمد على ظروف تسميد صناعي محددة. وتُعد المملكة العربية السعودية من الدول التي يستهلك أفرادها البلاستيك بكثافة. وتسهم الجهود التنظيمية مثل معايير البلاستيك القابل للتحلل الصادرة عن الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس في دعم التحول نحو بدائل أكثر استدامة.

5. تقنيات إدارة النفايات الذكية

تشمل التقنيات الناشئة -بما في ذلك الحاويات الذكية (المتصلة بالشبكة)، والفرز باستخدام الذكاء الاصطناعي، والروبوتات-، التي تعزز كفاءة جمع النفايات، وتحدّ من الاعتماد على الأيدي العاملة، وترفع نقاء المواد القابلة لإعادة التدوير. كما تُنفّذ مدن المملكة مثل الرياض وجدة نماذج تجريبية للفرز الذكي والروبوتي بالشراكة مع القطاع الخاص.

المسار الخامس: خطة التفعيل – الابتكار الرقمي لنماذج الأعمال الدائرية

يمكّن الابتكار الرقمي الجهات من التحول نحو نماذج قائمة على الخدمة والأداء، بما يحقق نتائج قابلة للقياس. كما يعزز تبنّي نماذج "كل شيء كخدمة"، إلى جانب اعتماد العقود الذكية واستخدام تحليلات الذكاء الاصطناعي، في تحقيق فوائد مالية وتشغيلية. حيث يُبرز هذا الدليل آليات مواءمة الابتكار الرقمي مع مخرجات الاقتصاد الدائري، بما يسرّع تبنّي هذه النماذج في قطاع المياه بالمملكة.

نماذج الابتكار الرقمي الرئيسية مع تطبيقات عملية

كل شيء كخدمة

- **الإجراء 1: مراجعة عقود تقنية المعلومات**

  عند تجديد أو إبرام عقود جديدة لأنظمة تقنية المعلومات أو البرمجيات أو التخزين السحابي، يُفضل اختيار النماذج القائمة على الخدمة بدلاً من شراء التراخيص والمعدات بشكل مباشر، حيث يُعد هذا الإجراء خطوة سريعة ومنخفضة المخاطر.

- **الإجراء 2: تجربة عقد "الأداء كخدمة"**

  البدء بتجربة عقد قائم على الخدمة لأصل غير حرج -مثل المضخات- بحيث يتم الدفع مقابل مخرجات أداء مضمونة -مثل عدد اللترات التي تم ضخها لكل ساعة- بدلًا من شراء الأصل نفسه، حيث يحفز ذلك المورّد على توفير منتج متين وموثوق.

التكنولوجيا المالية / نماذج الدفع حسب الاستخدام

- **الإجراء 1: تجربة نظام الفوترة والتنبيهات عبر الهاتف المحمول**

  استخدام منصات الدفع والتواصل عبر الهاتف المحمول المتاحة حالياً لإرسال تحديثات الفوترة وتنبيهات الاستهلاك في الوقت الفعلي للمستهلكين ذوي الاستهلاك العالي للمياه، مثل المزارع أو المناطق الصناعية. ويسهم هذا النوع من التغذية الراجعة المباشرة في تشجيع الاستخدام الأكثر كفاءة للمياه.

- **الإجراء 2: تجربة نموذج المياه مسبقة الدفع**

  لشريحة محدودة من المستفيدين الذين لديهم مصادر متعددة للمياه، يمكن اختبار نموذج المياه مسبقة الدفع. حيث يمكن للمستفيدين شحن رصيد في حسابهم، ويتم خصمه تدريجيًا مع استهلاك المياه. ويسهم هذا النموذج في تسهيل إدارة الاستهلاك وتعزيز وضوحه وقابليته للمتابعة.

التكنولوجيا التنظيمية

- **الإجراء 1: رقمنة نماذج التقارير**

  تحويل جميع نماذج التقارير التنظيمية – من سجلات جودة المياه إلى سجلات التخلص من النفايات – إلى صيغة رقمية موحدة، مثل جداول بيانات سحابية أو قاعدة بيانات داخلية بسيطة.

- **الإجراء 2: المواءمة مع معايير الهيئة السعودية للمياه**

  موائمة نماذج التقارير الرقمية الداخلية مع متطلبات ومعايير التقارير لدى الهيئة السعودية للمياه؛ لضمان التحول التحول السلس نحو منصات رقمية مركزية مستقبلية.

التكنولوجيا الزراعية وتكنولوجيا الفضاء

- **الإجراء 1: مشاركة البيانات المتاحة**

  التعاون مع المركز الوطني للأرصاد و للوصول إلى بيانات استخدام المياه والطقس المتاحة ومشاركتها. واستخدام القنوات الرقمية الحالية، مثل التطبيقات أو النشرات البريدية المبسّطة؛ لتزويد المزارعين بمعلومات حول تحسين جداول الري.

- **الإجراء 2: تنظيم ورشة عمل قائمة على البيانات**

  تنظيم ورشة عمل مبسطة ومنخفضة التكلفة للشركاء الزراعيين؛ لعرض كيفية استخدام صور الأقمار الصناعية أو بيانات الطقس المتاحة لتحسين كفاءة استخدام المياه، وشرح العلاقة بين الكفاءة والاقتصاد الدائري.

سلاسل الكتل كخدمة

- **الإجراء 1: إطلاق تجربة سلاسل الكتل**

  في مشروع محدد لإعادة الاستخدام -مثل تزويد منطقة صناعية بالمياه المعالجة-، يمكن استخدام منصة سلاسل الكتل لتتبع حجم المياه وجودتها وعمليات التوزيع، مما يضمن شفافية السجلات من مرحلة المعالجة وحتى الاستخدام النهائي.

- **الإجراء 2: تتبع معاملات المواد المعاد تدويرها**

  عند طرح منافسة لإعادة تدوير الأصول القديمة (مثل الأنابيب أو الأغشية)، يمكن استخدام منصة سلاسل الكتل كخدمة لإنشاء سجل آمن وقابل للتحقق من المعاملات، مما يعزز الثقة في عملية إعادة التدوير.

خطة الإنجازات السريعة

1-0 سنة

المدى القصير:

التركيز على الإجراءات الأساسية التي لا تتطلب أي تكلفة إضافية. يشمل ذلك مراجعة عقود تقنية المعلومات والمعدات لإدراج بنود قائمة على الخدمة، ورقمنة نماذج التقارير، وإنشاء نظام بسيط لمشاركة بيانات استخدام المياه الحالية مع أصحاب المصلحة الخارجيين.

3-2 سنوات

المدى المتوسط:

تبنى هذه الإجراءات على الخطوات الأولية من خلال تجارب منخفضة التكلفة. وتشمل تجربة نموذج المياه مسبقة الدفع مع عدد محدود من المستفيدين، وإطلاق تجربة لمنصة سلاسل الكتل كخدمة لمادة واحدة أو مسار مائي محدد.

4+ سنوات

المدى الطويل:

تتضمن هذه المرحلة التحول الرقمي والدائري المتكامل. ويشمل ذلك التحول الكامل في نماذج شراء الأصول الرئيسية إلى نماذج "كل شيء كخدمة"، والتعاون مع الهيئة السعودية للمياه لإنشاء منظومة رقمية قطاعية للاقتصاد الدائري، بما يتوافق مع رؤية السعودية 2030 والاستراتيجية الوطنية للمياه.

أدوات التنفيذ

الأدوار والمسؤوليات: المشتريات، فرق تقنية المعلومات/التحول الرقمي، الشؤون المالية.

مؤشرات الأداء الرئيسية:

- نسبة المنافسات الجديدة التي تتضمن بنوداً قائمة على الخدمة
- حجم الإيرادات الناتجة عن إعادة الاستخدام
- نسبة ثقة أصحاب المصلحة.

سجل الأدلة:

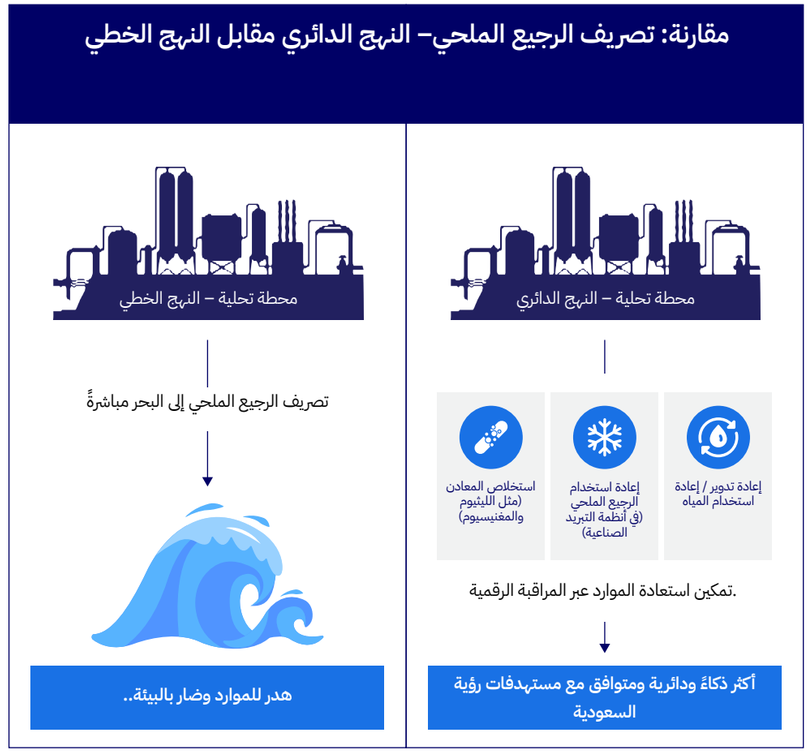
خط الأساس ← 6 أشهر ← 12 شهراً.

الملاحق والمراجع

الملاحق والمراجع

- تُسهم التقنيات الجديدة في ابتكار أساليب حديثة لممارسة الأعمال. إذ تساعد الأدوات الرقمية والبيانات والابتكار المنشآت على العمل بكفاءة واستدامة أعلى، كما تفتح آفاقًا جديدة لنماذج أعمال وخدمات مبتكرة.
- للحفاظ على الريادة، يجب على المنشآت فهم كيفية إعادة تشكيل التكنولوجيا للأسواق والخدمات وسلاسل الإمداد. ويُعد مواكبة هذه التحولات أمرًا أساسيًا لتعزيز المرونة وتحقيق النجاح على المدى الطويل.
- تسهم نماذج الأعمال مثل التقنية المالية، والتقنية الزراعية، والتقنية التنظيمية، والتقنية المناخية، وإضافةً إلى نماذج "الحل كخدمة" مثل البرمجيات كخدمة أو سلاسل الكتل كخدمة، في تغير طرق خلق القيمة وتقديمها. وتساعد هذه النماذج على جعل القطاعات أكثر استدامة وكفاءة وقدرة على التكيف.
- إن التحول نحو الاقتصاد الدائري لا يحقق فوائد للبيئة فحسب، بل يحقق أيضاً مكاسب اجتماعية واقتصادية. ويقع على عاتق كل جهة في سلسلة القيمة دور في نجاح هذا التحول.
- يمكن للحلول الرقمية مثل الذكاء الاصطناعي، وسلاسل الكتل، وإنترنت الأشياء، ومنصات البيانات أن تعزز التعاون بين الجهات وتدعم تطبيق مبادئ الاقتصاد الدائري. ومع ذلك، لا تزال العديد من المشاريع تواجه تحديات تتعلق بالتوسع، والتكلفة، وتكامل الأنظمة.
- يتطلب النجاح في التحول نحو الاقتصاد الدائري تعاوناً مشتركاً؛ إذ لا يمكن لأي جهة أو منشأة تحقيق ذلك بمفردها. ويُعد العمل التكاملي بين الصناعات والقطاعات والمجتمعات عنصراً أساسياً للنجاح.
- تُحدث الخطوات الصغيرة أثراً تراكمياً ملموساً. فإدماج التفكير الدائري في المنتجات والخدمات والبنية التحتية تدريجيًا يُسهم بمرور الوقت في إغلاق حلقات الموارد ويدعم الأهداف الوطنية للاستدامة.
- إن تسريع تبني التقنيات الرقمية بالتوازي مع استراتيجيات الاقتصاد الدائري يساعد المنشآت على الحفاظ على تنافسيتها، وخلق فرص أعمال جديدة، والمساهمة في بناء مستقبل أكثر مرونة واستدامة

مقارنة: تصريف الرجيع الملحي– النهج الدائري مقابل النهج الخطي



عوائق تفعيل مبدأ الاقتصاد الدائري

يواجه تفعيل مبدأ الاقتصاد الدائري عدداً من التحديات، والتي من أبرزها:

تحديات تشريعية

قد لا تسمح بعض الأنظمة الحالية بإعادة استخدام بعض المواد أو تحتوي على تعريفات صارمة للنفايات.

تحديات مالية

ارتفاع التكاليف الأولية للتقنيات الجديدة أو البنية التحتية قد تحد من الاستثمار في الأنظمة الدائرية.

تحديات تنظيمية داخلية

ضعف التنسيق الداخلي، أو وجود أقسام معزولة عن بعضها، أو مقاومة التغيير الذي يؤدي إلى إبطاء عملية التنفيذ.

قد تعيق مقاومة المستهلك لاستخدام المنتجات المعاد استخدامها أو المعاد تدويرها، لا سيما في المجالات الحساسة مثل إعادة استخدام المياه وتبنّي هذه الحلول.

قد لا يقدم الموردون خيارات دائرية كافية، أو قد يكون هناك ضعف في التعاون والتكامل عبر سلسلة القيمة.

غياب التقنيات أو البنية التحتية المحلية أو عدم جاهزيتها قد يعيق التقدم في تطبيق الحلول الدائرية.

ويمكن للهيئة السعودية للمياه أن تقدم الدعم لتفعيل مبدأ الاقتصاد الدائري من خلال:

- تحديث أطر المشتريات لإدراج معايير الاقتصاد الدائري، مما يُسهم في خلق طلب الأسواق على الحلول الدائرية.
- دعم حصر العوائق في العمليات وسلاسل التوريد .
- إعطاء الأولوية للمشروعات التجريبية في مناطق منخفضة المخاطر لاكتساب الخبرة وبناء الثقة.

المراجع

- رؤية السعودية 2030. (2016). المملكة العربية السعودية. متاح على: https://www.vision2030.gov.sa/
- مبادرة السعودية الخضراء. (2021). وزارة الطاقة. متاح على: https://www.saudigreeninitiative.org/
- وزارة البيئة والمياه والزراعة. (2018). الاستراتيجية الوطنية للمياه 2030. متاح على: https://www.mewa.gov.sa/
- المركز الوطني للرقابة على الالتزام البيئي. (2023). إرشادات الالتزام البيئي الوطنية. [وثيقة سياسة]
- المركز الوطني لإدارة النفايات (موان). (2023). الملف الوطني للنفايات والأهداف الاستراتيجية.

- Franconi, A. (2023). Circular by Design: Innovation, Strategy and Resource Flows.
- Rozen, A. (2023). Circular Business Models: Doing More with Less for Longer. [Course Presentation].
- Sarbazvatan, S. (2023). The Dual Transition: Circular and Digital Economies. [Course Presentation].
- Halloun, J. (2023). Circular Supply Chains: Leveraging the Power of Strategic Procurement.
- Sarbazvatan, S. (2023). Digitally Empowered Circular Economy Business Models and Industrial Innovation. [Course Presentation].
- Franconi, A. (2023). Circular Industry 4.0: Redesigning the Future.
- Ocampo, H. R. (2023). Designing Out Waste: The Challenges to Full Circularity. https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/remaking-the-industrial-economy

الملاحـق والمراجع

الهيئة السعودية للمياه

Saudi Water Authority