تحليل مؤشرات تنمية النقل المستدام في محافظة أربيل (دراسة اقتصادية فلسفية)

الباحث: صالح فارس صالح
الأستاذ دكتور أيوب أنور حمد سماقه يي
كلية الأدارة والاقتصاد – قسم الاقتصاد –جامعة صلاح الدين-أربيل

المستخلص:

تعد تنمية النقل المستدام عملية متكاملة تهدف إلى توفير خدمات نقل فعالة، آمنة، ميسورة التكلفة، ومرنة، تسهم في تيسير تنقل الأفراد والسلع بما يعزز من مسار التنمية الاقتصادية والاجتماعية الراهنة والمستقبلية، مع الحد من الانبعاثات الكربونية والآثار البيئية السلبية الأخرى. تواجه محافظة أربيل تحديات كبيرة في قطاع النقل، تتمثل في ضعف البنى التحتية، ونقص إتاحة الخدمات، والاعتماد المفرط على الوقود الأحفوري، وتفاقم الاعتماد على السيارات الخاصة مقابل غياب شبه كامل لمنظومات النقل العام الحديثة.

تهدف الدراسة إلى تحليل واقع تنمية النقل المستدام في محافظة أربيل من خلال تطبيق مجموعة من المؤشرات المعتمدة. وتبرز أهمية البحث في مساهمته بتحقيق توازن بين متطلبات الأجيال الحالية وحقوق الأجيال القادمة في بيئة عادلة وآمنة. وقد توصلت الدراسة إلى أن نظام النقل في أربيل يعاني من نقص الإتاحة وارتفاع التكاليف وانعدام الاستدامة. وتوصي الدراسة بإنشاء هيئة متخصصة لرصد مؤشرات النقل، وتطوير منظومة نقل عام حديثة متعددة الوسائط .

الكلمات المفتاحية: تنمية النقل المستدام، مؤشرات تنمية النقل المستدام، النقل العام، الازدحام المروري، الانبعاثات الكربونية ، محافظة اربيل.

Analysis of Sustainable Transport Development Indicators in Erbil Governorate (An Economic-Philosophical Study)

Researcher: Saleh Faris Saleh Prof.Dr. Ayub A.Hamad smaqae

College of Administration and Economics – Department of Economics

– Salahaddin University-Erbil

Abstract:

Sustainable transport development is an integrated process aimed at providing efficient, safe, affordable, and flexible transport services that facilitate the movement of people and goods, thereby promoting both current and future economic and social development. This must be achieved while reducing carbon emissions and other negative environmental impacts. Erbil Governorate faces significant challenges in its transport sector, including weak infrastructure, limited service availability, overreliance on fossil fuels, and a growing dependence on private vehicles in the absence of modern public transport systems.

This study aims to analyze the status of sustainable transport development in Erbil by applying a set of recognized indicators. The importance of this research lies in its contribution to achieving a balance between the needs of present generations and the rights of future ones to a fair and safe environment. The findings reveal that Erbil's transport system suffers from limited accessibility, high costs, and a lack of sustainability. The study recommends establishing a specialized authority to monitor transport indicators and developing a modern, multimodal public transport system.

Keywords: Sustainable Sustainable transport development, Sustainable transport development indicators, Public transport, Traffic congestion, Carbon emissions, Erbil Governorate.

المقدمة:

يعد قطاع النقل من الركائز الأساسية للتنمية المستدامة، لما يؤديه من دور حيوي في تسهيل حركة الأفراد والسلع، وتعزيز النشاط الاقتصادي، وتحقيق التكامل الجغرافي والاجتماعي. ومع تسارع التوسع الحضري والنمو السكاني في العديد من المناطق، لا سيما في محافظة أربيل ، ازداد الطلب على خدمات النقل، مما وضع ضغوطا متزايدة على البنية التحتية، وأدى إلى بروز مشكلات مرورية وبيئية واجتماعية متفاقمة، مثل الازدحام، الحوادث، التلوث، الضوضاء، وارتفاع تكاليف النقل.

وقد بات من الواضح أن الأنماط التقليدية للتخطيط الطرق والنقل لم تعد قادرة على مواجهة هذه التحديات. وقد أفضى ذلك إلى بروز مفهوم (النقل المستدام) كاستجابة ضرورية لهذه المتغيرات، حيث يمثل نهجا يوازن بين المتطلبات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، ويضمن تلبية احتياجات التنقل الحالية دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها.

تنشأ فلسفة النقل المستدام من ضرورة إتاحة خدمات وهياكل تنقل فعالة وآمنة ومنخفضة الكلفة والانبعاثات، بما يسهم في تسريع التقدم نحو أهداف تنموية مستدامة مثل الحد من الفقر، وتقليص الفجوات الاجتماعية، وتمكين المرأة، ومكافحة تغير المناخ. ويعد النقل المستدام ليس غاية في حد ذاته، بل وسيلة محورية لتحقيق التنمية المستدامة بأبعادها المختلفة.

مشكلة البحث:

يعاني قطاع النقل في محافظة أربيل من المشاكل التالية:

1. عدم اتاحة الخدمات والبنية التحتية والهياكل الاساسية للقطاع النقل.
2. قطاع النقل يعتمد على الوقود الاحفورية.
3. قطاع النقل يعتمد على النقل البري والسيارات الخاصة ولا يعتمد على النقل العام مثل مترو والترام والقطارات الكهربائية.
4. قطاع النقل غير مؤمونة وذات التكاليف العالية وغير ميسورة وغير فعالة وغير مرنة.

أهمية البحث:

تأتي أهمية البحث من:

1. تبرز اهمية البحث في تحليل مؤشرات تنمية النقل المستدام كوسيلة لتحقيق التوازن بين احتياجات الأجيال الحالية وحقوق الأجيال المستقبلية في بيئة آمنة وعادلة.
2. تعد هذه البحث من أوائل البحوث التي تتناول مؤشرات تنمية النقل المستدام في محافظة أربيل من منظور تحليلي اقتصادي وفلسفي شامل.
3. تقدم البحث إطارا علميا يدعم صناع القرار في تطوير سياسات واستراتيجيات فعالة لتحسين أداء قطاع النقل وفقا لمتطلبات الاستدامة.
4. تأتي أهمية البحث من الحاجة إلى معالجة التحديات المتزايدة مثل الازدحام، والتلوث، وحوادث الطرق، وضعف كفاءة النقل العام.

هدف البحث:

1. هو بحث يهدف الى السعي لفهم المبادئ وحقيقة تنمية النقل المستدام في محافظة أربيل عن طريق تطبيق مؤشرات تنمية النقل وعن طريق تحليل نتائج مؤشرات من خلال التأمل العقلي والمنطقي.
2. تسليط الضوء على عملية تنمية النقل المستدام في محافظة أربيل وموقعها علي مستوى الاستدامة.
3. تقييم واقع قطاع النقل في محافظة أربيل ومدى توافقه مع مبادئ ومعايير تنمية النقل المستدام.
4. اقتراح حلول وتوصيات علمية ذات آلية عملية تدعم تطوير سياسات نقل فعالة ومستدامة تساهم في تحقيق التنمية المستدامة.

فرضية البحث:

يفترض البحث أن قطاع النقل في محافظة أربيل يعاني من ضعف في إتاحة الخدمات والبني التحتية الأساسية، إضافة إلى كونه غير آمن، مرتفع التكاليف، غير ميسور، منخفض الكفاءة، وغير مرن. كما يشهد هذا القطاع اعتمادا مفرطا على الوقود الأحفوري، مما يؤدي الى زيادة في انبعاثات الكاربون والملوثات البيئية الضارة، وبناء على ذالك فإن القطاع النقل في محافظة أربيل غير المستدامة في شكله الحالي.

منهجية البحث:

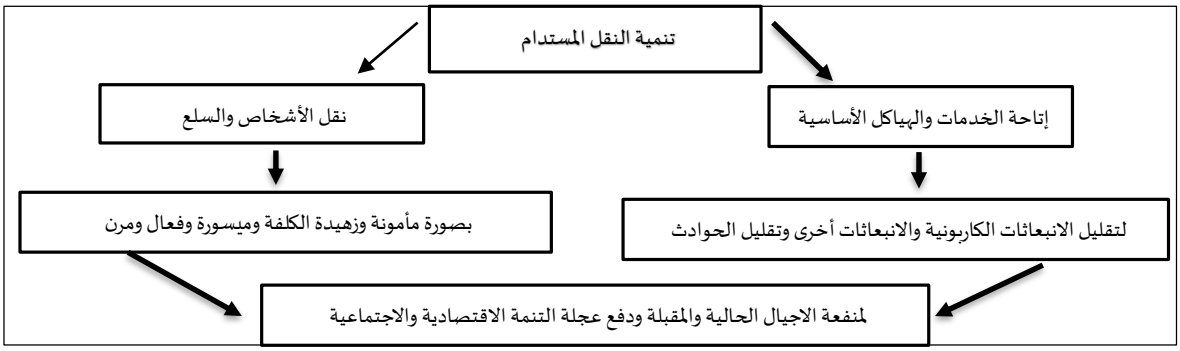
تعتمد هذه البحث على مزيج من المناهج الكمية والنوعية في تناول موضوع تنمية النقل المستدام في محافظة أربيل. فقد تم توظيف المنهج الوصفي التحليلي لاستعراض الأطر النظرية والمفاهيم الأساسية للتنمية النقل المستدام. كما اعتمدت البحث على المنهج التحليلي الاستقرائي لرصد واقع قطاع النقل في المحافظة، واستنتاج ملامح تطوره خلال العقود الأخيرة.

وفي المقابل تم استخدام المنهج الاستنباطي في تفسير المؤشرات الكمية لتنمية النقل المستدام، وربطها بمبادئ النظرية الاقتصادية وعلم اقتصاد النقل، بهدف الاستدلال على مدى توافق السياسات المتبعة مع متطلبات النقل المستدام. كما استعانت البحث بأدوات التحليل الكمي والمقارن لتقييم مؤشرات الأداء، وذلك بالاعتماد على بيانات رسمية وإحصاءات حكومية.

فلسفة البحث:

فلسفة تنمية النقل المستدام هي بحث وسعي لفهم المبادئ وحقيقة تنمية النقل المستدام من طريق التأمل العقلي والتحليل المنطقي، ويتضمن ذلك بحث الرؤية الفلسفية لتنمية لهذا المفهوم، القائمة على تحقيق توازن بين الاحتياجات الاقتصادية، من خلال نقل الاشخاص والسلع بصورة مأمونة وزهيدة الكلفة وميسورة وفعالة ومرنة، والعدالة الاجتماعية، عن طريق إتاحة الخدمات النقل والبني التحتية لقطاع النقل، والحفاظ على البيئة، عن طريق تقليل الانبعاثات الكاربونية وغيرها من الملوثات والتأثيرات البيئية الضارة، لمنفعة الأجيال الحالية والمقبلة ويدفع عجلة التنمية الاقتصادية والاجتماعية، أي أنة يهدف نقل المجتمع من حالة غير مرغوبة الى الحالة مرغوبة أقتصادياً وأجتماعياً وبيئياً، كما هو موضح في مخطط التالي:

شكل (1) المخطط فلسفة تنمية النقل المستدام



المصدر: إعداد الباحثين.

خطة البحث:

ومن أجل تجسيد فكرة البحث، فقد قسم البحث على محورين : اختص الأول: بتسليط الضوء على مفهوم تنمية النقل المستدام و فلسفة تنمية النقل المستدام وعلاقته بالتنمية المستدامة، في حين كرس المحور الثاني تحليل وتطبيق مؤشرات تنمية النقل المستدام، وانتهى البحث بخاتمة من الاستنتاجات والتوصيات.

المحور الأول: فلسفة تنمية النقل المستدام وعلاقته بالتنمية المستدامة

اولاً. النقل:

أن تعريفات النقل كثيرة وتختلف باختلاف الخبراء، يعرف النقل في اللغة على أنه تحويل الشيء من موضعه، كما يعني الطريق المختصر حيث يتم عن طريق وسائط تسلك البر والبحر والجو(Land, sea & air) (شريط و غالم، 2021: 1421)، أما من حيث الاصطلاح كخدمة اقتصادية، فيعرف النقل بأنه حركة الأشخاص والسلع والحيوانات والثروة والمعلومات ومن مكان إلى آخر، بطرق مختلفة، وبقدرات وسرعات مختلفة، وبطرق وأحجام مختلفة وبأقصر طريق وبسرعة ومرونة وأمان وفي أقصر وقت ممكن (شنبي،2017: 12)،والنقل يعني ببساطة عملية الانتقال من مكان إلى آخر(كمال، 80:2014).

ثانياً. الاستدامة:

يمكن عرض تعريف الاستدامة وفقاً للبنك الدولي (World Bank) كالتالي: تعرف الاستدامة بأنها الحالة التي يوجد فيها توازن واستقرار بين العوامل الاجتماعية والاقتصادية والبيئية والمادية، مما يلبي الاحتياجات الحالية دون المساومة على قدرة الحالة المستقبلية (Dhakras,2024: 3).

ثالثاً. النقل المستدام:

نشأ مصطلح النقل المستدام كمفهوم ناشئ عن التنمية المستدامة، وتم استخدامه لوصف وسائل النقل والتخطيط وأنظمة النقل المتوافقة مع قضايا الأوسع نطاقا بشأن الاستدامة (بجاوية، 2022: 706)، وهو مصطلح يجمع بين مفهومين رئيسيين: الاستدامة والنقل،وقد تم تعريف النقل المستدام وتطويره في العديد من المؤتمرات الدولية (مفتاح، 2020: 106)، كما يلي:

1. تنص مؤتمر برونتلاند(Brundtland) ببساطة على أن النقل المستدام هو تلبية احتياجات النقل الحالية دون تعريض قدرة الأجيال القادمة على تلبية هذه الاحتياجات للخطر (Gudmundsson,2004: 42).
2. كما بين المعهد الأمريكي للنقل (American Transportation Institute) ان النقل المستدام: هو تحقيق التنقل والوصول الأساسي لتلبية احتياجات التنمية دون التأثير على نوعية الحياة للأجيال اللاحقة، بحيث يكون امن، صحي وغير مكلف ومحدد في انتاج التلوث واستخدام المصادر المتجددة وغير المتجددة، بحيث يلبي احتياجات الحاضر دون التأثير او إتلاف التناغم البيئي وضرورة تحقيق اقتصاد وملائمة للمجتمع على المدى الطويل (عباس و عمران، 2016: 188).
3. التعريف مجلس وزراء النقل للاتحاد الأوربي ، حيث يحدد أن نظام النقل المستدام هو الذي:

أ- يسمح بتلبية احتياجات التنمية للأفراد والشركات والمجتمع، على أن تغطى بأمان وعلى نحو يتفق مع صحة الإنسان والبيئة، وتعزيز المساواة داخل وبين الأجيال المتعاقبة.

ب- يكون بأسعار معقولة، يعمل بكفاءة ونزاهة، يتيح اختيار طرق النقل، ويدعم اقتصادا قادرا على المنافسة، فضلا عن التنمية المتوازنة بين المناطق.

ج- الحد من الانبعاثات والنفايات، بحيث يمكن للكوكب استيعابها، يستخدم الموارد المتجددة، مع الحد من التأثير على استخدامات الأراضي، والتقليل من الضوضاء، ويستخدم الموارد غير المتجددة بمعدلات أقل من معدلات تطوير بدائل للطاقة المتجددة (عائشة وعبد العليم، 2021: 349).

4. يعرف تقرير صادر عن البنك الدولي (1996) (World Bank) النقل المستدام بأنه يتكون من ثلاثة مكونات:

أ-المكون الاقتصادية والمالي، والذي يتضمن قضايا كفاية تمويل البنية التحتية للنقل وتنظيمه وحجمه.

ب-المكون البيئي والإيكولوجي، والذي يتضمن قضايا كيفية تأثير استثمارات النقل وخيارات الوسائط على الحد من استهلاك الطاقة والتلوث وما إلى ذلك.

ج-المكون الاجتماعي، الذي يركز على ضمان الوصول الكافي إلى خدمات النقل لجميع فئات المجتمع (Dhakras,2024 :5).

ونتيجة للتعريفات مذكوره اعلاه فإن النقل المستدام (Sustainable transportation) هو النقل يعمل على تحقيق التوازن الاجتماعي (Social) والاقتصادي (Economic) بين الأجيال الحالية والقادمة وحماية الموارد الطبيعية (Natural Resources) والبيئة (the environment).

رابعاً. تنمية النقل المستدام:

يشير إلى العمليات والسياسات التي تسعى لتطوير وتحسين أنظمة النقل (Transport systems) لتحقيق الاستدامة، وتوفير الخدمات والبنية الأساسية (Infrastructure) اللازمة لتنقل الأشخاص والسلع اللازمة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية (Economic and social development)، وتحسين نوعية الحياة والقدرة التنافسية، وتوفر هذه الخدمات

والبنية الأساسية للنقل إمكانية الوصول الآمن والموثوق به والاقتصادي والفعال والعادل وبأسعار معقولة للجميع، مع التخفيف من التأثيرات السلبية المحلية والعالمية على الصحة والبيئة (Health and Environment)، في الأمد القريب والمتوسط والطويل، دون المساس بتلبية أحتياجات الأجيال القادمة و هذا يعنى بالتخطيط والتطوير المستقبلي لتحقيق الاستدامة والتركيز على تطوير البنية التحتية، السياسات، والأنظمة لتحقيق الاستدامة طويلة الأمد في قطاع النقل (United Nations ,2016 :10)، وباختصار، فإن تحقيق النقل المستدام يعني تحقيق تنمية النقل المستدام.

خامساً. فلسفة العلاقة بين تنمية النقل المستدام والتنمية المستدامة:

تنمية النقل المستدام تعني تنمية نظام نقل يوازن بين احتياجات الحاضر و المستقبل، بحيث يلبي احتياجات المجتمعات والأفراد من التنقل بطرق آمنة وفعالة و زهيدة تكاليف وصديقة للبيئة ، بدون استنزاف الموارد الطبيعية وبدون التأثير السلبي على البيئة للأجيال القادمة، من خلال تقليل الانبعاثات الضارة وتحسين كفاءة الطاقة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، من خلال استخدام السيارات الكهربائية والدراجات والمشي واستخدام وسائل النقل الجماعي واستخدام الوقود الهايدروجينية والطاقات المتجددة (حلمي وعبداللاه، 2020: 97) و (Sztangret, 2020: 4).

وأيضاً تعرف المجموعة الاستشارية في الامم المتحدة تنمية النقل المستدام بأنها توفير الخدمات والبنية التحتية لتنقل الأشخاص والسلع، مما يعزز التنمية الاقتصادية والاجتماعية لصالح أجيال اليوم والمستقبل، بطريقة آمنة وبأسعار معقولة، ويمكن الوصول إليها وفعالة ومرنة، مع تقليل الكربون والانبعاثات الأخرى والآثار البيئية.

واشارت إلى أن النقل يقود التنمية، ويربط الناس، ويربط المجتمعات المحلية بالعالم، ويبني الأسواق ويسهل التجارة في المقابل، يدفع تنمية النقل المستدام التنمية المستدامة، وهو أمر أساسي لتلبية احتياجات الناس في حياتهم الشخصية والاقتصادية، مع احترام قدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتهم.

النقل ليس غاية في حد ذاته، بل هو وسيلة تسمح للناس بالوصول إلى ما يحتاجون إليه: الوظائف والأسواق والتفاعل الاجتماعي والتعليم ومجموعة كاملة من الخدمات والمرافق الأخرى التي تساهم في حياة صحية ومرضية، ينتقل التقرير من التركيز على توفير التنقل على أساس النقل الآلي الفردي وتحسين سرعة المرور، إلى فكرة الوصول من خلال النقل، وإعطاء الأولوية للأشخاص ونوعية حياتهم (United Nations ,2016 :7).

ومن خلال هذه التعاريف، يمكن الاستنتاج أن التنمية النقل المستدام تعد جزءاً من التنمية المستدامة، وأن التنمية المستدامة تعتمد على التنمية النقل المستدام بشكل كبير من اجل تحقيق بعض أهدافها، ويمكن توضيح هذه العلاقة من خلال الجدول رقم (1):

الجدول (1) أوجه العلاقة بين تنمية النقل المستدام والتنمية المستدامة

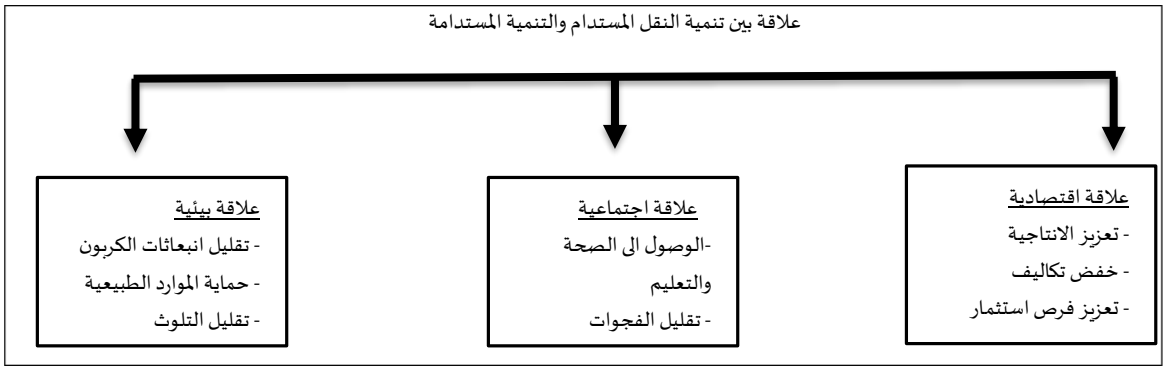
نوع العلاقة	تنمية النقل المستدام	أثرها في تحقيق أهداف التنمية المستدامة
علاقة اقتصادية	1. تعزيز الانتاجية من خلال الربط بين المدن والمناطق الريفية ما يدعم التجارة ويوفر فرصا اقتصادية متوازنة. 2. تقلل تكاليف الطاقة من خلال اعتماد نظم نقل فعالة تعتمد على مصادر الطاقة المتجددة، مما يدعم النمو الاقتصادي. 3. تطوير البِنية التحتية للنقل المستدام يساهم في جذب الاستثمارات المحلية والدولية ويعزيز فرص الاستثمار.	النقل المستدام يسهم في تحقيق عدد من أهداف التنمية المستدامة مثل: 1. الهدف (1) القضاء على الفقر. 2. الهدف (3) الصحة الجيدة والرفاه، من خلال توفير نقل مريح ومستدام يقلل من الإجهاد و يحسن رفاهية السكان.
علاقة اجتماعية	1. يوفر النقل المستدام وسائل نقل آمنة وفعالة للوصول الى الخدمات الاساسية مثل التعليم والصحة، لا سيما في المناطق والمجتمعات الفقيرة. 2. يسهم النقل المستدام في تحسين إمكانية التنقل للجميع، بما في ذالك ذوي الاحتياجات الخاصة، مما يقلل الفجوات الاجتماعية. 3. النقل المستدام يهدف الى تقليل الحوادث المرورية وتحسين سلامة المشاة والسائقين.	3. الهدف (7) طاقة نظيفة وبأسعار معقولة. 4. الهدف (8) **النمو الاقتصادي والعمل اللائق.** 5. الهدف (9) الصناعة والابتكار **والبنية التحتية المستدامة.** 6. الهدف (10) الحد من أوجه عدم المساواة، **وتقليل الفجوات الاجتماعية .** **7.** الهدف (11) **مدن ومجتمعات محلية مستدامة .** 8. الهدف (13) تعزيز العمل المناخي.
علاقة بيئية	1. يعتمد على وسائل نقل نظيفة مثل القطارات الكهربائية والدراجات الهوائية، والمشي، مما يساهم في تقليل انبعاثات الكربون والحد من التغير المناخي. 2. يقلل من الاعتماد على الوقود الاحفوري ويشجع استخدام الطاقة المتجددة، مما يساهم في حماية وتقليل الموارد الطبيعية غير المتجددة. 3. يسهم في خفض تلوث الهواء والضوضاء.	

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على

- خلود، بودرع و شهرزاد، بوقجاني(2019). مساهمة قطاع النقل المستدام في تحقيق التنمية المستدامة عرض تجربتي الإمارات العربية المتحدة والجزائر، رسالة ماجستير، قسم علوم التسيير، معهد العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، المركز الجامعي عبد الحفيظ بوالصوف ميلة، الجمهورية الجزائرية الديموقراتية الشعبية، ص68،67.

و من اجل توضيح اكثر نستعين بشكل رقم (2):

الشكل (2) العلاقة بين تنمية النقل المستدام والتنمية المستدامة



المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على محتويات جدول (1)

يتضح من الجدول رقم (1) والشكل رقم (2) طبيعة علاقة بين تنمية النقل المستدام والتنمية المستدامة، أن العلاقة بين التنمية النقل المستدام والتنمية المستدامة تكون (متكاملة وأيجابية)، والتنمية النقل المستدام هو الوسيلة للتنمية المستدامة وهي جزء لا يتجزأ من تحقيق التنمية المستدامة وتعتمد التنمية المستدامة بشكل كبير على التنمية النقل المستدام للتحقيق بعض أهدافها، أي النقل المستدام هو وسيلة ضرورية لتحقيق التنمية المستدامة، حيث أنه يساهم في تحقيق بعض الأهداف البيئية من خلال تقليل الانبعاثات والتلوث وتقليل استخدام الوقود الأحفورية، وتحقيق بعض الأهداف الاقتصادية عن طريق تعزيز الكفاءة و تقليل التكاليف، وتحقيق بعض الأهداف الأجتماعية عن طريق تحقيق العدالة و توفر فرص متساوية للجميع.

المحور الثاني: تحليل وتطبيق مؤشرات تنمية النقل المستدام في محافظة اربيل

أولاً: مؤشر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من وسائل النقل:

1- تعريف المؤشر:

هو أحد مؤشرات تنمية النقل المستدام، ويقيس كمية الغازات الدفيئة، وخاصة ثاني أكسيد الكربون(CO_2) ، الناتجة عن وسائل النقل المختلفة. يستخدم هذا المؤشر لتقييم الأثر البيئي لأنظمة النقل، ويساعد في قياس كفاءة وسائل النقل من حيث تقليل الانبعاثات السامة(World Bank, 2024).

2- المعادلة الأساسية للمؤشر :

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) =معدل استهلاك الوقود (Fe)× المسافة المقطوعة (tD)× معامل الانبعاث الكربوني للوقود(cF)

شرح عناصر المعادلة:

- CO_2(Carbon dioxide emissions): انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ، وتقاس عادة بوحدات مثل غرام أو الكيلوغرام أو الأطنان)
- cF(coefficient related to the fuel or process factor): معامل الانبعاث الكربوني للوقود، ويقصد به كمية ثاني أكسيد الكربون المنبعثة عند احتراق وحدة واحدة من الوقود(غرام CO_2لكل لتر وقود). تختلف قيمة هذا المعامل باختلاف نوع الوقود المستخدم. قيم معامل الانبعاث حسب نوع الوقود (IPCC, 2006: 2-40):
  - البنزين 2,300 :غرام CO_2لكل لتر.
  - الديزل 2,680 :غرام CO_2لكل لتر.
  - الغاز الطبيعي المضغوط 2,000 : غرام CO_2لكل متر مكعب.
- tD(Time duration or time-dependent factor): المسافة المقطوعة، أي إجمالي المسافة التي قطعتها وسيلة النقل خلال فترة زمنية معينة وتقاس بالكيلومترات.

- Fe(Some environmental factor): معدل استهلاك الوقود، أي كمية الوقود المستهلكة لكل وحدة مسافة (لتر/كم) ويعكس كفاءة استهلاك الوقود.

يمكن تقدير معدلات استهلاك الوقود النموزجية كما يلي[1]:

- سيارة بنزين : 5لتر/100 كم ⟶ 0.05 لتر/كم.
- شاحنة ديزل : 30لتر/100 كم ⟶ 0.3 لتر/كم.
- **الدراجة النارية:** 3 لتر/100 كم ⟶ 0.05 لتر/كم.

3- تقيم المؤشر في محافظة اربيل:

المعادلة المستخدمة: ثاني أكسيد الكرلون (CO_2)= معامل الانبعاث(cF) * المسافة المقطوعة سنوياً (tD) * استهلاك الوقود لكل كيلومتر(Fe) * عدد السيارات(N).

اعتمادا على المعادلة المستخدمة لاحتساب انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) من وسائل النقل، والتي تأخذ في الاعتبار معامل الانبعاث، والمسافة المقطوعة سنوياً، واستهلاك الوقود لكل كيلومتر، وعدد السيارات، تظهر نتائج الحسابات أن محافظة أربيل تسجل مستويات كبيرة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

يوضح الجدول رقم (2) توزيع الانبعاثات السنوية لغاز ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن استخدام أنواع مختلفة من السيارات في محافظة أربيل، استناداً إلى عدد السيارات، ونوع الوقود المستخدم، ومعدل استهلاك الوقود، والمسافة المقطوعة سنويا لكل نوع من السيارات.

يتبين من البيانات أن عدد السيارات العاملة بالبنزين في المحافظة يبلغ (1,020,147) سيارة، مع معدل استهلاك وقود يبلغ (0.05 لتر) لكل كيلومتر، ومسافة سنوية مقطوعة تبلغ (15,000) كيلومتر. وباستخدام معامل الانبعاث الخاص بالبنزين والبالغ (2,300) غرام CO_2 لكل لتر، تم احتساب إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن هذه الفئة من السيارات لتصل إلى حوالي (1,759,753.6) طن سنويا.

أما الشاحنات العاملة بالديزل، والتي يبلغ عددها (280,881) شاحنة، فتستهلك وقودا بمعدل (0.3 لتر) لكل كيلومتر، وتقطع مسافة سنوية أكبر تصل إلى (50,000) كيلومتر. ومع معامل انبعاث الديزل الأعلى والمقدر بـ (2,680) غرام CO_2 لكل لتر، فإن الانبعاثات السنوية الناتجة عن هذه الفئة تصل إلى (11,291,416.2) طن، مما يجعل الشاحنات المصدر الأكبر لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المحافظة.

في المقابل، تسهم الدراجات النارية العاملة بالبنزين، والتي يبلغ عددها (8,520) دراجة، بنسبة منخفضة جدا في إجمالي الانبعاثات، حيث تم حساب انبعاثاتها السنوية بحوالي (5,878.8) طن، ويعود ذلك إلى قلة عددها، وانخفاض معدل استهلاك الوقود (0.03 لتر/كم)، وكذلك قصر المسافة السنوية المقطوعة (10,000 كم). بشكل إجمالي، تبلغ الانبعاثات السنوية لغاز ثاني أكسيد الكربون في محافظة أربيل حوالي (13,057,048.58) طن، مما يشير إلى الأثر البيئي الكبير للنقل البري في المحافظة، خاصة بسبب الشاحنات الثقيلة التي تستخدم الديزل.

---

[1] Toyota Fuel-Efficient Cars | Toyota). المصدر: تم تقدير البيانات من قبل الباحث بالاعتماد المعلومات الرسمية المنشورة في المواقع الاكترومية لكل من: للشركة (تويوتا)، Nissan. وشركة (نيسان) Truck Diesel Use Per Mile | Fuel Calculator) webfleet. وموقع اليكتروني (Fuel Consumption - Comparison Table! تاريخ زيارة المواقع 11\3\2025. .

الجدول (2)

إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) حسب نوع السيارات في محافظة اربيل للعام 2024(بالأطنان)

نوع السيارة	عدد السيارات	استهلاك الوقود لكل كيلومتر(لتر)	المسافة السنوية (كم)	معامل الانبعاث (غرام CO_2/لتر)	انبعاثات CO_2 السنوية (طن)
سيارات بنزين	1,020,147	0.05	15,000	2300	1,759,753.6
شاحنات ديزل	280,881	0.3	50,000	2680	11,291,416.2
دراجات نارية بنزين	8,520	0.03	10,000	2300	5,878.8
الإجمالي	1,309,548	_____	_____	_____	13,057,048.58

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على نتائج تطبيق المؤشر بناء على بيانات:

- حكومة إقليم كوردستان – العراق (2024). وزارة الداخلية، المديرية العامة لمرور ، الشعبة الإحصاء، بيانات غير منشورة (بيانات تدقيقية لعام 2024).

-**Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 2, Chapter 2 - Stationary Combustion.**Available at: https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/arabic/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch_Stationary_Combustion.pdf (Accessed 20 Feb. 2025), pp2-40.

ثانياً :مؤشر نسيب الفرد من انبعاثات الكربون في قطاع النقل:

1- تعريف المؤشر:

يشير مؤشر نسيب الفرد من انبعاثات الكربون في قطاع النقل إلى الكمية الإجمالية من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) المنبعثة نتيجة الأنشطة المتعلقة بالنقل لكل فرد في فترة زمنية محددة، عادة على المستوى السنوي، يستخدم هذا المؤشر كأداة لتقييم استدامة أنماط النقل في منطقة معينة، تحسب انبعاثات الكربون الفردية عبر تقسيم إجمالي الانبعاثات الكربون الناتجة عن النقل في منطقة معينة على عدد السكان، ما يعكس المعدل المتوسط للفرد في تلك المنطقة(Ritchie & Roser, 2024).

وفقا لتقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة(2023)، بلغ المتوسط العالمي لانبعاثات غازات الدفيئة نحو (6.5) طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون للفرد في عام (2022)، تشملاً جميع القطاعات(UNEP, 2023). أما بالنسبة لقطاع النقل، فقد بلغ المتوسط العالمي لانبعاثات الكربون (1.9) طن CO_2 للفرد سنويا (Ritchie & Roser, 2024).

2- المعادلة الأساسية للمؤشر :

لحساب انبعاثات الكربون الناتجة عن النقل لكل فرد، يتم استخدام المعادلة التالية:

$$\text{الانبعاثات الكربون للفرد} = \frac{\text{إجمالي الانبعاثات}}{\text{عدد السكان}}$$

أ- شرح عناصر المعادلة:

- إجمالي الانبعاثات: إجمالي الانبعاثات الكربونية الناتجة عن النقل في المنطقة المعنية.
- عدد السكان: عدد السكان في المنطقة المعنية.

ب- تفسير النتائج:

إذا كانت القيمة مرتفعة، فقد يشير ذلك إلى اعتماد كبير على السيارات التي تعمل بالوقود الأحفوري، وضعف في البنية التحتية للنقل المستدام، مثل النقل العام أو وسائل النقل منخفضة الانبعاثات، أما انخفاض القيمة، فقد يدل على اعتماد أكبر على وسائل نقل صديقة للبيئة، مثل السيارات الكهربائية، والمواصلات العامة، والمشي، وركوب الدراجات الهوائية (Ritchie & Roser, 2024).

3- تقيم المؤشر في محافظة اربيل:

يعرض الجدول رقم (3) بيانات نسيب الفرد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الناتجة عن قطاع النقل في محافظة أربيل، حيث تم احتساب هذا المؤشر من خلال قسمة إجمالي انبعاثات الكربون الناتجة عن وسائل النقل على عدد السكان في المحافظة.

تشير البيانات إلى أن إجمالي انبعاثات الكربون في محافظة أربيل بلغ حوالي (13,057,048.58) طن CO_2 لعام (2024)، بينما يبلغ عدد السكان في المحافظة نحو (2,440,560) نسمة، مما ينتج عنه نسيب للفرد يبلغ (5.35) طن CO_2 سنويا.

هذا الرقم المرتفع يعد مؤشرا على الضغط البيئي الذي يفرضه قطاع النقل على المحافظة، ويرتبط بعدة عوامل مترابطة. أولاً، تعد أربيل مركزا حضرياً رئيسياً في إقليم كوردستان - العراق، وتشهد توسعا عمرانيا وسكانيا متسارعا، ما يؤدي إلى تزايد الطلب على وسائل النقل، خصوصا الخاصة منها، في ظل ضعف نسبي في البنية التحتية لوسائل النقل العامة.

ثانياً، يلاحظ ارتفاع معدل امتلاك السيارات الخاصة في المحافظة، إلى جانب كثافة المرور والازدحامات المرورية، مما يؤدي إلى زيادة زمن التشغيل للسيارات وبالتالي ارتفاع معدلات استهلاك الوقود الأحفوري.

ثالثاً، تسهم الأنشطة الاقتصادية المتنامية في أربيل، ولا سيما في قطاعات التجارة، والخدمات، والصناعة، في رفع الطلب على الشحن والتنقل، الأمر الذي يضاعف استخدام السيارات الثقيلة مثل الشاحنات، والتي تعد من أكبر مصادر الانبعاثات الكربونية.

وأخيرا، تؤدي الظروف المناخية الحارة التي تسود أربيل في فصل الصيف إلى زيادة استخدام أنظمة التبريد داخل السيارات، مما يعزز من استهلاك الوقود وبالتالي من حجم الانبعاثات.

الجدول (3) نسيب الفرد من انبعاثات الكربون (CO_2) في قطاع النقل في محافظة اربيل لعام 2024

المكان	عدد السكان	الإجمالي انبعاثات (طن CO_2)	انبعاثات الكربون للفرد (طن CO_2)
المحافظة اربيل	2,440,560	13,057,048.58	5.35

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على نتائج تطبيق المؤشر بناء على بيانات جدول رقم (2) و

- حكومة إقليم كوردستان العراق (2023). وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء في إقليم كوردستان(2023) ، **توقعات عدد سكان إقليم كوردستان على مستوى المحافظات والاقضية 2021 - 2040**، صفحة 15. متاح على https://krso.gov.krd/ku/. :تاريخ الاسترجاع: 13 كانون الثاني 2025.

4- موقع محافظة اربيل مقارنة بالدول المجاورة والعراق:

يعكس الجدول (4) نسيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن قطاع النقل في محافظة اربيل مقارنة بدول الجوار (العراق، سوريا، إيران، وتركيا). تشير البيانات إلى أن محافظة اربيل يسجل أعلى انبعاثات للفرد في قطاع النقل، حيث بلغ المعدل (5.35) طن CO_2 ، في المقابل، تسجل العراق وسوريا انبعاثات منخفضة نسبيا، إذ تصل إلى (0.78 و 0.23) طن CO_2 للفرد على التوالي.

أما إيران فقد سجلت (1.52) طن CO_2، بينما سجلت تركيا (1.03) طن CO_2، مما يشير إلى تطور أكبر في قطاع النقل في هذه الأخيرة مقارنة بالدول الأخرى. مقارنة بالمعدل العالمي البالغ (1.9) طن، يظهر محافظة اربيل احتياجا كبيرا لتبني استراتيجيات مستدامة في النقل.

الجدول (4)

نسيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من قطاع النقل في محافظة اربيل ودول الجوار

الدولة/ محافظة	انبعاثات (CO_2) من النقل للفرد (طن)
محافظة اربيل	5.35
العراق	0.78
سوريا	0.23
إيران	1.52
تركيا	1.03

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على بيانات جدول رقم (3) و

- Ritchie, H. & Roser, M., (2024). **Per capita CO_2 emissions from transport**. Our World in Data. Available at: https://ourworldindata.org/grapher/per-capita-co2-transport?tab=table (Accessed 23 \2\ 2025).

ثالثاً: مؤشر استهلاك الوقود لكل كيلومتر:

1- تعريف المؤشر:

يمثل مؤشر استهلاك الوقود لكل كيلومتر مقياساً لمدى كفاءة السيارة في استخدام الوقود، ويعبر عنه عادة بوحدة (لتر/100 كم). انخفاض هذا المؤشر يدل على كفاءة أعلى في استهلاك الوقود، مما يسهم في تقليل الانبعاثات وتعزيز الاستدامة البيئية (Global Fuel Economy Initiative, n.d).

2- المعادلة الأساسية للمؤشر :

$$\text{استهلاك الوقود لكل كيلومتر} = \frac{\text{الوقود المستهلك (لتر)}}{\text{المسافة المقطوعة (كم)}}$$

أ- شرح عناصر المعادلة:

- الوقود المستهلك :هو الكمية الفعلية من الوقود التي تستخدمها السيارة خلال الرحلة أو فترة زمنية معينة، وتقاس بوحدات اللتر.
- المسافة المقطوعة :هي المسافة التي تقطعها السيارة أثناء استهلاك هذه الكمية من الوقود، وتقاس بوحدات الكيلومتر.

ب- تفسير النتائج:

إن كفاءة استهلاك الوقود تعتبر من أهم المؤشرات التي تعكس مدى استدامة النظام النقل في أي منطقة. عندما يكون استهلاك الوقود منخفضا (أي أن السيارة تستهلك كمية أقل من الوقود لكل 100 كيلومتر)، فهذا يشير إلى أن السيارة ذات كفاءة عالية في استخدام الوقود، مما يساهم في تقليل استهلاك الموارد الطبيعية وتحسين الاستدامة البيئية.

في المقابل، إذا كان استهلاك الوقود مرتفعا، فهذا يشير إلى أن السيارة أقل كفاءة في استخدام الوقود وقد تساهم في زيادة الانبعاثات الملوثة (U.S. Department of Energy, 2025).

3-تقيم المؤشر في محافظة اربيل:

وفقا للبيانات، بلغ عدد السيارات التي تعمل بالبنزين في أربيل نحو (1,020,147) سيارة، حيث يقدر استهلاك كل سيارة منها بنحو (0.05) لتر/كم، مع افتراض أن المسافة السنوية المقطوعة تبلغ (15,000 كم). ونتيجة لذلك، بلغ إجمالي استهلاك البنزين لهذه الفئة نحو (765,110,250) لتر سنويا.

أما الشاحنات التي تعمل بالديزل، والتي تعد من أكثر وسائل النقل استهلاكا للطاقة، فقد بلغ عددها (280,881) شاحنة، باستهلاك قدره (0.3) لتر/كم ولمسافة سنوية مفترضة تبلغ (50,000 كم). وقد بلغ استهلاكها السنوي من الوقود نحو (4,213,215,000) لتر، ما يمثل النسبة الأكبر من الاستهلاك الكلي للوقود في المحافظة.

في المقابل، كانت الدراجات النارية التي تعمل بالبنزين أقل وسائل النقل استهلاكا، حيث بلغ عددها (8,520) دراجة، باستهلاك قدره (0.03) لتر/كم ولمسافة سنوية (10,000 كم)، ليكون إجمالي استهلاكها السنوي من الوقود حوالي (2,556,000) لتر فقط.

بجمع هذه الأرقام، يظهر أن إجمالي استهلاك الوقود في محافظة أربيل لعام (2024) بلغ حوالي (4,980,881,250)لتر، وهو رقم يعكس الحجم الكبير للنشاط المروري والاستخدام الواسع للسيارات الخاصة والتجارية.

جدول (5)

استهلاك الوقود لأنواع السيارات في محافظة اربيل لعام 2024

نوع السيارة	عدد السيارات	استهلاك الوقود (لتر/كم)	المسافة المقطوعة سنويًا (كم)	إجمالي استهلاك الوقود السنوي (لتر)
سيارة (بنزين)	1,020,147	0.05	15,000	765,110,250
شاحنة (ديزل)	280,881	0.3	50,000	4,213,215,000
دراجة نارية (بنزين)	8,520	0.03	10,000	2,556,000
المجموع في أربيل	1,309,548	----------	----------	4,980,881,250

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على نتائج تطبيق المؤشر بناء على بيانات جدول رقم (2)

رابعاً :مؤشر الكفاءة البيئية للنقل:

1- تعريف المؤشر:

يعد مؤشر الكفاءة البيئية للنقل مقياسا يحدد مدى فعالية أنظمة النقل في تقليل التأثيرات البيئية، ويتم التعبير عنه عادة بنسبة بين المسافة المقطوعة إلى كمية الانبعاثات الناتجة. يشمل هذا المؤشر تقييم كثافة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في قطاع النقل، والتي يتم قياسها بمقارنة التأثير البيئي الناتج عن احتراق الوقود مع الأنشطة المرتبطة بالنقل، مثل المسافة المقطوعة أو عدد الركاب المنقولين (UNESCAP, 2009: 15).

2- المعادلة الأساسية للمؤشر :

$$\text{الكفاءة البيئية} = \frac{\text{إجمالي المسافة المقطوعة (كم)}}{\text{إجمالي الانبعاثات } (CO_2 \text{ غرام/كغ})}$$

أ- شرح عناصر المعادلة:

- **إجمالي المسافة المقطوعة :**
  - تمثل المسافة الكلية التي قطعها جميع وسائل النقل ضمن نطاق الدراسة.
  - يتم قياسها بالكيلومترات(كم).
  - يمكن حسابها على مستوى فردي (لوسيلة نقل واحدة) أو على مستوى نظام نقل كامل.
- **إجمالي الانبعاثات :**
  - يشير إلى مجموع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الناتجة عن وسائل النقل خلال فترة محددة.
  - يتم قياسها بوحدة (CO_2 كغ/غرام).
  - تشمل انبعاثات جميع السيارات، سواء كانت سيارات خاصة، حافلات، شاحنات، أو وسائل نقل جماعي.

ب- تفسير النتائج:

- **كلما زادت قيمة الكفاءة البيئية** ،كان النظام أكثر استدامة، حيث يقطع مسافة أطول مقابل كل غرام / كغ من الانبعاثات.

- **كلما انخفضت قيمة الكفاءة البيئية**،كان النظام أقل كفاءة، حيث ينتج كميات أكبر من الانبعاثات لكل كيلومتر مقطوع(UNESCAP, 2009: 15-16).

3- تقيم المؤشر في محافظة اربيل:

يعرض الجدول رقم (6) بيانات مفصلة حول أداء أنواع السيارات المختلفة في محافظة أربيل من حيث الانبعاثات الكربونية الناتجة عن النقل والكفاءة البيئية المرتبطة بها لعام (2024). يتضمن الجدول عدد السيارات لكل نوع، إجمالي المسافة السنوية المقطوعة، كمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) المترتبة على هذه السيارات، بالإضافة إلى مؤشر الكفاءة البيئية الذي يعبر عن عدد الكيلومترات التي تقطعها السيارات مقابل كل كيلوغرام أو غرام من الانبعاثات الكربونية.

- السيارات (بنزين) :يبلغ عددها (1,020,147) سيارة، وتقطع مسافة سنوية إجمالية قدرها حوالي (15) مليار كيلومتر، مع انبعاثات كربونية تصل إلى نحو (1.76) مليار كغ CO_2 يشير مؤشر الكفاءة البيئية إلى أن كل كيلوغرام من الانبعاثات الناتجة عن هذه السيارات يقابلها قطع مسافة تصل إلى حوالي (8,699) كيلومتر، مما يعكس نسبيا كفاءة عالية مقارنة بالأنواع الأخرى.
- الشاحنات (ديزل) :تمثل (280,881) شاحنة، وتقطع مسافة سنوية إجمالية تعادل حوالي (14) مليار كيلومتر. بالرغم من أن الشاحنات مسؤولة عن أعلى كمية انبعاثات كربونية تصل إلى أكثر من (11.29) مليار كغCO_2 ، إلا أن الكفاءة البيئية لها أقل بكثير، حيث تقطع الشاحنات مسافة نحو (1,244) كيلومتر فقط لكل كيلوغرام منCO_2 ، مما يعكس استهلاكا أعلى للوقود وانبعاثات أكبر لكل كيلومتر.
- الدراجات النارية (بنزين) :عددها (8,520) دراجة، مع مسافة سنوية إجمالية تبلغ حوالي (85) مليون كيلومتر فقط، وتنجم عنها انبعاثات منخفضة نسبيا بحوالي (5.88) مليون كغ CO_2 ومع ذلك، تتمتع الدراجات النارية بأعلى كفاءة بيئية حيث تقطع حوالي (14,495) كيلومتر مقابل كل كيلوغرام من الانبعاثات، مما يعكس استهلاكها المنخفض للوقود وانبعاثاتها المحدودة.
- الإجمالي :يوضح إجمالي البيانات أن أنظمة النقل في أربيل تقطع حوالي (29.4) مليار كيلومتر سنويا، مع انبعاثات كربونية إجمالية تبلغ نحو (13.06) مليار كغ CO_2 بناء على هذه البيانات، تبلغ الكفاءة البيئية الكلية للنقل في المحافظة حوالي (2.25) كيلومتر لكل كيلوغرام من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

توضح هذه المؤشرات التفاوت الكبير بين أنواع السيارات من حيث الكفاءة البيئية، حيث تشكل الشاحنات عبئا كبيرا على البيئة مقارنة بالسيارات والدراجات النارية.

الجدول(6)

تقييم الكفاءة البيئية لأنظمة النقل في محافظة اربيل لعام 2024 بناء على الانبعاثات والمسافة المقطوعة

نوع السيارات	عدد السيارات	المسافة السنوية المقطوعة (كم)	الانبعاثات الكربونية (كغ CO_2)	الكفاءة البيئية (كم/كغ CO_2)	الكفاءة البيئية (كم/غم CO_2)
سيارات (بنزين)	1,020,147	15,302,205,000	1,759,753.6	8.7	0.00087
شاحنات (ديزل)	280,881	14,044,050,000	11,291,416.2	1.243	0.00124
دراجات نارية (بنزين)	8,520	85,200,000	5,878.8	14.493	0.01449
الإجمالي في أربيل	1,309,548	29,431,455,000	13,057,048,580	2.25	0.00225

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على نتائج تطبيق المؤشر بناء على بيانات جدول رقم (2).

خامسا: مؤشر عدد الحوادث المرورية:

1- تعريف المؤشر:

مؤشر عدد الحوادث المرورية هو مقياس يستخدم لتحديد وتقييم وقوع الحوادث المرورية في منطقة معينة خلال فترة زمنية محددة. يتم حساب هذا المؤشر باستخدام وحدات قياس مختلفة، مثل عدد الحوادث لكل (100,000) كيلومتر من الطرق، أو لكل (100,000) نسمة من السكان، أو لكل (100,000) سيارة، يتيح هذا المؤشر مقارنات بين المناطق المختلفة، وتحليل الاتجاهات الزمنية للسلامة المرورية. يعد هذا المؤشر أداة أساسية في تقييم مستوى الأمان المروري، وتحديد المخاطر المحتملة، واتخاذ القرارات الاستراتيجية بشأن الاستثمار في البنية التحتية للطرق وتحسين سياسات السلامة المرورية (عبدالعالي، 2023: 39) و (اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، 2021: 90).

2- المعادلة الأساسية للمؤشر:

يستخدم هذا المؤشر لقياس مدى تكرار وقوع الحوادث في منطقة معينة، دون الأخذ في الاعتبار شدة هذه الحوادث أو تأثيرها على المجتمع. يتم حسابه باستخدام المعادلات التالية:

عدد الحوادث لكل (100,000) نسمة أو لكل (100,000) كم أو لكل (100,000) سيارة=

$$\frac{\text{إجمالي عدد الحوادث}}{\text{عدد السكان أو إجمالي طول الطروق (بالكيلومترات) أو إجمالي عدد السيارات}} * 100,000$$

أ- شرح عناصر المعادلة:

- **إجمالي عدد الحوادث** : العدد الكلي للحوادث المسجلة خلال فترة زمنية معينة.
- **إجمالي طول الطرق** : مجموع أطوال الطرق في المنطقة المعينة (بالكيلومترات).
- **إجمالي عدد السكان** :عدد الإجمالي السكان في المنطقة.
- **إجمالي عدد السيارات** : العدد الإجمالي للسيارات المسجلة في المنطقة.
- **(100,000)** معامل تطبيعي يستخدم لتسهيل المقارنة بين المناطق المختلفة.

ب- تفسير النتائج:

- إذا كان مؤشر الحوادث مقارنة بعدد السكان منخفضاً، فهذا يدل على مستوى عالٍ من السلامة المرورية، أو فعالية تطبيق القوانين المرورية. بينما تشير القيم المرتفعة إلى تحديات في الحد من الحوادث أو ضمان السلامة المرورية في المنطقة.
- انخفاض مؤشر الحوادث مقارنة بإجمالي طول الطرق يعكس وجود شبكة طرق آمنة نسبيا، بينما يشير ارتفاعه إلى الحاجة إلى تحسين البنية التحتية.
- انخفاض مؤشر الحوادث مقارنة بعدد السيارات يدل على فعالية تطبيق قوانين المرور أو مستوى عالٍ من السلامة المرورية في المنطقة. في حين أن ارتفاعه تشير إلى وجود مشكلات في إدارة المرور أو تطبيق القوانين، مما يستدعي اتخاذ إجراءات إضافية لتعزيز مستوى الأمان.

3- تقيم المؤشر في محافظة اربيل:

تظهر البيانات الخاصة بمحافظة أربيل أن إجمالي عدد الحوادث المسجلة خلال سنة الدراسة بلغ (953) حادثا مرورياً. ومع الأخذ بعين الاعتبار عدد السكان البالغ (2,440,560) نسمة، فإن معدل الحوادث بلغ نحو (39) حادثا لكل (100,000) نسمة، ما يعكس عبئا مروريا معتدلا من حيث التناسب السكاني. أما عند مقارنة عدد الحوادث بطول شبكة الطرق البالغ (1,990.9) كيلومترا، فقد سجل معدل (48) حادثا لكل (100,000) كم، مما يشير إلى توزيع نسبي للحوادث عبر البنية التحتية للطرق. من جانب آخر، وعند النظر إلى العلاقة بين عدد الحوادث وعدد السيارات المسجلة في المحافظة والذي بلغ (1,309,548) سيارة، يتبين أن مؤشر الحوادث بلغ (73) حادثا لكل (100,000) سيارة.

تشير هذه الأرقام إلى أن محافظة أربيل تواجه تحديات في السلامة المرورية تتطلب تحسينات هيكلية وتنظيمية.

جدول (7) مؤشرات الحوادث المرورية في محافظة اربيل

مؤشر	إجمالي عدد الحوادث	عدد السكان	إجمالي طول الطرق (كم)	عدد السيارات	قيمة مؤشر
	953	2,440,560	1,990.9	1,309,548	
معدل الحوادث (لكل 100,000 نسمة)					39
معدل الحوادث (لكل 100,000 كم)					48
معدل الحوادث (لكل 100,000 سيارة)					73

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على نتائج تطبيق المؤشر بناء على بيانات جدول رقم (2) وجدول رقم(3)و

- حكومة إقليم كوردستان العراق (2025). وزارة الداخلية، المديرية العامة لمرور، الشعبة الإحصاء، بيانات غير منشورة.
- حكومة إقليم كوردستان العراق (2025). وزارة إعادة الإعمار والإسكان، الشعبة الإحصاء، بيانات غير منشورة.

سادساً: مؤشر السلامة المرورية:

1- تعريف المؤشر:

مؤشر السلامة المرورية (Road Safety Indicator - RSI) هو أداة تحليلية تستخدم لتقييم مدى أمان النظام المروري في منطقة معينة. يعتمد هذا المؤشر على مجموعة من العوامل، بما في ذلك عدد الحوادث، الوفيات، والإصابات، بالإضافة إلى مدى الامتثال للقوانين المرورية والجهود المبذولة لتحسين السلامة على الطرق، لا يقتصر المؤشر على قياس

الأثر المباشر للحوادث فحسب، بل يشمل أيضاً تقييم السياسات والإجراءات الوقائية التي تهدف إلى الحد من الفوضى المرورية وتعزيز الامتثال لأنظمة السير **(Botha, 2005: 515)**.

2- المعادلة الأساسية للمؤشر:

يستخدم مؤشر السلامة المرورية لتقييم مدى تأثير الحوادث المرورية على المجتمع من خلال قياس شدة الحوادث وما ينتج عنها من وفيات وإصابات. يتم حساب هذا المؤشر باستخدام المعادلات التالية:

- عدد الوفيات لكل 100,000نسمة = $\frac{\text{إجمالي عدد الوفيات}}{\text{إجمالي عدد السكان}} * 100,000$
- عدد الإصابات لكل 100,000نسمة = $\frac{\text{إجمالي عدد الإصابات}}{\text{إجمالي عدد السكان}} * 100,000$
- عدد الوفيات لكل 100,000كم من الطروق = $\frac{\text{إجمالي عدد الوفيات}}{\text{إجمالي طول الطروق(كم)}} * 100,000$
- عدد الإصابات لكل 100,000كم من الطروق = $\frac{\text{إجمالي عدد الإصابات}}{\text{إجمالي طول الطروق(كم)}} * 100,000$
- عدد الوفيات لكل 100,000سيارة = $\frac{\text{إجمالي عدد الوفيات}}{\text{إجمالي عدد السيارات}} * 100,000$
- عدد الإصابات لكل 100,000سيارة = $\frac{\text{إجمالي عدد الإصابات}}{\text{إجمالي عدد السيارات}} * 100,000$

أ- شرح عناصر المعادلة:

- **إجمالي عدد الوفيات: العدد الكلي للأشخاص الذين فقدوا حياتهم نتيجة الحوادث المرورية خلال فترة زمنية معينة.**
- **إجمالي عدد الإصابات: العدد الكلي لأشخاص الذين أصيبوا في الحوادث المرورية خلال فترة معين.**
- **إجمالي عدد السكان: العدد الإجمالي للأفراد الذين يعيشون في المنطقة الدراسة.**
- **إجمالي طول الطرق (كم): الطول الإجمالي لشبكة الطرق في المنطقة قيد لدراسة، وقياس بالكيلومترات.**
- **إجمالي عدد السيارات: العدد الكلي للسيارات المسجلة في المنطقة قيد الدراسة.**
- **(100,000): معامل تطبيقي يستخدم لتسهيل المقارنات بين المناطق المختلفة.**

ب- تفسير النتائج:

يعد تحليل معدلات الوفيات والإصابات لكل (100,000) نسمة مؤشرا اساسياً لتقييم تأثير الحوادث المرورية على المجتمع. يشير المعدل المرتفع إلى وجود تحديات في البنية التحتية، وضعف في إنفاذ القوانين، أو انتشار سلوكيات قيادة غير آمنة، في مقابل، يعكس المعدل المنخفض بيئة مرورية أكثر أمانا نتيجة لتحسين جودة الطرق وتعزيز الوعي بالسلامة المرورية.

أما معدلات الوفيات والإصابات لكل (100,000) كيلومتر من الطرق، فإن ارتفاعها يشير إلى وجود مشكلات في التصميم والصيانة، بينما يدل انخفاضها على كفاءة البنية التحتية المرورية. بالإضافة إلى ذلك، فإن ارتفاع معدل الوفيات لكل (100,000) سيارة قد يكون مؤشراً على ضعف معايير الأمان أو انتشار السلوكيات المرورية الخطرة، في حين يعكس انخفاضه بيئة قيادة أكثر أمانا مدعومة بأنظمة حماية فعالة وتقنيات حديثة (**Al Haji, 2005**: 50-55).

3- تقيم المؤشر في محافظة اربيل:

يعرض الجدول (8) مؤشرات السلامة المرورية في محافظة أربيل لعام (2024)، وذلك من خلال تحليل عدد الوفيات والإصابات الناتجة عن الحوادث المرورية وفق ثلاثة أبعاد رئيسية: نسبة إلى عدد السكان، وطول شبكة الطرق، وعدد السيارات. يظهر المؤشر الأول أن عدد الوفيات لكل (100,000) نسمة بلغ (4.55) حالة. أما عدد الإصابات لكل (100,000) نسمة فقد بلغ (41.38)، مما يدل على وجود حوادث مرورية غير مميتة تؤثر بشكل مباشر على الصحة العامة والنظام الصحي في المحافظة. وبالنسبة لمؤشرات السلامة المرتبطة بطول شبكة الطرق، فقد بلغ عدد الوفيات لكل (100,000) كيلومتر من الطرق (5,575) حالة، وهو رقم يشير إلى الحاجة لمراجعة وتحديث إجراءات السلامة على الطرق الطويلة والمفتوحة. أما عدد الإصابات على نفس المقياس فقد بلغ (50,730)، وهو معدل مرتفع نسبيا يعكس تحديات في إدارة السلامة على الطرق. من ناحية أخرى، تشير المؤشرات المرتبطة بعدد السيارات إلى أن عدد الوفيات لكل (100,000) سيارة بلغ (8.48). أما عدد الإصابات لكل (100,000) سيارة فقد بلغ (77.13)، مما يشير إلى أهمية الاستمرار في تعزيز معايير الأمان الفني للسيارات ورفع الوعي المروري لدى السائقين. وعليه.

الجدول (8) مؤشرات السلامة المرورية وفقاً لمعدلات الوفيات والإصابات في محافظة أربيل لعام 2024

المؤشر	عدد الوفيات	عدد الاصابات	عدد السكان	طول الطرق (كم)	عدد السيارات	قيمة المؤشر
	445	6667	2,440,560	1,990.9	1,309,548	
عدد الوفيات لكل 100,000 نسمة						4.55
عدد الإصابات لكل 100,000 نسمة						41.38
عدد الوفيات لكل 100,000 كم من الطرق						5,575
عدد الإصابات لكل 100,000 كم من الطرق						50,730
عدد الوفيات لكل 100,000 سيارة						8.48
عدد الإصابات لكل 100,000 سيارة						77.13

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على نتائج تطبيق المؤشرات السلامة المرورية بناء على بيانات الجدول رقم (7) و

- حكومة إقليم كوردستان العراق (2025). وزارة الداخلية، المديرية العامة لمرور، الشعبة الإحصاء، بيانات غير منشورة.

4- موقع محافظة اربيل مقارنة بالدول المجاورة والعراق ورقم عالمي:

الجدول رقم (9) يوضح مقارنة بين معدلات الوفيات الناجمة عن الحوادث المرورية في محافظة اربيل وبعض دول الجوار، إضافة إلى المعدل العالمي، ويقاس كل ذلك لكل (100,000) نسمة، يظهر الجدول أن **محافظة اربيل** يسجل معدل وفيات منخفضا قدره **(4.55)**، مما يعكس تحسنا في السلامة المرورية مقارنة ببقية العراق، الذي يسجل معدلا أعلى يبلغ **(21.5)** من جهة أخرى، تركيا تسجل معدل**(6.5)**، بينما إيران وسوريا تسجلان معدلات أعلى، حيث يصل معدل الوفيات في إيران إلى **(20.6)**، وفي سوريا إلى **(29.9)**، المعدل العالمي للوفيات الناجمة عن الحوادث المرورية هو **(15)** هذا يعكس أن محافظة اربيل يظهر أداء أفضل من العراق وسوريا، لكنه يحتاج إلى مواصلة تحسين السلامة المرورية لتعزيز الأمان على الطرق.

الجدول (9) معدل الوفيات الناجمة عن الحوادث المرورية في محافظة اربيل وبعض دول الجوار والمعدل العالمي (لكل 100,000 نسمة)

اسم الدولة/ المحافظة	عدد الوفيات لكل 100000 نسمة
محافظة اربيل	4.55
العراق	21.5
تركيا	6.5
ايران	20.6
سوريا	29.9
معدل عالميا	15

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على بيانات جدول (8) و

- منظمة الصحة العالمية (بدون تاريخ). (WHO) معدل الوفيات الناجمة عن حوادث الطرق لكل 100,000 نسمة، [متاح عبر الإنترنت] على https://data.who.int/ar/indicators/i/B9D9E6A/D6176E2 تم الوصول إليه في 2025/3/10.

سابعاً- مؤشر الازدحام المروري:

1- تعريف المؤشر:

يعد مؤشر الازدحام المروري أداة تحليلية تستخدم لقياس مستوى الازدحام في شبكات النقل، يعتمد هذا المؤشر على تحليل البيانات المرورية خلال فترات زمنية محددة، مما يساهم في تقييم كفاءة وإنسيابية التنقل في المناطق الحضرية، ويهدف هذا المؤشر إلى فهم العوامل المؤثرة على حركة المرور، مثل أوقات الذروة وكثافة السيارات، كما يوفر اساسا لاتخاذ قرارات مدروسة بشأن تحسين البنية التحتية للنقل وتطوير استراتيجيات تخفيف الازدحام المروري(Wang et al,2018:1).

2- المعادلة الأساسية للمؤشر :

يمكن تحليل مستوى الازدحام باستخدام مؤشرات مختلفة، من أبرزها مؤشر وقت السفر(TTI) ومؤشر أداء السرعة(SPI)، اللذين يسهمان في تقييم تأثير الازدحام على أوقات السفر وكفاءة حركة السيارات:

أ- مؤشر وقت السفر(Travel Time Index - TTI) : يعرف مؤشر وقت السفر(TTI) على أنه النسبة بين وقت السفر خلال ساعات الذروة ووقت السفر في ظروف التدفق الحر (الخالية من الازدحام)، وحسب باستخدام المعادلة التالية (Afrin & Yodo,2020: 8):

$$TTI = \frac{pT}{ffT} \quad \text{أو} \quad TTI = \frac{ffV}{pV}$$

- **شرح عناصر المعادلة:**
  - TTI مؤشر وقت السفر
  - pT وقت السفر خلال ساعات الذروة.
  - ffT وقت السفر في ظروف التدفق الحر.
  - ffV سرعة السيارة في ظروف التدفق الحر.
  - pV سرعة السيارة خلال ساعات الذروة.
- *تفسير النتائج:*
  - عندما تكون قيمة TTI=1، فإن وقت السفر الفعلي يساوي وقت السفر في ظروف التدفق حر، مما يعني عدم وجود ازدحام مروري.
  - إذ كانت TTI > **1، فهذا يشير إلى زيادة في وقت السفر بسبب الازدحام، حيث تزداد شدة** الازدحام، مع ارتفاع قيمة المؤشر. فعلى سبيل المثال، عندما يكون TTI=1.5، فإن ذلك يعني أن وقت السفر الفعلي أطول بنسبة (50%) مقارنة بوقت السفر في ظروف التدفق الحر.
  - في حالات النادرة، قد تكون TTI < **1، مما يشير إلى أن** السائقين يتحركون بسرعة أكبر من السرعة العادية بسبب ظروف مرورية غير معتادة(Afrin & Yodo,2020: 8).

ب- مؤشر أداء السرعة(SPI - Speed Performance Index) : تم تطوير مؤشر أداء السرعة (SPI) لتقييم كفاءة حركة المرور على الطرق الحضرية، يحسب هذا المؤشر كنسبة بين متوسط سرعة السيارة والسرعة القصوى المسموح بها، وذالك وفقاً للمعادلة التالية(He et al, 2016: 426) :

$$SPI = \frac{u}{v\max} * 100$$

- **شرح عناصر المعادلة:**
  - SPI : مؤشر أداء السرعة.
  - u : متوسط سرعة السفر، كم/ساعة.
  - $v\max$: السرعة القصوى المسموح بها على الطريق، كم/ساعة.

- **تفسير النتائج:**

الجدول (10) تصنيف مستويات حالة المرور بناءً على أداء السرعة

مؤشر أداء السرعة	مستوى حالة المرور	وصف حالة المرور
(25,0)	ازدحام شديد	سرعة متوسطة منخفضة، تدفق مروري ضعيف جداً
(50,25)	ازدحام خفيف/ متوسط	سرعة متوسطة منخفضة، تدفق مروري ضعيف نسبياً
(75,50)	انسيابية/ حركة سلسلة	زيادة في السرعة المتوسطة، تحسن في تدفق الحركة
(100,75)	انسيابية جداً/ حركة سلسلة جدا	سرعة متوسطة مرتفعة، تدفق مروري جيد

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على:

- He, F., Yan, X., Liu, Y. and Ma, L. (2016) 'A Traffic Congestion Assessment Method for Urban Road Networks Based on Speed Performance Index', **Procedia Engineering**, 137, pp. 425–433. doi:10.1016/j.proeng.2016.01.287,p 426.

يعكس الجدول رقم (10) تصنيفا لمستويات حالة المرور بناء على مؤشر أداء السرعة، حيث يتم تقسيم المؤشر إلى أربع فئات رئيسية تصف درجات الازدحام والانسيابية المرورية. تشير الفئة الأولى (0-25) إلى ازدحام شديد مع سرعة متوسطة منخفضة جدا، مما يعكس ضعفا في حالة المرور وزيادة في أوقات التنقل. أما الفئة الثانية (25-50)، فتمثل **ازدحاما خفيفا إلى متوسط**، حيث تظل السرعة المتوسطة منخفضة ولكن مع تحسن طفيف في تدفق الحركة. في المقابل، تعكس الفئة الثالثة (50 – 75) **حركة سلسلة و انسيابية** مع زيادة في السرعة المتوسطة وتحسن واضح في كفاءة المرور، وأخيرا تمثل الفئة الرابعة (75 – 100) **انسيابية عالية أو حركة سلسلة جدا**، حيث تكون السرعة المتوسطة مرتفعة، مما يعكس حالة مرور جيدة تتيح تنقلا سلساً وفعالا. يعكس هذا التصنيف أهمية مؤشر أداء السرعة في تحليل أنماط الحركة المرورية، حيث يساعد في تقييم كفاءة البنية التحتية واتخاذ قرارات مستدامة لتحسين شبكات النقل.

3- تقيم المؤشر في محافظة اربيل:

الجدول(11) السرعة القصوى المسموح بها وسرعة السيارات خلال اوقات الذروة وفي الظروف العادية على احد الطرق الرئيسية في محافظة اربيل

اسم الطريق	السرعة القصوى المسموح بها (كم/س)	سرعة السيارات خلال الذروة (كم/س)	سرعة السيارات في الظروف الحرة (كم/س)
أربيل – شقلاوة	100	60	90

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على مقابلات مع بعض السائيقين.

تعكس البيانات المستخلصة من الجدولين (11) و(12) واقع الازدحام المروري في أحد أبرز المحاور الرئيسية في محافظة أربيل، وهو طريق أربيل – شقلاوة. ويبرز التحليل المعتمد على السرعة الفعلية للسيارات خلال أوقات الذروة مقارنة بالظروف الحرة، إلى جانب تطبيق مؤشري وقت السفر (TTI) وأداء السرعة(SPI) ، مدى تأثير الازدحام على كفاءة التنقل في هذا الطريق الحيوي.

وفقاً للبيانات المستخلصة، فإن السرعة القصوى المسموح بها على الطريق تبلغ (100كم/س)، بينما تسجل السرعة خلال أوقات الذروة انخفاضا إلى (60كم/س)، وترتفع إلى (90كم/س) في ظروف التدفق الحر. هذا التباين بين السرعات

يعكس وجود اختناقات مرورية متوسطة خلال فترات الذروة، ويشير إلى تراجع كفاءة البنية التحتية في التعامل مع حجم الطلب المروري في تلك الأوقات.

بتطبيق مؤشر وقت السفر(TTI) ، والذي يقيس الفرق النسبي بين وقت السفر خلال الازدحام ووقت السفر في الظروف الحرة، يظهر أن القيمة المحسوبة هي (1.5) ويعني هذا أن زمن الرحلة خلال الذروة يزيد بنسبة (50%)عن الزمن في الظروف الطبيعية، مما يشير إلى ازدحام مروري معتدل يتطلب اتخاذ إجراءات تحسين، مثل إدارة الحركة المرورية أو تحسين وسائل النقل العام.

أما بالنسبة إلى مؤشر أداء السرعة(SPI) ، فقد بلغت القيمة (60)، وهو ما يضع حالة المرور في نطاق حركة سلسلة وفقا للتصنيف المعتمد، مما يعكس أن متوسط السرعة لا يزال مقبولا نسبيا مقارنة بالسرعة المسموح بها، رغم الازدحام في ساعات الذروة.

الجدول (12) مؤشرات أداء المرور

الطريق	مؤشر وقت السفر(TTI)	مؤشر أداء السرعة(SPI)
أربيل – شقلاوة	1.5	60

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على نتائج تطبيق المؤشرات الازدحام المروري بناء على بيانات الجدول رقم (11)

ثامنا: مؤشر نسبة استخدام وسائل النقل العام:

1- تعريف المؤشر:

مؤشر نسبة استخدام وسائل النقل العام هو النسبة المئوية للسكان الذين يعتمدون على وسائل النقل العامة كوسيلة رئيسية للتنقل. يشمل ذلك جميع أنماط النقل العام مثل الحافلات، القطارات، المترو والترام، ويعد النقل العام عنصراً أساسياً من تعزيز التنمية المستدامة، حيث يسهم في تحسين إمكانية الوصول إلى الخدمات الأساسية ويوفير بديلاً اكثر استدامة لوسائل النقل الخاصة(UN-Habitat, 2021:1).

2- المعادلة الأساسية للمؤشر :

يحسب هذا المؤشر وفقاً للمعادلة التالية: $PU = \frac{PTU}{TP} * 100$

أ- شرح عناصر المعادلة:

- Public Transport Utilization (PU) نسبة استخدام وسائل النقل العام(%) .
- Public Transport Users (PTU) عدد مستخدمي وسائل النقل العام خلال فترة زمنية محددة (يوميا، شهريا، سنويا).
- **Total Population**أو **Total Passengers** (TP) إجمالي عدد السكان أو إجمالي عدد المسافرين في المنطقة خلال نفس الفترة الزمنية.

ب- تفسير النتائج:

- **ارتفاع نسبة استخدام وسائل النقل العام: يشير إلى نجاح السياسات العامة في تشجيع النقل المستدام، مما يؤدي إلى تقليل الازدحام المروري، خفض الانبعاثات الكربونية، وتحسين جودة الهواء، كما يعكس توفر بنية تحتية فعالة للنقل العام وسهولة الوصول إليها(World Bank,2024).**
- انخفاض نسبة استخدام وسائل النقل العام: يدل على اعتماد أكبر على وسائل النقل الخاصة، مما قد يسبب زيادة التلوث، ارتفاع تكاليف التنقل، وزيادة الضغط على الطرق والمرافق الحضرية، قد يشير أيضاً إلى نقص في خدمات النقل العام أو عدم كفاءتها (World Bank, 2020).

3- تقيم المؤشر في محافظة اربيل:

يعرض الجدول رقم (13) نسبة استخدام وسائل النقل العام في محافظة أربيل، حيث يظهر أن عدد المستخدمين اليوميين لهذه الوسائل يبلغ حوالي (139,188) شخصا من بين إجمالي سكان المحافظة البالغ عددهم (2,440,560) نسمة. تمثل هذه القيمة نسبة (5.70%) فقط من السكان، مما يشير إلى أن الاعتماد على وسائل النقل العام في أربيل لا يزال محدودا نسبيا. يعود هذا الاستخدام المنخفض إلى عدة عوامل محتملة منها محدودية توافر وسائل النقل العام الحديثة، وعدم كفاية البنية التحتية الداعمة، بالإضافة إلى تفضيل السكان استخدام وسائل النقل الخاصة. هذا المعدل يضع تحديا أمام السياسات المحلية في تعزيز دور النقل العام كوسيلة نقل مستدامة تساهم في تقليل الازدحام المروري والانبعاثات البيئية. ومن ثم، فإن تعزيز جودة وكفاءة خدمات النقل العام يعد خطوة ضرورية لتحقيق التنمية المستدامة وتحسين نوعية حياة السكان في محافظة أربيل.

الجدول(13) نسبة استخدام لوسائل النقل العام في محافظة اربيل (ليوم واحد)

المؤشر	القيمة
عدد المستخدمين لوسائل النقل العام (يوميا)	139,188 شخصا
عدد السكان	2,440,560 نسمة
نسبة استخدام وسائل النقل العام	% 5.70

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على نتائج تطبيق المؤشر بناء على بيانات الجدول رقم (3)

1) أحمد، نبز عزيز .(2024) الانعكاسات الاجتماعية للنقل العام في إقليم كوردستان العراق (دراسة ميدانية في مدينة أربيل)، أطروحة دكتوراه في فلسفة علم الاجتماع، قسم علم الاجتماع، كلية الآداب، جامعة صلاح الدين، ص 75-98.

4- موقع محافظة اربيل مقارنة ببعض الدول العالم:

يقدم الجدول (14) مقارنة بين نسبة استخدام وسائل النقل العام في محافظة اربيل وبعض الدول العالمية. يظهر أن محافظة اربيل يسجل نسبة منخفضة تبلغ (5.70%) في استخدام وسائل النقل العامة، مقارنة بالدول الأخرى المدرجة في

الجدول، على سبيل المثال، تأتي كوريا الجنوبية في المرتبة الأعلى بنسبة (41%)، تليها اليابان بنسبة (30%)، مما يعكس استخداما واسعا وفعالاً لوسائل النقل العام في هذه الدول بفضل البنية التحتية المتطورة. في المقابل، دول مثل ألمانيا وبولندا والنمسا والمملكة المتحدة تسجل نسبا تتراوح بين (24% و39%)، مما يشير إلى اعتماد كبير على النقل العام في المدن الكبرى. من جهة أخرى، تسجل الولايات المتحدة نسبة منخفضة تصل إلى (13%) بسبب الاعتماد الكبير على السيارات الخاصة. يشير هذا الجدول إلى أن محافظة اربيل يعاني من تحديات في تطوير وتوسيع نظام النقل العام مقارنة ببعض الدول المتقدمة .

الجدول (14) نسبة استخدام وسائل النقل العام في محافظة اربيل و بعض الدول العالمية

الدولة/المحافظة	النسبة	الدولة/المنطقة	النسبة
محافظة اربيل	%5.70	اليابان	%30
كوريا الجنوبية	%41	ألمانيا	%27
بولندا	%39	المملكة المتحدة	%24
النمسا	%34	فرنسا	%23
المكسيك	%33	الولايات المتحدة	%13

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على بيانات جدول (13) و

- Statista, 2025. **Share of commuters that take public transport**. Available at: https://www.statista.com/chart/30882/share-of-commuters-that-take-public-transport/ (Accessed 6 \3\ 2025).

الاستنتاجات

1. يظهر تحليل مؤشر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتج عن وسائل النقل في محافظة اربيل أن الشاحنات العاملة بوقود الديزل تشكل المصدر الرئيسي للانبعاثات الكربونية، مما يعكس العبء البيئي الكبير الذي يفرضه قطاع النقل البري، خاصة في ظل التوسع السكاني والعمراني، وتأثيره السلبي على جهود تحقيق تنمية النقل المستدام، وهذا يعني النقل في محافظة اربيل غير صديقة للبيئة ويؤدي الى زيادة الانبعاثات الضارة بالبيئة.
2. يظر تحليل مؤشر نسيب الفرد من **انبعاثات الكربون في قطاع النقل**، يسجل محافظة اربيل معدلاً مرتفعاً لانبعاثات الكربون للفرد في قطاع النقل (5.35طنCO_2) للفرد، وهو معدل يفوق المتوسط العالمي الذي (1.9)، ما يدل على الاعتماد المفرط على السيارات الخاصة والوقود الأحفوري، وضعف منظومة النقل العام، وهذا يعني أن قطاع النقل يؤدي الى زيادة الكربون والانبحاثات الأخرى الضارة بالبيئة.
3. يعد مؤشر استهلاك الوقود لكل كيلومتر أداة رئيسية في تقييم كفاءة أنظمة النقل وتأثيرها البيئي والاقتصادي. وتشير بيانات عام (2024) إلى أن الاستهلاك السنوي للوقود في محافظة اربيل بلغ نحو (4.98) مليار لتر، وهذا يعني أن قطاع النقل في محافظة اربيل ذات كلفة عالية وتستخدم الطاقة الاحفورية وليست طاقة متجددة.
4. يظهر تحليل مؤشر الكفاءة البيئية للنقل لعام (2024) سجلت محافظة اربيل كفاءة بيئية عالية بمعدل (2.25)كم/كغCO_2 .
5. سجلت محافظة أربيل معدلات حوادث مرورية منخفضة نسبيا، حيث بلغ معدل الحوادث 39 لكل 100,000 نسمة، و48 لكل 100,000 كم من الطرق، و73 لكل 100,000 سيارة. تشير هذه الأرقام إلى مستوى معتدل من المخاطر المرورية في المحافظة، مما يستدعي مواصلة الجهود لتحسين السلامة وتعزيز التدابير الوقائية.
6. بالاعتماد على نتائج المؤشر السلامة المرورية، تظهر محافظة أربيل مستوى جيداً من السلامة المرورية، إذ تسجل معدلات منخفضة نسبياً للوفيات والإصابات سواء بالنسبة لعدد السكان أو السيارات أو أطوال الطرق. وتشير هذه النتائج إلى وجود بنية تحتية مرورية مقبولة وإجراءات تنظيمية ساهمت في تقليل آثار الحوادث. ومع ذلك، لا تزال هناك حاجة لمواصلة الجهود في تحسين صيانة الطرق، وتطبيق الأنظمة الذكية، وتعزيز التوعية لضمان بيئة مرورية أكثر أماناً واستدامة.
7. مؤشر الازدحام المروري، يظهر تحليل مؤشري وقت السفر (TTI) وأداء السرعة (SPI) أن الازدحام المروري يشكل تحديا متصاعداً أمام كفاءة النقل الحضري،وهذا يعني أن القطاع غير مرنة وغير مؤمونة وذات الكفائة متدنية اي غير ميسورة.
8. تظهر البيانات يعاني محافظة اربيل من انخفاض واضح في معدلات استخدام وسائل النقل العام (5.7%) مقارنة بالدول المتقدمة، ما يعكس ضعف الاستثمارات في هذا القطاع، وتفضيل السكان لاستخدام السيارات الخاصة، وهو ما يفاقم من مشكلات الازدحام والتلوث ويقوض جهود الاستدامة البيئية. وهذا يعني النقل غير مؤمونة وغير ميسورة وغير صديقة للبيئة.
9. تظهر هذه المؤشرات أن تنمية النقل المستدام في محافظة أربيل تواجه تحديات متعددة، تشمل الجوانب الجغرافية، الاجتماعية، المالية، والديموغرافية، بالإضافة إلى ضعف البنية التحتية، مما يعيق تنفيذ الخطط الاستراتيجية في هذا المجال. ويعكس ذلك غياب الخدمات الكافية وعدم توفر الهياكل الأساسية والبنية التحتية الحديثة. كما أن استمرار الاعتماد على البنية التحتية التقليدية يؤثر سلبًا في فرص تحسين جودة الحياة وتحقيق أهداف التنمية المستدامة في محافظة أربيل.
10. على الرغم من الإنفاق المخصص لقطاع النقل، لا تزال عملية تطوير البنية التحتية في محافظة اربيل محدودة ولا ترتقي إلى مستوى التحول النوعي المطلوب نحو نموذج النقل المستدام. حتى الآن، لا توجد شبكات سكك حديدية أو خطوط ترام داخلية، بينما يعتمد النقل العام على سيارات قديمة لا تتماشى مع المعايير البيئية الحديثة، مما يضعف من فرص تقليل الانبعاثات الكربونية وتعزيز الكفاءة التشغيلية.
11. بناء على المعطيات السابقة، يمكن الاستنتاج أن البنية التحتية للنقل المستدام في إ محافظة اربيل ما زالت في مراحلها الأولية وتعاني من ضعف واضح.

12. يشكل غياب شبكات نقل عام فعالة أحد أبرز التحديات، في محافظة اربيل ، التي تعتمد بشكل كبير على السيارات الخاصة في ظل غياب خدمات نقل جماعي تغطي المناطق الحضرية والريفية بشكل كاف. هذا النقص يسهم في تفاقم مشكلات الازدحام والتلوث ويحد من فرص الانتقال نحو نموذج تنقل مستدام.
13. أخيراً تستنتج بأن قطاع النقل في محافظة اربيل يعاني من نقص ومشاكل في إتاحة الخدمات والهياكل الأساسية للقطاع النقل، وحسب نتائج مؤشرات والارقام الرسمية، النقل في محافظة اربيل غير مؤمونة وذات كلفة العالية وغير ميسورة وزيادة الكربون والانبعاثات الاخرى الضارة بالبيئة، وهذا يعني أن القطاع النقل في محافظة اربيل غير مستدامة ويواجه التحديات الاقتصادية والبيئية والمالية والفنية والاجتماعية.

التوصيات

1. لأجل تحقيق التحول نحو نظام نقل منخفض الانبعاثات، توصي الدراسة بضرورة اعتماد سياسات شاملة تهدف إلى الحد من الانبعاثات الكربونية في قطاع النقل، ويشمل ذلك التوسّع في استخدام مصادر الطاقة النظيفة، وتعزيز الاعتماد على السيارات الكهربائية والهجينة، أو منخفضة الانبعاثات، إلى جانب تشجيع أنماط النقل غير الآلي كالمشي وركوب الدراجات. كما تبرز أهمية الحد من الاعتماد على السيارات العاملة بالوقود الأحفوري، ولا سيما الشاحنات التي تستخدم وقود الديزل. وفي هذا السياق، توصى الدراسة بفرض ضرائب بيئية على السيارات القديمة وعالية التلوث، مع تقديم إعفاءات أو حوافز ضريبية للسيارات الصديقة للبيئة، بما يتماشى مع متطلبات التحول نحو تنمية النقل المستدام.
2. لأجل تحفيز النقل العام والمستدام، توصي الدراسة بتشجيع استخدام وسائل النقل العام من خلال تطوير بنيتها التحتية، وتحسين جودتها وكفاءتها، وضمان توفرها بتكلفة ميسورة. وينبغي إعطاء الأولوية لتوسيع وتحسين خدمات النقل العام عبر شبكات حديثة تشمل الحافلات، والقطارات، والمترو. كما يوصى بإنشاء مراكز نقل متعددة الوسائط في المحافظة لربط مختلف وسائل النقل، بما يسهل التنقل السلس بينها، وبالتالي يخفف من الازدحام المروري والانبعاثات الضارة. ونظرا لارتفاع كلفة إنشاء أنظمة المترو، توصي الدراسة بالاستفادة من نموذج النقل السريع بالحافلات(BRT) ، كما في تجربة البرازيل، من خلال تطوير هذا النظام وتخصيص ممرات خاصة له في المدن الرئيسية. كما ينبغي دمج هذا النظام مع التخطيط الحضري، وتعزيز التكامل بين النقل الجماعي واستخدامات الأراضي.
3. نظرا لما يتميز به محافظة اربيل من تضاريس جبلية، توصي الدراسة، في إطار تعزيز التكامل والعدالة في خدمات النقل، بضرورة ضمان توزيع عادل وشامل لخدمات النقل بين المناطق الحضرية والريفية، من خلال تخطيط متكامل يراعي سهولة الوصول لكافة فئات السكان. ويسهم ذلك في تعزيز الإدماج الاجتماعي، وتقليص الفجوات التنموية بين المناطق المختلفة.
4. لأجل الاستثمار في نظم النقل الذكية، توصي الدراسة بتطوير منظومة النقل من خلال توظيف التكنولوجيا الحديثة، مثل نظم النقل الذكي والمراقبة البيئية، بما يسهم في تحسين كفاءة الإدارة الحضرية، وتقليل استهلاك الوقود والزمن والتكاليف، إضافة إلى زيادة مرونة النظام في مواجهة التحديات المستقبلية. ويمكن الاستفادة من التجربة اليابانية في هذا المجال، من خلال تبني تقنيات النقل الذكي(ITS) ، بما في ذلك أنظمة تحديد المواقع(GPS) ، ومعلومات حركة المرور الحية، ونظم الدفع الإلكتروني. إذ تسهم هذه الأنظمة في تقليل وقت التنقل، وخفض استهلاك الوقود، والحد من الانبعاثات الغازية.
5. لأجل تعزيز السلامة المرورية والحد من الحوادث، توصي الدراسة بوضع استراتيجية شاملة للسلامة المرورية، تهدف إلى تحسين مستويات الأمان في شبكة النقل. ويشمل ذلك تطوير البنية التحتية المرورية، وتطبيق معايير السلامة الحديثة، إلى جانب تعزيز الوعي المجتمعي بأهمية الالتزام بقواعد المرور. كما تشدد الدراسة على ضرورة تعزيز الرقابة على تطبيق قوانين المرور، وتشديد العقوبات على المخالفات الخطرة. وينبغي كذلك دمج مبادئ السلامة المرورية ضمن عمليات التخطيط العمراني المستقبلية، مع توفير بنية تحتية آمنة للمشاة وراكبي الدراجات. وتوصى أيضاً باعتماد آليات فعالة لرصد وتقييم أداء النظام المروري، بما يضمن التحسين المستمر في مستوى السلامة على الطرق.
6. لأجل خفض التكاليف الاقتصادية لقطاع النقل، توصي الدراسة بوضع استراتيجيات فعالة تستهدف تقليل التكاليف المباشرة، مثل نفقات الوقود، وصيانة السيارات، وأجور السائقين، وتكاليف شراء وسائل النقل، إلى جانب التكاليف غير المباشرة المرتبطة

بآثار الازدحام المروري، والتلوث البيئي، والوقت الضائع أثناء التنقل. ويتوقع أن ينعكس ذلك إيجابا على مستوى معيشة الأفراد، ويسهم في تقليل الأعباء المالية على الاقتصاد المحلي. كما تؤكد الدراسة على أهمية تشجيع استخدام وسائل النقل الجماعي ذات الكفاءة العالية، لما لذلك من دور في تقليل الكلفة الاقتصادية على المواطنين.

7. لأجل دعم التوعية والمشاركة المجتمعية، توصي الدراسة بإطلاق حملات توعوية تهدف إلى تعزيز ثقافة النقل المستدام لدى المواطنين، وتشجيع المشاركة المجتمعية في عمليات التخطيط واتخاذ القرار، بما يضمن استدامة المبادرات والسياسات المعتمدة. كما توصي بتطوير برامج تدريبية وتعليمية متخصصة في مجال النقل المستدام، بما في ذلك إدراج مفاهيم تنمية النقل المستدام ضمن المناهج الدراسية في مختلف المراحل التعليمية، بهدف إعداد كوادر محلية مؤهلة.
8. لأجل تعزيز الترابط بين تنمية النقل المستدام والتنمية المستدامة، توصي الدراسة بإعادة صياغة السياسات التنموية بما يضمن التكامل الفعال بين قطاع النقل والأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية للتنمية، بهدف تحقيق التنمية المستدام والتوازن بين احتياجات الحاضر ومتطلبات المستقبل. ويتطلب ذلك تعزيز المهارات المؤسسية والفنية للمخططين في قطاع النقل من خلال التعاون المستمر مع المنظمات الدولية ذات الخبرة في هذا المجال. كما تعتبر الدراسة أن تأمين مصادر تمويل متنوعة للمشروعات أمرا بالغ الأهمية، حيث يجب تعزيز الشراكات بين القطاعين العام والخاص وزيادة التمويل الدولي لدعم مشاريع النقل المستدام. بالإضافة إلى ذلك، تبرز أهمية ربط تنمية قطاع النقل بأهداف التنمية الاقتصادية والاجتماعية من خلال تخطيط متكامل يربط بين مشاريع النقل والاستثمار، وفرص العمل، والخدمات الاجتماعية، بما يسهم في تحسين جودة الحياة وتعزيز التنمية المستدامة في محافظة اربيل.
9. في ظل انتشار الدراجات النارية في المنطقة، يوصى بتنظيم استخدامها لضمان سلامتها البيئية والمرورية، مع تشجيع التحول نحو الدراجات الكهربائية.
10. توصي الدراسة إلى ضرورة إنشاء هيئة متخصصة ضمن الوزارات ذات العلاقة (مثل وزارة الداخلية، البلديات، الإعمار والإسكان، والاتصالات والمواصلات، والتخطيط)، تكون مسؤولة عن جمع البيانات المتعلقة بالنقل، وإصدار المؤشرات السنوية الخاصة بالنقل المستدام، وتنسيق الجهود بين المؤسسات الحكومية ذات الصلة. كما ينبغي أن تتولى هذه الهيئة تعزيز القدرات المؤسسية والتخطيط التشاركي، وضمان دمج مفاهيم الاستدامة في السياسات والتشريعات الوطنية. وتوصي الدراسة أيضا بتحفيز المشاركة المجتمعية من خلال حملات التوعية، بما يسهم في بناء استراتيجية متكاملة تدعم تنمية النقل المستدام في محافظة اربيل. بالإضافة إلى ذلك يوصى بتطوير هيئة مستقلة لتحليل بيانات النقل وتخطيطه بشكل تكاملي، بما في ذلك التنسيق مع القطاعات الأخرى مثل السياحة والتجارة.
11. لأجل تقليل استخدام السيارات الخاصة، توصي الدراسة بوضع سياسات تهدف إلى الحد من استخدامها داخل محافظة اربيل ، من خلال فرض ضرائب ورسوم على مواقف السيارات، وتوفير بدائل فعالة عبر شبكات النقل الجماعي. ويسهم ذلك في تقليل الازدحام المروري، وتحسين جودة الهواء، ويمكن في هذا السياق الاستفادة من التجربة الألمانية، التي اعتمدت على فرض سياسات ضريبية ورسوم على مواقف السيارات في المناطق الحضرية، إلى جانب تطوير شبكات نقل جماعي مدمجة وفعالة، مما ساهم في تقليل الاعتماد على السيارات الخاصة.

المصادر العربية

2) أحمد، نبز عزيز (2024). الانعكاسات الاجتماعية للنقل العام في إقليم كوردستان العراق (دراسة ميدانية في مدينة أربيل)، أطروحة دكتوراه في فلسفة علم الاجتماع، قسم علم الاجتماع، كلية الآداب، جامعة صلاح الدين.

3) بجاوية، سهام(2022). أهمية ترويج خدمات النقل في تحسين الصورة الذهنية لدى المسافر كوسيلة لدعم التنمية المستدامة في الجزائر، بحث منشور في مجلة دفاتر اقتصادية، المجلد: 13، العدد 01.

4) حكومة إقليم كوردستان – العراق (2024). وزارة الداخلية، المديرية العامة لمرور ، الشعبة الإحصاء، بيانات غير منشورة (بيانات تدقديرية لعام 2024).

5) حكومة إقليم كوردستان العراق (2023). وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء في إقليم كوردستان، **توقعات عدد سكان إقليم كوردستان على مستوى المحافظات والاقضية 2021 - 2040**، صفحة 15. متاح على https://krso.gov.krd/ku/. تاريخ الاسترجاع: 13 كانون الثاني 2025.

6) حكومة إقليم كوردستان العراق (2025). وزارة إعادة الإعمار والإسكان، الشعبة الإحصاء، بيانات غير منشورة.

7) حكومة إقليم كوردستان العراق (2025). وزارة الداخلية، المديرية العامة لمرور، الشعبة الإحصاء، بيانات غير منشورة.

8) حلمي، أمامة سمير و عبداللاه، محمود محمد عبد المنعم (2020). دور النقل المستدام في تعزيز تنافسية المقصد السياحي المصري، Journal of Tourism, Hotels and Heritage(JTHH). Vol. 6 No.1.

9) خلود، بودرع و شهرزاد، بوقجاني(2019). مساهمة قطاع النقل المستدام في تحقيق التنمية المستدامة عرض تجربتي الإمارات العربية المتحدة والجزائر، رسالة ماجستير، قسم علوم التسيير، معهد العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، المركز الجامعي عبد الحفيظ بوالصوف ميلة، الجمهورية الجزائرية الديموقراتية الشعبية.

10) شريط، وليد و غالم ، عبد الله(2021). المؤشرات البيئية للنقل المستدام في الجزائر - دراسة تحليلية -، بحث منشور في مجلة جامعة الأمير عبد القادر للعلوم الإسلامية. قسنطينة الجزائر، المجلد ،34، العدد 03.

11) شنبي، صورية(2017). إستخدام إستراتيجية النقل الذكي كأداة لدعم أدوات النقل المستدام"دراسة متطلبات التطبيق في الجزائر"، أطروحة دكتوراه، قسم علوم التسيير، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة محمد بوضياف – المسيلة، الجزائر.

12) عائشة، قندوز و عبد العليم،التاوني(2021).النقل المستدام في الجزائر (حالة النقل البري)، بحث منشور في مجلة جديد الاقتصاد،المجلد 16،العدد1.

13) عباس، سناء ساطع و عمران، يحيى تاية(2016). النقل المستدام والشكل الحضري، بحث منشور في المجلة العراقية للهندسة المعمارية، العدد 1.

14) عبدالعالي، بن شنة(2023).الاخطار المرورية في الجزائر مؤشراتها، أسبابها وآثارها دراسة ميدانية ولاية قسنطينة، أطروحة دكتوراه ، قسم التقنيات الحضرية والبيئة، معهد تسيير التقنيات الحضرية ، جامعة قسنطينة 03 صالح بوبنيدر ، الجزائر.

15) كمال، بايزيد(2014). أثر النقل البري على التنمية المستدامة "دراسة حالة الجزائر "، رسالة ماجستير، قسم علوم اقتصادية،كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر 3، الجزائر.

16) اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) (2021) .**الدليل الإرشادي الإقليمي حول إحصاءات حجم حركة المرور على الطرق (مركبات-كيلومتر)** .بيروت: متاح على https://www.unescwa.org/sites/default/files/pubs/pdf/regional-guideline-statistics-volume-road-traffic-arabic_1.pdf تأريخ السحب من الأنترنت: 1/3/ 2025.

17) مفتاح، مي ياسر عبد الظاهر (2020). دور القابلية للسير في تحقيق نظام نقل مستدام، Engineering Research Journal 166 .

18) منظمة الصحة العالمية (بدون تاريخ) .(WHO) معدل الوفيات الناجمة عن حوادث الطرق لكل 100,000 نسمة، [متاح عبر الإنترنت] على https://data.who.int/ar/indicators/i/B9D9E6A/D6176E2 تم الوصول إليه في 2025/3/10.

المصادر الاجنبية

1. Afrin, T. , Yodo, N. (2020).A Survey of Road Traffic Congestion Measures towards a Sustainable and Resilient Transportation System, **Sustainability** journals, 12(11), p. 4660.
2. **Al Haji, G.** (2005). **Towards a Road Safety Development Index (RSDI), Development of an International Index to Measure Road Safety Performance** ,Licentiate Thesis No. 1174. Linköping University, Sweden.
3. **Botha, G., (2005).** Measuring Road Traffic Safety Performance, **Proceedings of the 24th Southern African Transport Conference (SATC 2005)**, 11-13 July 2005, Pretoria, South Africa.
4. Dhakras, B.S.,(2024). Study of Parameters in the Development of Sustainable Transportation System: A Case Study of Mumbai, India, Master's thesis, The University of Toledo, United States **of America (USA).**
5. Global Fuel Economy Initiative (GFEI), (no date). Understanding the problem: About Fuel Economy. Available at: https://www.globalfueleconomy.org/transport/gfei/autotool/understanding-the-problem/About_Fuel_Economy.asp [Accessed 28 February 2025].
6. Gudmundsson,H.(2004).Sustainable Transport & Performance Indicators,*Issues in Environmental Science and Technology*,(20),pp35-63.
7. He, F., Yan, X., Liu, Y. & Ma, L. (2016) 'A Traffic Congestion Assessment Method for Urban Road Networks Based on Speed Performance Index', **Procedia Engineering**, 137, pp. 425–433. doi:10.1016/j.proeng.2016.01.287,p 426.
8. He, F., Yan, X., Liu, Y. and Ma, L. (2016) 'A Traffic Congestion Assessment Method for Urban Road Networks Based on Speed Performance Index', **Procedia Engineering**, 137, pp. 425–433. doi:10.1016/j.proeng.2016.01.287.
9. **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 2, Chapter 2 - Stationary Combustion.**Available at: https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/arabic/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf [Accessed 20 Feb. 2025].
10. Ritchie, H. & Roser, M., (2024). **CO_2 emissions per capita**. Our World in Data. Available at: https://ourworldindata.org/grapher/co-emissions-per capita?tab=table (Accessed 22 \2\ 2025).
11. Ritchie, H. & Roser, M., (2024). **Per capita CO_2 emissions from transport**. Our World in Data. Available at: https://ourworldindata.org/grapher/per-capita-co2-transport?tab=table (Accessed 23 \2\ 2025).
12. Statista, 2025. **Share of commuters that take public transport**. Available at: https://www.statista.com/chart/30882/share-of-commuters-that-take-public-transport/ (Accessed 6 \3\ 2025).
13. Sztangret, I. (2020). Systemic Sustainable Development in the Transport Service Sector, Journal Sustainability, 12(22), 9925. https://doi.org/10.3390/su12229925.
14. U.S. Department of Energy, (2025). **Driving more efficiently**. Available at: https://www.energy.gov/energysaver/driving-more-efficiently [Accessed 3 \ 4\ 2025].
15. UNESCAP (2009). Eco-efficiency Indicators: Measuring Resource-use Efficiency and the Impact of Economic Activities on the Environment. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP), Bangkok, Thailand.
16. United Nations (2016). Mobilizing Sustainable Transport for Development, Analysis and Policy Recommendations from the United Nations Secretary-General's High-Level Advisory Group on Sustainable Transport. New York: United Nations.

17. United Nations Environment Programme (UNEP) (2023). **Emissions Gap Report 2023**. Retrieved from https://www.unep.org/interactives/emissions-gap report/2023/,(Accessed 5 March 2025).

18. **United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat)**, (2021). **Metadata for Sustainable Development Goal Indicator 11.2.1: Proportion of population that has convenient access to public**

19. **transport, by sex, age and persons with disabilities**. Available at: https://www.pcbs.gov.ps/SDGs/Goal11/Arabic/Metadata/110201.pdf , Accessed 5\3\ 2025.

20. Wang, W.-X., Guo, R.-J. & Yu, J., (2018). Research on road traffic congestion index based on comprehensive parameters: Taking Dalian city as an example. SAGY journals Advances in Mechanical Engineering, 10(6), pp.1-10. doi: 10.1177/1687814018781482.

21. **World Bank** (2024). **Transport Overview**, Retrieved from: https://www.worldbank.org/en/topic/transport/overview,Accessed 5\3 2025.

22. World Bank. (2020). **Can policy measures reduce the environmental impact of urban passenger transport?** [online] Available at: https://blogs.worldbank.org/en/transport/can-policy-measures-reduce-environmental-impact-urban-passenger-transport [Accessed 2 Apr. 2025].