

النقل المستدام أحد مؤشرات استدامة المدن" دراسة حالة النقل المستدام بمدينة مصدر بأبو ظبي"

Sustainable Transport, One of the Cities Sustainability Indicators, "A Case Study of Sustainable Transportation in Masdar City, Abu Dhabi"

قعيد لطيفة¹

المركز الجامعي بتيبازة - الجزائر
djohinagaid@hotmail.com

تاريخ النشر: 2021/06/ 24

تاريخ القبول: 2021/05/28

تاريخ الاستلام: 2021/03/ 19

ملخص:

تعد المدن المستدامة مفهوما حديثا نال اهتماما متزايدا في العقود الأخيرة من خلال المجتمع الدولي ومن خلال الحركات الشعبية، وتهدف هذه الدراسة إلى التركيز على أحد مؤشرات استدامة المدن وهو النقل المستدام وتوضيح كيف يمكن ترجمة النقل المستدام من النظرية إلى التطبيق، وذلك من خلال الوقوف على مفهوم المدن المستدامة والنقل المستدام الذي يعمل على تعزيز استدامة هذه المدن والمساهمة في التنمية العالمية، وتوصلت الدراسة أن مدينة مصدر بأبو ظبي تعتبر أول محاولة في الشرق الأوسط لبناء مدينة مستدامة، عندما أطلقت مبادرة مدينة مصدر لتكون أول مدينة خالية من الانبعاثات الكربونية في العالم، والتي تتسم بخطة شاملة لنظام مواصلات خالي من الانبعاثات.

الكلمات المفتاحية: المدن المستدامة، مؤشرات الإستدامة، النقل المستدام، مصدر.

Abstract:

Sustainable cities are a modern concept that has received increasing attention in recent decades through the international community and through popular movements. This study aims to focus on one of the indicators of city sustainability, which is sustainable transportation and clarify how sustainable transport can be translated from theory to practice, by standing on the concept Sustainable cities and sustainable transportation that works to enhance the sustainability of these cities and contribute to global development, and the study concluded that the city of Masdar in Abu Dhabi is considered the first attempt in the Middle East to build a sustainable city, when the Masdar City initiative was launched to be the first city free of emission Carbon data in the world, which is characterized by a comprehensive plan for the transportation system free of emissions.

Key words: sustainable cities, sustainability indicators, sustainable transportation, Masdar City.

مقدمة:

توجد عدة عوامل تدفع للإبتكار في قطاع النقل، منها الطموحات الإقتصادية والبيئية والإجتماعية المتنامية لدى المواطنين في جميع أنحاء العالم، إلى جانب أنماط الإستهلاك والإنتاج المتغيرة، بالإضافة إلى الموارد الطبيعية المحدودة، إلا أنه كثيرا ما تعجز عملية

1 - المؤلف المرسل: قعيد لطيفة ، djohinagaid@hotmail.com

استحداث خدمات النقل المعتمد عليها عن مواكبة الاتجاهات الاقتصادية والديموغرافية الحيوية، خاصة في الإقتصادات الناشئة والدول النامية. فالمناطق الحضرية ذات الكثافة السكانية العالية تحتاج إلى وسائل مواصلات مناسبة تربطها بالأسواق العالمية، كما يقتضي الوصول إلى الأسواق والحصول على فرص العمل والتعليم والخدمات الصحية في المناطق النائية أيضا توفر وسائل نقل مستدامة وبأسعار معقولة. يتطلب الأمر قدرا هائلا من المجهود والوقت لاستحداث مناهج لوجستية متكاملة وبنى تحتية مستدامة تتضمن الخدمات المقدمة للمشاة وراكبي الدراجات وكذلك خدمات النقل العام، وربما يستدعي الأمر أيضا الرفع من القدرات المؤسسية، لذلك فإنه كثيرا ما يتم اللجوء إلى المناهج التي تعتمد على النقل والمواصلات الفردية المجهزة بمحركات لتلبية الإحتياجات الفردية العاجلة إلى نقل الأفراد وتوزيع البضائع، وذلك على الرغم من افتقارها إلى الكفاءة في استخدام الطاقة وآثارها السلبية على البيئة والصحة، ويترتب على ذلك زيادة الإزدحام والضوضاء وتلوث الهواء وحوادث المرور، وتعتبر حلول النقل المستدام ذات أهمية كبيرة لمواجهة خطر تغير المناخ وتلبية إحتياجات التنقل على نحو مسؤول إجتماعيا وبيئيا.

والسؤال المطروح: ماهي استراتيجيات الاستدامة التي انتهجتها مدينة مصدر لتطوير قطاع النقل، وإيجاد حلول مبتكرة تسهم في الحد من الانبعاثات الضارة، وتعزيز التنمية المستدامة حول العالم؟

ولإجابة على هذا الإشكال يمكن طرح التساؤلات التالية:

- ما هي أبعاد المدن المستدامة؟

- ماذا يقصد بالنقل المستدام؟

- كيف تبنت مدينة مصدر مفهوم النقل المستدام؟

فرضيات الدراسة:

- تعكس المدن المستدامة الأبعاد الأساسية للتنمية المستدامة.

- يشير النقل المستدام إلى النقل ذا التأثير المنخفض على البيئة.

- انتهجت مدينة مصدر عدة استراتيجيات تعمل على تحقيق النقل المستدام وحماية البيئة.

أهداف الدراسة:

- الوقوف على مفهوم المدن الاستدامة والمؤشرات التي تسهم في خلق مدن مستدامة .

- توضيح مفهوم النقل المستدام الذي يعتبر أحد مؤشرات الاستدامة بالمدن.

- معرفة استراتيجيات النقل المستدام بمدينة مصدر بأبوظبي.

منهجية الدراسة:

تم الاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي لأنه المنهج المناسب للموضوع محل الدراسة، كما اعتمدنا على منهج دراسة حالة لمعرفة الاستراتيجيات التي انتهجتها مدينة مصدر لتحقيق نقل مستدام يعمل على حماية البيئة وخلق تنمية مستدامة.

تقسيمات الدراسة:

لمعالجة إشكالية الدراسة تم تقسيم الدراسة إلى ثلاث محاور وهي:

المحور الأول: المدن المستدامة

المحور الثاني: النقل المستدام

المحور الثالث: استراتيجية النقل المستدام في مدينة مصدر بأبو ظبي

المحور الأول: المدن المستدامة

تعد المدن المستدامة توجها ناشئا في أوساط صنّاع السياسات في مختلف أنحاء العالم، بفعل الهجرة والتحسين في مستويات المعيشة، ما أدى إلى ارتفاع غير مسبوق في مستويات التمدين أو التحول الحضري.

بيد أن هذا المستوى من التمدين، يتطلب تحكما فعالا في الموارد وتطوير البنى التحتية، والتحكم في مستويات الازدحام المروري والتلوث؛ هذه التعقيدات الاجتماعية والاقتصادية المصاحبة لعملية التحول الحضري أدى إلى زيادة من وطأة التحديات. ومن أجل ذلك يُعد استيعاب وتطبيق مفاهيم المدينة المستدامة أمرا لا غنى عنه لتلبية المتطلبات والحاجات الإنسانية والاجتماعية المعاصرة.

أولا: مفهوم المدن المستدامة:

تعرف العديد من المؤسسات المدينة المستدامة بأنها " مدن حول العالم تعمل بجد على إحداث تغييرات لتصبح أكثر استدامة من خلال الإقرار بمصالح هذه المدن ودوافعها ونماذجها" ويمكن أن تصنف المدينة باعتبارها مستدامة عندما تكون صالحة اقتصاديا واجتماعيا وبيئيا وماليا مع توفرها على حوكمة جيدة ومؤسسات معززة.¹

وتتميز المدينة المستدامة بأنها مدينة منخفضة أو صفرية انبعاث الكربون، وبالتالي تسهم في تقليل إنتاج ثاني أكسيد الكربون والمركبات العضوية الأخرى التي تؤدي إلى زيادة حد التغيرات المناخية، ويتطلب ذلك استحداث تحولات هيكلية نحو تقليل استخدام الوقود الحفري إلى الحد الأدنى، وزيادة الاعتماد على موارد الطاقة الجديدة والمتجددة.²

كما تعرف المدن المستدامة بأنها مدن صديقة للبيئة وصحية للمقيمين بها وتمتاز بوجود كل الأبعاد البيئية في تصميم وتنفيذ وتشغيل كافة المباني السكنية والخدمية والترفيهية اللازمة لحياة سكانها، ويعتبر بعدي ترشيد الطاقة واستخدامات المياه من الأسس الداعمة لكافة الأنشطة السكنية لما ينتج عن الزيادة السكانية من احتياجات متزايدة لهما للحياة وللحصول على كافة الخدمات اللازمة لقاطني هذه المدن، كما يعتبر تحقيق وسائل النقل داخل المدن وربطها بالمدن الأخرى من الأساسيات التي يجب أن تخطط على أساس ترشيد استخدام الطاقة واستخدام أنواع مصادر الطاقة البديلة والاعتماد على النقل الجماعي.³

وفيما يلي بعض المبادئ الأساسية لتطوير المدن البيئية:⁴

- مراجعة أولويات استخدام الأراضي لإنشاء مجتمعات متعددة الاستخدامات مدمجة ومتنوعة وخضراء وآمنة وحيوية بالقرب من نقاط العبور ومرافق النقل الأخرى.

- مراجعة أولويات السير في النقل لصالح الدراجة، العربة... إلخ.

- استعادة البيئات الحضرية التالفة كالشواطئ، التلال، والأراضي الرطبة .
- طبيعة العدالة الاجتماعية وخلق فرص جيدة للنساء والمعاقين .
- دعم الزراعة المحلية، ومشاريع تخضير المناطق الحضرية والحدائق المجتمعية.
- تعزيز إعادة التدوير والتكنولوجيا المبتكرة المناسبة، والحفاظ على الموارد مع تقليل التلوث والنفايات الخطرة.
- العمل مع رجال الأعمال لدعم النشاط الاقتصادي السليم من الناحية البيئية مع الحد من التلوث والنفايات واستخدام وإنتاج المواد الخطرة.
- الحد من الاستهلاك المفرط للسلع المادية .
- زيادة الوعي بالبيئة المحلية من خلال تنشيط المشاريع التعليمية التي تزيد الوعي العام بقضايا الإستدامة البيئية.

ثانيا: مؤشرات استدامة المدن:

إن إنشاء مدينة مستدامة أو التحول إليها من المدينة التقليدية يتلخص في تكامل مجموعة من العناصر الأساسية والمؤشرات الرئيسية التي سيتم تناولها فيما يلي:

1 - التخطيط الحضري المستدام:

يمثل الجهود الواعية والمشاركة والتي يمكن من خلالها تصور أو إعادة تصور شكل أية مدينة أو منطقة عمرانية، أو أية منطقة توسع ومن ثم ترجمة ذلك التصور إلى أولويات للاستثمار في المنطقة، واتخاذ تدابير حماية البيئة، وإيجاد مناطق سكنية جديدة أو مطورة، والاستثمارات في مرافق البنية التحتية، ومبادئ تنظيم استخدام الأراضي.⁵

2- المباني المستدامة:

تعرفها وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة "EPA" بأنها "عملية تطبيق الأساليب واستخدام العمليات التي تراعي الظروف البيئية وتحقق أكبر استفادة من الموارد خلال مراحل إنشاء المباني بدءا من تحديد الموقع والتصميم مروراً بمرحلة البناء والتشغيل والصيانة والترميم والهدم، ويتسع المصطلح ليشمل الاعتبارات الاقتصادية وتلك التي تتعلق بالمرافق وقدرة تحمل المبنى، والراحة عند تصميم المباني الكلاسيكية".⁶ وتشمل المباني المستدامة المباني ذات الأداء المرتفع التي تحقق التوازن والتكامل ما بين الانسان والبيئة المحيطة به من خلال ثلاثة عناصر:⁷

- الكفاءة العالية لاستخدام واستهلاك الموارد.
- التعامل بشكل فعال مع الظروف المناخية والبيئية والجغرافية والاجتماعية في منطقة المبنى.
- تحقيق الاحتياجات البشرية المادية والاجتماعية وتوفير الرفاهية لمستخدمي المبنى مع الحفاظ على حقوق الاجيال القادمة.

3- النقل المستدام:

تعمل المدينة المستدامة على خفض الانبعاثات الغازية الصادرة منها عن طريق ترشيد استخدامها، وذلك بالاستثمار في قطاع النقل من خلال تحسين كفاءة الطاقة في قطاع النقل، والانتقال إلى الوقود النظيف والانتقال من النقل الخاص إلى النقل العام غير المعتمد على المحركات، وينتج عن ذلك مكاسب صحية واقتصادية هامة. (وبما أن هذا المؤشر يمثل محور الدراسة سنحاول التفصيل فيه لاحقاً)

4- الطاقة المتجددة وكفاءة استخدام الطاقة :

تتميز المدن المستدامة بخفض استخدام الطاقات غير المتجددة أو الوقود الحفري كالبازين والغاز الطبيعي إلى أدنى مستوياته مستعيضا عنه بمصادر الطاقة المتجددة المتمثلة في طاقة الشمس والرياح والمياه ورفع نسبة استخدامها على مستوى المدينة، وكذلك أيضا على مستوى المباني أو على مستوى وسائل النقل والمواصلات وأعمدة إنارة الشوارع ومن أكثر الطاقات المتجددة مناسبة لهذه العناصر الطاقة الشمسية الكهروضوئية.

5- الحد من استهلاك المياه:

ويكون ذلك بترشيد استهلاك مياه الشرب والاستفادة قدر الإمكان من موارد أخرى للمياه، كمياء الأمطار وإعادة تدوير ومعالجة مياه الصرف الصحي لاستعمالها بدل مياه الشرب في ري النباتات.⁸

6- الإدارة المستدامة للمخلفات :

تتعامل المدن المستدامة مع المخلفات عن طريق إدارتها من خلال عدة مستويات. المستوى الأول: هو مستوى المصدر من خلال تقليل كميات المخلفات الناتجة عن الأنشطة اليومية إلى أقل قدر ممكن وذلك من خلال التوعية إلى الإقبال على شراء المواد القابلة لإعادة التدوير وتقليل كميات التعبئة والتغليف وصيانة وإصلاح المنتجات المعمرة ومن خلال استغلال المواد العضوية وبقايا الطعام كغذاء للحيوانات أو كأسمدة، والمستوى الثاني: هو مستوى الفرز عند المصدر من خلال تخصيص صناديق لأنواع المختلفة من المخلفات حيث يتم وضع النفايات في الصناديق المناسبة لنوعها، أما المستوى الثالث: فهو مستوى إعادة تدوير المخلفات على مستوى الحكومات المحلية من خلال إقامة المصانع التي تقوم بإعادة تدوير النفايات، أو تحويل المواد العضوية إلى أسمدة أو استغلال هذه المخلفات في الحصول على الطاقة الكهربائية أو في التدفئة.⁹

ثالثا: قياس مؤشرات استدامة المدن:

يمكن اعتبار المدن المستدامة أماكن يتم تخطيطها وإدارتها مع مراعاة التأثير الاجتماعي والاقتصادي والبيئي، مما يوفر بيئة مرنة للسكان الحاليين، دون المساس بقدره الأجيال المقبلة على تجربة ذلك. لذا يجب أن تكون مقاييس الاستدامة قادرة على قياس أداء المدينة الحالي، والقدرة على التخفيف من الآثار المستقبلية بالإضافة إلى الاستثمار في القدرة المستقبلية - ويتم قياسها بشكل مثالي من منظور المواطن.¹⁰

يمكن قياس أداء وتصميم أي مدينة صديقة للبيئة باستخدام مؤشرات الاستدامة القياسية، كما هي في الجدول:

جدول رقم (1): مؤشرات الاستدامة القياسية للمدن

المؤشرات	قياس المؤشرات
الإسكان والبناء والصيانة	<ul style="list-style-type: none"> - تضمين CO₂ بالمتر المربع لكل منزل. - تضمين CO₂ لجميع أعمال البنية التحتية. - جودة السكن بالمتر المربع للشخص الواحد.
استهلاك الطاقة المنزلية	<ul style="list-style-type: none"> - استهلاك الطاقة (جيغاواط/ ساعة) في السنة. - عدد محطات إنتاج الطاقة. - عدد الأجهزة الفعالة. - نسبة الطاقة المتجددة المستخدمة. - مراقبة طاقة الاستهلاك للمساعدة في تغيير السلوك.
النقل	<ul style="list-style-type: none"> - انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن النقل الشخصي لكل شخص سنويا. - الأميال التي تسافر بها السيارات الخاصة واستخدام وسائل النقل العام. - عدد السيارات المسجلة داخل المدينة. - تكلفة وراحة وسائل النقل العام لاستخدام السيارة. - السلامة المرورية تقاس بعدد القتلى والجرحى لكل 10.000 نسمة. - نقل البضائع السفر والخروج لكل كيلوغرام للفرد الواحد.
إدارة النفايات	<ul style="list-style-type: none"> - حساب معدل الإنتاج بالطن لكل فرد سنويا. - النسبة المئوية لإعادة التدوير ومدافن النفايات.
الدعم الحكومي لخدمات الأعمال والبنية التحتية	<ul style="list-style-type: none"> - المؤسسات التعليمية. - الالتزام بتغيير المناخ.
الجودة البيئية	<ul style="list-style-type: none"> - جودة المياه. - يتم قياس استهلاك المياه لكل فرد بالتر في اليوم ، ونسبة إمدادات المياه الجوفية في إجمالي استخدام المياه ، والاتصال بنظام المجاري المائية. - عادة ما يتم تقييم جودة الهواء على المدى الطويل عن طريق قياس SO₂ و STP وعلى المدى القصير عن طريق قياس O₃ و SO₂ و TSP . - آثار بيئية. - مساحة المساحات الخضراء. - الجودة الصوتية التي تقاس بالتعرض للضوضاء فوق 65 ديسيبل وأكثر من 75 ديسيبل.

Source : T. Mezher , G. Dawelbait, I.Tsai and N. Al-Hosany , Building Eco-Cities of the Future: The Example of Masdar City, Int. J. of Thermal & Environmental Engineering, Volume 12, No1, 2016, p: 03.

المحور الثاني: النقل المستدام

جاء مصطلح النقل المستدام كمفهوم نابع من التنمية المستدامة، أستخدم لوصف وسائل النقل، ونظم التخطيط والنقل، والتي تتفق مع اهتمامات أوسع للاستدامة، وتهدف سياسة النقل المستدام إلى تحسين استخدام أنظمة النقل لتحقيق الأهداف الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، دون التضحية بقدرة الأجيال القادمة على تحقيق نفس الأهداف.¹¹

أولاً: تعريف النقل المستدام

يشير النقل المستدام إلى التنقل ضمن أنماط وآليات ذات تأثير منخفض على البيئة، ويشمل أنماط النقل غير الميكانيكي مثل المشي وركوب الدراجات، والنقل الميكانيكي الجماعي والصيديق للبيئة مثل تنمية النقل الموجه (transit oriented development)، والمركبات الخضراء (green vehicles).¹²

هناك تعريف كثيرة للنقل المستدام، حيث عرفه مجلس وزراء الاتحاد الأوروبي كما يلي: أنه يسمح بوصولية وتوافقي احتياجات الأفراد والشركات والمجتمع بشكل آمن وبطريقة تتفق مع صحة الإنسان والبيئة، وتعزيز المساواة داخل وبين الأجيال المتعاقبة، وأن يكون بأسعار معقولة، ويعمل بنزاهة وكفاءة، وأن يقدم خيارات في اختيار وسيلة النقل، وأن يدعم الاقتصاد المنافس والتنمية الإقليمية المتوازنة، كما يحيد من الانبعاثات والنفائيات ضمن قدرة الكوكب على استيعابها، وأن يستخدم الموارد المتجددة بمعدلات إنتاجها أو أقل، وأن يستخدم الموارد غير المتجددة بمعدلات تنمية بدائل الطاقة المتجددة أو أقل، مع تقليل الأثر على استخدام الأراضي وإصدار الضوضاء.¹³

يقوم النقل المستدام على توفير الخدمات والبنية التحتية لحركة البضائع والأشخاص، اللازمة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية وتحسين نوعية الحياة والقدرة التنافسية،¹⁴ وقد عرفه المعهد الأمريكي بأنه تحقيق التنقل والوصول الأساسي لتلبية احتياجات التنمية دون التأثير على نوعية الحياة للأجيال اللاحقة بحيث يكون آمن، صحي وغير مكلف ومحدد في إنتاج التلوث واستخدام المصادر المتجددة وغير المتجددة، بحيث يلي احتياجات الحاضر دون التأثير أو إتلاف التناغم البيئي وضرورة تحقيق اقتصاد ملائم للمجتمع على المدى الطويل.¹⁵

من التعريفات السابقة يمكننا استنباط تعريف النقل المستدام باعتباره القدرة على تلبية إحتياجات النقل اليومي دون الإضرار بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجات النقل الخاصة بها،¹⁶ ونرى أن النقل المستدام هو منظومة حضرية يقصد بها تلبية الاحتياجات اليومية من خلال آلية سهولة الوصول والتنقل بأساليب متعددة وكفاءة عالية لتحقيق الأهداف الاجتماعية والبيئية والاقتصادية للأجيال الحالية بشكل ينمي ويحافظ على مصادر الطاقة غير المتجددة لتلبية احتياجات الأجيال القادمة.¹⁷

ثانياً: تصنيفات النقل المستدام

يصنف النقل المستدام حسب القوة المحركة إلى:

أ- النقل المعتمد على القوة العضلية للجسم بواسطة المشي والذي يصنف المشي كعميار تصميمي للبيئة الحضرية المحلية التقليدية ومؤشر لكل من الهوية والإرث الثقافي على المستوى المحلي والإقليمي، باعتبارها مؤشرات لها أثر فيزيائي يتمثل بمستوى التحبب والإرتباطية للنسيج الحضري بالإضافة إلى الإحتواء المكاني لنقاط التقاطع ونمط المسارات كما في المدن الأوروبية والعربية القديمة.¹⁸

ب- النقل المعتمد على القوة العضلية للجسم بواسطة ركوب الدراجات الهوائية حيث يصنف كمعيار تصميمي للمدن العصرية من خلال إرتباطه بمفاهيم الإستدامة على المستوى البيئي من خلال انعدام الملوثات الناتجة منه على المستوى التصنيعي وعلى مستوى الإستعمال بالإضافة إلى إعتبره أحد أهم المعايير التصميمية للحفاظ على رأس المال الإجتماعي من خلال المحافظة على المستوى الصحي للمجتمعات.¹⁹

ج- النقل بواسطة النقل العام الذي له الأثر الكبير على البيئة الحضرية وعلى المستويات الإقتصادية والإجتماعية والعمرانية من خلال إستراتيجيات الموقع الكفاء للسكن والعمل بالعلاقة مع نمط التنقل العام وإمكانية تعدد أنماط الوصول إلى الأماكن بالإضافة إلى تميز محطات ومسارات النقل العام في النسيج الحضري من حيث الشكل المهيمن والوضوح كمحددات إدراكية للبيئة الحضرية.²⁰

ثالثا: أبعاد النقل المستدام :

تشمل أبعاد إستدامة النقل التي اشارت إليها الدراسات الأبعاد التالية:

1- الأبعاد العمرانية:

والتي تبحث عن وجود مركز حضري ملحوظ من حيث نسب تلبية الاحتياجات اليومية المعتادة للأسر باعتبارها مصدر مولد للحاجة إلى التنقل والتي قد تختصر ببعض القرارات التصميمية كمبنى حضري يختزل هذه الاحتياجات أو من خلال تقاطع أو عقدة حضرية تمتاز بالنشاط والإشغال العالي من الساحات والتقاطعات مثل محطات حافلات النقل أو من خلال بعض الممرات الاقتصادية أو بعض الأنسجة الحضرية التاريخية أو التراثية ذات الأثر الثقافي الكبير كوسيلة إستقطاب وتجمع الأفراد.²¹

2- الأبعاد الاجتماعية:

تعتبر منظومة النقل جزءا هاما من بنية الإقتصاد الحضري، وتساهم مباشرة في بناء المجتمع وتحسين نوعية الحياة، وبالتالي يجب على الدول توفير نظم النقل التي تحقق العدالة الإجتماعية والإنصاف بين الأجيال والأقاليم، وتوفير الاحتياجات الأساسية للنقل التي تلي احتياجات جميع السكان بكافة طبقاتهم الاجتماعية، ولكافة المناطق الحضرية والريفية على السواء.²²

3- الأبعاد الاقتصادية:

يجب أن تكون نفقات نظم النقل المستدامة فعالة من حيث التكلفة، وعلى صناع قرار النقل إيجاد نظام حساب للتكاليف الإجمالية والمتكاملة، بحيث يعكس الحقيقة الإجتماعية والاقتصادية والبيئية للتكاليف الإجمالية بما فيها التكاليف على المدى البعيد، وذلك من أجل تحقيق معيار المساواة والعدالة في الدفع من قبل مستخدمي وسائل النقل مقارنة مع التكاليف الإجمالية.²³

4- الأبعاد البيئية:

تساهم الأنشطة البشرية في تدمير الموارد الطبيعية أو استهلاكها بمعدلات تفوق قدرة الطبيعة على إعادة تجديدها أو استبدالها، كما تزيد الضغط على البيئة وقدرتها المحدودة في استيعاب النفايات، وفي هذا المجال لابد من بذل الجهود نحو تطوير نظم نقل تتقيد بالإعتبارات البيئية التالية:²⁴

- مواكبة التطور والبحث العلمي للتكنولوجيات البديلة المبتكرة التي تساعد على تحسين كفاءة النقل وحماية البيئة وتشجيع استخدام الطاقة البديلة والمتجددة.

- الحد من استهلاك الوقود الأحفوري والتقليل من الانبعاثات من خلال كفاءة إدارة الطلب على النقل.

- عدم تجاوز معدلات الاستهلاك، واستخدام الموارد المتجددة ضمن الحد الأدنى، والموارد غير متجددة بكميات يمكن الاستعاضة عنها ببدائل قابلة للتجديد.²⁵

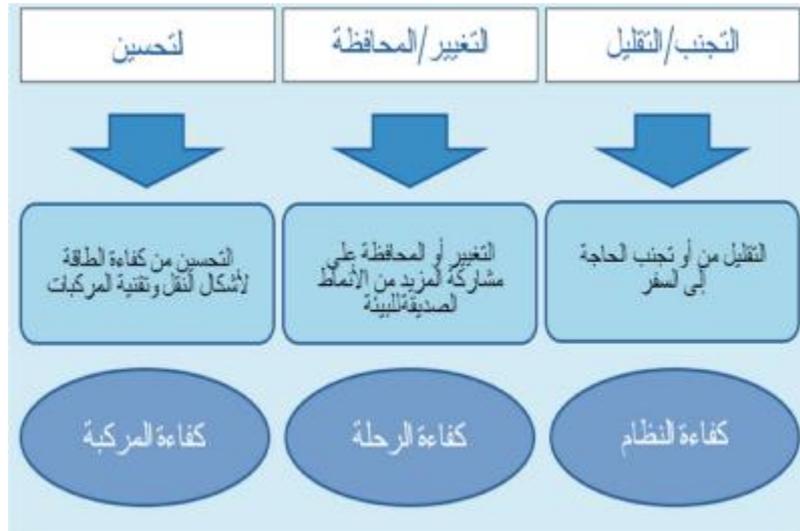
- منع التلوث، بسد احتياجات النقل دون توليد الانبعاث الذي يهدد الصحة العامة، والمناخ العالمي، والتنوع البيولوجي، بمعنى أن لا يتجاوز التلوث القدرة الاستيعابية للبيئة.²⁶

رابعا: تخطيط النقل المستدام:

هناك عدة استراتيجيات وضعت لتخطيط النقل المستدام وسنقوم بالتعرف على استراتيجيتين ناجحتين.

1- منهج التجنب والتغيير والتحسين (A-S-I) الألماني: إقترحت الوكالة الألمانية للتعاون الدولي (GIZ) التي تعد مقدم الخدمة الألمانية في مجال التعاون الدولي (منهجها نظاميا أكثر شمولاً لتخطيط نظام نقل شامل ومستدام، يعتمد منهج (A-S-I) على ثلاثة خطوات متتالية: التجنب والتغيير والتحسين (Avoid-Shift-Improve) كما هو موضح في الشكل:

شكل رقم (1): منهج التجنب، التغيير، التحسين (A-S-I)



المصدر: بيتر هيك، باتريك ماركس، إيكارد هيلمز ومايكل كناوس، كيف يمكن أن تنتقل المدن إلى مستقبل النقل المستدام، مجلة بيئة المدن

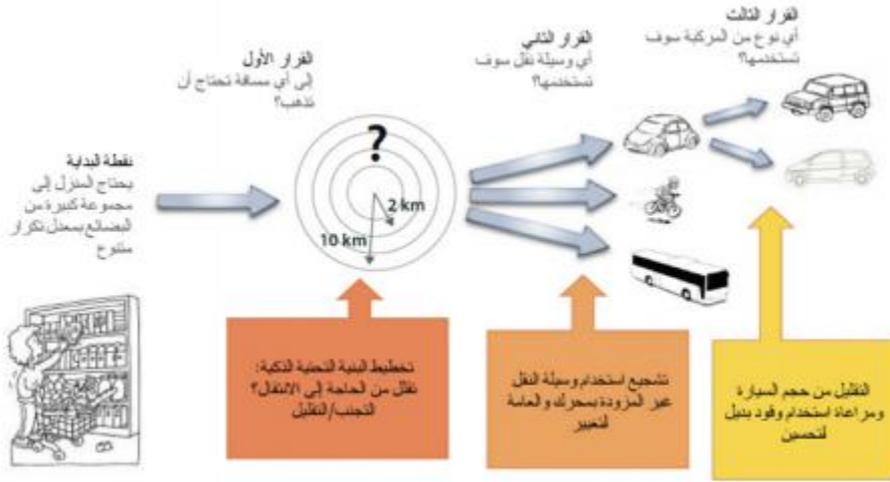
الإلكترونية، العدد 11، ماي 2015، ص: 12.

ويوضح الشكل الموالي صورة على كيفية تركيز هذا المفهوم على احتياجات التنقل للأفراد وكيف يحاول توجيه قراراتهم نحو خيار

أكثر ملائمة للبيئة، في الخطوة الأولى "التجنب" يجب تقليل الانتقال، بينما في الخطوة الثانية "التغيير" يجب تشجيع المواطن على استخدام

وسائل النقل العام بدلا من سيارته الخاصة، والخطوة الثالثة "التحسين" تهدف إلى التقليل من حجم السيارة وتقديم بنية تحتية مجهزة تجهيزا جيدا في المدن.

شكل رقم (2) : تصور لمنهج التجنب، التغيير، التحسين (A-S-I)

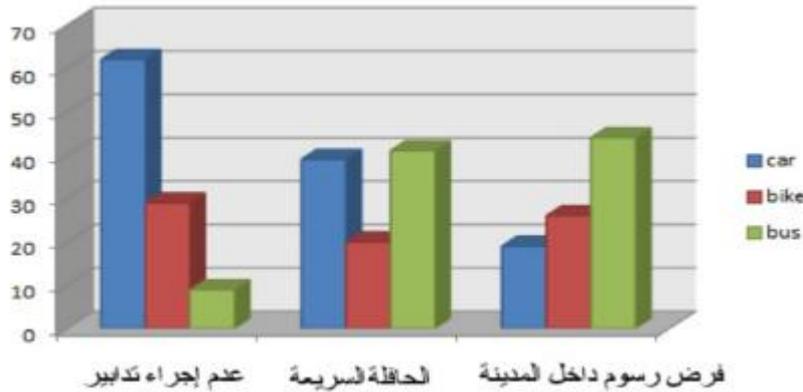


Source : www.envirocitiesmag.com/articles/sustainable-transportation-for-sustainable-cities/the-A-S-I-approach.php (11/01/2020).

التجنب: قبل تحسين البنية التحتية للنقل في مدينة يجب خفض الطلب على السفر إلى أقصى حد ممكن، ويمكن تحقيق ذلك عن طريق مفهوم تخطيط حضري ذكي يقلل المسافات بين المنشآت الهامة في الحياة اليومية.

التغيير: لدى سلطات عاملين للتأثير على سلوك المواطن وهما الدفع والجذب، وتمثل تدابير الجذب في الحوافز أما تدابير الدفع في العقوبات.

شكل رقم (3) : نتائج الآثار السلوكية لتدابير الدفع والجذب في تجربة مركز هيلمهولتز



المصدر: بيتر هيك، باتريك ماركس، إيكارد هيلمز ومايكل كناوس، منهج أيه إس أي - المنهج الشامل والمستدام لتخطيط النقل، مجلة بيئة المدن الإلكترونية، العدد 11، ماي 2015، ص: 16.

قام مركز هيلمهولتز للأبحاث البيئية في هذه التجربة بتحليل التأثير الناتج عن توفير حافلة سريعة إلى وسط المدينة كإجراء دفع، وكخيار آخر لإدخال حافلة مالية داخل المدينة، على الرغم من أن هذه التجربة لم تعكس الحقيقة إلا أنها يمكن أن توضح أنه كلا الإجراءين لهما تأثير كبير على السلوك، حيث يزداد استخدام النقل العام في كلا الحالتين، بينما استخدام الدراجة يرتفع في تحصيل الرسوم داخل المدينة ويقل عند توفير حافلة سريعة.

التحسين: إلى جانب تخفيض حجم المركبة وتحسين البنية التحتية لحركة المشاة وركوب الدراجات ووسائل النقل العام فإن الاستخدام الأمثل للسيارات يعد ضروريا فيما يتعلق بنوعية الوقود وكفاءة والإنبعاثات الصادرة عنه، إذ أن السيارة المعتمدة على الوقود الحيوي تؤدي جزئيا إلى انبعاثات سامة وكذلك يؤثر الوقود الحيوي على الأمن الغذائي، أما استخدام الهيدروجين كوقود للسيارات فإنه يشهد انخفاض معدلات تحويل الطاقة وارتفاع الأسعار، والحل الأمثل هو استخدام السيارة الكهربائية لكونها ذات كفاءة جيدة لاستخدام الوقود كما تعتبر مصدرا من مصادر الطاقة المتجددة.²⁷

2- خطة النقل المتكاملة الخاصة بنيوزيلندا:

يجمع نهج التخطيط المتكامل بين العديد من الأنشطة المختلفة ذات الصلة بالتخطيط والتخطيط المتبادل لتوجيه نظام النقل والتأثير عليه:

شكل رقم (4): خطة النقل المتكاملة الخاصة بوكالة النقل النيوزيلندية



Source: NZ Transport Agency, Integrated Planning Strategy, September 2010, p:04.

يلاحظ في الآونة الأخيرة أن تخطيط النقل المتكامل - كأداة - أخذ في الانتشار، وهو يهدف إلى تحسين البنية التحتية على نحو تفاعلي، من خلال استخدام جميع الوظائف للمساعدة في إنشاء أنظمة وخيارات نقل أفضل (أكثر أمانا وأقل تكلفة وتوفر المزيد من الخيارات والثقة والكفاءة) للجميع (الركاب، ومشغلي الشحن، والمستهلكين، والسياح، والطلاب، وعامة الجمهور)، وخاصة في أوقات ذروة السفر.

المحور الثالث: استراتيجية النقل المستدام في مدينة مصدر بأبو ظبي

تستند استراتيجية النقل في مدينة مصدر إلى تسلسل هرمي يضع المشاة أولاً ويشدد على أهمية اعتماد شبكة نقل مستدامة، تتضمن خدمات مواصلات عامة تعمل بالطاقة النظيفة وتشمل في نهاية المطاف المركبات الشخصية. وكجزء من هذه الاستراتيجية ولتحقيق هذا التوجه، قامت مدينة مصدر بتوظيف العديد من التقنيات ضمن مشاريع تجارية وتجريبية على حد سواء.

أولاً: الحافلات الكهربائية

شهد عام 2018 جيل جديد من الحافلات الكهربائية في الشرق الأوسط، هذا المشروع تم بالتعاون بين هيئات، سيمنز ومصدر، تحت إشراف دائرة النقل في أبو ظبي، يتم التجميع في مصنع هيئات المتطور بأبوظبي باستخدام أحدث التقنيات وأفضل المواد أدى إلى تصميم مستدام خصيصاً لبيئات شديدة الحرارة والرطوبة، ومناسبة تماماً لدولة الإمارات العربية المتحدة والشرق الأوسط الكبير، وتحقيق تنمية مستدامة للنقل الجماعي بالمنطقة.

تم الإعتماد على أحدث التكنولوجيات في تصميم الحافلة التي تضم 27 مقعداً، وتميز بميكل خفيف الوزن كونه مصنوع من الألمنيوم، يتيح المحرك للحافلة قطع مسافة 150 كلم في كل عملية شحن، كما تم تزويدها ببطاريات بنظام تبريد المياه للتغلب على درجات الحرارة القصوى، وتحتوي الحافلة من الداخل على نظام تكييف للهواء متطور باستخدام البطارية المحسن والذي بدوره يتكامل مع هيكل الألمنيوم والنوافذ ذات المرآة التي تتغير ألوانها بما يتناسب مع احتياجات الإضاءة والتبريد.²⁸

شكل رقم (5): الحافلات الكهربائية



Source : Masdar,EcoBusBrochure_Eng_FA_V1-FlippingBook, 2018, p :03.

ثانياً: السيارات الكهربائية

أطلقت مدينة مصدر بالتعاون مع شركة ميتسوبيشي للصناعات الثقيلة مشروع السيارات الكهربائية التجريبي لاختيار حل النقل من نقطة إلى نقطة في المدينة والذي يستخدم مركبة (i-MIEV) الخاصة بشركة ميتسوبيشي موتورز،²⁹ وهي سيارات هاتشباك ذات خمسة أبواب وتتسع لأربعة أشخاص وتعمل بالطاقة المتجددة،³⁰ ويمكنها قطع مسافة 150 كم دون الحاجة لإعادة الشحن، وتصل سرعتها القصوى إلى 130 كم في الساعة، وهي أول سيارة يتم إنتاجها على نطاق واسع تستمد كامل طاقتها من الكهرباء من خلال بطارية باستطاعة 16 كيلو واط، ويمكن شحن البطارية الفارغة على نحو سريع لتصل إلى 80% من استطاعتها في غضون 30 دقيقة.³¹

شكل رقم(6): السيارات الكهربائية



source: [https://www.mubasher.info/news/3214748/-](https://www.mubasher.info/news/3214748/)

ثالثا: المركبة الكهربائية ذاتية القيادة

تعتبر مركبة "أوتونوم"، التي طورتها شركة "نافيا" الفرنسية الرائدة، مركبة ذاتية القيادة مخصصة تقوم بنقل الركاب من وإلى محطات وسائل النقل، وتضم 8 مقاعد قادرة على استيعاب 12 راكبا، وتصل سرعتها القصوى 25 كم/سا، تم إطلاق خدمة المركبة ذاتية القيادة بشكل منتظم وعلى مدار اليوم لترتبط بين مواقف السيارات المتعددة مع الساحة الرئيسية ضمن المدينة، لتكون بذلك أول خدمة تنقل بالمركبات ذاتية القيادة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

تم تجهيز المركبة بأحدث التقنيات لتمكينها من التنقل بشكل فعال وبدقة عالية، مع قدرة على تحديد العوائق التي قد تواجهها في الطرق مثل النقاط الثابتة وممرات المشاة واللافتات ومن هذه التقنيات:³²

- هوائي لإستخدام نظام الملاحة المرتبط بالأقمار الصناعية: يتصل بين مستشعر نظام المواقع العالمي GPS ومحطة مركزية لتحديد الموقع الدقيق للسيارة في أي لحظة .

- مقياس للمسافات: يقيس مدى ميلان وسرعة كل عجلة لتقدير سرعة السيارة وتغيير موقع المركبة .

- كاميرات: تحدد العوائق التي من الممكن أن تعيق حركة المركبة أثناء سيرها، وذلك باستخدام صور الخرائط وتحليل البيانات وتصنيفها وتشمل العوائق (لافتات الطرق، وإشارات المرور).

- أجهزة استشعار: تقوم بتوفير الخرائط بتقنية ثنائية وثلاثية الأبعاد للسماح بتحديد المواقع بدقة للمركبة وتحديد العوائق.

شكل رقم (7): مركبات ذاتية القيادة



source: Masdar, Navya Factsheet, 2018, p:01

رابعاً: نظام النقل الشخصي السريع:

تعمل أنظمة وسائط مدينة مصدر للنقل الشخصي السريع (PRT) دون سائقين في المدينة الخالية من الكربون بالعاصمة الإماراتية أبو ظبي بكفاءة أكبر بنسبة 99% منذ أن بدأت خدماتها،³³ وتضم الخدمة الشخصية السريعة مركبات صغيرة على شكل حاويات تسع من شخصين إلى أربعة أشخاص تسير على مسارات توجيه تعمل بالطاقة. الكهربائية ويجري حالياً النظر في مفهوم الخدمة الشخصية السريعة باعتبارها وسيلة للنقل العمراني المستقبلي تتميز بانخفاض التكلفة وتوفير الطاقة.³⁴

ساهم نظام النقل الشخصي السريع في مدينة مصدر في نقل مليوني راكب منذ إنطلاقه عام 2010، وتوفر المركبات ذات الكابينة الواحدة التي تعمل بالطاقة الكهربائية الخصوصية والراحة وتجربة تنقل فريدة، كما أنها وسيلة نقل صديقة للبيئة، يتم تشغيل هذه المركبات بواسطة شاشة تعمل باللمس، وتسير المركبات على طول المسارات المخصصة لها، وتقع تحت مستوى سطح أرض حرم معهد مصدر، يتم التحكم في السيارات عن طريق الكمبيوتر واستخدام أجهزة الإستشعار المثبتة في المركبة والتي تساعد على إكتشاف أي عقبات في طريقها، تعمل هوائيات الكابلات المحورية الموجودة على طول مسارات النظام على توفير الإتصال اللاسلكي بين المركبات وجهاز الكمبيوتر المشغل لنظام النقل الشخصي السريع.³⁵

شكل رقم (8): وسيلة النقل الشخصي السريع



source: <https://www.mubasher.info/news/3214748/>-

خامساً: المشي واستخدام الدراجات:

نظراً للظروف الجوية في منطقة الخليج، تم تصميم مدينة مصدر على نطاق واسع بميزات مثل ساحات الفناء المظللة والممرات التي تشجع على استعمال وسيلة مناسبة وحالية من الكربون للتنقل في جميع أنحاء المدينة مثل المشي وركوب الدراجات.³⁶ حيث تقوم مدينة مصدر بتبريد درجة الحرارة في الهواء الطلق بحوالي 10 درجات في فصل الصيف عن طريق وضع مباني قريبة من بعضها البعض لتظليلها، وإنشاء أنفاق لنسمات الرياح، وتحويل الرياح السائدة للمدينة. وهذا ما جعل مدينة مصدر أكثر الأماكن الخارجية تجاوباً في منطقة الخليج.

شكل رقم (9): ممرات المشاة بمدينة مصدر



Source: <https://www.almrsl.com/post/223026>

يعد ركوب الدراجات منذ عام 2015 وسيلة للتنقل بين الأحياء داخل مدينة مصدر، وهي مرتبطة بخطة مشاركة الدراجات الأوسع في أبوظبي لزيارة المجتمعات المحيطة، ولقد قامت مدينة مصدر بتطوير مسار المشي لركوب الدراجات والجري الذي يحيط بنصف المدينة، وستطوق المدينة مع نموها بمسار تمارين يبلغ طوله 10 كم.³⁷

يبدأ مسار "المشي" المخصص لممارسة رياضة الجري والمشي وركوب الدراجات الهوائية من مصدر بارك ويمتد على مسافة 2.5 كم حول مدينة مصدر، مروراً بالمنشآت المستدامة ضمنها مثل الفيلا المستدامة. وتضم مدينة مصدر ثلاث محطات لاستئجار الدراجات الهوائية تحمل اسم "بنك أبوظبي التجاري" وتديرها شركة "سياكل". وتقع هذه المحطات بجانب كل من مبنى سيمنز، ومقر الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (آيرينا)، ومصدر بارك.³⁸

شكل رقم (10) : مسار الدراجات بمدينة مصدر



Source: <https://www.binsabtsports.com/gallery.php?pn=3&id=1>

سابعا: القطارات البيئية

ترتبط مصدر ببيئية المناطق الأخرى في مدينة أبو ظبي حيث تمر خطوط السكك الحديدية الخفيفة والمترو في أبوظبي عبر وسط مدينة مصدر، مما يوفر النقل داخل المدينة ويعمل كحلقة وصل إلى منطقة العاصمة الكبرى.³⁹

شكل رقم (11) : مترو أبو ظبي



source : <https://www.alittihad.ae/article/29903/2009/>

بالإضافة إلى الاستراتيجيات التي ذكرت آنفاً، اشتملت استراتيجيات النقل بمدينة مصدر أيضاً على وضع مواقف للسيارات الشخصية في الخارج، حيث تبقى السيارات الخاصة على حدود المدينة في مواقف خاصة يتم ربطها بشبكة النقل العام التي تجتاز المدينة عن طريق خطوط الحافلات الكهربائية.⁴⁰

كما ستقوم مدينة مصدر بعرض تجربة سيارة الدفع الرباعي الجديدة المتوسطة الحجم من "Iqonic" التي تعتمد على الوقود البديل، فوجود فرع لمعهد مصدر بجامعة خليفة في وسط مدينة مصدر ساعد على تمكين إجراء أبحاث الوقود الحيوي (البديل) في مدينة

مصدر) نفايات زيت الطهي للوقود الحيوي والنفايات البلاستيكية)، كما أبرمت مدينة مصدر اتفاقية مع أدنوك وتويوتا والقطيف وإيرليكيد لاستضافة أول محطة لوقود الهيدروجين في أبو ظبي واختبار مركبات الهيدروجين داخل المدينة.⁴¹

خاتمة

إن عملية تعزيز استدامة شبكات النقل الخاصة للمجتمعات بنجاح تعد جزءا من برنامج واسع لخلق مدن مستدامة أكثر حيوية وملائمة للعيش، وتمثل مدينة مصدر أول محاولة في الشرق الأوسط لبناء مدينة مستدامة، ولقد اعتمدت مدينة مصدر على استراتيجية النقل المستدام لتحقيق مستقبل حضري مستدام من خلال تطوير آليات تخطيط نظم النقل وتصميمها وذلك من خلال:

- توفير شبكة النقل الفعالة والأقل ضجيجا.
 - توفير وسائل مواصلات وخدمات النقل العام المستدامة (مثل وسائل النقل التي تعمل بالكهرباء والغاز الطبيعي).
 - توفير مواقف للسيارات والتشجيع على استخدام الدراجات.
 - توفير طرق بديلة للنقل لتقليل الاعتماد على استخدام السيارات الخاصة (توفير شبكة نقل ذات كفاءة عالية).
 - تعزيز الصلة بين مجالي استخدام الأراضي والنقل (كفاءة شبكة المواصلات والنقل وربطها بجميع الإستعمالات).
- وتواصل مدينة مصدر تطوير واختبار ودمج طرق جديدة ومستدامة للنقل لتسهيل عملية التوسع، وتضطلع المدينة بدور رائد في مجال النقل المستدام ، وبالرغم من أنها أطلقت أول نظام دائم للنقل الشخصي السريع في العالم، فقد قدمت أيضا مساهمات كبيرة في مجال النقل كالتخطيط، التكنولوجيا، تمويل وتطوير الأبحاث، وتطمح إلى أن تكون واحدة من أكثر المجتمعات الحضرية استدامة في العالم، كما أنها تعتبر نموذج ناجح يحتذى به، خاصة من طرف المدن الناشئة التي تحتاج إلى حلول نقل حضرية مستدامة.

التوصيات:

- لتحقيق توازن مستدام بين احتياجات المجتمعات وقطاع الأعمال والبيئة على السلطات تطبيق استراتيجية النقل المستدام ولا يتأتى ذلك إلا من خلال التخطيط المؤسسي الشامل والسياسات السليمة التي تتمثل في :
- استخدام مجموعة واسعة من الوسائل والتدابير لمعالجة تلوث الهواء، وتحسين إمكانية الوصول إلى الخدمات، وتعزيز السلامة.
 - الإستخدام الواسع للتكنولوجيات النظيفة والمبتكرة، فاستخدام مصادر الطاقة المتجددة لتوفير الكهرباء اللازمة، يسهم في حماية المناخ.
 - تضافر جهود الأطراف الفاعلة العامة والخاصة في توعية السائقين ومراجعة وتقييم البنى التحتية القائمة والجديدة فيما يخص السلامة، وتحسين أنظمة الإستجابة للطوارئ في الوقت ذاته.
 - تقديم بنية تحتية عالية الجودة، وكذلك تطوير نظم حديثة تهدف إلى جعل ركوب الدراجة أكثر متعة.
 - توفير الخيارات المختلفة للتنقل عن طريق الشوارع أو السكك الحديدية أو الطيران أو بوسائل النقل المائية، فضلا عن تحقيق التواصل المناسب فيما بين تلك الوسائل.
 - تطوير البنى التحتية ضمن أطر تخطيطية متكاملة واستراتيجيات للتنقل، لتحقيق أكبر قدر ممكن من الإستدامة في كافة أساليب النقل.
 - تشجيع المؤسسات الأكاديمية والمعاهد البحثية والقطاع الخاص بتطوير تكنولوجيات النقل للرفع من كفاءة استخدام الطاقة ومستويات السلامة والحد من الآثار البيئية والإجتماعية السلبية.

آفاق الدراسة:

نأمل أن تكون هذه الدراسة مدخل لمواضيع أكثر تخصصا في هذا المجال نذكر منها:

- دور التكنولوجيا الخضراء في خلق نقل أخضر صديق للبيئة.
- الآليات الدولية لتقليل الانبعاثات الكربونية في قطاع النقل.
- دور الجباية البيئية في تحفيز النقل المستدام.

هوامش البحث :

- 1- الإيسيسكو، مشروع وثيقة توجيهية بشأن المدن الخضراء ودورها في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، المؤتمر الإسلامي السابع لوزراء البيئة "من أجل تعاون إسلامي فعال لتحقيق أهداف التنمية المستدامة"، الرياض - المملكة المغربية، 25-26 أكتوبر 2017، ص 15.
- 2 - عماد عثمان مصطفى محمد، المدينة المعلوماتية..الواقع العمراني الملائم للمدن الخضراء "المستدامة بيئياً"، ندوة التحديات البيئية وأثرها في التنمية الحضرية للمدن والمناطق، منظمة المدن العربية، المعهد العربي لإنماء المدن، 5-7 أبريل، 2016، ص:03.
- 3- جهاز شؤون البيئة، قطاع الإدارة البيئية ، الإدارة العامة للتنمية البيئية، الدليل الإستراتيجي المحلي للمعايير البيئية للمدن المستدامة (مسودة)، 2017، ص:05.
- 4 - Marie Lundqvist, Sustainable Cities in Theory and Practice A Comparative Study of Curitiba and Portland, Karlstads universitet, 2007, pp:12-13.
- 5- برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية، تخطيط المدن المستدامة: توجهات السياسات العامة، التقرير العالمي للمستوطنات البشرية، 2009، ص:07.
- 6 - آلان ميلان، المباني الخضراء وكفاءة استخدام المياه، مجلة بيئة المدن الالكترونية، العدد العاشر، جانفي 2015، ص:26.
- 7 - نقابة المهندسين بـفلسطين والمجلس الفلسطيني الأعلى للبناء الأخضر، الدليل الإرشادي للأبنية الخضراء - دولة فلسطين - ، الطبعة الاولى ، 2013، ص:21.
- 8- خالد جمعة العجيلي، شريف أحمد شتا و أحمد الطنطاوي المعداوي، نحو حلول تصميمية مستدامة للبيئات الجامعية القائمة في مصر: دراسة حالة جامعة المنصورة، مجلة المنصورة للهندسة، المجلد 40، العدد 03، سبتمبر 2015، ص:03.
- 9 - عماد عثمان مصطفى محمد، مرجع سابق، ص:07.
- 10 - John Batten, Citizen Centric Cities The Sustainable Cities Index 2018, p:08.
- 11 - Intikhab Ahmed Qureshi, LU Huapu, Urban Transport and Sustainable Transport Strategies: A Case Study of Karachi, Pakistan, TSINGHUA SCIENCE AND TECHNOLOGY ,Volume 12, Number 3, June 2007, p : 309.
- 12- Transportation Demand Management,TDM,"Transit Oriented Development",Victoria Transport Policy Institute, Canada, 2012, p:04.
- 13 - هاشم جعفر عبد المحسن، دور النقل المستدام في الحد من تلوث البيئة في العراق، بغداد الجديدة نموذجاً، مجلة المستنصرية للدراسات العربية والدولية، بغداد، العراق، العدد 45، 2014، ص: 236.
- 14 - Dario Hidalgo and Cornie Huizenga , Implementation of sustainable urban transport in Latin America, Research in Transportation Economics, 40, 2013, p : 67.
- 15 -Department of Transportation," Livability in Transportation", Guidebook, U.S. Federal Highway Administration Office of Planning, Environment and Federal Transit Administration, USA, 2007, p:16.
- 16 - Barbara C. Richardson, Sustainable transport: analysis frameworks, Journal of Transport Geography ,13, 2005, p :30.
- 17 - سناء ساطع عباس ويحي تايه عمران، النقل المستدام الشكل الحضري، المجلة العراقية للهندسة المعمارية، بغداد، العراق، العدد 01، مارس 2016، ص: 192.
- 18 - وليام هاي ، مقدمة في هندسة النقل(ترجمة د سعيد عبد الرحمن وانيس عبد الله) جامعة الملك سعود،السعودية، 1999، ص:59.
- 19 - نفس المرجع السابق، ص: 76.
- 20 - نفس المرجع السابق، ص: 46.

- 21 - Swift Peter , "New Urbanism Neighborhood Design Features" Victoria Transport Policy Institute, Canada, 2000, p: 56.
- 22 - وليام هاي، مرجع سابق، ص: 67.
- 23 - الدلفي عبد جبيل، "جغرافية النقل الاقتصادي"، كلية التربية الانسانية، جامعة بابل، 2013، ص: 76.
- 24 - محمود حميدان قديد، تخطيط النقل الحضري، المدونة العربية للدراسات والبحوث الجغرافية، مصر، سبتمبر 2009، ص: 83.
- 25 - Marianna Jacyna et al, Simulation model of transport system of Poland as a tool for developing sustainable transport, Volume 31, Issue 3, 2014, p: 24.
- 26 - Gudmundsson Henrik, Sustainable Transport and Performance Indicators. Issues in Environmental Science and Technology, (20), 2004, p : 39.
- 27 - بان علي حسين المشهداني، دور النقل المستدام والنقل الذكي في تخفيف مشاكل النقل في إمارة دبي، المؤتمر العلمي الدولي العاشر تحت عنوان "التحديات الجيوفيزيائية والاجتماعية والإنسانية والطبيعية في بيئة متغيرة"، 25-26 جويلية 2019، اسطنبول، تركيا، ص: 2258.
- 28 - Masdar, "EcoBus Brochure "Introducing A New Future For Transportation", 2018, pp:04-08.
- 29 - القمة الحكومية، المدن الذكية المنظور الإقليمي، سلسلة بحوث القمة الحكومية، الامارات العربية المتحدة، فيفري 2015، ص: 53.
- 30 - T. Mezher , G. Dawelbait, I.Tsai and N. Al-Hosany , Building Eco-Cities of the Future: The Example of Masdar City, Int. J. of Thermal & Environmental Engineering, Volume 12, No 1 , 2016, p:07.
- 31 - الإطلاع على الموقع: www.alittihad.ae/article/5336/2011/، شوهده يوم 2020/01/09 على الساعة 22:15.
- 32 - Masdar, Navya Factsheet, 2018, p:01.
- 33 - الإطلاع على الموقع: www.menaherald.com/business/transport-logistics/، شوهده يوم 2020/01/09 على الساعة 13:00.
- 34 - دائرة النقل بأبو ظبي، خطة النقل البري الشاملة لإمارة أبوظبي "رؤية مستقبلية للنقل"، الطبعة الأولى، مارس 2009، ص: 65.
- 35 - الإطلاع على موقع: <https://masdar.ae/ar/masdar-city/the-city/mobility>، شوهده يوم 2020/09/01، على الساعة: 15:00.
- 36 - Gabriel Tang, Masdar - The Sustainable Desert City: A Theoretical Mirage or a Realistic Possibility?, Sustainable Architecture and Urban Developmen, Conference: International Conference of The Center for the study of Architecture in the Arab Region, At Amman, Jordan, July 2010, p: 182.
- 37- Masdar, The Masdar Report on Technologies For Future Smart City Transit, Janaury 17, 2018, p:75.
- 38 - الإطلاع على الموقع: <https://masdar.ae/ar/masdar-city/the-city/recreation>، شوهده يوم 2020/02/24 على الساعة 16:00.
- 39 - Nikhil Manghnani and Kapil Bajaj, Masdar City : A Model of Urban Environmental Sustainability, Nikhil Manghnani Int. Journal of Engineering Research and Applications, Vol. 4, Issue 10, October 2014, p:41.
- 40 - آمال عبدو، إيمان اسامة و مروة حسن فاروق، تعريف أداة مرجعية لتخطيط وتصميم المجمعات السكنية صفرية الطاقة في مصر، المجلة الدولية في العمارة والهندسة والتكنولوجيا، أبريل 2018، ص: 06.
- 41- Masdar, The Masdar Report on Technologies For Future Smart City Transit, op cit , p:76.