

دور المدن الذكية بيئيا في تحقيق التنمية المستدامة

The role of environmentally smart cities in achieving sustainable developmentنزالي سامية¹، عمروش شريف²¹ جامعة البليدة - 2 - علي لونيسي، nezalisamia@gmail.com² جامعة البليدة - 2 - علي لونيسي، amrouchecherifdoc18@gmail.com

تاريخ القبول: 2019/05/29

تاريخ الاستلام: 2019/03/29

ملخص: تهدف هذه الدراسة إلى تقديم دراسة وصفية للمدن الذكية بيئيا، ومساهمتها في الحفاظ على الموارد الطبيعية للأجيال القادمة، من خلال استغلال تكنولوجيا المعلومات وتشديد البنى التحتية الذكية التي تساهم في تخفيض الانبعاثات، وتحسين جودة الهواء، والقضاء على النفايات الصلبة وكذا المحافظة على الموارد النادرة مثل المياه.

لقد اعتمدت عدة دول في العالم تطبيق الذكاء البيئي في مدن نموذجية بتطبيق الطاقة الذكية، الإدارة الذكية للمياه والإدارة الذكية للنفايات، واستطاعت هذه المدن أن تحقق نتائج من حيث التقليل في استهلاك الطاقة، والاعتماد بشكل متزايد على مصادر الطاقة المتجددة، وإعادة تدوير للنفايات بنسب متفاوتة، بالإضافة إلى استغلال المياه بشكل عقلائي، وكل هذا يصب في تحقيق التنمية المستدامة.

الكلمات المفتاحية: المدن الذكية بيئيا، البنى التحتية الذكية، الطاقة الذكية، الإدارة الذكية للمياه، الإدارة الذكية للنفايات، التنمية المستدامة.

تصنيف JEL : Q01.

Abstract: The objective of this study is to provide a descriptive study of environmentally smart cities and their contribution to the conservation of natural resources for future generations through the exploitation of information technology and the construction of smart infrastructure that contributes to reducing emissions, improving air quality, eliminating solid wastes and preserving scarce resources such as water.

Several countries in the world have adopted the application of environmental intelligence in model cities by applying smart energy, smart management of water and waste . These cities have achieved results in terms of energy consumption, increasing dependence on renewable energy sources and recycling of waste at varying rates, As well as the rational exploitation of water, all of which contribute to sustainable development.

Keywords: Environmentally Smart Cities, smart Infrastructure, Smart Energy, Smart Water Management, smart Waste Management, Sustainable Development.

amrouchecherifdoc18@gmail.com ,authorC@ gmail.com ، عمروش شريف، نزالي سامية

1. مقدمة:

لم تعد المدن الذكية بيئيا اليوم إحدى متطلبات الرفاهية الاجتماعية فحسب، بل أضحت من القضايا الهامة لدى معظم الدول في مختلف المؤتمرات ذات الصلة بموضوع تحقيق التنمية المستدامة بأبعادها الثلاثة الاقتصادية، الاجتماعية والبيئية، ولعل هذا البعد الأخير أصبح أكثر أهمية من أي وقت مضى بسبب التدهور البيئي وتغير المناخ، و هو ما شكل حتمية لتبني مفهوم الإدارة الرشيدة للموارد الطبيعية المتاحة بشكل يضمن الموازنة بين الاحتياجات الاقتصادية والاجتماعية من جهة وبين الاحتياجات الإنمائية والبيئية والإيكولوجية لمختلف الأجيال من جهة أخرى.

لقد رسمت الآفاق المستقبلية للتنمية المستدامة إطارا جديدا يستند على استعمال تكنولوجيات المعلومات والاتصالات بهدف تحويل المدن إلى بيئات معيشية أكثر استدامة وذكاء وصلابة ومقاومة للكوارث، وهو ما يضمن في النهاية تحسين نوعية الحياة وكفاءة العمليات والخدمات الحضرية في ظل ما يسمى بالبيئة الذكية المتعلقة بسياسات وتطبيقات ذكية موجهة للإدارة البيئية، بما يكفل ويعزز كفاءة استخدام الموارد باستخدام آليات متعددة تركز أساسا على استحداث البنى التحتية الذكية بما في ذلك الإدارة الذكية للمياه ومراقبة التلوث والتحكم فيه والإدارة الذكية للنفايات وشبكات الطاقة الذكية والمباني الخضراء والتخطيط الحضري الأخضر.

ومن خلال ما تقدم يمكن طرح الإشكالية التي نحن بصدد مناقشتها وهي : كيف تساهم المدن الذكية بيئيا في تحقيق التنمية المستدامة ؟

فرضيات الدراسة :

لمعالجة هذه الإشكالية، اعتمدنا على الفرضيات التالية :

- تساهم التكنولوجيا المتطورة في الحفاظ على بيئة مستدامة ومنخفضة الكربون.
- تحقق المدن الذكية بيئيا خاصية الاستخدام الأمثل للموارد الاقتصادية.

أهداف الدراسة :

تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق ثلاثة أهداف نوجزها في ما يلي :

- التعرف على قدرة الذكاء التكنولوجي في خدمة الأجيال الحالية والمستقبلية بيئيا؛
- تحليل المناهج التي اعتمدتها بعض المدن الذكية في العالم من خلال تطبيقها للتقنيات الحديثة في استغلال الطاقة والمياه، وكذا التقليل من النفايات وغازات الدفيئة؛
- استخلاص بعض التجارب الناجحة والممكنة التطبيق في الجزائر.

المحور الأول: المفاهيم الأساسية للمدن الذكية بيئيا والتنمية المستدامة

أولا : ماهية التنمية المستدامة

يشكل الإفراط في استخدام الموارد الطبيعية، مثل استنزاف المياه العذبة وارتفاع مستويات التلوث الناتج عن انبعاثات غازات الدفيئة ؛ خطرا على المجتمعات وعلى اقتصادياتها بسبب التدهور البيئي وتغير المناخ.

1-تعريف التنمية المستدامة :

التنمية المستدامة هي الإدارة الحكيمة للموارد الطبيعية المتاحة بشكل يكفل الرخاء الاقتصادي والاجتماعي وتحقيق الاحتياجات الإنمائية والبيئية للأجيال الحالية والمقبلة¹.
كما يعتبر الاقتصاد الأخضر أحد الأدوات الهامة المتاحة لتحقيق التنمية المستدامة وهو اقتصاد منخفض الكربون وفعال من حيث الموارد وشامل اجتماعيا. ويوجه فيه النمو بواسطة استثمارات عامة وخاصة تقضي إلى تخفيض انبعاثات الكربون والتلوث وتعزيز استخدام الطاقة والموارد ومنع خسارة التنوع الإحيائي وخدمات النظم الايكولوجية².

2- مؤشرات التنمية المستدامة :

تتم الإشارة إلى المؤشرات البيئية وبعض المؤشرات الاقتصادية للتنمية المستدامة.

2-1 : المؤشرات البيئية للتنمية المستدامة

ترتبط التنمية المستدامة بشقها المتعلق بالبيئة بعدة مؤشرات نذكر منها :³

- الغلاف الجوي : وتتعلق به ثلاث مؤشرات تتمثل في التغير المناخي (يتم قياسه من خلال تحديد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون) ؛ ترقق طبقة الأوزون ونوعية الهواء، وهذه الأخيرة يتم قياسها من خلال تركيز ملوثات الهواء ؛
- الأراضي : وتتعلق بمؤشرات الزراعة، الغابات، التصحر والتحضر؛ ويساعد هذا المؤشر على تحقيق الأمن الغذائي، إضافة إلى تقليل الآثار الناتجة عن انبعاث غازات الدفيئة ؛
- البحار والمحيطات والمناطق الساحلية، والتي تقاس بتركيز الطحالب في المياه الساحلية، ونسبة السكان الذين يعيشون في المناطق الساحلية، وكذا وزن الصيد السنوي للأنواع التجارية الرئيسية ؛
- المياه العذبة، والتي تقاس بنوعية وكمية المياه السطحية والجوفية التي يتم ضخها واستنزافها سنويا مقارنة بكمية المياه الكلية ؛
- التنوع الحيوي، والذي يتم قياسه من خلال الأنظمة والأنواع البيئية.

2-2 : المؤشرات الاقتصادية للتنمية المستدامة

- تتلخص المؤشرات الاقتصادية للتنمية المستدامة أساسا في معدل نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي والميزان التجاري، ونسبة المديونية الخارجية والمحلية⁴، وهناك مؤشرات أخرى نذكرها كالاتي :⁵
- تدوير النفايات : هو أحد المؤشرات الدالة على الإدارة البيئية في البلد، وهو عبارة عن نسبة المواد المعاد تصنيعها من النفايات المعدنية والبلاستيكية والورقية من إجمالي النفايات ؛
 - توليد النفايات الخطرة الناتجة عن العمليات الاقتصادية أو عمليات أخرى : ويبين هذا المؤشر نوعية الأنشطة الصناعية والتكنولوجية التي تستخدمها وعملياتها والنفايات الناتجة عنها والنمط الاستهلاكي للسكان وحجمهم ؛
 - استخدام الطاقة : وهو يبين نصيب الفرد من الطاقة الكهربائية.

3- أهداف التنمية المستدامة :

تهدف التنمية المستدامة إلى :⁶

- تحسين نوعية المياه عن طريق الحد من التلوث ووقف إلقاء النفايات والمواد الكيميائية وتقليل تسربها إلى أدنى حد، وخفض نسبة مياه المجاري غير المعالجة إلى النصف، وزيادة إعادة التدوير، بالإضافة إلى ضمان إمدادات المياه العذبة على نحو مستدام ؛
- تحقيق زيادة كبيرة في حصة الطاقة المتجددة بحلول العام 2030 ؛
- حماية الجبال والغابات والأراضي الرطبة والأنهار ومستودعات المياه الجوفية والبحيرات بحلول العام 2020؛
- الحد بدرجة كبيرة من تلوث الهواء والماء والتربة بحلول العام 2030 ؛
- زيادة كفاءة استخدام الموارد وزيادة استخدام التكنولوجيا والعمليات الصناعية النظيفة والسليمة بيئياً ؛
- تحقيق الاستخدام الكفء للموارد الطبيعية بحلول العام 2030 ؛
- إدماج التدابير المتعلقة بتغير المناخ في السياسات والاستراتيجيات والتخطيط على الصعيد الوطني.

ثانياً: مفهوم المدن الذكية بيئياً

1- تعريف المدينة الذكية المستدامة :

هي مدينة مبتكرة تقوم على استعمال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وغيرها من الوسائل لتحسين نوعية الحياة وكفاءة العمليات، والخدمات الحضرية، والقدرة على المنافسة، مع ضمان تلبية احتياجات الأجيال الحاضرة والمقبلة فيما يتعلق بالجوانب الاقتصادية والاجتماعية والبيئية⁷. إن الهدف من المدن الذكية المستدامة هو تحويل المدن إلى بيئات معيشية أكثر استدامة، وذكاء، وصلابة، ومقاومة للكوارث، وكذا التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة⁸.

2- البيئة الذكية :

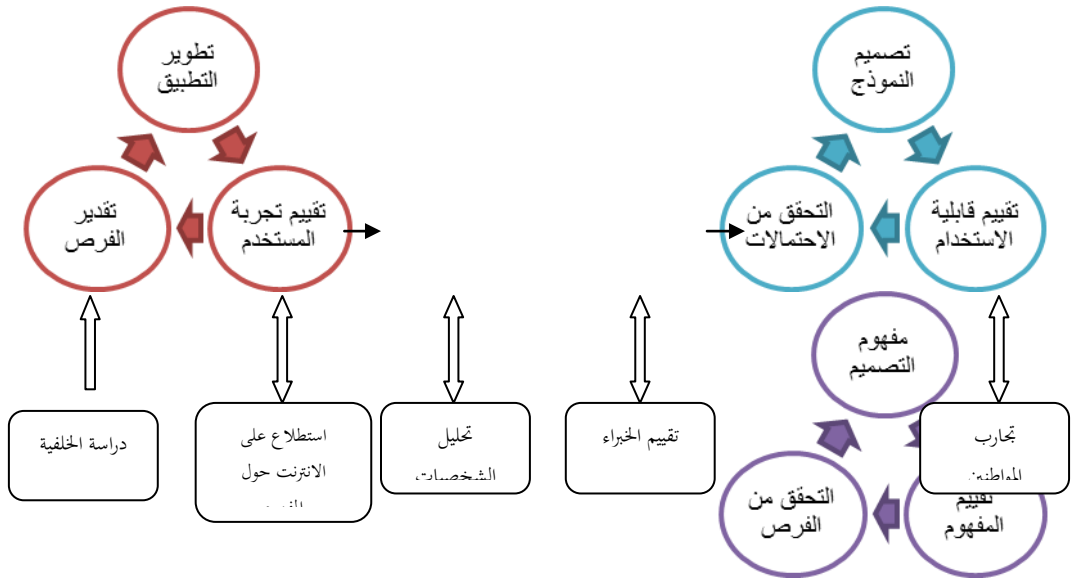
تتعلق البيئة الذكية بسياسات ذكية لتطبيقات ذكية موجهة لإدارة البيئة، ويشمل ذلك الطاقة الذكية بما فيها المتجددة، وشبكات الطاقة الذكية، وأجهزة القياس، ومراقبة التلوث والتحكم فيه، والمباني الخضراء، والتخطيط الحضري الأخضر. وكل هذا يعزز كفاءة استخدام الموارد⁹.

2-1 تكنولوجيا المعلومات النموذجية

يتم استخدام الصيغة المعدلة لنهج تكنولوجيا المعلومات النموذجية المرتكز على المستخدم، وهي عملية تكرارية تتكون من ثلاث دورات رئيسية تهدف جميعها إلى جذب المستخدمين. في عملية المعمل الحي، يتم تقييم تفضيلات المستخدم في كل خطوة لضمان قابلية استخدام الابتكار، ويتم إشراك المستخدمين في عملية التصميم منذ المراحل الأولية للتخطيط لفهم متطلباتهم والحفاظ على العلاقة بين سهولة الاستخدام وميزات التطبيق. وحسب ما يمثله الشكل أدناه، فإن هناك ثلاث دورات يتم من خلالها تصور تصميم لنموذج تكنولوجيا المعلومات النموذجية كالتالي :¹⁰

- في الدورة الأولى، يتم جمع المعرفة الأرضية ويتم بناء المفهوم على أساس تلك المعرفة، قبل أن يتم تقييمها من خلال المستخدمين (الأشخاص الذين يعيشون في المدينة)، وتعتبر نتائج الدورة الأولى مفهوم تم التحقق منه، ويستند إلى بعض الاحتياجات الحقيقية ؛
- في الدورة الثانية، يتم تحليل متطلبات أصحاب المصلحة لتصميم النموذج الأولي، ويتم الجمع بين نتائج المسح من الدورة السابقة في هذه المرحلة لإنتاج تمثيل مرئي للخدمة لإثبات ذلك للمستخدمين الذين هم سكان تلك المنطقة المحددة، وتعتبر نتائج الدورة الثانية نموذج أولي بصري يجب أن يكون سهل الاستخدام وبديهيًا ويخدم احتياجات المستخدمين ؛
- تركز الدورة الثالثة على تنفيذ المفهوم النموذجي، ويلعب المستخدمون وأصحاب المصلحة الآخرون دورا هاما خلال كل دورة لتقييم النتائج والتحقق منها.

شكل رقم 1: رسم تخطيطي لنموذج تكنولوجيا المعلومات النموذجية



Source : Md Tawseef Alam , Jari Porras, Architecting and Designing

Sustainable Smart City Services in a Living Lab Environment, technologies 2018, 6, 99, Licensee MDPI, Basel, Switzerland, p 6.

2-2 مظاهر البيئة الذكية

تواجه المدن الذكية الضغوط البيئية الناتجة عن سرعة التحضر والتصنيع والاستهلاك، وذلك من خلال توفير بيئة أنظف وأكثر استدامة، ومن خلال مراقبة التغير البيئي، يمكن للخدمات الذكية توفير معلومات في الوقت الحقيقي عن تزايد التلوث في المدن، وبهذا يتم إعلام الحكومات والمواطنين بالأثر الضار، بغية تغيير سلوكهم نحو خدمات المرافق مثل الكهرباء والماء والغاز¹¹.

وتقدم تكنولوجيا المعلومات والاتصال الدعم للمسائل البيئية عبر خطط الرصد والإبلاغ الخاصة بانبعاثات غازات الدفيئة واستهلاك الطاقة، كما يمكنها المساعدة في توفير منتجات مستدامة باستخدام مبادئ التصميم المراعي للبيئة، والممارسات الملائمة لتغطية التطوير والتصنيع ومعالجة المنتجات بعد انتهاء عمرها الوظيفي¹².

كما يمكن للتكنولوجيا الذكية المساهمة في تخفيض الانبعاثات بنسبة 10 إلى 15٪، والتقليل من استهلاك المياه بنسبة 20 إلى 30٪، وكذا خفض حجم النفايات الصلبة للفرد بنسبة 10 إلى 20٪. وتتمثل مظاهر البيئة الذكية في :¹³

• انبعاثات غازات الاحتباس الحراري :

تعتبر الهياكل المصدر الرئيسي للانبعاثات، ويمكن للبناء الذي يعتمد على الأتمتة خفض الانبعاثات بنسبة تقارب 3% إذا تم تبنيتها في معظم المباني التجارية، وبنسبة 3 % إضافية إذا تم تبنيتها في معظم المنازل. ويعتبر التسعير الديناميكي للكهرباء من التطبيقات التي من شأنها تخفيض انبعاثات الغازات، والذي يسمح للمرافق بزيادة الشحن عند ذروة الطلب، من خلال تقليل الاستهلاك وتحويل العبء إلى فترات خارج أوقات الذروة، ويقلل من استخدام قطاع الطاقة للنسخ الاحتياطية التي تنتج المزيد من الانبعاثات. كما تعمل إشارات المرور الذكية وأسعار الازدحام وغير ذلك من تطبيقات التنقل على خفض الانبعاثات من حركة المرور.

• جودة الهواء :

يمكن لبعض التطبيقات توفير الطاقة والتنقل والتي من شأنها تحسين جودة الهواء، ولمعالجة هذه المشكلة بشكل مباشر، يمكن للمدن تثبيت أجهزة استشعار جودة الهواء، وعلى الرغم من أنها لا تعالج تلقائيا أسباب التلوث، ولكنها تستطيع تحديد المصادر وتوفير الوقت للعمل، وعلى سبيل المثال خفضت بكين الملوثات المحمولة جوا بنحو 20 % في أقل من عام من خلال تتبع مصادر التلوث عن كثب وتنظيم حركة المرور والبناء وفقا لذلك.

إن مشاركة معلومات نوعية الهواء في الوقت الفعلي مع الجمهور عبر تطبيقات الهواتف الذكية تمكن الأفراد من اتخاذ تدابير وقائية، مما قد يقلل من التأثيرات السلبية على الصحة بنسبة 3 إلى 15٪، اعتمادا على مستويات التلوث الحالية.

• المحافظة على المياه :

يتم الجمع بين القياس المتقدم ورسائل التعليقات الرقمية بغية تتبع استهلاك الماء، ما يدفع بالمستهلكين نحو تقليل الاستهلاك بنسبة 15 % في مدينة ذات دخل مرتفع، حيث يكون استخدام المياه السكنية مرتفعا، رغم أن فعاليته تعتمد على ما إذا كانت مقترنة باستراتيجية التسعير.

و في أجزاء كثيرة من العالم النامي، يعتبر التسرب من الأنابيب أكبر مصدر لنفايات المياه، ويمكن أن يؤدي نشر أجهزة الاستشعار والتحليلات إلى خفض هذه الخسائر بنسبة تصل إلى 25 %.

• تقليل النفايات الصلبة :

يساهم استخدام التقنية في التقليل من حجم النفايات الصلبة غير المعاد تدويرها، حيث يستخدم التعقب الرقمي والدفع مقابل التخلص من النفايات، وذلك حسب كمية ونوع القمامة التي يرمون بها، ولكن ينبغي النظر في هذا النوع من التطبيقات جنباً إلى جنب مع مبادرات السياسة الأخرى، لاسيما في الاقتصادات النامية حيث تكون ميزانيات الأسر المعيشية ضيقة ويجري بالفعل قدر كبير من إعادة التدوير غير الرسمي .

جدول رقم 1: مظاهر البيئة الذكية

الطاقة	المياه	النفايات
• نظم أتمتة بناء الطاقة • أنظمة أتمتة الطاقة المنزلية • تتبع استهلاك الطاقة المنزلية • أضواء الشوارع الذكية • التسعير الديناميكي للكهرباء • أنظمة التشغيل الآلي للتوزيع	• تتبع استهلاك المياه • كشف التسرب والتحكم فيه • الري الذكي • مراقبة جودة المياه	• التتبع الرقمي والدفع للتخلص من النفايات • تحسين طرق جمع النفايات

Source : Jonathan Woetzel and al, Smart cities : digital solutions for a more livable future, MCKINSEY global institute, june 2018, p 26, in www.mckinsey.com[en ligne], consulté le 12/01/2019.

3- التوافق بين البنى التحتية الذكية والبيئة :

1-3 : الطاقة الذكية

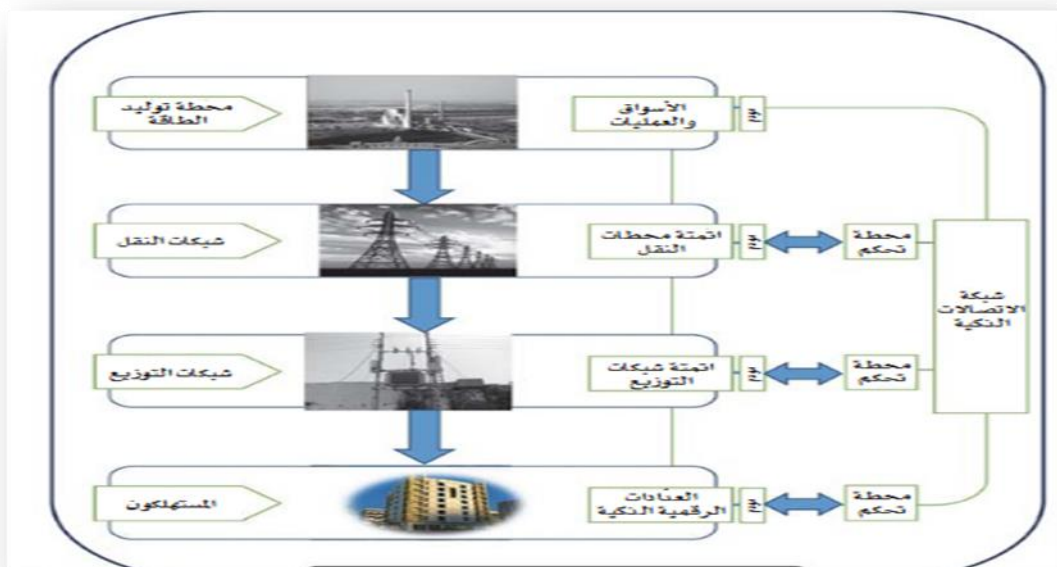
تستخدم نظم إدارة الطاقة الذكية أجهزة الاستشعار، والعدادات المتطورة، ومصادر الطاقة المتجددة، وأجهزة التحكم الرقمية، وأدوات تحليلية لتوزيع الطاقة واستخدامها بشكل آلي ومرصود، وكل

نزالي سامية ، عمروش شريف: دور المدن الذكية بيئيا في تحقيق التنمية المستدامة

ذلك يستلزم عدد من الابتكارات في البنى التحتية للطاقة الذكية، مثل التوليد الموزع للطاقة المتجددة، والشبكات بالغة الصغر، وتكنولوجيا الشبكات الذكية، وتخزين الطاقة، ونظام الاستجابة الآلية للطلب، والمخططات الافتراضية للطاقة، وابتكارات جانب الطلب مثل المركبات الكهربائية والأجهزة الذكية.

وتعتبر الشبكة الذكية المكون الرئيسي في البنى التحتية للطاقة الذكية، ويمكن تعريفها على أنها نظام لتوصيل الكهرباء من نقطة التوليد إلى نقطة الاستهلاك بالتكامل مع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لتعزيز عمليات الشبكة وخدمات المستهلك والمكاسب البيئية¹⁴.

شكل رقم 2 : مخطط الشبكة الذكية



المصدر: عبد الله محمد العقيل ، المدن والمباني الذكية ، مجلة العلوم والتقنية ، العدد 111 ، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ، ماي 2014 ، ص 5 .

يساهم انتشار تكنولوجيات الاستشعار الذكية في تمكين الاتصال المتبادل بين مصادر الطاقة والمستخدمين النهائيين في نظام مرن وأكثر كفاءة يسمح بقدر أكبر من اختراق مصادر الطاقة المتجددة الكبيرة والصغيرة الحجم كما يسمح بدمج الطاقة المتجددة في إمدادات شبكة الطاقة ؛ وإنشاء شبكة تكمل الطاقة المتجددة¹⁵.

في تصميم الشبكة الذكية، يتعين على المشغلين مطابقة الإمداد الكهربائي بالطلب في الوقت الفعلي، فعندما يكون الطلب عند مستويات الذروة، يقوم المشغلون بتنفيذ مولدات طاقة إضافية (عادة محطات طاقة أقل تلويثا وأقل كفاءة) ؛ وعندما يكون الطلب منخفضا، يتم تشغيل المولدات غير الضرورية. ويعمل هذا النموذج مع محطات الوقود الأحفوري لأنها توفر طاقة حمولة أساسية، وإمدادات طاقة ثابتة وموثوقة، يمكن التحكم فيها حسب الطلب. وعلى النقيض من ذلك، فإن الطاقة المتجددة من الرياح والطاقة الشمسية هي مصدر طاقة متقطع. تخضع المصادر المتجددة للتقلبات بسبب الحوادث الطبيعية مثل سرعة الرياح والغطاء السحابي، وبالتالي فإن الطاقة التي تولدها يصعب مطابقتها مع الطلب على الشبكة في الوقت الفعلي.

ترتكز جهود الشبكات الذكية عادة على ثلاثة أهداف رئيسية :¹⁶

- 1- تزويد العملاء بمزيد من التحكم في استهلاك الطاقة الخاصة بهم عن طريق أجهزة ذكية متعددة الاستخدامات وقت الاستخدام ؛
- 2- تحسين موثوقية الشبكة من خلال الأتمتة والكشف عن الانقطاعات ؛
- 3- دمج الطاقة المتجددة من خلال تخزين أفضل للطاقة وتوزيعها.

3-2 : الإدارة الذكية للمياه

تستلزم الإدارة الذكية للمياه مجموعة متنوعة من موارد تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وبنائها التحتية، حيث تحسن كفاءة توزيع المياه وتخصيصها. وتتطلع لتحقيق ثلاثة أهداف رئيسية تتمثل في :¹⁷

- الإدارة المنسقة والتوزيع المنسق لموارد المياه ؛

- الحماية البيئية المعززة ؛

- التنمية الاقتصادية المستدامة وتوفير الخدمات العامة.

والجدول الموالي يبين تكنولوجيا المعلومات والاتصالات اللازمة والمكملة لبعضها البعض من أجل الإدارة الذكية للمياه:

جدول رقم 2 : تكنولوجيا المعلومات والاتصالات المتكاملة في الإدارة الذكية للمياه

● إقامة أنظمة للإنذار المبكر وتلبية الطلب على المياه في المدن : - تجميع مياه الأمطار والعواصف ؛ - إدارة الفيضانات ؛ - إنترنت الأشياء ؛ - التحديد الذكي للقراءات والاتصال من آلة لأخرى ؛ - أنظمة معالجة المعارف .	● إدارة أصول شبكات توزيع المياه : - تحديد الموارد المدفونة ووضع العلامات الإلكترونية ؛ - الأنابيب الذكية ؛ - إصلاح الأعطال في حينها .	● رسم خرائط الموارد المائية ، والتنبؤ بأحوال الطقس : - الاستشعار عن بعد عن طريق الساتل ؛ - أنظمة الاستشعار الأرضية في المواقع ؛ - أنظمة المعلومات الجغرافية ؛ - شبكات أجهزة الاستشعار والانترنت .
● أنظمة دعم اتخاذ القرار : - أدوات ذكية للأعمال التجارية ؛ - الذكاء الاصطناعي ؛ - تحليلات البيانات الضخمة ؛ - النماذج الهيدرولوجية .	● التحكم في التلوث وجودة المياه، الفوتومتر الطيفي : - أجهزة استشعار الألياف البصرية ؛ - الاستشعار الكهروكيميائي ؛ - أنظمة معالجة المعارف ؛ - أجهزة استشعار الموجات الكهرومغناطيسية .	● الري في الوقت المطلوب في الزراعة وفي إنشاء المناظر الطبيعية الخضراء : - أنظمة المعلومات الجغرافية ؛ - شبكات أجهزة الاستشعار والانترنت ؛ - الزراعة الدقيقة ؛ - إنترنت الأشياء ؛ - الاتصال من آلة إلى آلة.

المصدر: رامي أحمد، كم هي " ذكية " الإدارة الذكية للمياه، أخبار الاتحاد، العدد 2، الاتحاد الدولي للاتصالات، جنيف، 2016، ص 23.

تتطلب الحلول الذكية لمياه المدن والمسطحات العمرانية بنية تحتية تعتمد على ركائز رئيسية، وهي: ¹⁸

● **المراقبة الحية :** وتشمل العناصر التالية :

- توافر الوقت الحي في شبكات الرصد الآلي، بما فيها قراءة العداد عن بعد ؛
- تركيب أجهزة الكشف عن التسرب في الشبكة ؛
- إدارة الجودة في الوقت الحي، وذلك بالتعقيم، التعكر، الأكسدة ودرجة الحرارة ؛
- مجسات في جميع نقاط الاستخدام.

● **الربط :** وتتمثل عمليات الربط في الآتي :

- تعميم استخدام أنظمة الاتصالات وتقنية المعلومات للربط بين باقي قطاعات المدن الذكية ؛
- تحديد نوع استخدام المياه وفقا لمصدرها.

● **إدارة الأصول وإدارة العمل الميداني :** وتشتمل على العناصر التالية :

- توفر معلومات الأقمار الصناعية ونظم المعلومات الجغرافية ؛
- تقييم حالة الأنابيب عبر الطرق بوساطة تقنيات الحالة المباشرة؛
- التنبؤ بالمخاطر المتوقعة ؛
- دفن أجهزة تحديد وتعريف إلكترونية ؛
- تسهيل الوصول في الوقت الحي لجميع قواعد بيانات المنشأة بتوفير حواسيب متنقلة للعاملين في المواقع، بالإضافة إلى توفير واجهات سهلة مصممة بطريقة تحاكي شكل الموقع.

● **رفع كفاءة الطاقة :** وتشمل النقاط التالية :

- أنظمة ذكية لتوزيع المياه وفقا للطلب وخفض التكاليف التشغيلية ؛
- تركيب الصمامات التي تعمل عن بعد ؛
- رصد استرداد الحرارة في مياه الصرف الصحي ومراقبتها ؛
- تركيب عدادات المياه الذكية، وتفعيل التسعير الذكي بربط التعريف مع أوقات الذروة أو التكلفة الصناعية.

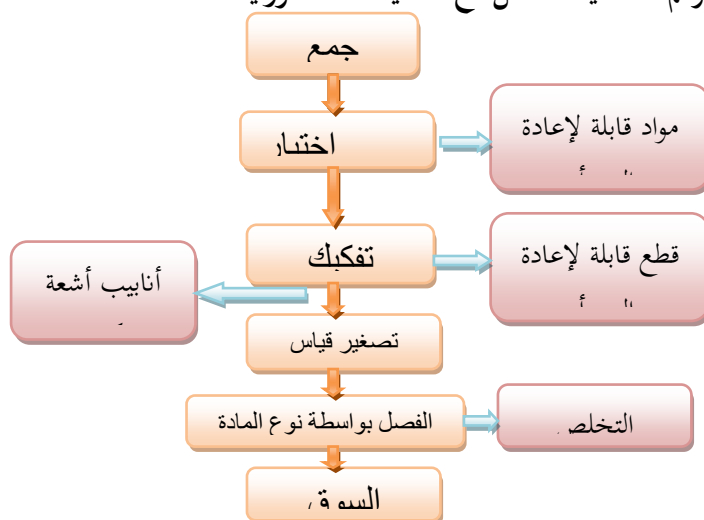
3-3 : الإدارة الذكية للنفايات

يتزايد إنتاج النفايات بوتيرة أسرع من معدل التحضر، مما يشكل صعوبة في تحديد مصادر مختلف أنواع النفايات، الأمر الذي أدى إلى تطوير أساليب تخص نظم الإدارة الذكية للنفايات لتحويل هذه الأخيرة إلى مورد وإنشاء اقتصادات دائرية.

وتتمثل فوائد هذه الأساليب في تحسين كفاءة جمع النفايات ونقلها وفرزها وإعادة استخدامها وإعادة تدويرها. ويتم استخدام أجهزة الاستشعار والاتصال وربط الأشياء بالانترنت لمواجهة تحديات كفاءة إدارة النفايات عن طريق رصد تحرك مختلف أنواع النفايات من المصدر إلى غاية التخلص منها¹⁹.

والشكل الموالي يبين آلية التعامل مع النفايات الالكترونية باعتبار أنها أصبحت أكثر النفايات نمواً، واحتوائها على مواد سامة تؤثر بشكل خطير على الإنسان وعلى البيئة على حد سواء، لذا تتم إعادة تدويرها للاستفادة منها.

شكل رقم 3: آلية التعامل مع النفايات الالكترونية



المصدر : سالم محسن العجمي، عناصر تشييد المباني الخضراء، مجلة العلوم والتقنية، العدد 111، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، ماي 2014، ص 26.

المحور الثاني : نماذج تجريبية حول تطبيق البيئة الذكية المستدامة

نستعرض من خلال هذا المحور ثلاث نماذج لمدن تستغل التكنولوجيا الذكية في إدارة الموارد الطبيعية.

أولاً: منطقة جبل عمر بمكة (المملكة العربية السعودية)

سعت المملكة العربية السعودية إلى تطبيق سبل ذكية لاستهلاك موردين حيويين وهما المياه والطاقة. يتم استعراضهما في الآتي :²⁰

1- كفاءة استخدام المياه :

يتم الاستفادة من المياه سابقة الاستخدام عن طريق :

- تجهيز كل مبنى بأجهزة ميكانيكية وكيميائية لتدوير المياه الرمادية المتمثلة في مياه الوضوء، المغاسل والاستحمام لاستخدامها في ري أشجار التجميل في الشوارع والحدائق، وأيضاً في محطة التبريد الرئيسية ؛

- إنشاء شبكة لجميع مياه الأمطار من أسطح المباني وتنقيتها وحققها في جوف الأرض.

2- كفاءة استهلاك الطاقة :

تسعى المملكة العربية السعودية إلى التقليل من استهلاك الطاقة وتخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المصاحبة، والجدول الموالي يبين استهلاك الطاقة لبعض الدول في العالم.

جدول رقم 3 : استهلاك الطاقة وانبعاث CO₂ المصاحبة لبعض دول العالم

الدولة	استهلاك الطاقة (تيراواط/ساعة) (تيراواط = 1000 جيجاواط)	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المصاحبة (طن متري)
السعودية	237	524
مصر	147	185
الصين	4281	7673
اليابان	971	1161

المصدر: سالم محسن العجمي، عناصر تشييد المباني الخضراء، مجلة العلوم والتقنية، العدد 111، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، ماي 2014، مرجع سابق، ص 27.

تتمثل الكفاءة لمشروع استهلاك الطاقة من خلال عنصرين هما :

● **كفاءة إدارة التبريد:** من خلال تأمين احتياجات المباني من التبريد من محطة تبريد مركزية،

باستخدام شبكات مواسير رئيسية لمياه التكييف المبردة عبر أنفاق الخدمات الخاصة بها. ويمتاز

نزالي سامية ، عمروش شريف: دور المدن الذكية بيئيا في تحقيق التنمية المستدامة

هذا النظام بتخفيف استهلاك الطاقة، وتخفيف الانبعاثات الحرارية، بالإضافة إلى تجنب الضوضاء الناجمة عن الأنظمة التقليدية.

● استخدام الإضاءة والتهوية الطبيعية: وذلك عن طريق النوافذ المتعددة للتخفيف من استخدام الإنارة الكهربائية، وكذا استخدام أنظمة التهوية الحديثة التي توفر الطاقة، وكذلك تكييف ممرات المشاة وتلطيفه. وتركيب أنظمة الرش وبخ المياه في الممرات والساحات المفتوحة، ويتم التحكم في كل هذا بواسطة مركز المراقبة والتحكم الرئيس في الإنارة الكهربائية.

ثانيا : مدينة كاشيوانوها (Kashiwanoha) (اليابان)

سعت اليابان إلى اتخاذ خطوات لتقليل البصمة الكربونية إلى الحد الأدنى عن طريق خفض الانبعاثات بنسبة 60 ٪ بحلول عام 2030، وقد استغلت التقدم التكنولوجي المتمثل في استخدام الألواح الشمسية ومعدات طاقة الرياح ومياه الآبار والأمطار وكذا الاعتماد على الغاز الحيوي المهدور، حرارة العادم الناتجة عن أنظمة التوليد المشترك للطاقة، وغيرها من الطاقة غير المستغلة²¹. وقد تم إنشاء نموذج كاشيوانوها من قبل الشركات الرائدة في الصناعة المشاركة في مشروع المدينة الذكية، بما في ذلك ميتسوي فودوسان والذي ينطوي على إنشاء مدينة صديقة للبيئة.

1- نظام إدارة الطاقة المنزلية (HEMS):

يساهم السكان في الحفاظ على الطاقة من خلال نظام HEMS، وبالتالي تعزيز أنماط الحياة الصديقة للبيئة. تتسبب الأجهزة اللوحية المخصصة وأجهزة الكمبيوتر الشخصية والهواتف الذكية والأجهزة الأخرى في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من المساكن. يستخدم هذا الإعداد الذكاء الاصطناعي لأغراض مثل تقديم المشورة بشأن استخدام الطاقة وتصنيف فعالية أساليب توفير الطاقة. كما يعزز نظام إدارة الطوارئ (HEMS) إدارة الكوارث من خلال وظيفة الاستجابة للطلب، والتي تلتزم مساعدة السكان في استخدام طاقة أقل أثناء حالات الطوارئ. كما يمكن للمقيمين التحكم في إعدادات الإضاءة وتكييف الهواء أثناء الابتعاد عن المنزل²².

2- نظام إدارة الطاقة في المناطق (AEMS):

تم إنشاء "نظام إدارة الطاقة في المناطق (AEMS)" في منطقة محطة الحرم الجامعي في كاشيوانوها لتكون نواة لتحسين استخدام الطاقة، مثل التوليد والإمداد والاستهلاك، فضلا عن التوافق المحلي من خلال توسيعها واستكمالها بوظائف جديدة، تهدف إلى إنشاء شبكة مزودة بوظائف "الشبكة الذكية"

لمنطقة كاشيوانوها بالكامل في المستقبل بالنظر إلى خطة تدابير مكافحة الاحتباس الحراري العالمي لمدينة كاشيوا والمناقشات المتعلقة بالإطار الدولي لبروتوكول ما بعد كيوتو، سيتم تطوير تدابير تهدف إلى تخفيض أكثر من 35٪ من ثاني أكسيد الكربون في عام 2030 مقارنة بعام 2010.²³

إضافة إلى أنه سيتم إضافة المزيد من الوظائف المتقدمة والأكثر ذكاء في المستقبل، بهدف التنبؤ بالطلب على أساس تحليل معلومات الطاقة وتمكين استهلاك الطاقة بشكل مستقل للمدينة بأكملها.²⁴

3- الشبكة الذكية لمشاركة الكهرباء :

استخدمت اليابان أول شبكة ذكية تستخدم مصادر الطاقة الموزعة لمشاركة الكهرباء في المجتمع، أين تم تشغيل شبكة ذكية تشترك في الطاقة الشمسية وخلايا التخزين ومصادر الطاقة الموزعة الأخرى بين المناطق، وبهذا تم التقليل من استهلاك الكهرباء في المدينة بأكملها من خلال مشاركة شركة واحدة للطاقة الكهربائية وتوزيع الطاقة بين منطقتي **LaLaport Kashiwanoha** و **Gate Square** عند ازدياد الطلب على الطاقة، وذلك من خلال خطوط نقل خاصة. وقد مكن هذا النهج من خفض استهلاك الذروة بنسبة 26 ٪، والحفاظ على الطاقة وخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.²⁵

4- التكنولوجيا البيئية والأنشطة المدنية :

يتميز **lalaport kashiwanoha** (مركز تسوق)، بمزرعة على السطح للمواطنين للتفاعل وتعزيز الوعي البيئي من خلال رؤية الطبيعة وإجراءات صديقة البيئة تشمل توليد طاقة الرياح والطاقة الشمسية التي تساعد على تلبية احتياجات الكهرباء. كما يحتوي مجمع بارك سيتي كاشيوانوها السكني على نظام تكنولوجيا معلومات متطور لرصد انبعاثات **CO2** كمشروع نموذجي لوزارة البيئة، والذي يشجع على المزيد من الحذر البيئي، أين تتم مراقبة استخدام الغاز والكهرباء والمياه لـ 100 وحدة سكنية، مع عرض استهلاك الطاقة ومعدلات وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون لكل وحدة.²⁶

ثالثا : مدينة تيانجين البيئية (Tianjin Eco-City) (الصين)

يعد مشروع مدينة تيانجين البيئية الصينية - السنغافورية (SSTEC) من بين أولى المدن الثمانية الصينية البيئية. ويقع SSTEC على بعد 40 كم من وسط مدينة تيانجين وعلى بعد 150 كم من العاصمة بكين. كما يقع بالقرب من منطقة تيانجين للتطوير الاقتصادي التكنولوجي (TEDA)

ومنطقة تيانجين بينهاى الجديدة (TBNA) ، وهما منطقتان اقتصاديتان جديدتان في تيانجين. وقد تم البدء في إنشاء هذا المشروع في سبتمبر 2008، ومن المتوقع أن يتم الانتهاء منه بحلول أوائل عام 2020.²⁷

1- استراتيجية الاستدامة البيئية :

بدأ مشروع مدينة تيانجين البيئية بثلاث رؤى رئيسية لتكون "متناغمة اجتماعيا" و "صديقة للبيئة" و "فعالة من حيث الموارد"، مما يدل جميعها على أهمية التنمية المستدامة. على الرغم من أن ما يقرب من نصف النمو الحضري الصيني يحدث على الأراضي الصالحة للزراعة، فقد تم بناء **SSTEC** في أراض غير صالحة للزراعة، استنادا إلى حالة البنية التحتية المحيطة الحالية، ومفهوم إمكانية الوصول والاتصال في منطقتها التجارية في المستقبل والقدرة على البقاء. تتطلب **SSTEC** أكثر من 20 ٪ من استخدام الطاقة المتجددة في المدينة، لذا فهي تستهدف "زيادة إمدادات الطاقة المتجددة" و"تقليل إجمالي استهلاك الطاقة"، وتشكل المباني والنقل والبنية التحتية والصناعة المجالات الرئيسية الأربعة التي تؤثر بشكل مباشر على إمكانية تحقيق "تقليل إجمالي استهلاك الطاقة".

وهي مجهزة بأنظمة بناء ذكية، وتحسين الطاقة في المباني، وأنظمة تبريد و تسخين المناطق، وأنظمة جمع النفايات الهوائية. وسيتم تخصيص أكثر من 280 مليار يوان لدعم الألياف البصرية واللاسلكية، والرقمنة، والشبكات الذكية والبنية التحتية وبعض المشاريع الرائدة للحوسبة السحابية المتعلقة بتوفير الطاقة²⁸.

2- خصائص ومميزات مدينة تيانجين:

تتميز جميع المباني في مشروع المدينة البيئية بتصميم مستدام بيئيا واستخدام مواد خضراء للبناء. وقد تم تصميم مجموعة مبادرات طموحة للتحويل إلى مدينة ذكية، من أهمها²⁹:

- تخطيط استخدامات الأراضي: حيث تقع منتزهات الأعمال قرب أماكن السكن، لتسهيل الوصول، كما تقوم المراكز المدنية بخدمة مناطقها ؛
- تخطيط النقل: وذلك بالاعتماد على وسائل النقل غير الآلية مثل الدراجات الهوائية والسير على الأقدام. لذا تم اقتراح فصل الطرق لاستخدام وسائل النقل الآلية وتلك المعدة لاستخدام الوسائل غير الآلية. كما اعتمدت توظيف ما يقارب 50 ٪ من السكان بالقرب من مناطق سكنهم لتخفيف التنقلات؛

- تخطيط الشبكات الخضراء والزرقاء: يهدف إلى التحكم الأمثل بالبيئة مثل إعادة التدوير واستخدام الطاقة النظيفة، وكذا تطوير الواجهات المائية لتصبح بيئة جذابة مدعومة بالنشاطات المائية الترفيهية، فقد تم اعتماد ستة ممرات بيئية حول منطقة التطوير الجديدة. وتعتبر **SSTEC** العمود الفقري لوادي المدينة البيئية، والذي يمر عبر جميع المراكز والمناطق ويربط أيضا المناطق الجنوبية والشمالية المحيطة بالمدينة البيئية؛
- السكن العام: توفير التكنولوجيات التي تمكن السكان من تجميع مياه الأمطار لإعادة الاستخدام، وتسخير الطاقة الحرارية الأرضية، واستغلال حركة الضوء للمحافظة على حرارة المباني، وأنظمة الطاقة الشمسية؛
- إطار السياسة والتنظيم من خلال وجود سياسات داعمة، وبرامج وإرشادات وإجراءات تشغيلية معيارية؛
- أراض رطبة للمعالجة الطبيعية للمياه العادمة؛
- استخدام النفايات العضوية لإنتاج الطاقة والحرارة، وتدوير 60 % من نفايات المدينة.

الخاتمة:

إن الاعتماد الكلي على التكنولوجيا المتطورة في بناء مدن ذكية تستجيب لمعايير الاستدامة، يجعل منه عائقا أمام الدول الفقيرة، وأمر صعب حتى على الأسر المتوسطة الدخل، لما لهذه التكنولوجيا من تكاليف عالية، فالتكلفة تعتبر العائق الرئيسي أمام توسع إنشاء المدن الذكية، في المقابل يمكن للدول الاستفادة من تجارب المدن الذكية الناجحة، ونسخ جزئي لها في مجالات محددة، كالاهتمام باستغلال المياه بأحسن طريقة مع ترشيد الاستهلاك مثلا، أو الاهتمام بتدوير النفايات بشكل جدي. وفي النماذج التي تم التطرق إليها، لاحظنا أن المدن الذكية بدأت بتطبيق الذكاء البيئي في بعض جوانبه. ويتم استعراض النتائج التي تم التوصل إليها من خلال النقاط التالية:

- نظرا لطبيعة المناخ الذي تتميز به مكة، وحاجتها الدائمة والمستمرة للمياه والطاقة، فإنه من الضروري تطبيق التكنولوجيا الحديثة في استغلال المياه والطاقة بكفاءة.
- تم إنشاء مدينة كاشيوانوها الذكية لتمكين حل المشكلات البيئية، وبالتالي تستفيد إلى أقصى حد من قوة الطبيعة من خلال التعايش مع البيئة، ولهذا تم تزويد المدينة بأحدث التقنيات، كما تم

اقترح طريقة جديدة للحياة بالنسبة للمجتمع. وتعتبر تجربة الطاقة التشاركية من التجارب الرائدة التي يحتذى بها لما لها من إيجابيات من حيث ترشيد استهلاك الطاقة.

- إن الهدف الانتقالي لمشروع مدينة تيانجين هو ضمان نموذج المدينة البيئية التي تحقق التنمية المستدامة، وقد عزز ذلك تصميم نظم للتنقل تهدف إلى التقليل من استخدام السيارات، وبهذا تساهم في التخفيف من الانبعاثات وتلويث الهواء.

- على الرغم من تبني بعض الدول لشبكات ذكية لتوزيع الطاقة، إلا أنه وبشكل عام ، لم يتغير هيكل شبكة الطاقة الحالية بشكل كبير خلال الأعوام المائة والخمسين الماضية، ولم يتم تصميمه لقبول كميات كبيرة من الطاقة المتجددة؛ وتبقى هناك حاجة إلى شبكة حديثة وذكية ومرنة.

التوصيات والدروس المستخلصة:

من الدروس المستفادة من هذه الورقة البحثية نذكر:

- ضرورة إدراج القطاع غير الرسمي في تدوير النفايات وإدارتها من حيث الجمع والفرز والمعالجة وكذا طرق التخلص منها.

- الاستثمار الجدي في تكنولوجيات الطاقات المتجددة ، وبداية تطبيقها في الأماكن العمومية على وجه التحديد، ثم تعميمها على المؤسسات الحكومية مثل الجامعات والمستشفيات والشركات الكبرى.

- الاستثمار في تكنولوجيات مكافحة التلوث ومعالجته.

- لم يحظ قطاع النفايات البلدية حتى الآن سوى باهتمام معتدل من مبتكري تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ، لكن الخبراء في هذا المجال يعتقدون أن النفايات سوف يتم تعقبها في مكان يشبه الماء والطاقة في المستقبل القريب.

- العمل على تخفيض التكاليف المرتبطة بإنشاء المدن الذكية بيئيا من خلال تطوير مراكز البحث في شتى المجالات وتذليل الصعوبات التي تواجه الكفاءات المحلية للاستثمار في مختلف التكنولوجيات.

قائمة المراجع:

- ¹ التنمية المستدامة، المجلس الأعلى للتعليم ، قطر، 2018، ص 60 .
- ² التنمية المستدامة والعمل اللائق والوظائف الخضراء، مؤتمر العمل الدولي، الدورة 102، مكتب العمل الدولي، جنيف، 2013، ص 16.
- ³ مأمون أحمد مُجد النور، التنمية المستدامة، الأمن والحياة، العدد 361، جامعة السودان، الخرطوم، جمادى الثانية، 2012، ص ص : 61-62.
- ⁴ التنمية المستدامة، مرجع سابق، ص 64 .
- ⁵ مؤشرات التنمية المستدامة في دولة قطر، وزارة التخطيط التنموي والإحصاء، قطر، ديسمبر 2015، ص ص : 47- 49.
- ⁶ التنوع البيولوجي وخطة التنمية المستدامة لعام 2030، مذكرة تقنية، الاتفاقية المتعلقة بالتنوع البيولوجي، كندا، ص ص: 9- 15.
- ⁷ ديفيد فوكنر، بنية تحتية من أجل مدن ذكية مستدامة جديدة، أخبار الاتحاد، العدد 2، الاتحاد الدولي للاتصالات، جنيف، 2016، ص 6.
- ⁸ سيلفيا غوزمان، الطريق إلى المدن الذكية المستدامة؛ دليل لقادة المدن، أخبار الاتحاد، العدد 2، الاتحاد الدولي للاتصالات، جنيف، 2016، ص 4.
- ⁹ المدن الذكية ، منظور إقليمي ، سلسلة بحوث القمة الحكومية، الأمم المتحدة، الإمارات العربية المتحدة، فيفري 2015، ص 27 .

¹⁰ Md Tawseef Alam , Jari Porras, Architecting and Designing Sustainable Smart City Services in a Living Lab Environment, technologies 2018, 6, 99, Licensee MDPI, Basel, Switzerland, p 7.

¹¹ Md Tawseef Alam , op.cit, P 4.

¹² سيلفيا غوزمان، مرجع سابق، ص 5.

¹³ Jonathan Woetzel and al, Smart cities : digital solutions for a more livable future, MCKINSEY global institute, june 2018, pp : 7-8, in [www.mckinsey.com\[en ligne\]](http://www.mckinsey.com[en ligne]), consulté le 12/01/2019.

¹⁴ المدن والبنى التحتية الذكية، اللجنة المعنية بتسخير العلم والتكنولوجيا لأغراض التنمية، الدورة التاسعة عشر، جنيف، 9- 13 ماي 2016، المجلس الاقتصادي والاجتماعي، الأمم المتحدة، E/CN.16/2016/2، ص 6.

¹⁵ Smart Cities for Sustainability A Sector-By-Sector Tech Review, institute for sustainable communities, USDN resource guide, in lifeaftercarbon.net, P 23.

¹⁶ Smart Cities for Sustainability A Sector-By-Sector Tech Review, op.cit , p 25.

¹⁷ رامي أحمد، كم هي " ذكية "الإدارة الذكية للمياه، أخبار الاتحاد، العدد 2، الاتحاد الدولي للاتصالات، جنيف، 2016، ص 23.

¹⁸ عمر زهير الأيوبي، الحلول الذكية لاستخدامات المياه في مدن المستقبل، مجلة العلوم والتقنية، العدد 111، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، ماي 2014، ص ص : 32- 33.

¹⁹ المدن والبنى التحتية الذكية، مرجع سابق، ص 8.

²⁰ أنس صالح صيرفي، مشروع جبل عمر بمكة المكرمة، مجلة العلوم والتقنية، العدد 111، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، ماي 2014، ص ص: 44- 45.

²¹ Environmental initiatives, in <https://www.kashiwanoha-smartcity.com/en/concept/environment.html>(en ligne), 10/02/2019.

²² Idem.

²³ KASHIWA-NO-HA International Campus Town Initiative, 2014 update, Kashiwa-no-ha Campus Town Initiative Committee, in http://www.udck.jp/en/about/CTI2014_web_eng.pdf(en ligne), 12/02/2019.

²⁴ Full-scale Launch of the Flagship Kashiwanoha Smart City Project , in <https://www.japanasiagroup.jp/english/info/pdf/20110715.pdf> (en ligne), 12/02/2019.

²⁵ Environmental initiatives , op .cit.

²⁶ Naomichi Kurata, Campus planning for promoting regional QOL , kogakuin university , architectural institute of japan , campus planning committee , p 28 .

²⁷ Ali Cheshmehzangi, TIANJIN, (SINO-SINGAPOREAN TIANJIN ECO-CITY), in SMART-ECO CITIES IN CHINA : trends and city profiles 2016, January 2017, national natural science foundation of china, China, p 53 .

²⁸ Ali Cheshmehzangi, op.cit, p 55.

²⁹ المدن الذكية، مرجع سابق، ص 63.