التكنولوجيا والابتكار من أجل تطوير النقل البري

في البلدان العربية

ازدهارُ البلدان كرامةُ الإنسان

الأمم المتحدة
الاسكوا
ESCWA

الأمم المتحدة
الاسكوا
ESCWA

ازدهارُ البلدان كرامةُ الإنسان

رؤيتنا
طاقاتٌ وابتكار، ومنطقتُنا استقرارٌ وعدلٌ وازدهار

رسالتنا
بشغَف وعزْم وعَمَل: نبتكِر، ننتج المعرفة، نقدِّمُ المشورة،
نبني التوافق، نواكب المنطقةَ العربية على مسار خطة عام 2030.

يداً بيد، نبني غداً مشرقاً لكلِّ إنسان.

E/ESCWA/CL4.SIT/2020/2

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

التكنولوجيا والابتكار من أجل تطوير النقل البري

في البلدان العربية

الأمم المتحدة
بيروت

© 2021 الأمم المتحدة
حقوق الطبع محفوظة

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

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

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

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

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

جرى تدقيق المراجع حيثما أمكن.

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

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

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

مطبوعات للأمم المتحدة تصدر عن الإسكوا، بيت الأمم المتحدة، ساحة رياض الصلح،

صندوق بريد: 11-8575، بيروت، لبنان.

الموقع الإلكتروني: www.unescwa.org.

تمهيد

لطالما رافق تطور قطاع النقل تقدم التكنولوجيا، بحيث قامت الحلول التكنولوجية المبتكرة بتحويل ملامحه وتحديثها على مر العصور. ومن المتوقع أن تؤدي التطورات التكنولوجية الهائلة التي نشهدها اليوم، فضلاً عن تنوع الحلول المبتكرة المستحدثة، إلى تحويل قطاع النقل البري كما نعرفه وتعزيز كفاءته وسلامته وسهولة تنقُّل الأفراد فيه.

ويتواءم هذا التقرير مع المهمة المسندة إلى الإسكوا والمتعلقة باستخدام التكنولوجيا لأغراض التنمية والنقل واللوجستيات، ومع تحقيق أهداف التنمية المستدامة. ومن أهم القرارات الصادرة في هذا الصدد القرار A/RES/74/229 (تسخير العلم والتكنولوجيا والابتكار لأغراض التنمية المستدامة)، والقرار A/RES/72/212 (تعزيز الروابط بين جميع وسائط النقل لتحقيق أهداف التنمية المستدامة) والقرار A/RES/70/1 (تحويل عالمنا: خطة التنمية المستدامة لعام 2030).

وقد أُعِدَّ هذا التقرير استجابة لطلبات ممثلي البلدان الأعضاء في مناسبتين منفصلتين، أُولاهما كانت خلال الدورة الثانية للجنة التكنولوجيا من أجل التنمية التي انعقدت في بيروت عام 2019، والتي طلبوا في أثنائها أن تركز الإسكوا على التكنولوجيا والابتكار في سياقات خاصة وقطاعات مختارة. وكانت المناسبة الثانية عام 2018 خلال حلقة حوار للجنة النقل واللوجستيات، سلطوا في أثنائها الضوء على أهمية التطور التكنولوجي في قطاع النقل.

ويسعى التقرير إلى إظهار دور التكنولوجيا الرقمية في تحسين قطاع النقل البري، عن طريق مناقشة التكنولوجيات المتاحة والاتجاهات المستقبلية التي من شأنها النهوض بالتنمية في هذا القطاع. ثم إن التقرير يبرز وضع التكنولوجيات التمكينية والتطبيقات التكنولوجية الأكثر استخداماً في المنطقة العربية، ويقدم توصيات وأطر سياساتية لتمكين وتسهيل دمج التكنولوجيات الجديدة في النقل البري في البلدان العربية.

شكر وتقدير

أعدّت هذه الدراسة مجموعة الإحصاءات ومجتمع المعلومات والتكنولوجيا، بالتعاون مع مجموعة الرفاه الاقتصادي المشترك في اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا). وتولّت السيدة نبال إدلبي، رئيسة قسم الابتكار، والسيد يعرب بدر، المستشار الإقليمي للنقل واللوجستيات، قيادة الفريق المؤلف من: السيدة ليز دينر، موظفة معاونة لإدارة البرامج بقسم الابتكار، والسيدة هانيا ديماسي، كبيرة مساعدين لشؤون البحوث في الفريق المعني بتنسيق العمل على خطة عام 2030 وأهداف التنمية المستدامة، والمساعدون لشؤون البحوث السيد فؤاد غرة، والسيدة مايا حمود، والسيدة زاهرة أبو نواس، والمتدرب السيد مايكل عموري.

وتستند هذه الدراسة إلى تقرير موسّع أعده السيد رامي سمعان، كبير الخبراء في شؤون النقل، والسيدة سلام يموت، كبيرة الخبراء في التكنولوجيا. ويقر فريق الإسكوا بالمساهمات القيمة الواردة منهما. وقد نوقشت الدراسة خلال اجتماع افتراضي لمجموعة التركيز عُقد في 1 كانون الأول/ديسمبر 2020 في بيروت، واستُخدمت المعلومات والخبرات التي جرى تشاركها في سياق المناقشات لتعزيز محتوى هذه الدراسة.

ويود الفريق الإعراب عن شكره للسيد محمود حمد العبد اللات، أمين عام الاتحاد العربي للنقل البري، الذي اضطلع بالمراجعة الخارجية للأقران وللسيد أيمن الشربيني، رئيس قسم سياسات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في الإسكوا، الذي تولى المراجعة الداخلية للأقران. ويقر الفريق أيضاً بالدور القيادي والإشرافي للسيد يوراي رايكان، مدير مجموعة الإحصاءات ومجتمع المعلومات والتكنولوجيا.

موجز تنفيذي

يهدف هذا التقرير إلى تحديد دور التكنولوجيا والابتكار في تطوير قطاع النقل البري في المنطقة العربية، فالتقاطع بين قطاعي النقل والتكنولوجيا يتسم بأهمية بالغة. وفي واقع الأمر، وفّرت التكنولوجيا على مر العصور حلولاً مبتكرة حوّلت وحدّثت طرائق نقل البشر وملامح قطاع النقل بأكمله. وقد أتى نشر التقرير في الوقت المناسب، إذ إن القادة العرب بصدد البحث عن حلول في مجال النقل من شأنها أن تعود بفوائد اجتماعية واقتصادية وبيئية وتلبي في الآن ذاته احتياجات العدد المتزايد من سكان المدن. وبالتالي، يركز التقرير على الدور التحويلي للتكنولوجيا في النقل البري ويستعرض الجوانب ذات الأهمية، ألا وهي: البنى التحتية، والبيئتان القانونية والتنظيمية، ورأس المال البشري، والقدرة على الابتكار، وتوافر الأموال، والخدمات، والتشغيل، والحوكمة.

ويتألف التقرير من أربعة فصول.

ويتناول «الفصل الأول - الإطار المفاهيمي لنظام النقل والدور التاريخي للتكنولوجيا في قطاع النقل» الإطار المفاهيمي لنُظُم النقل، والتفاعلات بين بيئتها وعناصرها الداخلية التي تؤثر على أدائها. وتجدر الإشارة إلى أن العديد من نتائج التفاعلات هي في الواقع إيجابية ومستحسنة على صعيد نُظُم النقل، ولكن تتجلى نتيجتان سلبيتان ملحوظتان هما حوادث الطرق والتلوث البيئي. ويسرد هذا الفصل الفوائد الرئيسية لنُظُم النقل ذات الأداء الجيد ويقسّمها إلى فوائد اجتماعية واقتصادية وبيئية، علاوةً على مساهمتها في تحقيق أهداف التنمية المستدامة والدور التحويلي الذي يمكن أن تؤديه التكنولوجيات الجديدة في هذه النُظُم. ويقيّم الفصل الأول العلاقة بين التكنولوجيا ونُظُم النقل، ليستخلص أن التحولات في قطاع النقل تنتج عن عوامل تكنولوجية، غير أن القطاع يتأثر أيضاً بالتغيُّرات التي تطرأ في البيئة والمناخ، والعوامل الاقتصادية، والعوامل الجيوسياسية مثل الصراعات والحروب. وأخيراً، يستعرض الفصل الدور الذي لعبته التكنولوجيا في مجال النقل عبر التاريخ، من العجلة والشراع وصولاً إلى قطارات الهايبرلوب الفائقة السرعة. ويُجزئ التقرير التكنولوجيات الجديدة إلى التكنولوجيا الرقمية الناتجة عن الثورة الصناعية الرابعة، والتكنولوجيا غير الرقمية مثل استخدام المواد خفيفة الوزن في تصنيع المركبات، ونُظُم المركبات الذاتية القيادة، وقطارات الهايبرلوب. ومع ذلك، ومع أن التقرير يذكر هذه الأخيرة، فإنه يركز بصورة رئيسية على التكنولوجيات الرقمية.

ويقدّم «الفصل الثاني – حلول التكنولوجيا الرقمية في النقل البري»، الذي يقع في ثلاثة أجزاء، استعراضاً شاملاً للتكنولوجيات والنُظُم البرمجية والتطبيقات المستخدمة في قطاع النقل. ويصف الجزء الأول منه التكنولوجيات التمكينية أو الشروط المسبقة اللازمة لدمج التكنولوجيا الرقمية في قطاع النقل والتي تشمل الاتصال بشبكة الإنترنت، والاتصال بالشبكة المحلية، وعناوين الإنترنت، والإصدار السادس لبروتوكول الإنترنت، وإنترنت الأشياء، ونظام التموضع العالمي، ونظام المعلومات الجغرافية، والحوسبة السحابية، والبيانات الضخمة، والبيانات المفتوحة المصدر. ويصف الجزء الثاني منه النُظُم البرمجية المعتمدة لإدارة الشحن وحركة المرور والبنية التحتية والركاب. وفي واقع الأمر، ومع النمو السريع للحوسبة السحابية، باتت معظم تطبيقات النقل متاحة على السحابة على شكل «المنصة كخدمة» أو «البرمجيات الحاسوبية كخدمة» أو «التنقُّل كخدمة»، بخاصة تطبيقات إدارة الركاب. وأخيراً، يصف الجزء الثالث الاتجاهات التكنولوجية المستقبلية المرتقبة، بما في ذلك الذكاء الاصطناعي، وشبكات التواصل فيما بين المركبات، والحجيرات الحضرية. ومن التحديات التي تواجه تطبيق حلول التكنولوجيا الرقمية توافر المهارات الرقمية اللازمة، والمخاوف المتعلقة بالخصوصية والأمن، وإتاحة ما يلزم من مخصصات في الميزانيات، والتوجيهات السياساتية الواضحة، وأخيراً وليس آخراً، إتاحة البيانات لا سيما المفتوحة منها.

ويمثل «الفصل الثالث – وضع التكنولوجيا والابتكار في مجال النقل البري في المنطقة العربية» محاولة الإسكوا الأولى لاستكشاف الآثار والفرص التي يتيحها مجال التكنولوجيا الحديثة السريع التطور في قطاع النقل البري. و يرتكز تقييم هذا الفصل لاستخدام التكنولوجيات والابتكارات الجديدة على تحليل نتائج الاستبيانين المفصّلين اللذين أُرسلا إلى نقاط الاتصال الوطنية في كلا قطاعي النقل والتكنولوجيا. وكان الهدف منهما جمع بيانات عن التكنولوجيا والابتكار في إطار خدمات النقل البري. ووردت ردود من اثني عشر بلداً عربياً، وهي عينة كافية لإجراء تقييم عام. ويبيّن تحليل الردود أن البلدان كلها

تتشارك قدراً كبيراً من الاهتمام بتحسين نُظُم النقل الخاصة بها عبر اعتماد الحلول التكنولوجية. كذلك، يتضح من ردودها اختلاف مستويات التنمية فيها حالياً، فدول مجلس التعاون الخليجي في الصدارة تليها مباشرة دول مثل المغرب والأردن. ومن الملاحظات الشائعة أن تمويل نُظُم النقل العام يعتمد اعتماداً كبيراً على الأموال العامة في معظم هذه البلدان وأن العديد منها في طور التخطيط لنُظُم عدة يتناولها هذا التقرير.

ويقدم **«الفصل الرابع - الإطار السياساتي لترشيد الحلول التكنولوجية في نُظُم النقل»** توصيات سياساتية شاملة لجميع المجالات التي تؤثر على أداء نُظُم النقل القائمة على التكنولوجيا، وهي: الأطر التنظيمية المرنة؛ وتأمين التمويل لنُظُم النقل؛ والبيانات المفتوحة؛ وبيئة مؤاتية للابتكار الحيوي وريادة الأعمال؛ والحد من استهلاك الوقود؛ والخصوصية والأمن؛ وانتشار الاتصال الإلكتروني؛ وتوحيد المقاييس وقابلية التشغيل البيني. ويذهب هذا الفصل إلى أن الحوكمة والتنسيق بين مختلف أصحاب المصلحة، وكذلك البيئات التنظيمية المرنة، عوامل أساسية لنجاح المشاريع التكنولوجية والابتكارية. والواقع أن كثرة الشروط والمستلزمات للحصول على التراخيص والقيود ذات الصلة قد تؤدي إلى خنق الابتكار. كذلك، يبرز هذا الفصل الحاجة إلى تنمية رأس المال البشري عبر بناء القدرات وزيادة مهارات الإلمام بالتكنولوجيا الرقمية، سواء لتطوير نُظُم جديدة أو لتشغيل النُظُم الحالية التي سيعتمدها المستخدمون.

ويخلص التقرير إلى رسالة رئيسية مفادها أن التكنولوجيا الرقمية الجديدة تعيد تعريف النقل كما نعرفه، مع ما يترتب على ذلك من آثار اجتماعية واقتصادية واسعة النطاق على المواطنين العاديين ومقدمي الخدمات وصانعي السياسات على حد سواء. ولكن يسلط التقرير الضوء أيضاً على أن الدول العربية لم تحرز تقدماً ملحوظاً في هذا الشأن، فقد أخفقت حتى الآن في استخدام التكنولوجيا والابتكار باعتبارهما محركين ضروريين لتحقيق اقتصاد منتج. وهذا يعني أنه لا بد من تكثيف الجهود على مستوى سياساتي شامل من أجل إنشاء بيئة مؤاتية للابتكار تدعمها آلية عملية للحوكمة. ومن المرجح أن تتشكل نُظُم النقل مستقبلاً عبر إرساء توازن جديد بين القوى التي تحافظ على اتساق تلك النُظُم. و ستحدد ملامح النقل في المستقبل من خلال مسائل رئيسية تتمثل في نقل الركاب والبضائع بسرعة وبأعداد أكبر، وبسلامة وبكفاءة أعلى.

المحتويات

تمهيد 03
شكر وتقدير 04
موجز تنفيذي 05
المحتويات 07
مقدمة 09

1 **الإطار المفاهيمي لنظام النقل والدور التاريخي للتكنولوجيا في قطاع النقل** 11
ألف. لمحة عن الإطار المفاهيمي لنظام النقل 12
باء. العلاقة بين التكنولوجيا وقطاع النقل 16
جيم. التكنولوجيات الناشئة في مجال النقل البري 20
دال. مزايا وفوائد الابتكار وتطبيقات التكنولوجيا الرقمية في قطاع النقل 22

2 **حلول التكنولوجيا الرقمية في النقل البري** 25
ألف. التكنولوجيات التمكينية في مجال النقل البري 26
باء. تطبيقات التكنولوجيا في مجال النقل البري 39
جيم. الاتجاهات المستقبلية في مجال النقل البري 47
دال. تحديات تطبيق الحلول التكنولوجية 50

3 **وضع التكنولوجيا والابتكار في مجال النقل البري في المنطقة العربية** 53
ألف. تحليل تطبيقات التكنولوجيا في مجال النقل البري في المنطقة العربية 55
باء. الاستبيان حول التكنولوجيا 66

4 **الإطار السياساتي لتعميم الحلول التكنولوجية في نُظُم النقل** 73
ألف. الأطر التنظيمية المرنة 75
باء. تمويل نُظُم النقل 76
جيم. البيانات المفتوحة والبيانات الضخمة 77
دال. بيئة مؤاتية للابتكار الحيوي وريادة الأعمال 78
هاء. الحد من استهلاك الوقود 79
واو. الخصوصية والأمن 80
زاي. توسيع الترابطية 80
حاء. توحيد المقاييس وقابلية التشغيل البيني 81

الخلاصة 83
الحواشي 84
المراجع 86

قائمة الجداول

الجدول 1. الروابط بين نُظُم النقل وأهداف التنمية المستدامة 19
الجدول 2. الطرق العامة في الريف – استخدام التكنولوجيات بحسب البلد 56
الجدول 3. السكك الحديدية – استخدام التكنولوجيات الجديدة بحسب البلد 58
الجدول 4. الشوارع الحضرية – الوضع بحسب البلد 60
الجدول 5. النقل العام – الوضع بحسب البلد 63
الجدول 6. إدارة النقل البري وتشغيله والمعابر الحدودية – الوضع بحسب البلد 65

قائمة الأشكال

الشكل 1. التمثيل التخطيطي لنظام النقل........ 13
الشكل 2. العوامل التمكينية للثورة الصناعية الرابعة 21
الشكل 3. خمس تكنولوجيات في طليعة قطاع النقل 21
الشكل 4. البنية التحتية للوصول إلى الإنترنت 27
الشكل 5. نماذج طبقات بنية إنترنت الأشياء 30
الشكل 6. تطبيقات إنترنت الأشياء في مجال النقل 32
الشكل 7. تمثيل التنقُّل كخدمة 44
الشكل 8. استخدامات الذكاء الاصطناعي في مجال النقل 49
الشكل 9. الطرق العامة في الريف – الوضع من حيث التكنولوجيا 55
الشكل 10. الطرق العامة في الريف – النسبة المئوية لتغطية التكنولوجيات الجديدة بحسب البلد 57
الشكل 11. السكك الحديدية – الوضع من حيث التكنولوجيا 58
الشكل 12. السكك الحديدية – النسبة المئوية لتغطية التكنولوجيات الجديدة بحسب البلد 59
الشكل 13. الشوارع الحضرية – استخدام التكنولوجيات الجديدة في الدول العربية 60
الشكل 14. الشوارع الحضرية – النسبة المئوية لتغطية التكنولوجيات الجديدة بحسب البلد 61
الشكل 15. النقل العام – استخدام التكنولوجيات الجديدة 62
الشكل 16. النقل العام – النسبة المئوية لتغطية التكنولوجيات الجديدة بحسب البلد 63
الشكل 17. إدارة وتشغيل النقل البري والمعابر الحدودية – الوضع من حيث التكنولوجيا 64
الشكل 18. إدارة النقل البري وتشغيله والمعابر الحدودية – النسبة المئوية لتغطية التكنولوجيات الجديدة بحسب البلد 65
الشكل 19. تغطية الهاتف المحمول بحسب البلد........ 67
الشكل 20. وضع الترابطية في المنطقة العربية 68
الشكل 21. تمويل نُظُم تكنولوجيا المعلومات للنقل حسب البلد 69
الشكل 22. مصدر نُظُم تكنولوجيا المعلومات للنقل حسب البلد 69
الشكل 23. نُظُم تكنولوجيا المعلومات في النقل البري في الدول العربية 70
الشكل 24. التشريعات المتعلقة بالتكنولوجيا حسب البلد 71
الشكل 25. عدد البلدان حسب اللوائح التنظيمية المتعلقة بالتكنولوجيا 72
الشكل 26. الاستعداد لتنفيذ التكنولوجيات الناشئة في مجال النقل البري 72

قائمة الأطر

الإطار 1. تطبيق نُظُم النقل الذكية في قطر 24
الإطار 2. أمثلة على تطبيق إنترنت الأشياء في قطاع النقل 32
الإطار 3. بوسطن – تحدي البيانات الضخمة لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا 34
الإطار 4. دبي، مواصفات موجز النقل العام 38
الإطار 5. باريس – تشارك السيارات الكهربائية 46
الإطار 6. المملكة العربية السعودية – الإطار التنظيمي لخصوصية البيانات 51

مقدمة

أحدثت الاختراعات والابتكارات التكنولوجية على مر العصور تحولات هيكلية في أداء نُظُم النقل وفي البيئة الأوسع المحيطة بها. ومن المرتقب أن يؤدي التقدم الهائل الذي يشهده قطاع التكنولوجيا حالياً وتنوع التكنولوجيات الجديدة والحلول المبتكرة الناشئة إلى تغيير النقل البري من حيث هيكله والقوى العاملة فيه، ومن حيث تنقُّل الناس وحركة البضائع. والحاجة إلى هكذا تحول مرتكز على التكنولوجيا ضرورية للغاية في بلدان المنطقة العربية، وذلك لثلاثة أسباب رئيسية.

أولاً، إن عدد سكان المدن آخذٌ في الازدياد. فوفقاً للتقرير العربي للتنمية المستدامة 2020 الصادر عن الإسكوا، ازداد عدد سكان المدن في المنطقة العربية أكثر من أربع مرات بين عامي 1970 و2010، وسيزيد أكثر من مرتين بين عامي 2010 و2050[1]. كذلك، تشهد البلدان العربية ثاني أعلى معدل سنوي لنمو السكان في العالم، بنسبة تبلغ 1.9 في المائة. ونتيجةً لذلك، يُتوقع أن يعيش نحو 70 في المائة من سكان المنطقة في المدن بحلول عام 2050. وبالتالي، يصبح من الضروري تزويد المدن العربية بنُظُم نقل حديثة، وبالبنية التحتية اللازمة لدعم هذه النُظُم. ولكن للأسف، وحسبما سيبيّن هذا التقرير، تفتقر مدن عربية عديدة إلى البنية التحتية اللازمة، ويجب بالتالي البدء فوراً بالتخطيط لتوسيع شبكات النقل الخاصة بها.

ثانياً، ومع أن الاتجاهات التكنولوجية الرئيسية في الرقمنة متنوعة جداً، إلا أنها على مستويات متفاوتة من التطور في مختلف البلدان. وتواجه المنطقة العربية بوجه خاص عقبات كبيرة تحول دون تحقيق النمو المستدام في استخدام التكنولوجيا في قطاعات عدة. ويذكر تقرير «التكنولوجيا الرقمية من أجل التنمية: الآفاق العربية في عام 2030» الصادر عن الإسكوا أن معظم الدول العربية قد ركدت أو انخفضت مرتبةً خلال الفترة من 2010-2011 إلى 2016-2017 من حيث ترتيبها في مؤشرين دوليين هما مؤشر الجاهزية الشبكية ومؤشر الابتكار العالمي اللذين يتناولان على التوالي الاقتصاد الرقمي والابتكار[2]. لذا، فإن التركيز على تطبيق التكنولوجيات الجديدة في قطاع حيوي واحد، مثل النقل، من شأنه أن يساعد على قطع مسافة كبيرة نحو تطويرهما.

ثالثاً، وفي سياق تغيّر المناخ، فإن الأثر الضار لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي تولدها شبكات النقل في جميع المدن حول العالم سيؤدي، بحلول عام 2050، إلى ارتفاع معدلات التلوث ومستوى سطح البحر ارتفاعاً مفرطاً. ومن ثم يجب تطوير التكنولوجيا للحد من انبعاثات الكربون وتحقيق مستويات مستدامة في التنمية.

وبالتالي، ليس من المستغرب أن نجد الابتكار في مجال النقل في صميم المدينة المستقبلية «نيوم - ذا لاين» التي تضع المملكة العربية السعودية خططها، وهي «مدينة مليونية بطول 170 كم تحافظ على 95 في المائة من الطبيعة في أراضي نيوم، صفر سيارات، صفر شوارع، وصفر انبعاثات كربونية»[3]. وهذا المشروع يذهب إلى ما هو أبعد من مبادرة «مدينة دبي الذكية» الطموحة حيث تلعب نُظُم النقل المبتكرة دوراً محورياً أيضاً. ويظهر كلا المثلان أن القادة العرب يتطلعون فعلاً إلى الابتكار التكنولوجي في نُظُم النقل لتحقيق مستويات مستدامة في التنمية الاقتصادية والاجتماعية.

ومع ذلك، وبالرغم من أن بعض بلدان المنطقة أحرز تقدماً في اعتماد الابتكارات والتكنولوجيات الجديدة في مجال تطوير النقل، فإن استعراض الأدبيات يكشف عن قلة ما

نشر فيما يتعلق بالسياسات واللوائح التنظيمية وبالخيارات التكنولوجية المتاحة للبلدان.

ويسعى هذا التقرير إلى وضع دراسة أساسية حول استخدام التكنولوجيا والابتكار لتطوير النقل البري في البلدان العربية، ويهدف إلى تحسين المعرفة بدورهما في تحديث النقل البري في المنطقة. ويسعى التقرير تحديداً إلى دراسة النقاط التالية:

1. أهمية قطاع النقل البري من أجل التنمية الاجتماعية والنمو الاقتصادي؛ والأثر الإيجابي للتكنولوجيا والابتكار على السلامة والفعالية وسهولة التنقُّل والتخطيط في النقل البري.

2. دور التكنولوجيات الرقمية والناشئة في تحسين قطاع النقل البري على الصعيد العالمي وفي المنطقة العربية.

3. الإطار السياساتي اللازم لضمان استفادة البلدان من التكنولوجيات الجديدة في قطاع النقل البري، وتمكين استخدام التكنولوجيات الناشئة في هذا المجال في البلدان العربية.

ويستهدف هذا التقرير المسؤولين وصانعي القرار في الوزارات والجهات العاملة في قطاع النقل؛ والوزارات والمؤسسات المعنية بالتكنولوجيا عموماً وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات خصوصاً؛ والمنظمات الدولية والإقليمية؛ والعلماء المهتمين بهذه المسائل والباحثين من الأوساط الأكاديمية؛ والجمعيات المهنية والمدنية.

ويتناول الفصل الأول من التقرير الإطار المفاهيمي لنُظُم النقل، والدور التاريخي والحالي للتكنولوجيا في قطاع النقل، وفوائد استخدام التكنولوجيا في نُظُم النقل. ويبحث الفصل الثاني في الحلول الرقمية والتكنولوجية المتاحة في مجال النقل البري. ويتطرق الفصل الثالث إلى وضع التكنولوجيا والابتكار في مجال النقل البري في المنطقة العربية، مستخدماً في ذلك دراسة استقصائية مخصصة. ويقدم الفصل الرابع توصيات سياساتية لترشيد الحلول التكنولوجية لتخطيط النقل.

1

الإطار المفاهيمي لنظام النقل والدور التاريخي للتكنولوجيا في قطاع النقل

رسائل أساسية

- يُعَدُّ النقل أساسياً للتنمية الاقتصادية والاجتماعية في جميع البلدان، وللتعاون والاقتصادات الإقليمية والعالمية. وتتراوح قيمته المضافة بالنسبة إلى الناتج المحلي الإجمالي العالمي ما بين 6 و12 في المائة، وعادةً ما يوفر النقل من 5 إلى 8 في المائة من متوسط إجمالي العمالة الوطنية المدفوعة الأجر.
- تؤثر عوامل عدة على نُظُم النقل في جميع البلدان وتشمل الجغرافيا الطبيعية، والأوضاع الاجتماعية والاقتصادية، والبيئات التشريعية والهياكل المؤسسية، والسياقات والتوجُّهات السياسية، فضلاً عن مستويات التطور التكنولوجي.
- تؤدي التطبيقات التكنولوجية في النقل البري دوراً هاماً في إدارة الركاب والشحن، ولها آثار إيجابية على كفاءة خدمات النقل وسلامتها وموثوقيتها وسهولة التنقُّل عبرها.
- من شأن التكنولوجيات الرقمية الناشئة، مثل إنترنت الأشياء والبيانات الضخمة والبيانات المفتوحة والحوسبة السحابية والذكاء الاصطناعي، أن تجلب المزيد من التحولات إلى قطاع النقل البري بما سيؤدي إلى تحسين إدارته، وتعزيز كفاءته وسلامته، والحد من انبعاثات الكربون واستهلاك الوقود.

ألف. لمحة عن الإطار المفاهيمي لنظام النقل

يُعَدُّ النقل أساسياً للتنمية الاقتصادية والاجتماعية في جميع البلدان، وللتعاون والاقتصادات الإقليمية والعالمية. ولا يمكن تحقيق أي قيمة مضافة بدون نقل سلعة من مكان إنتاجها إلى مكان استهلاكها، ولا يمكن تحقيق التنمية الاجتماعية بدون ضمان تنقُّل الأشخاص اليومي لأغراض شتى مثل التعليم أو العمل أو التسوق أو الترفيه. وتتراوح القيمة المضافة لقطاع النقل إلى الناتج المحلي الإجمالي العالمي ما بين 6 و12 في المائة، وعادةً ما يوفر النقل من 5 إلى 8 في المائة من متوسط إجمالي العمالة الوطنية المدفوعة الأجر.

وتَنتُج خدمات النقل وأنشطته من تفاعلات معقدة بين عوامل خارجية وداخلية عديدة. وكما هو الحال بالنسبة إلى الظواهر المعقدة كلها، يتطلب التخطيط لقضايا النقل وإدارتها تطبيق «نَهج النُظُم» الملائم الذي يأخذ في الاعتبار التفاعلات المعقدة بين هذه العوامل[4]. وتطبيق نَهج النُظُم في تخطيط النقل وإدارته أصبح أكثر فأكثر القاعدة على الصعيد العالمي[5]، لكنه لم يطبّق بعد بصورة منهجية في المنطقة العربية.

ويكشف تطبيق نَهج النُظُم، باعتباره إطاراً لفهم النقل في المنطقة العربية، عن درجة كبيرة من التفاوت بين مختلف الدول العربية في معظم العناصر والأبعاد التي تم التطرق إليها. ويطرح ذلك تحديات واضحة أمام تحقيق نظام نقل متجانس متعدد الأنماط يُعَدُّ بمثابة العمود الفقري للتنمية العالمية والإقليمية المتوازنة والشاملة. ومع ذلك، ينبغي اعتبار هذه الفوارق أيضاً انعكاساً للتكامل المتأصل بين البلدان العربية. ثم إنّ هذه الفوارق تصبح أقل وضوحاً على الصعيد دون الإقليمي حيث يمكن اعتبار أن مجموعات البلدان تكمّل بعضها البعض على أساس القرب الجغرافي.

وتستدعي ديمومة العديد من البنى التحتية للنقل وارتفاع كلفتها تخطيطاً استراتيجياً على المدى الطويل، وأساساً تحليلياً لا يقتصر على النتائج التقليدية المرتقبة لتحليل التكاليف والفوائد فحسب، بل يجب أن يتناول كيف يمكن للاستثمارات الحكيمة أن تتيح فرصاً للتطوير في المستقبل[6].

والتخطيط، بخلاف العلوم، نشاط إرشادي وليس نشاطاً وصفياً[7]. فهدف المخطِط ليس مجرد وصف نظام النقل ومكوناته، بل اقتراح الطرق التي تمكّن من تغييرها وتحسينها. ولا يمكن للتخطيط أن يعتمد على معرفة ما ينبغي فعله بعد 20 عاماً، بل على معرفة ما ينبغي أو لا ينبغي القيام به الآن، مع مراعاة التطورات المستقبلية المحتملة[8].

ويدعم العديد من النتائج فكرة أن أي استراتيجية وطنية للبنى التحتية يمكن أن تركز على دعم الاستثمارات في البنى التحتية التي[9]:

أ. تخدم القطاع الإنتاجي الموجّه إلى التجارة الدولية؛

ب. تبيّن عن تكاملات شبكية مع الاستثمارات الأخرى في البنى التحتية؛

ج. تهيئ فرصاً جديدة للمزيد من الاستثمارات التي تشكل قيمة إضافية والتي تستفيد من المشروع الاستثماري الأولي.

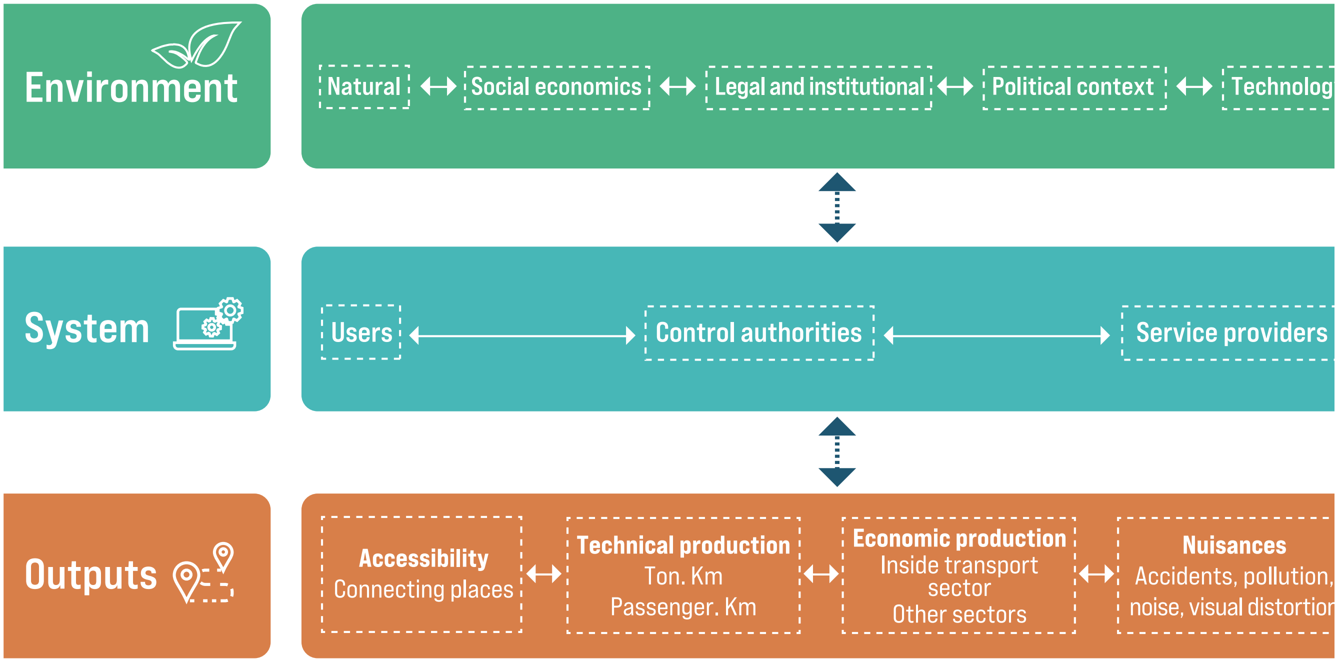
ويكتسي البعد المكاني أهمية كبيرة عند تقييم الأثر الاقتصادي للاستثمارات في مجال النقل. وعادةً ما يراعي التخطيط التقليدي الاحتياجات على المستويات المكانية التالية: المستوى الوطني (البلد)، والمستوى الإقليمي (دون الوطني)، والمستوى المحلي (الحضري أو الريفي).

وينحو التخطيط الحديث إلى أن يكون أكثر عملياتياً، بحيث تُستخدم نماذج التنبؤ لا لتحديد النتائج النهائية والأكيدة بل باعتبارها أدوات تفاعلية لدعم صانعي القرار وإنشاء مسار من الحوارات بين المخططين وغيرهم من المتخصصين وعموم الناس المعنيين بالمسألة قيد التخطيط[10]. لذلك، تستفيد شبكات النقل ذات الأهمية الإقليمية من إنشاء منصة للحوار المفتوح والشفاف لاستعراض أدوات التخطيط الوطني لنظام النقل تحقيقاً للرفاه العام الاقليمي.

وكان رايشمان قد اقترح عام 1983 أحد أفضل الأمثلة التخطيطية على نَهج النُظم في نظام النقل، كما هو مبيّن في الشكل 1 أدناه[11].

وينطلق التمثيل التخطيطي المبيّن في الشكل 1 من البيئة المباشرة لأي نظام نقل، ويشمل عدداً من العناصر التي تحدد ملامحه، ويبرز طبيعة الموارد المتاحة له لأداء وظائفه، والقيود والعقبات التي تواجه هذا الأداء. وفي مقدمة مكونات البيئة المباشرة يأتي المشهد الجغرافي الطبيعي، الذي يحدد المسافات الواجب قطعها بمختلف وسائل النقل؛ ومساحات الأراضي التي يمكن تخصيصها للبنى التحتية للنقل؛ والتضاريس والحواجز الطبيعية التي تواجه تنقُّلات الناس والبضائع، مثل البحار والأنهار والبحيرات والوديان والجبال والصحاري الرملية أو الجليدية. وتتمايز هذه المعالم الطبيعية بين البلدان المختلفة، بل وضمن البلد الواحد. ويحدد الوسط الجغرافي الإمكانات التي يمكن تسخيرها لأنشطة النقل وفقاً لمختلف الموارد الطبيعية التي تتيحها البيئة.

الشكل 1 . **التمثيل التخطيطي لنظام النقل**



المصدر: Reichman, 1983.

والوسط الاجتماعي والاقتصادي هو العنصر الثاني الذي يحدد احتياجات النقل، وهو يختلف بين بلد وآخر حسب مستوى الناتج المحلي الإجمالي وحصة الفرد منه، وحسب مستوى الأنشطة الاقتصادية في البلد وطبيعتها وتوزعها بين الإنتاج الزراعي أو التجاري أو الصناعي. كذلك، قد تؤدي طبيعة الهرم السكاني في البلد ودرجة النمو الديمغرافي فيه إلى اختلافات هامة في حاجات التنقُّل باختلاف البلدان.

ويشكل الجهاز التشريعي والهيكل المؤسسي العنصر الثالث من فئة البيئة المباشرة. ويحدد هذا العنصر إمكانيات ضبط أداء النظام، ويؤثر أيضاً في التحديات التي قد تطرحها قوى السوق، ويحدد الحوافز المتوفرة لتطور النظام والارتقاء بمستوى الخدمات المقدمة.

ويتأثر قطاع النقل بالمستوى التكنولوجي في البلد. وعلى أساس هذا المستوى تظهر الفوارق بين البلدان المتقدمة من جهة، التي توفر إمكانات تكنولوجية عالية المردود لتنفيذ وإدارة البنى التحتية لمختلف مرافق النقل، مثل إمكانات تنفيذ الأنفاق والجسور ونُظُم النقل الذكية؛ والبلدان النامية من جهة أخرى، التي لم تبلغ المستوى التكنولوجي المناسب بعد، أو التي لا يسمح لها سلم أولوياتها التنموية بالاستفادة من هذه التكنولوجيات المنتجة.

وللسياق السياسي في بلدٍ ما تأثير على النَهج المتبع لمعالجة مسائل النقل. فهذه الأخيرة تتأثر بالأولويات المعطاة للجوانب الاجتماعية والاقتصادية، وبالاتجاهات السائدة في الاقتصاد مثل تحريره كلياً أو جزئياً، وبزيادة تدابير الحماية بقصد تحقيق أهداف تنموية محددة على المديين المتوسط والبعيد.

ويتألف نظام النقل من ثلاثة عناصر هي: الركاب والبضائع، ومقدمو خدمات النقل، والسلطات الإدارية والهيئات التنظيمية. والركاب هم العنصر الأساسي في أي نظام نقل، وهم مجموعة الأشخاص الذين يحتاجون إلى التنقُّل من مكان إلى آخر بغية أداء أنشطتهم الاجتماعية والاقتصادية. ويفضل الركاب عادةً أن يتم نقلهم في وقت يناسبهم، وبأقصى درجة من السرعة، وبالكلفة الأيسر، وبأفضل ظروف الأمان والراحة. أما خدمات النقل فتقدمها عموماً شركات نقل الركاب (أو الناقلون)، باعتبارها جهات اقتصادية، باستخدام البنى التحتية والمرافق المتاحة لتحقيق أعلى ربح ممكن. ومن البديهي القول في هذا الإطار إن نوعية خدمات النقل المطلوبة لا تتحقق في معظم الحالات بالاعتماد البحت على التنافسية التي يفرضها قانون السوق. لذلك، لا بد من وجود سلطات وهيئات خاصة بالإدارة والتنظيم، تشرف على تحقيق التوازن بين المصالح المتعارضة للركاب والناقلين من خلال تحديد مواصفات ومعايير النقل التي تضمن مختلف شروط الراحة والأمن والسلامة.

وبعد شرح العناصر المكوّنة لنظام النقل، يوضح الشكل 1 نتائج عمل النظام، بعد تجميعها في أربع فئات، ثلاث منها هي نتائج إيجابية ومرغوبة لنُظُم النقل، وفئة واحدة سلبية.

والنتيجة الإيجابية الأولى لنظام النقل هي الربط بين الأماكن المختلفة، من خلال قابلية الوصول التي يتيحها النظام، وهي تشكل جوهره ووظيفته الأساسية. فالربط المكاني يحقق التواصل الاجتماعي والتبادل الاقتصادي اللذين لا يمكن للإنسان الاستغناء عنهما أينما كان. وتحقق نُظُم النقل الربط بين الأماكن المختلفة من خلال أنماط البنى التحتية التي تُعرف بالشبكات، وهي عبارة عن خطوط تتقاطع مع بعضها البعض في نقاط محددة. وهذه الخطوط هي شوارع المدن والطرق الخارجية بين المدن، وخطوط السكك الحديدية التي تتقاطع في المحطات المختلفة، وخطوط الطيران المتاحة للنقل الجوي المدني، وخطوط النقل البحري المنتظم ولا سيما بالحاويات. وإضافة إلى الربط الذي تحققه نقاط هذه الشبكات بين خطوطها المتعددة، تربط بعض النقاط بين أنماط النقل المختلفة: فالمطارات تربط بين الطرق وخطوط النقل الجوي، ومحطات النقل في الموانئ البحرية تربط بين النقل البحري والنقل البري بالطرق أو بالسكك الحديدية، ومحطات القطارات تربط بين النقل بالسكك الحديدية والنقل الطرقي بالوصلات الطرقية الطرفية التي لا بد منها في معظم عمليات النقل لإيصال الناس والبضائع إلى المقاصد النهائية، وبالعكس.

وتنتج من الربط المكاني الذي يؤمنه نظام النقل تدفقات مرورية على أقسام شبكات النقل المختلفة، تعبّر عما يسميه رايشمان «الأداء الفني» لنظام النقل. وتقاس هذه النتيجة الإيجابية الثانية بالكيلومترات التي يقطعها الركاب والبضائع (مليون راكب/كيلومتر ومليون طن/كيلومتر). ويزداد حجم التنقُّلات المرورية على أقسام الشبكات بمرور الزمن، وبما يتوافق مع النمو السكاني والاقتصادي. وعندما يصل حجم التدفقات المرورية إلى نسبة تتخطى السعة التصميمية لأقسام الشبكات يبدأ ازدحام المرور بالظهور، ما يسبب تراجعاً في مستوى راحة المستخدمين وهدراً لأوقاتهم. وهذا الوضع يدفع إلى زيادة السعة من خلال تحسين كفاءة استخدام الأقسام القائمة أو بناء أقسام جديدة، ضمن القيود التي تفرضها الجغرافيا والقانون على استخدام الأراضي لصالح شبكات النقل. ويؤمن التخطيط بعيد المدى في مجال النقل الحلول المناسبة لتلبية الاحتياجات المتزايدة للنقل على أقسام الشبكات، من خلال الموازنة بين التطور المرتقب لهذه الاحتياجات، والموارد المتاحة، ومختلف القيود المفروضة على استخدام الأراضي.

والنتيجة الثالثة الإيجابية لأداء نظام النقل تتعلّق بالإنتاج الاقتصادي. فالنشاط الاقتصادي يحقق زيادة في القيمة المضافة ونمو الناتج المحلي الإجمالي، سواء ضمن قطاع النقل بحد ذاته، نتيجة النشاط الاقتصادي للناقلين، أو من خلال مساهمة قطاع النقل في قطاعات أخرى مثل الزراعة والصناعة. فهذه القطاعات لا يمكنها أن تحقق نشاطها الاقتصادي بدون مشاركة قطاع النقل، مثلاً لنقل المنتجات الزراعية الجاهزة للاستهلاك، ونقل المواد الأولية اللازمة إلى المصانع، ونقل المنتجات المصنعة إلى أماكن الاستهلاك المختلفة.

وبالإضافة إلى النتائج الإيجابية الثلاث المرغوبة لنظام النقل، يترتب عن مختلف أنشطة النقل عدد من النتائج السلبية ذات الآثار الضارة على الصحة العامة والبيئة. وتأتي في مقدمة الآثار السلبية الحوادث المرورية (أو حوادث الطرق)، التي تؤدي إلى وفاة نحو 1.35 مليون شخص في العالم سنوياً، بالإضافة إلى الإصابات الجسدية التي تطال زهاء 50 مليون شخص آخر[12]. ويتمثل الأثر الجانبي الثاني للنقل في حجم التلوث البيئي الذي يسببه، ولا سيما تلوث الهواء الناجم عن انبعاثات الكربون المتأتية من الاعتماد شبه الكلي على مشتقات الطاقة الاحفورية (النفط والغاز). أما الحزمة السلبية الثالثة فهي التلوث الضوضائي ومصدره الضجيج الناتج عن حركة مرور المركبات في المدن وعلى الطرق السريعة، بينما تتمثل الحزمة الرابعة بالتشوه البصري للمشاهد العامة الذي تسببه بعض منشآت البنى التحتية للنقل، مثل الجسور الطرقية الضخمة والمعابر الفوقية للسكك الحديدية ضمن الوسط العمراني للمدن.

والتمثيل التخطيطي لنظام النقل المبيّن في الشكل 1 يسمح بتلمس العلاقات بين مختلف العناصر المكونة لبيئة النظام، والتأثيرات المتبادلة بين النظام والبيئة المحيطة به، ودور هذه العلاقات وآثارها في تحديد مسار تطوير النظام على النحو المبيّن أدناه.

ومن الملاحظ وجود علاقات متبادلة بين العناصر التي تكوّن البيئة المباشرة لنظام النقل. فالمشهد الجغرافي يؤثر بأشكال شتى على النمو الاجتماعي والاقتصادي، وبالتالي على نضوج البيئة التشريعية والهيكل المؤسسي. بيد أن هذه الظروف غير ثابتة، ويمكن أن تتغير مع الزمن نتيجةً لعوامل داخلية أو خارجية مثل التغيّرات المناخية الكبرى، ناهيك عن الأوبئة الزراعية الرئيسية التي شكلت عبر التاريخ دافعاً للهجرات الجماعية وما استتبع ذلك من تغيّرات شاملة في التركيبات الاجتماعية والسكانية. فمن بين الجوانب العديدة لبيئة نظام النقل، يبدو أن التكنولوجيا والابتكار يؤديان الدور الأهم في تعزيز سيطرة الإنسان على عناصر الطبيعة على جميع الأصعدة. فالحواجز الجغرافية التقليدية، مثل الأنهار والبحار، أمكن التغلب عليها بابتكار الملاحة. أما تطورها التكنولوجي فجعل من الحواجز القديمة قنوات للنقل المائي الذي يشكل حتى الآن نمط النقل الأرخص والأكثر عملية للشحنات الكبرى. والتاريخ حافل بالأمثلة على دور الابتكار والتطوير في إحداث تحولات جذرية في نُظُم النقل، أدت بدورها إلى تغيّرات مستدامة في طبيعة حياة البشر والأنشطة الاقتصادية، مثل اختراع العجلة، والمجداف، والشراع، والبوصلة، والمحرك البخاري، ومحرك الديزل، والحاويات، ونظام التموضع العالمي، وحزمة الابتكارات التكنولوجية المرافقة للثورة المعاصرة في مجال المعلوماتية والاتصالات. ومن المرجح أن يكون للإرادة السياسية دور فعال في تطوير نُظُم النقل، من خلال اتخاذ الحكومات قرارات حاسمة في تطوير البنى التحتية، والموانئ، والمحطات اللوجستية، أو صياغة سياسات استراتيجية برؤى استباقية تفتح آفاقاً جديدة في مجال النقل وتؤثر إيجاباً على حركة الاقتصاد في بلدانها.

وتحدد التفاعلات بين مختلف عناصر نظام النقل طبيعة أدائه ونتائجه في مرحلة زمنية محددة. وينبغي في هذا الصدد التمييز بين تأثيرات البيئة على النظام، التي يمكن أن تكون مباشرة وسريعة، وتأثيرات النظام على البيئة، التي غالباً ما تستغرق سنوات عدة للظهور. وينعكس التطور الدائم في نُظُم النقل في الانتقال من حالة مستقرة إلى حالة أخرى من الاستقرار. وقد يحصل ذلك تدريجياً أو بقفزات نوعية ليشكل كل انتقال حلقة أساسية في سياق المسار البعيد المدى. وتعكس هذه القفزات انقلابات في التوازن الهش لعوامل ضبط النظام، يمكن أن تنجم عن إنشاء بنية تحتية جديدة، مثل خط قطار بين منطقتين؛ أو تشغيل نمط نقل جديد بنتيجة تطور تكنولوجي معيّن، كالقطار عالي السرعة؛ أو تعديل تشريعي يسمح بدخول القطاع الخاص ميدان النقل الجوي على سبيل المثال. كذلك، قد يحصل انتقال نظام النقل من حالة إلى أخرى بنتيجة تزايد التأثيرات السلبية فيه، فتصبح الحاجة إلى مكافحتها أو تقليلها أكثر إلحاحاً.

ومن ثم، لا بد من فهم أوجه التفاعل بين العناصر (النُظُم الفرعية) المبيّنة في الشكل 1 لتحديد محركات التغيير في نظام النقل الذي يتسم، بحسب رايشمان، بانتقاله من حالة مستقرة إلى حالة أخرى من الاستقرار. وتختلف طبيعة هذه التفاعلات وتأثيرها على أداء النظام وتطوره باختلاف المستويات والسياقات. فأثر النواتج على النظام والبيئة قد يكون بطيئاً ولا يُرى إلا على المدى الطويل، في حين أن التغيّرات في عناصر البيئة الواسعة عادة ما تكون آثارها مفاجئة ومباشرة وكبيرة، ومن المرجح أن تسبب تحولاً بنيوياً عميقاً في طبيعة أداء النظام.

والجدير بالذكر أن التحولات في قطاع النقل قد تكون ناجمة عن تغيّرات في البيئة والمناخ وندرة الموارد، وهي عوامل شكلت عبر التاريخ دافعاً للهجرات الجماعية لشعوبٍ بأكملها من منطقة إلى أخرى. وكانت العوامل الاقتصادية الدافع الأساسي لما يسمى «عصر الاكتشافات البحرية» بين القرنين الخامس عشر والثامن عشر، وهو ما يعتبره البعض الحقبة الأولى من العولمة. وفي الواقع، كان الدافع الرئيسي البحث عن طرق بحرية مباشرة لربط البلدان الأوروبية بأراضي التوابل في الشرق، وتجنب الطرق التقليدية الأكثر تكلفة عبر الشرق الأوسط وأفريقيا التي يسيطر عليها سماسرة يزدادون جشعاً. أما اليوم، فقد تتسبب بعض الصراعات التي اندلعت في المنطقة العربية بعد عام 2011 في تحولات طويلة المدى لطرق نقل تقليدية حول البحر الأبيض المتوسط، مع ما يترتب على ذلك من آثار ملموسة على أنماط الإنتاج والتجارة في البلدان المعنية[13]. ومع ذلك، ومع مراعاة جميع العوامل الأخرى، تُعَدُّ التكنولوجيا والابتكار أداتين جيدتين للدفع بتغيّرات تحويلية في قطاع النقل البري. ومن المرجح أن تتشكل نُظُم النقل مستقبلاً عبر إرساء توازن جديد بين القوى التي تحافظ على اتساق تلك النُظُم. وملامح النقل في المستقبل ستحدده مسائل رئيسية تتمثل في نقل الركاب والبضائع بسرعة وبأعداد أكبر، وبسلامة وبكفاءة أعلى.

باء. العلاقة بين التكنولوجيا وقطاع النقل

1. لمحة تاريخية

لم يَعد الغرض من قطاع النقل مجرد تأمين نقل الأشخاص والسلع من مكان إلى آخر، بل تخطاه ليساهم في تحقيق الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. ونظراً لشدة تعقيد نُظُم النقل، يجب على الحكومات والمدن أن تعالج المتطلبات المتضاربة، فتؤمن نظام نقل آمناً وفعالاً وموثوقاً به ومراعياً للبيئة. فعلى نُظُم النقل أن تدعم الاقتصاد بتوفير خدمات نقل ميسورة التكلفة تُقدَّم عبر وسائل نقل عديدة. وعلى هذه النُظُم نفسها الحد من انبعاثات الكربون والنفايات إلى حدود قدرة الكوكب على استيعابها، والتخفيف إلى أدنى حد من استهلاك الموارد غير المتجددة مثل الوقود، والحد من استخدام الأراضي وإنتاج الضوضاء.

والدور الذي أدته التكنولوجيا في تشكيل نُظُم النقل هو دور تاريخي بدأ مع اختراع العجلة. ويتضح من تحليل تطور نُظُم النقل من منظور تاريخي أثر الابتكارات التكنولوجية في إدخال تحولات هيكلية وعميقة على نُظُم النقل في جميع أنحاء العالم. لذلك، فإن نُظُم النقل الحالية هي نتيجة تطور طويل اتسم بفترات من التغيّرات السريعة التي اقترنت بظهور تكنولوجيات جديدة. وفيما يلي أمثلة على بعض الاختراعات والابتكارات الرئيسية التي طبعت تاريخ النقل بإدخالها تحولات هيكلية على نظام النقل، امتد أثرها لاحقاً على المجتمعات واقتصاداتها.

أ. العجلة

لا شك في أن العجلة هي الاختراع الأكثر شهرة الذي أحدث ثورة في مجال النقل. وكان قد تم اختراعها في بلاد ما بين النهرين واستُخدمت أداةً لإنتاج الفخاريات نحو عام 3500 قبل الميلاد، وبعد ذلك لنقل الأشخاص والبضائع منذ عام 3200 قبل الميلاد. وتجدر الإشارة إلى أنه حتى بعد أكثر من 5000 سنة، لا تزال العجلة تهيمن إلى حد كبير على وسائل النقل البري حول العالم. ثم إن العجلة، بصرف النظر عن كونها مكوناً أساسياً في معظم المركبات، باتت عنصراً جوهرياً في التصميم الأساسي لمحركات الشاحنات والقطارات والسفن وحتى الطائرات. وهذا الاختراع ليس حكراً على مجال النقل، فهو يُستخدم في معدات التصنيع والمعالجة، وفي توليد الطاقة مثل مولدات الطاقة الكهرمائية والعنفات الريحية. ويمكن القول إنه لولا اختراع العجلة ربما لما نمت اقتصادات العالم إلى ما هي عليه اليوم[14].

ب. الشراع

ثاني أشهر اختراع في مجال النقل هو الشراع الذي استخدمه أولاً السومريون والمصريون القدماء لتسهيل الملاحة النهرية ثم الصينيون للملاحة البحرية مستعينين في ذلك بـ «الطوافات الثنائية». ونظراً لاعتماد الملاحة الشراعية على اتجاه الرياح، فقد تم استكمال السفن الشراعية بالمجاديف على مدى قرون عدة، ولم يتوقف استخدامها إلا في القرن الرابع عشر. ففي تلك الحقبة، باتت الأشرعة تدفع وحدها بالسفن التي كانت أكثر سرعة وتتطلب طواقم أصغر حجماً، مما قلل من كلفة تشغيلها. وكان الشحن عبر السفن الشراعية يعتمد إلى حد كبير على

الرياح الموسمية. وقد شهد عام 1431 بداية التوسع البحري الأوروبي مع اكتشاف البرتغاليين تيارات الرياح الدائرية في شمال المحيط الأطلسي، حيث تهب الرياح التجارية غرباً والرياح الغربية شرقاً، مما أنشأ الهيكل التجاري الثلاثي الذي فسح المجال أمام التوسع الاستعماري في الأمريكتين. وعُثر فيما بعد على أنماط مماثلة في المحيطين الهندي والهادئ بما يسمى الرياح الموسمية.

ج. السكك الحديدية والمحرك البخاري

قبل انطلاق الثورة الصناعية، كان النقل البري محدوداً من حيث السرعة والحجم ومكلفاً جداً. ففي القرن السادس عشر، كانت عربة النقل تعبر الريف الإنكليزي بسرعة متوسطية تبلغ 1.3 كم في الساعة؛ وبحلول أواخر القرن الثامن عشر، كانت كلفة نقل طن واحد من البضائع مسافة 50 كيلومتراً في الولايات المتحدة تعادل كلفة نقله عبر المحيط الأطلسي. وخلال تلك الفترة، بدأت أنظمة القنوات بالظهور في أوروبا فسمحت بأولى التنقُّلات الكبيرة للشحنات الضخمة في المناطق الداخلية وأسهمت بتوسيع نطاق التجارة الإقليمية.

وكان للنقل دور رئيسي في تهيئة بيئة ملائمة للثورة الصناعية، من خلال الاستخدام المعمّم للقنوات والممرات المائية الداخلية استناداً إلى مبدأ الأقفال للربط ما بين قطاعات مختلفة من النظام النهري وتحويلها إلى نظام شامل من شبكات المجاري المائية. ولولا نُظُم النقل المتقدمة هذه لاستحال نقل الكميات الهائلة من المواد الخام والفحم والمعادن والحبوب من أماكن إنتاجها إلى المراكز الصناعية الناشئة.

ومع أن المجاري المائية الداخلية الأولى اعتمدت على الحيوانات لشد السفن، فقد حقق النظام زيادة ملحوظة في الكفاءة مقارنة بالطرقات التقليدية. وعلى سبيل المثال، كانت أربعة خيول تستطيع شد عربة تزن طناً واحداً على مسافة 12 ميلاً في اليوم على طريق عادي، بينما كانت تشد صندلاً يزن 100 طن على مسافة 24 ميلاً في اليوم على قناة[15].

وفي عام 1698، اخترع توماس سافيري أول محرك عملي يعمل بالبخار على شكل مضخة مياه. فكان الجمع ما بين المحرك البخاري والعجلة التغيير الأساسي الذي أطلق الثورة الصناعية. وبفضل المحرك البخاري الموثوق الذي ابتكره جيمس واط عام 1765 بات بالإمكان زيادة الإنتاج مع خفض عدد الأشخاص والحيوانات، وبالتالي بكلفة أقل. وهكذا انطلقت الثورة الصناعية في إنكلترا وانتشرت في جميع أنحاء العالم بتوسيع نطاق التجارة والنقل.

وأدى اختراع المحرك البخاري المحمول على شكل قاطرة تعمل بالبخار إلى إنشاء أول نظام سكك حديدية تجاري عام 1826، وذلك بفضل القاطرة المعروفة بموثوقيتها التي ابتكرها جورج ستيفنسون (1781-1848). ومن المفارقات أن خطوط السكك الحديدية الأولى أنشئت باعتبارها مكملة لنُظُم القنوات المائية، لكن سرعان ما توسعت واتخذت شكل نظام نقل مستقل جديد تخطى مجموع السكك فيه 2000 ميل في إنكلترا وحدها بحلول نهاية عام 1843.

ومما لا شك فيه أن القاطرات البخارية غيرت طريقة نقل البضائع، أولاً في إنكلترا ثم في جميع أنحاء أوروبا وأمريكا الشمالية، فبات من الممكن نقل كميات أكبر من البضائع في وقت أقصر. وفي حالة أمريكا الشمالية مثلاً، أدى المحرك البخاري والسكك الحديدية دوراً أساسياً في تطوير الولايات المتحدة وكندا. وقد استُكملت نُظُم السكك الحديدية ووصلت إلى درجة النضج في أوائل القرن العشرين حين بلغت شبكة السكك الحديدية طولها الإجمالي الأقصى في معظم الاقتصادات المتقدمة النمو.

د. محرك الاحتراق الداخلي

من أهم الاختراعات التي أحدثت تغييراً جذرياً في التنقُّل الفردي هي محرك الاحتراق الداخلي، وتحديداً محرك غوتليب دايملر رباعي الأشواط (1889) الذي كان نسخة معدلة عن محرك رودولف ديزل (1885)، بالتزامن مع الإطار الهوائي لجون بويد دنلوب (1885). وأضفى الجمع بين هذين الاختراعين مرونةً ثورية على مركبات النقل من الباب إلى الباب، مثل السيارات الفردية والحافلات والشاحنات. وأدى إنتاج هذه المركبات على نطاق واسع باستخدام خطوط التجميع التي اعتمدها هنري فورد عام 1913 إلى إتاحة السيارات بأسعار معقولة وزيادة شعبيتها، ومهد السبيل أمام هيمنة طرق السيارات بحلول عام 1950. وأتاح توسيع شبكات الطرق السريعة بدوره قيام مستوطنات حضرية أقل كثافة، وأدى إلى ظهور أحياء سكنية في ضواحي المدن.

وابتداءً من النصف الثاني من القرن العشرين، ظهر تكامل مكاني بين الطرق والسكك الحديدية لنقل الأشخاص والبضائع. ويعتبر النقل الطرقي أكثر تنافسية للمسافات القصيرة بحدود 500 كيلومتر، في حين أن الاستثمارات في السكك الحديدية للنقل الثقيل مجدية اقتصادياً أكثر للمسافات التي تتراوح بين 500 و1,500 كيلومتر[16].

هـ. الاتصالات البرقية

كان لاختراع التلغراف على يد صمويل مورس عام 1844 دور هام في إدارة النقل البحري الدولي وأنظمة السكك الحديدية القارية. كذلك، أدى جهاز الاتصالات هذا إلى تحسين كفاءة المعاملات التجارية، فبات التفاعل بين مراكز الإدارة والإنتاج والاستهلاك يستغرق بضع ساعات فقط بدلاً من أسابيع.

و. الحاوية

إن استخدام الحاويات لنقل البضائع ليس بالفكرة الحديثة. فأول مثال على وسيلة نقل في منطقة البحر الأبيض المتوسط القديم، منذ العصر الحجري الحديث، هي الآنية الفخارية (يُطلق عليها تسمية «أمفورة» في اللغة اليونانية) التي استُعملت كوسيط لنقل منتجات مثل زيت الزيتون والعطور والنبيذ والحبوب بكفاءة وفعالية[17]. ويعتبر ذلك، إلى حد ما، استخداماً مبكراً لمفهوم «النقل بالحاويات» في النقل البري والبحري.

وتشير سجلات إلى الاستعانة بالحاويات منذ ثلاثينات القرن التاسع عشر لنقل خام المعادن والحجر الجيري والفحم في انكلترا وسيليزيا وأمريكا قبل إنشاء شبكات السكك الحديدية فيها، غير أنها كانت أصغر حجماً من الحاويات الحديثة وتتراوح سعة معظمها بين 5 و10 أطنان[18].

ويُعزى تاريخ الحاويات الحديثة إلى مالكولم ماكلين، الملقب بـ «والد النقل بالحاويات»، عندما أبحرت ناقلته أيديل أكس (Ideal X) في 26 نيسان/أبريل 1956 من مرفأ نيوارك إلى هيوستن محملة بـ 58 حاوية طول كل واحدة منها 35 قدماً (حوالى 10 أمتار)[19]. وأدى استخدام الحاويات إلى خفض تكلفة التحميل من 5.83 دولارات للطن إلى 0.16 دولار فقط للطن الواحد، وأصبحت المزايا الاقتصادية لهذا النمط من النقل واضحة بالنسبة إلى صناعة النقل البحري[20]. ودفع نجاح هذه العملية إلى تحويل سفن شحن أخرى وتجهيزها برافعات معدة للأوزان الثقيلة لنقل المزيد من الحاويات. ويرى البعض أن النقل بالحاويات ربما كان له الأثر الأكبر على صناعة النقل البحري منذ اختراع المحرك البخاري[21].

وفي عام 1960، أبحرت ناقلة حاويات من نيويورك إلى فنزويلا فدخلت بذلك الحاوية إلى سوق التجارة الدولية. واليوم، تشكل الحاويات 16 في المائة من إجمالي حجم البضائع المنقولة بحراً. ومع ذلك، ترتفع النسبة بصورة ملحوظة عند النظر في قيمة البضائع المنقولة بالحاويات بدلاً من حجمها، إذ تقدر بعض المصادر أنها تمثل ما يعادل 60 في المائة من القيمة الإجمالية للبضائع المنقولة بحراً حول العالم[22].

وتُعزى شعبية نقل العديد من السلع الجافة بهذه الوسيلة، ولا سيما السلع المصنعة أو شبه المصنعة، إلى المزايا التي تقدمها الحاويات ومن أهمها: حماية البضائع من التلف والخسارة؛ وتخفيض الوقت والتكاليف اللازمة لتحميل وتفريغ البضائع في موانئ التحميل والوصول والتوقف؛ والمرونة التي توفرها الحاويات من حيث النقل المتعدد الأنماط، سواء عبر الشاحنات أو السكك الحديدية.

ز. الطيران

قبل استحداث النقل الجوي، غالباً ما كان يقتصر دور النقل البحري على توفير تنقُّل الركاب عبر مسافات طويلة على متن السفن الشراعية، ثم السفن البخارية، وأخيراً السفن التي تعمل على النفط. وابتداءً من عام 1880، ربطت خدمات الخطوط البحرية بين الموانئ الرئيسية في العالم ودعمت الخدمات الدولية العادية لنقل الركاب، ولم يصبح النقل الجوي النمط السائد إلا في خمسينات القرن العشرين.

وفي 17 كانون الأول/ديسمبر 1903، وبفضل مثابرة الأخوين أورفل وويلبر رايت، تمت رحلة الطيران الأولى التي تعمل بقوة دفع محرك في شرق ولاية كارولينا الشمالية، على ساحل المحيط الأطلسي. فأصبح حلم لطالما راود الإنسان حقيقة واقعة. وبالرغم من القيام سابقاً برحلات جوية في مناطيد الهواء الساخن، غير أن هذا الحدث مثّل البداية الحقيقية للتحليق المتحكَم فيه، إذ لم يعد الطيارون تحت رحمة الرياح. وكما هو الحال مع ظهور السفن البخارية، أرست أول طائرة تعمل بقوة دفع محرك الأساس لتصميم وبناء طائرات ذات سعة أعلى قادرة على الطيران لمسافات أطول وبسرعات أكبر[23].

وعقب نهاية الحرب العالمية الثانية، ولا سيما منذ سبعينات القرن العشرين، شهد النقل الجوي معدلات نمو عالية وسجل الشحن الجوي نمواً بمعدل مماثل لمعدل نمو الركاب. وقد تعرّض نمو النقل الجوي لعدد من الانتكاسات المرتبطة بالركود (1973-1975؛ 1980-1984؛ 1990-1991؛ والأزمة المالية الآسيوية عام 1997؛ 2008-2009) أو بعدم الاستقرار الجيوسياسي (حرب الخليج عامي 1991 و2003؛ وهجمات 11 أيلول/سبتمبر عام 2001). وعلى الرغم من هذه الانتكاسات، يبدو أن نموه متسارع بشكل أسّي ومن المتوقع أن يستقر مع اكتمال نمو الاقتصادات النامية مثل الصين والهند والبرازيل. وسيبلغ عندئذٍ الطلب العالمي على النقل الجوي ذروته بحسب ما تتوقعه الأدبيات السائدة في مجال النقل[24]، ولكن ينبغي مراجعة هذا التوقع في ضوء الصدمة التي تعرض لها قطاع النقل الجوي جراء أزمة كوفيد-19.

وتؤثر الجائحة الحالية على كافة الأنشطة البشرية، وبالتالي على جميع خدمات النقل، وستؤثر حتماً على السلوك مستقبلاً، ولا سيما بين الركاب. وعلى الأجل القصير، سيتغير الغرض من الرحلات وتواترها وأساليبها، وهو أمرٌ يُعزى إلى شيوع العمل والاجتماعات عن بُعد. ومن المتوقع أيضاً أن تطرأ تغيّرات على المديين المتوسط والطويل، تصحبها فرص ابتكارية يتيحها تطوير تكنولوجيات جديدة ومتقدمة.

2. الدروس المستفادة: محركات التغيير من أجل النقل في المستقبل ---

بيّنت الأمثلة المستعرضة أعلاه كيف أن الابتكارات والاختراعات التكنولوجية أحدثت تحولات هيكلية في أداء نظام النقل وفي البيئة الأوسع المحيطة به.

وتستفيد نُظم النقل الفعالة ذات الأداء الجيد من التكنولوجيا لتعود بفوائد اجتماعية واقتصادية وبيئية، فهي تُنشئ عموماً روابط قوية من حيث مساهمتها المحتملة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة. أما التكنولوجيا فمن شأنها تحسين كفاءة تلك النُظم وأدائها. تربط صلةٌ وثيقة بين نُظم النقل ذات الأداء الجيد والأهداف والمقاصد التي حددتها خطة التنمية المستدامة لعام 2030. ولأنماط النقل المختلفة، مزايا مختلفة غير أن سهولة الوصول إلى المقصد، استناداً إلى معايير القرب والراحة والمرونة، التي تتيحها نُظم النقل ذات الأداء الجيد تمثل ميزة تتواءم مع العناصر الخمسة من خطة عام 2030 (الناس والازدهار والكوكب والشراكة والسلام)، ولا سيما الأهداف المعنية بالناس والكوكب والازدهار. وهي تسهم في العديد من أهداف التنمية المستدامة ومقاصد خطة عام 2030، فدمج التكنولوجيا في النقل البري سيساعد البلدان الأعضاء على تحقيق الهدف 9، لا سيما المقصد 1 منه («إقامة بنى تحتية جيدة النوعية وموثوقة ومستدامة وقادرة على الصمود») والهدف 11، ولا سيما المقصد 2 منه («توفير إمكانية وصول الجميع إلى نُظم نقل مأمونة وميسورة التكلفة ويسهل الوصول إليها ومستدامة»)، وذلك بتحسين سلامة وكفاءة البنى التحتية والنُظُم المتعلقة بالنقل. ويعرض الجدول 1 ملخصاً عن الروابط القائمة بين نُظم النقل ذات الأداء الجيد وأهداف التنمية المستدامة. وسيسهم اعتماد التكنولوجيا في قطاع النقل، أو في أي قطاع آخر، في تحقيق العديد من المقاصد الأخرى وفقاً لما هو مبيّن في الفصل الرابع.

ويتأتى عن تطوير نظام النقل وإدماج التكنولوجيا في هذا القطاع فوائد اجتماعية هائلة توسَّع لاحقاً في هذا الفصل (انظر القسم -1دال)، منها تحسين قابلية الوصول والتكلفة والسلامة.

وعلاوةً على ذلك، يشارك قطاع النقل في الإنتاج الاقتصادي، ويساهم بشكل بارز في الناتج المحلي الإجمالي في أي بلد. وغالباً ما تحسب كلفة النقل في السعر النهائي للمنتجات الزراعية أو الصناعية، تبعاً لسلسلة عمليات النقل اللازمة لإنتاجها وإيصالها إلى أماكن الاستهلاك. وتحدد هوامش كلفة النقل واللوجستيات في العديد من الأحيان المزايا التنافسية للسلع في الأسواق الوطنية والعالمية. وهناك إجماع في الأدبيات العلمية على أن الاستثمار في البنى التحتية للنقل يحفز النمو الاقتصادي الإجمالي على المستوى الوطني، ويؤدي إلى تحقيق التنمية الاقتصادية في المناطق التي تستفيد من هذه البنى التحتية[25].

ومن الجدير ذكره أن نُظم النقل تهدد استدامة مصادر الطاقة العالمية بسبب استهلاكها الكبير للطاقة. ففي عام 2012، بلغت حصة قطاع النقل 27.9 في المائة من الاستهلاك النهائي لإجمالي الطاقة و55 في المائة من استهلاك الطاقة السائلة في العالم، مع توقع استمرار الزيادة في الاستهلاك مستقبلاً. ويعتمد قطاع النقل حالياً اعتماداً كبيراً على مصادر الطاقة الأحفورية غير المتجددة المتمثلة بالمشتقات النفطية. لذلك فهو يساهم إلى حد كبير في نشر الانبعاثات الغازية الملوثة للهواء مثل ثاني أكسيد الكربون

الجدول 1 . **الروابط بين نُظُم النقل وأهداف التنمية المستدامة**

تجربة أفضل في التنقل	الهدف 8 (المقصد 8-1)
استخدام أكثر كفاءة للطاقة	الهدف 9 (المقصد 9-4)؛ الهدف 13 (المقصد 13-2)
أداء تشغيلي أحسن	الهدف 7 (المقصدان 7-أ و 7-ب)؛ الهدف 9 (المقصد 9-1)
تعزيز السلامة	الهدف 3 (المقصد 3-6)؛ الهدف 11 (المقصد 11-2)

المصدر: تجميع الإسكوا.

والنتروجين والكبريت، إضافةً إلى المعلقات الغازية الأخرى الضارة بالصحة.

وتشمل السياسات الرئيسية للحد من تلوث الهواء تصميم أو إعادة تصميم المدن عبر الاعتماد على المواصلات العامة النشطة باعتبارها وسيلة رئيسية للنقل، وتوفير وقود أنظف، وتحديد معايير الانبعاث للمركبات الخفيفة والمتينة. ولهذا السبب، أصبح تخفيض استهلاك الوقود وانبعاثات غازات الدفيئة المتأتية بصورة رئيسية من السيارات وحركة المرور هدفاً سياساتياً مشتركاً حول العالم. وتركز معظم النُهج على الحد من استخدام السيارات في المدن من أجل تخفيض الانبعاثات، وتحسين نوعية الهواء، ودعم التنمية المستدامة.

ومن المتوقع أن اعتماد التكنولوجيات الرقمية في مجال النقل، باعتبارها أداة لتطوير منصات فعالة جديدة لحل المشاكل، سيقلل من أوجه قصور سلسلة الإمداد، ويحسن من مطابقة العرض والطلب، ويعزز الاتصال الإلكتروني ووضوح المسارات عبر كافة النُظُم. ونظراً إلى أن أهداف نظام النقل تتجاوز حركة الأشخاص والبضائع، فإن استخدام التكنولوجيا في النقل البري يرافقه وعد بتحسين تجربة التنقُّل في مجملها من خلال زيادة الكفاءة، والحد من الاختناقات المرورية وزمن الرحلة، وبالتالي تخفيض استهلاك الوقود. ومن المتوقع أن يعزز أيضاً الآثار البيئية الإيجابية تماشياً مع خطط التنمية العالمية مثل خطة التنمية المستدامة لعام 2030.

وتشمل فوائد دمج التكنولوجيا في نُظُم النقل البري ما يلي:

- تحسين تجربة التنقُّل من خلال توفير معلومات دقيقة وحيّة عن مدة استغراق التنقُّلات وأحوال الطرق.
- تعزيز رصد حالة البنية التحتية من أجل صيانة الطرق والسكك الحديدية ومركبات النقل العام قبل تدهور حالتها ووقوع الحوادث.
- زيادة السلامة من خلال تتبُّع السرعات وتوقف السير المفاجئ، والإبلاغ عن الحوادث وحالات الطوارئ.
- تحسين الأداء التشغيلي من خلال ترشيد المخزون وتسليم البضائع في الوقت المناسب، مما سيؤدي إلى خفض تكاليف الوقود ونفقات صيانة المركبات.
- الحد من القصور في سلسلة الإمداد، وتحسين مطابقة العرض والطلب، وتعزيز الاتصال الإلكتروني ووضوح المسارات عبر كافة النُظُم.
- رفع مستوى رضا العملاء وزيادة الربحية.
- تعزيز كفاءة استخدام الطاقة من خلال الحد من الاختناقات المرورية، وتقليص وقت البحث عن مكان لركن المركبات، وخفض استهلاك الطاقة، مما سيؤدي إلى خفض انبعاثات غازات الدفيئة، وتحسين مؤشرات جودة الهواء، وتخفيف الآثار البيئية الضارة.
- إيجاد فرص عمل وتطوير المهارات الرقمية (المدن الذكية).

جيم. التكنولوجيات الناشئة في مجال النقل البري

تمثل الثورة الصناعية الرابعة أحدث الموجات التحويلية في التكنولوجيا الرقمية التي انتشرت في العالم بسرعة البرق فغيرت طرائق عيشنا وعملنا وتواصلنا وتعلمنا وترفيهنا. ثم إنها بدّلت نماذج العمل في الصناعات الكبرى وأنشأت نماذج معقدة وغير مألوفة لسلسلة الإمداد، فبات المستهلك في صميم تقديم الخدمات. فعلى سبيل المثال، «لا تملك أوبر، أكبر شركة سيارات أجرة في العالم، أي مركبات. ولا ينشئ فيسبوك، أكثر مالكي الوسائط الإعلامية شعبية في العالم، أي محتوى. وليس لدى علي بابا، تاجر التجزئة الأكثر قيمة، أي مخزون. ولا تملك شركة إير بي إن بي، أكبر مستضيف للنزلاء في العالم، أي عقار[26]». كذلك، تعالج أدوات التحول الرقمي المسائل المتعلقة بالنقل، مثل: (أ) الوضوح في المسارات، عبر إتاحة إمكانية التعقب/الرصد الآني للسلع؛ (ب) والسرعة، عبر تيسير الاستجابة لمطالب المستهلكين؛ (ج) والاستدامة، عن طريق خفض انبعاثات غازات الدفيئة.

ويرى كلاوس شواب[27] أن العوامل التكنولوجية التمكينية للثورة الصناعية الرابعة هي التالية: الروبوتات المستقلة، والبيانات الضخمة، والحوسبة السحابية، والتصنيع بالإضافة (الطباعة ثلاثية الأبعاد)، وإنترنت الأشياء، والأمن المعلوماتي، والمحاكاة، وتكامل النُظُم (انظر الشكل 2).

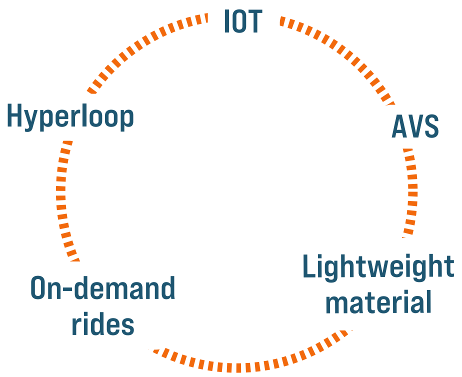
وجميع تكنولوجيات الثورة الصناعية الرابعة هي تكنولوجيات رقمية تشمل علوم الحاسوب والبرمجيات الحاسوبية والتطبيقات، ولكن لا تطبَّق هذه التكنولوجيات كلها حالياً في قطاع النقل. أما تلك التي لها الأثر الأكبر على النقل والخدمات اللوجستية فهي الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء والبيانات

الشكل 2. **العوامل التمكينية للثورة الصناعية الرابعة**

المصدر: Schwab and Davis, 2018.

الضخمة والحوسبة السحابية. ومن شأن الجمع بين هذه التكنولوجيات التي تميّز الثورة الصناعية الرابعة أن ينشئ تطبيقات بالغة الأهمية بالنسبة إلى النقل البري. وستُعرض هذه التكنولوجيات وتطبيقاتها على نحو مفصّل في الفصل الثاني من هذا التقرير الذي يركز على التكنولوجيات الرقمية. وتحدد جامعة أوهايو[28] خمس تكنولوجيات في طليعة ثورة النقل هي التالية: إنترنت الأشياء، ونُظُم المركبات الذاتية القيادة، والمواد الخفيفة الوزن لتصنيع المركبات، وخدمات الركوب عند الطلب، وقطارات الهايبرلوب.

الشكل 3. **خمس تكنولوجيات في طليعة قطاع النقل**



المصدر: Ohio University, 2020.

وقطار الهايبرلوب هو قطار فائق السرعة يتطلب بنية تحتية منفصلة، وهو مؤلف من حجيرات تجتاز المسافات بسرعة عالية ضمن أنابيب أو أنفاق شبه مفرغة من الهواء. وتقوم حالياً شركات عدة (بما فيها فيرجن وتسلا وسبايس إكس) ببناء نماذج أولية مستوحاة من مفهوم كان روبرت غودارد أول من اقترحه عام 1904. وقد شرعت الإمارات العربية المتحدة في بناء خط هايبرلوب بين دبي وأبو ظبي عام 2020، بينما تعمل حكومة ولاية ماهاراشترا الهندية منذ عام 2017 على بناء خط هايبرلوب تجاري بين مدينتي مومباي وبيون.

ولتخفيف وزن المركبات وبالتالي استهلاكها للطاقة، عمد المصنعون إلى إبدال الحديد الزهر والمكونات الفولاذية التقليدية بمواد خفيفة الوزن، مثل الفولاذ العالي المقاومة وسبائك المغنيسيوم والألمنيوم وألياف الكربون ومركبات البوليمر.

وتشكل نُظُم المركبات المستقلة، المعروفة أيضاً بتسمية المركبات الذاتية القيادة، بحد ذاتها مجالاً من مجالات العلوم التطبيقية. فهي تدمج عالم الروبوتات والذكاء الاصطناعي والأتمتة المتقدمة للسيارات بمركبات التوجيه والتحكم من دون أي تدخل بشري. ومع أنه أُحرز تقدم هائل على الصعيد العلمي لهذه الجهود، بيد أنه لم يتحقق على صعيد الأخلاقيات والتشريع. ومن الأمثلة على ذلك ما يحصل في حالة الحوادث والخسائر في الأرواح، علماً أن مسألة تحديد مسؤولية الإنسان أو الآلة لا تزال موضوع نقاش.

وسيتم التعمق في إنترنت الأشياء وخدمات الركوب عند الطلب في الفصل الثاني المخصص لحلول التكنولوجيا الرقمية في النقل البري.

ويمكن الافتراض أن مجموعة كبيرة من المتغيّرات المجتمعية والتكنولوجية الحتمية ستحدث ثورة في كيفية تنقلنا في العقود المقبلة، منها استجابات واسعة النطاق لأزمة تغيّر المناخ، وإيجاد مصادر للطاقة وسلامتها؛ وتغيّر الاتجاهات الديمغرافية (مثل الأعداد المتزايدة من المسنين)؛ وتطوير اقتصاد تعاوني؛ والمركبات الذاتية القيادة، التي يبدو أنها أمر محتوم؛ وأخيراً وليس آخراً، الاستخدام المتزايد للتكنولوجيا في النقل البري.

دال. مزايا وفوائد الابتكار وتطبيقات التكنولوجيا الرقمية في قطاع النقل

يُعزى تطبيق الاختراعات التكنولوجية والابتكارات وانتشارها على نطاق واسع في قطاع النقل على مر التاريخ إلى المزايا والمنافع التي تتيحها، بالمقارنة مع وسائل ونُظُم النقل السائدة في وقتها. ومن الأمثلة على هذه المزايا التحول من الاستعانة المكلفة بالحيوانات إلى طاقة الرياح المجانية التي يوفرها مثلاً الشراع؛ وزيادة سعة النقل ونطاقه بكلفة منخفضة عبر السكك الحديدية؛ وزيادة ملحوظة في سرعة النقل ونطاقه باستخدام الطائرة؛ وزيادة كفاءة وفعالية نقل البضائع بالاستعانة بالحاويات. وفي هذه الأمثلة كلها، أدى التطبيق التكنولوجي إلى تحول التسوية التقليدية بين السرعة والطاقة، وعكس تغيّراً في معدل عائد تغطية المسافات من حيث الكلفة. وأدرج كل تطبيق تسوية جديدة بين عوامل العائد/الكلفة المرتبطة بالحل الجديد، مما أتاح تقديم خدمات لم يمكن تصورها من قبل.

وبدون التطلع إلى تحقيق نقلة نوعية مماثلة في تطور نُظُم النقل، أتاح التقدم المحرز مؤخراً على صعيد تكنولوجيا المعلومات والاتصالات فرصة تطوير تطبيقات عدة أدت إلى تحسين السرعة والكفاءة والسلامة والموثوقية في خدمات النقل الحالية.

وتقدير أثر كل من هذه التكنولوجيات على حدة ليس بالمهمة السهلة، نظراً إلى كونها جديدة نسبياً (يتراوح عمرها بين 20 و30 سنة) وإلى أنه يجري تطويرها على أساس كونها عناصر أو مكونات منفصلة لنُظُم أكثر تكاملاً تعرف باسم نُظُم النقل الذكية.

وهذه النُظُم هي مزيج من تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الأكثر حداثةً، وتُستخدم في نُظُم النقل وإدارة حركة المرور لتحسين سلامة المستخدمين وكفاءة التشغيل واستدامة شبكة النقل، والحد من الاختناقات المرورية، وتعزيز سلوك السائقين. وهي تشمل الطرق السريعة الذكية، والمركبات الذاتية القيادة، وإدارة حركة المرور في المدن وبينها، وضبط الالتزام بحدود السرعة، وسلامة وأمن النقل، وتحسين التنقُّل. وتعمد نُظُم النقل الذكية هذه إلى تحسين البنى التحتية من أجل تعزيز كفاءة النقل، عوضاً عن الحاجة إلى إنشاء بنية تحتية مادية إضافية وما قد يترتب عنها من أضرار بيئية وتكاليف مالية.

وتقوم وكالات نقل عدة في بلدان عديدة بجمع البيانات ووضع نُهُج لقياس فوائد النُظُم المستخدمة أصلاً على نحو أدق. وتعرض الأقسام الفرعية التالية نتائج الدراسات التي أُجريت في بلدان مختارة حول الأثر الكمي لاعتماد نُظُم النقل الذكية.

1. فوائد نُظُم النقل الذكية في الولايات المتحدة الأمريكية[29]

أجرت إدارة البحوث والتكنولوجيات المبتكرة في وزارة النقل الأمريكية دراسة قيّمت فيها فوائد نُظُم النقل الذكية وكلفتها والإحصاءات المرتبطة بانتشارها، بالإضافة إلى عرض الدروس المستفادة. ودقّق الباحثون، عند قياسهم فوائد نشر نظام ما، في العناصر التالية: السلامة، وسهولة التنقُّل، والكفاءة، والإنتاجية، واستهلاك الطاقة، والآثار البيئية، ورضا العملاء. ومن الأمثلة على فوائد مختلف مكونات نُظُم النقل الذكية المطبقة أصلاً ما يلي:

1. التحكم التكيُّفي بالإشارات الضوئية: تنسق نُظُم التحكم التكيّفي بالإشارات ضبط إشارات المرور الضوئية عبر شبكة الإشارات، وتكيّف توقيت كل إشارة وفقاً لظروف حركة المرور. وقد تم تقييم الفوائد التالية:

الفائدة	الاستنتاجات الرئيسية
السلامة	خفض "التوقف" بنسبة 41 في المائة بعد أن كانت 10 في المائة
سهولة التنقُّل	خفض "التأخير" بنسبة 42 في المائة بعد أن كانت 5 في المائة
الكفاءة	زيادة حركة المركبات بنسبة 20 في المائة على الطرق الشريانية، و6 في المائة على الطرق السريعة
الطاقة والبيئة	خفض الانبعاثات بين 3 و6 في المائة، وتحقيق وفورات في الوقود بين 4 و7 في المائة

2. إدارة مواقف السيارات: يشيع استخدام نُظُم إدارة مواقف السيارات القادرة على نشر المعلومات في المراكز الحضرية أو في نقاط التحوّل بين أنماط النقل، مثل المطارات. وترصد هذه النُظُم أماكن الركن المتاحة وتنقل المعلومات إلى السائقين، مما يقلل من إحباط المسافرين والاختناقات المرورية المرتبطة بالبحث عن مواقف للسيارات.

الفائدة	الاستنتاجات الرئيسية
سهولة التنقُّل	خفض زمن الرحلة بنسبة 9 في المائة، وانخفاض التأخير الناتج عن أزمنة التوقف بنسبة 4 في المائة
الكفاءة	زيادة هائلة في استخدام المواصلات العامة (5.5 تنقلات إضافية في الشهر)، وانخفاض متوسط وقت التنقُّل (بمعدل 5 في المائة لتنقُّل مدته 50 دقيقة)، وخفض إجمالي الأميال التي يقطعها كل مشارك بمقدار 9.7 أميال شهرياً
رضا العملاء	أشار 81 في المائة من المسافرين الذين شملهم المسح إلى سهولة إيجاد موقف لركن المركبات، واتفق 68 في المائة منهم على سرعة هذه العملية.

وتبيّن أيضاً، وفقاً للشبكة التعاونية لنشر نُظُم النقل الذكية (الموقع الإلكتروني ITS Cooperative Deployment Network)، أن الفوائد المتوقعة لنُظُم النقل الذكية في الولايات المتحدة (للفترة الممتدة بين عامي 1996 و2015) هي: وفورات في تكاليف الحوادث بنسبة 44 في المائة، وتوفير الوقت بنسبة 41 في المائة، والحد من انبعاثات غازات الدفيئة/وفورات في الوقود بنسبة 6 في المائة، ووفورات في تكاليف التشغيل بنسبة 5 في المائة، ووفورات في التكاليف الإدارية للوكالات بنسبة 4 في المائة.

2. فوائد نُظُم النقل الذكية في المملكة المتحدة والسويد[30]

تصف جمعية نُظُم النقل الذكية في المملكة المتحدة نفسها بأنها «جمعية المملكة المتحدة لكافة العاملين في نُظُم النقل الذكية». وهي جمعية مستقلة ممولة من اشتراكات أعضائها، تضم 160 عضواً من الشركات بما في ذلك الإدارات الحكومية، والسلطات المحلية، وشركات البرمجيات، وشركات التصنيع، وخدمات الخبرة الاستشارية، وخدمات تكامل النُظُم. ويعرض تقريرها لعام 2016 حول فوائد نُظُم النقل الذكية الاستنتاجات الرئيسية التالية:

أ. الفوائد على الصحة والسلامة والبيئة

1. سجّل تقرير عن السلامة شمل فترة 3 سنوات وقوع 2.25 حادث إصابات جسدية شهرياً بعد العمل بالسرعة الإلزامية المتغيرة واعتماد كتف الطريق ممراً إضافياً، مقارنة بـ 5.08 حوادث بغياب تطبيق السرعة الإلزامية المتغيرة - بانخفاض نسبته 56 في المائة.

2. انخفض زمن الرحلات خلال الازدحامات المرورية بنسبة 16 في المائة وتقلب زمن الرحلات بنسبة 22 في المائة، بحيث أصبحت أكثر قابلية للتنبؤ.

3. تم تخفيض مستويات الضوضاء بمقدار 2.1 ديسيبل.

4. انخفضت انبعاثات أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون بنسبة 4 في المائة، وانخفض أيضاً استهلاك الوقود.

5. وتأتى عما سبق انخفاضٌ في إجهاد السائقين وتحسنٌ في الامتثال لحدود السرعة. وسُجلت أيضاً مستويات عالية من رضا السائقين عن المخطط.

6. وانخفضت الحوادث التي تأتى عنها وفيات وإصابات بجروح بالغة بنسبة 70 في المائة.

ب. الفوائد بالنسبة إلى السائقين وإدارة وحركة المرور

1. نتج عن مخطط لندن لفرض رسوم على المركبات خلال فترات الاختناق المروري زيادة بنسبة 6 في المائة في استخدام حافلات النقل العام وانخفاض بنسبة 20 في المائة في حركة المرور على الطرق.

2. وقد ساهمت ضريبة الاختناق المروري في ستوكهولم بخفض حركة المرور بأكثر من 20 في المائة، مما أدى إلى تحسن زمن الرحلات.

3. وعلى الرغم من الاعتقاد السائد بأن الناخبين لا يقبلون فرض رسوم الاختناق المروري، إلا أن الأدلة تشير إلى تقبل معظم السكان هذه الرسوم في حال أُتيحت لهم المعلومات الصحيحة والتجارب المناسبة. فبعد أن كانت نسبة 62 في المائة من الناخبين قد عارضت في البداية فرض ضريبة الاختناق المروري في ستوكهولم، صوتت الأغلبية لجعل المخطط دائماً بعد تجربة دامت 7 أشهر أظهرت فوائد هذه الضريبة، وبات يؤيدها حالياً 74 في المائة من السكان.

الإطار 1 . **تطبيق نُظُم النقل الذكية في قطر**

تعمل وزارة المواصلات والاتصالات القطرية حالياً على العديد من المشاريع الرئيسية التي تشمل استخدام التكنولوجيات الجديدة والنُظُم الذكية، مثل وضع استراتيجية وطنية لنُظُم النقل الذكية، ومواقف السيارات الذكية في الشوارع، وأدوات البرمجة اللازمة، وخطة النقل الشاملة في دولة قطر، والخطة الشاملة لمواقف المركبات في دولة قطر، والخطة الشاملة للشحن البري في دولة قطر، وأنظمة إدارة الأصول، وإنارة الشوارع الذكية، ومركز لإدارة حركة المرور. ثم إن حكومة قطر أصدرت قوانين وتشريعات شاملة من أجل تنظيم نظام النقل البري.

ووزارة المواصلات والاتصالات مسؤولة أيضاً عن برنامج قطر الذكية «تسمو» الذي يضم العديد من المشاريع الاستراتيجية الرئيسية، يتصل الكثير منها بمجال النقل، يُذكر منها على سبيل المثال لا الحصر:

1. الدليل الرقمي للتنقل
2. الإدارة الفورية للحشود ونظام النقل
3. لافتات الطرق الذكية
4. الاتصال بين الطريق والمركبات
5. لوحة وطنية لبيانات العرض والطلب
6. تقييم متبصر للخدمات الجمركية

المصدر: ESCWA, 2020b; TASMU Smart Qatar, 2021.

2

حلول التكنولوجيا الرقمية في النقل البري

رسائل أساسية

- لقد ثبت أن البنية التحتية الرقمية المتطورة بالغة الأهمية لتسهيل استخدام التكنولوجيات في النقل البري، بما في ذلك إنترنت الأشياء، والبيانات الضخمة، والبيانات المفتوحة، والحوسبة السحابية والذكاء الاصطناعي، لأن هذه التكنولوجيات تسهّل بدورها تقديم الخدمات.
- تتوفر اليوم مجموعة واسعة من التطبيقات التكنولوجية لإدارة الشحن وحركة المرور والبنية التحتية والركاب، وهي تساعد في تحسين الكفاءة وتعزيز سلامة الأشخاص وتنقلهم مع خفض التكاليف. وينبغي أن تنظر البلدان العربية في هذه التكنولوجيات لما لها من فوائد في تحسين النقل البري.
- يواجه استخدام التطبيقات التكنولوجية الجديدة تحديات كثيرة منها تلك المتعلقة بالأمن وحماية البيانات الشخصية. ولذلك ينبغي أن ينظر صانعو القرار بجدية في هذه المسائل، باعتبارها جزءاً من عملية إدماج التكنولوجيات الجديدة في قطاع النقل.

ولقد قدمت تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في العقدين الماضيين حلولاً جديدة لتعزيز كفاءة الطاقة، والحد من انبعاثات غازات الدفيئة، والتصدي لتغيّر المناخ، وإعادة تنظيم المسارات التقليدية في مختلف القطاعات بما فيها قطاعي النقل والخدمات اللوجستية. وقد أدت نُظُم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات إلى تمكين الاستخدام الفعال للأجهزة في البنية التحتية من أجل تنظيم حركة مرور المركبات وإدارتها، ثم إنها اعتمدت التكنولوجيات الناشئة والجديدة لجمع البيانات ومعالجتها بغية نشرها في شكل معلومات مفيدة للركاب والمسافرين. وأدى تطبيق تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في نُظُم النقل إلى تحسين مستوى الخدمات واعتماد نماذج مستحدثة قائمة على موارد جديدة.

والواقع أن تأثير هذه التكنولوجيا على مجال النقل يتجاوز آثارها على التنقُّل والفعالية من حيث التكلفة. إذ تحدث هذه التكنولوجيات الجديدة تحولاً في طريقة التخطيط لنُظُم النقل وتصميمها وبنائها وتشغيلها، ومع ذلك تبقى التبعات الاجتماعية والبيئية لهذه النُظُم من أهم النتائج المترتبة عن هذا التغيير. كذلك، من شأن نُظُم النقل الفعالة تخفيض التكلفة الإجمالية والحد بقدر كبير من انبعاثات غازات الدفيئة.

ومن الجدير بالملاحظة أن كافة قطاعات النقل البري تتأثر بالتكنولوجيا، وهي: النقل الفردي، سواء عبر قيادة سيارة خاصة أو بواسطة التنقُّل عند الطلب؛ والنقل الجماعي (العام) في الحافلات والقطارات؛ ونقل البضائع والشحن. وتتنوع نُظُم النقل البري إذ يمكن أن تكون ريفية أو حضرية أو بين الأقاليم.

ويتناول هذا الفصل أبرز التكنولوجيات التي تساعد على تطوير النقل البري، من خلال استعراض الأدبيات وتقديم أمثلة من البلدان المتقدمة والنامية على السواء.

ألف. التكنولوجيات التمكينية في مجال النقل البري

يستعرض هذا القسم التكنولوجيات التمكينية التي يجب إتاحتها قبل نشر حلول وخدمات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في قطاع النقل البري.

وغالباً ما تستلزم التطبيقات ذات الصلة أكثر من تكنولوجيا تمكينية واحدة لضمان عمل حلول النقل البري على نحو سليم. وبما أن النقل البري منوط بالتنقل، لا بد إذاً من استخدام العديد من مكونات التكنولوجيا التمكينية في آن واحد (الاتصال الإلكتروني، وإنترنت الأشياء، والبيانات المفتوحة، والبيانات الضخمة، والحوسبة السحابية، وما إلى ذلك) من أجل إنشاء النُظُم الذكية المستعرضة أدناه.

وتُسرد التكنولوجيات في هذا القسم بترتيب مستوحى من نموذج الربط بين النُظُم المفتوحة، بدءاً من البنية التحتية

المحض وانتقالاً إلى واجهة المستخدم البينية، واستخدام التطبيقات، والتطبيقات السحابية، واتفاقيات التعاون في التشغيل البيني. ويشمل ذلك البنية التحتية للاتصال الإلكتروني، وإنترنت الأشياء، والبيانات الضخمة، والحوسبة السحابية، ونظام التموضع العالمي، ونظام المعلومات الجغرافية، والبيانات المفتوحة وقابلية التشغيل البيني. وقد أولي اهتمام خاص لاستخدام هذه التكنولوجيات كافة في مجال النقل البري.

1. البنية التحتية للإنترنت والترابطية

تعتبر البنية التحتية للاتصال الإلكتروني، أو ما يُعرف بالترابطية، ضرورية لنشر برمجيات وتطبيقات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات. وفيما يتعلق بنُظُم النقل البري، يمكن نشر مجموعة واسعة من الشبكات لتوفير البنية التحتية اللازمة لتدفق المعلومات عن طريق استخدام التكنولوجيات السلكية واللاسلكية. وتشمل شبكات النقل عناصر متحركة (المركبات والركاب، وما إلى ذلك) ومحطات ثابتة (مراكز مراقبة حركة المرور، وشاخصات مرورية، وأكشاك رسوم المرور على الطريق السريع، وغيرها)، وتتعدد خيارات الاتصالات المتاحة لمصمم النظام وتندرج تحت تصنيف «الخدمات الأرضية المتنقلة»[31].

وتحتاج شبكات النقل، علاوةً على الخدمات الأرضية المتنقلة، إلى الاتصال بالإنترنت لأنه يتم توفير العديد من النُظُم المعنية على أساس المنصة كخدمة، والبرمجيات كخدمة، والتنقُّل كخدمة بواسطة السحابة.

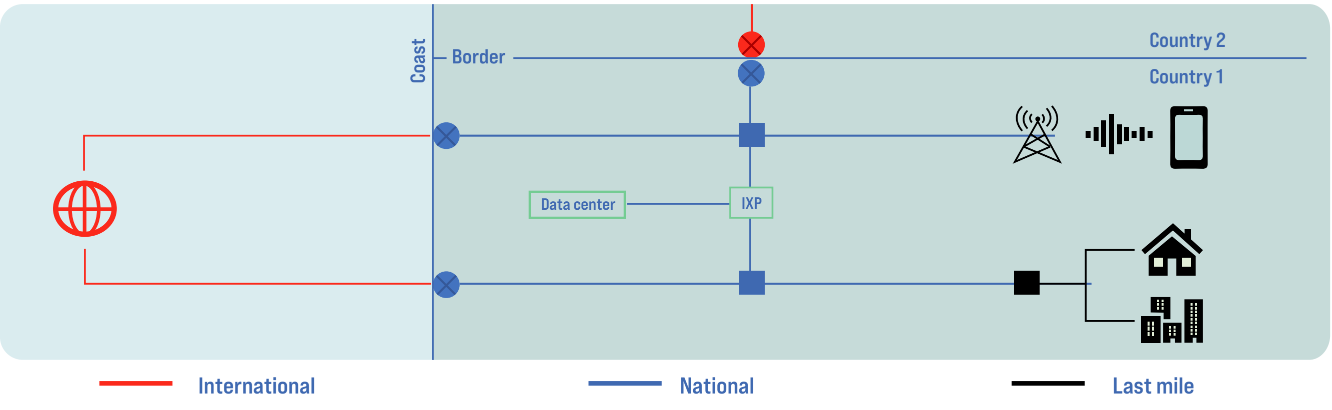
وبفضل المرونة التي تؤمنها المجموعة الواسعة والمتنوعة من الخيارات المتاحة، يمكن لكل جهة تتولى تنفيذ عملية النشر اختيار التكنولوجيات المحددة التي تلبي احتياجاتها المحلية أو الإقليمية أو الوطنية. وفيما يتعلق بتصميم عمليات النشر الجديدة، يوصى بالاستفادة من البنية التحتية القائمة والمستحدثة للنقل والاتصالات لما لها من مكاسب على صعيد تقليل مخاطر النشر وتكلفته، وتعزيز قبوله في السوق ومدى اختراقه وسرعته.

وفيما يلي ملخص لتكنولوجيات الترابطية المتاحة والمستعملة في قطاع النقل:

الإنترنت: إن اللبنة الأساسية لأي نظام برمجي معتمد في مجال النقل هي الاتصال الإلكتروني الموثوق وواسع النطاق والولوج إلى الإنترنت. أما البنية التحتية القائمة لشبكات الجيل الثالث/الجيل الرابع الخلوية أو الشبكات اللاسلكية الممدودة في المدن فيمكن أن تحقق مكاسب سريعة حتى قبل البدء بتركيب نُظُم التطبيقات المعقدة المستعرضة في الأقسام التالية. وفيما يلي بعض الأمثلة على المكاسب السريعة التي يمكن تحقيقها فوراً شرط الوصول الكافي إلى الإنترنت:

- نقاط الاتصال اللاسلكي للركاب في الحافلات والقطارات.
- نقاط بيع، مثل القطارات وسيارات الأجرة، تقبل الدفع ببطاقة الائتمان.
- معدات الدوائر التلفزيونية المغلقة في مركبات المواصلات العامة لتحسين سلامة الركاب والسائقين.
- قطع تذاكر النقل الإلكترونية وعلى الهاتف المحمول، بحيث

الشكل 4. **البنية التحتية للوصول إلى الإنترنت**



المصدر: Kende, 2020.

يمكن للركاب حجز تذاكر سفرهم إلكترونياً وتحميلها على هواتفهم، فيتم ببساطة مسح تذكرة العميل للتحقق من صحتها.

- إدارة تحديد الموقع باستخدام تطبيقات مثل مخطط المدينة (Citymapper) أو خرائط غوغل.
- تطبيقات محلية بسيطة لعرض مواعيد الحافلات وأوقات الوصول.
- أي تطبيق محلي آخر ذي صلة.

ووفقاً لتقرير صدر مؤخراً عن جمعية الإنترنت[32]، فإن البنية التحتية للولوج إلى الإنترنت «تتكون من سلسلة إمداد تنقل حركة الإنترنت من المواقع الدولية إلى نقاط الحضور الوطنية ثم إلى المستخدمين النهائيين. ولا بد أن تتسم هذه البنية بالقدرة الكافية على عدم الازدحام، ولا سيما خلال أوقات ذروة الاستخدام، وعلى دعم الخدمات والتطبيقات الجديدة والمستحدثة. كذلك، يجب أن تُتاح بتكلفة ميسورة للمستخدمين النهائيين وأن تعمد في الوقت ذاته إلى ترشيد استخدام الشبكة وأن تتسم بالمرونة اللازمة لدعم تطبيقات المؤسسات». وينبغي أن تتاح البنية التحتية للوصول إلى الإنترنت، المبيّنة في الشكل 4، للجميع.

ويشير تقرير جمعية الإنترنت إلى ارتفاع أسعار عرض النطاق الترددي الدولي في المنطقة إذ تتراوح بين 10 دولارات و67 دولاراً لكل ميغابت/ثانية شهرياً، مقارنةً بأسعار تناهز الدولارين أو ما دون في الولايات المتحدة وأوروبا. وقد يعمد مقدمو خدمات الإنترنت، نظراً إلى التكلفة المرتفعة للحركة الدولية، بتقليص سعة نطاق الإنترنت التي يحتاجها المستخدمون النهائيون. وهذا بدوره يؤدي إلى اختناق مروري خلال أوقات ذروة الاستخدام، مما يضاعف زمن التأخير للاتصال بالإنترنت على المستوى الدولي فيترتب على ذلك آثار شديدة على قطاع النقل.

وللمساعدة على حل مشكلة التأخير في الشبكة الوطنية بزيادة حركة الإنترنت المحلية، ينبغي نشر نقاط تبادل الإنترنت التي يمكن وصلها بمراكز بيانات تستضيف ذاكرات مخبأة من التطبيقات الدولية والوطنية اللازمة. غير أن قلة من البلدان العربية لديها نقاط مماثلة في الوقت الحاضر.

أما فيما يتعلق بالميل الأخير، فإن الشبكات المتنقلة تغطي أصلاً مساحات كبرى في العديد من البلدان العربية، إذ يبلغ معدل نفاذ السكان، أقله إلى الخدمات الصوتية المتنقلة المعروفة أيضاً باسم الجيل الثاني، 100 في المائة في البعض منها. وستسهم هذه التغطية في أن يتخطى الإنترنت المتنقل نقاط الوصول الثابتة التي ترتفع تكاليف نشرها. ولا تزال التكنولوجيا الحقيقية الأولى للحزمة العريضة المتنقلة، المعروفة باسم الجيل الثالث، تُستخدم على نطاق واسع في المنطقة العربية. ودولة قطر هي البلد الوحيد الذي تغطيه الألياف الضوئية بنسبة 100 في المائة.

الشبكة السلكية (الميل الأخير أو الشبكات المحلية): تُستخدم هذه الشبكة لتلبية متطلبات الاتصال بين النقاط الثابتة وتستلزم الأسلاك الزوجية الملفوفة المستأجرة أو المملوكة، أو الكابلات الثنائية التشعب، أو الألياف البصرية. والأمثلة على استخدامات هذا النوع من متطلبات الاتصال عديدة يُذكر منها جمع المعلومات ورصدها، أو التحكم في المعدات الثابتة الخاصة بالنظام الفرعي للطرق (مثل أجهزة الاستشعار لمراقبة حركة المرور، وإشارات المرور الضوئية، والشاخصات الإلكترونية ذات الرسائل المتبدلة، وغيرها) من مركز مراقبة حركة المرور. وتعتبر الألياف المعيار الجديد لجميع الاتصالات السلكية كونها توفر سعة كبرى لعرض النطاق الترددي واتصالات موثوقة.

الشبكة اللاسلكية قصيرة المدى (الميل الأخير أو الشبكات المحلية): تُستخدم هذه الشبكة لتلبية متطلبات الاتصال قصير المدى بين النقاط الثابتة والمتنقلة أو فيما بين النقاط المتنقلة (أقل من 100 متر).

وأبرز التكنولوجيات المستخدمة في أجهزة إنترنت الأشياء المثبّتة على الطرق أو داخل المركبات للاتصال بين جهاز وآخر هي البلوتوث منخفض الطاقة وزيغبي (Zigbee) وزي-وايف (Z-Wave). وزيغبي هو معيار لاسلكي قصير المدى يستهلك قدراً قليلاً من الطاقة (IEEE 802.15.4) ويُستخدم عادةً في الشبكات المتداخلة. ومن الجدير ذكره أن أجهزة إنترنت الأشياء تحتوي جميعها على بطاريات صغيرة وأن أساس استدامتها هو استهلاكها المنخفض للطاقة.

وتظل الشبكات اللاسلكية، مثل الشبكات الممدودة في المدن أو البلديات، الوسيلة المفضلة للاتصال بين جهاز إنترنت الأشياء والبوابة، أو بين الجهاز والإنترنت مباشرةً عندما يتوفر مثل هذا الخيار. وفيما يتعلق بالسيارات المتصلة بالشبكة، تُستخدم الاتصالات المخصصة قصيرة المدى في التطبيقات التي تصل بين النقاط الثابتة والمتنقلة، مثل تحصيل رسوم المرورعلى الطرق، وجمع رسوم ركن المركبات، وفحص السلامة إلى جانب الطريق، والتحقق من موثوقية الاتصالات بين الأجهزة، واتصال المركبة بالشبكة، وتجنب الاصطدام على التقاطعات، وما إلى ذلك. وتتيح الاتصالات المخصصة قصيرة المدى الاتصال فيما بين المركبات لتفادي الاصطدام وتجنب الحوادث. وهي تستلزم، للحد من زمن التأخير، تخصيص الطيف والترددات العالية التي تختلف باختلاف البلدان.

الشبكة اللاسلكية بعيدة المدى: تُستخدم هذه الشبكة للاتصال بين النقاط الثابتة والمتنقلة، وللخدمات والتطبيقات التي تنشر المعلومات للمستخدمين البعيدين عن مصدر الإرسال والذين يحتاجون إلى تغطية سلسة.

وتتيح **الشبكات الخلوية مثل الجيل الثالث والجيل الرابع/التطور طويل الأمد** اتصالات عريضة النطاق وموثوقة تدعم مختلف تطبيقات المكالمات الصوتية والفيديو التدفقي. ومن المرتقب أن تشكل تكنولوجيا الجيل الخامس، نظراً لسرعتها الفائقة وزمن التأخير القصير فيها، منعطفاً بارزاً سيسرّع من نشر المزيد من تطبيقات التنقل الفائقة السرعة بما في ذلك النقل الذكي والمركبات الذاتية القيادة. ومع ذلك، فإن نشر الشبكات الخلوية هو الأغلى ثمناً من بين الشبكات كلها ويترتب عنه تكاليف تشغيلية ومستلزمات من الطاقة عالية للغاية.

وتُعتبر **الشبكات المنخفضة الطاقة الواسعة النطاق** تطوراً تكنولوجياً يناسب معظم تطبيقات المدن الذكية، نظراً لكفاءتها من حيث التكلفة ومدى انتشارها. وتتيح هذه الشبكات اتصالات بعيدة المدى عبر استخدام بطاريات صغيرة وغير مكلفة تدوم لسنوات، وهي مصممة تحديداً لدعم شبكات إنترنت الأشياء الواسع النطاق. ومن التكنولوجيات التي تستند إلى هذه الشبكات: تقنية إنترنت الأشياء ضيق النطاق، والتطور الطويل الأجل للآلات، وخدمة التجوال الدولية واسعة التغطية للنظام العالمي للاتصالات النقالة التي تتطلب كلها أطيافاً مرخصة؛ وتطبيق ماي ثينغز (MYTHINGS)، ومقدم خدمات إنترنت الأشياء سيغفوكس (Sigfox)، والتكنولوجيا الطويلة المدى التي يمكنها جميعها استعمال أطياف غير مرخصة.

ولاختيار التكنولوجيا اللاسلكية الفضلى ينبغي إجراء تقييم دقيق لعرض النطاق الترددي وجودة الخدمة والأمن واستهلاك الطاقة وإدارة الشبكة[33].

عناوين الإنترنت والإصدار السادس لبروتوكول الإنترنت IPv6: كل حاسوب مضيف لمحتوى سينشر على شبكة الإنترنت يشار إليه برقم فريد يعرف باسم عنوان بروتوكول الإنترنت. والأمر سيان بالنسبة إلى أي مستخدم وهاتف محمول وجهاز متصل بالإنترنت، فجميعها بحاجة إلى مثل هذا العنوان للتمكن من الاتصال بأجهزة أخرى.

ويتكون نظام عنوان بروتوكول الإنترنت الأصلي، المعروف بعبارة الإصدار الرابع لبروتوكول الإنترنت، من سلسلة رقمية طولها 32 بت ومن حدّ أقصى لعدد عناوين يمكن حسابه برفع الرقم 2 للأس 32 (2^{32})، مما يعني أن 4,294,967,296 فرداً فقط يمكن أن يحصلوا على عنوان فردي تحت هذا الإصدار. وأحد التحديات الرئيسية الحالية لشبكة الإنترنت هو أن عناوين الإصدار الرابع بدأت تنفد حول العالم. وفي تشرين الثاني/نوفمبر 2019، أعلن مركز تنسيق الشبكة الأوروبية لبروتوكول الإنترنت، وهو المنظمة التي تخصص وتسجل عناوين بروتوكول الإنترنت في أوروبا والشرق الأوسط وفي أجزاء من آسيا الوسطى، عن استنفاد حيز عناوين الإصدار الرابع[34].

وفي ضوء ذلك الواقع، ينبغي اعتماد الإصدار السادس لبروتوكول الإنترنت من أجل ضمان استمرار نمو الإنترنت وتطوره. ويتألف هذا البروتوكول من سلسلة رقمية طولها 128 بت ويُحسب الحد الأقصى لعدد العناوين فيه برفع الرقم 2 للأس 128 (2^{128})، ما يعادل 340,282,366,920,9 38,463,463,374,607,431,768,211,456 عنواناً. وهذا العدد من العناوين كافٍ لتغطية جميع احتياجات إنترنت الأشياء، والسماح لكافة الأجهزة المتنقلة وأجهزة الاستشعار والكاميرات والسيارات والحافلات والثلاجات والغسالات وآلات القهوة بالاتصال بالإنترنت.

ومع ابتكار السيارات المتصلة بالشبكة، التي تسمى أيضاً المركبات الذاتية التشغيل بالكامل أو المستقلة أو الذاتية القيادة، ستحتاج كل سيارة إلى عنوان من الإصدار السادس خاص بها للاتصال بالإنترنت. ثم إن نُظُم برمجيات النقل، مثل نُظُم النقل الذكية ونُظُم الطرق السريعة الآلية، تعتمد اعتماداً كبيراً على أجهزة الاستشعار المثبّتة على الطرق لجمع البيانات وتحليلها وتحديد التوقعات، وهو ما سيُفصّل في الأقسام اللاحقة من هذا التقرير. وفي ظل استمرار نمو نُظُم النقل واعتمادها المتزايد على مكونات إنترنت الأشياء ومواصلة استنادها بشدة إلى المركبات المتحركة، يستحيل وصل جميع «الأشياء» و«السيارات» بعضها ببعض من دون الإصدار السادس لبروتوكول الإنترنت.

ومع أنه يتم تلقائياً تثبيت هذا الإصدار في جميع المعدات والحواسيب والهواتف المحمولة منذ عام 2012، إلا أن العديد من مقدمي خدمات الإنترنت إما لا يعمدون إلى تمكين هذه الميزة أو يخشون عدم جهوزية بعض المستخدمين أو المعدات لهذا الإصدار. لذا ينبغي لمقدمي الخدمات الاستمرار في تشغيل الإصدارين الرابع والسادس بالتوازي أو ترجمة عناوين من الإصدار السادس إلى عناوين من الإصدار الرابع إلى حين تأكدهم من تلبية جميع احتياجات عملائهم.

ويجب بالتالي اعتبار نشر الإصدار السادس لبروتوكول الإنترنت مشروعاً طويل الأجل يستلزم التخطيط له وتنفيذه وإدارته بعناية. ومركز تنسيق الشبكة الأوروبية لبروتوكول الإنترنت وجمعية الإنترنت من المنظمات المخصصة بالإنترنت المستعدة لتقديم الدعم بهذا الشأن. كذلك، تضطلع السلطات التنظيمية الوطنية للاتصالات بدور رئيسي في تشجيع مقدمي الخدمات على اعتماد الإصدار السادس بأسرع ما يكون.

الأقمار الصناعية: يبحث مقدمو خدمات الاتصالات بالأقمار الصناعية عن فرص في قطاع النقل البري، نظراً لأن مجال تغطية الأقمار الصناعية يفوق بكثير مجال تغطية الشبكات الخلوية. وعلى الرغم من عدم وجود تطبيقات ذات صلة حتى الآن، فإن شركة إنمارسات (Inmarsat) مثلاً تعمل مع شركائها منذ أربع سنوات لتطوير نظام للجمع بين النظام الأوروبي لإدارة حركة السكك الحديدية والتغطية بالأقمار الصناعية والخلوية، من أجل تحسين السلامة والكفاءة التشغيلية على الخطوط الإقليمية[35]. وأهم التطبيقات المرتقبة في مجال النقل المتصل هي: مكالمات المساعدة في حالات الطوارئ، وتحديثات الملاحة ورسم الخرائط، والاتصال الاحتياطي للشبكات الأرضية (وبخاصة في المركبات الذاتية القيادة) والتحديثات عبر الأثير.

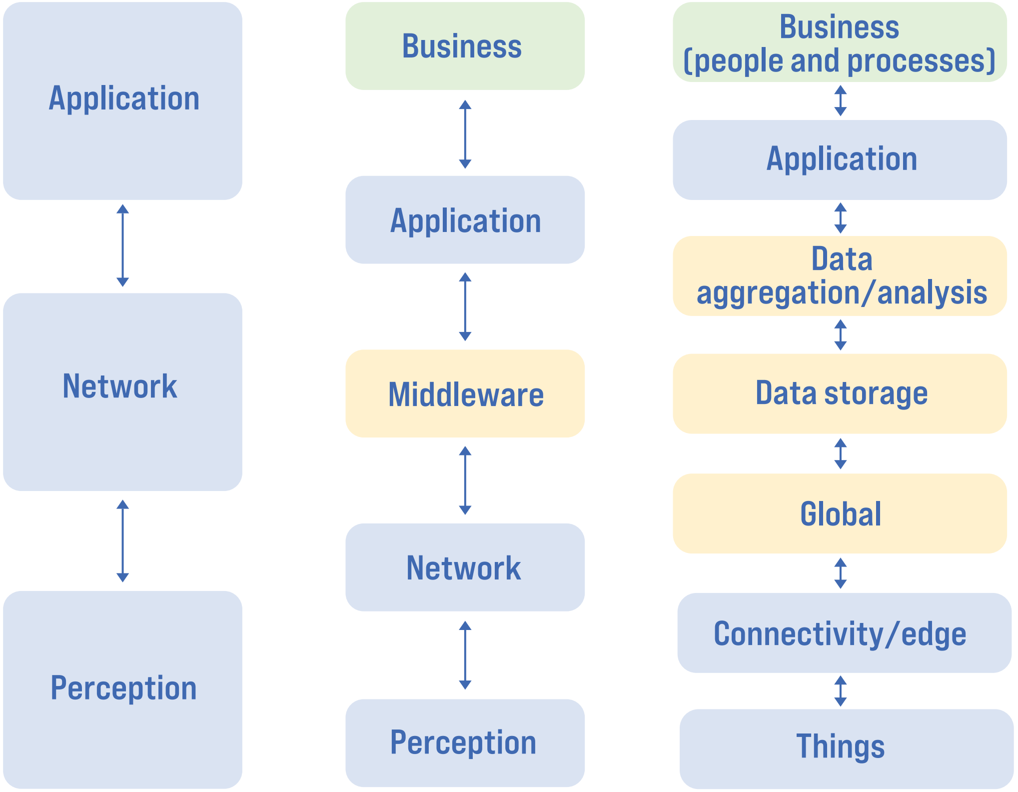
2. إنترنت الأشياء وتطبيقاته في مجال النقل البري

يبلغ اليوم عدد الأجهزة المتصلة بإنترنت الأشياء نحو 10 مليارات جهاز، ومن المتوقع أن يرتفع هذا العدد ليصل إلى 22 ملياراً بحلول عام 2025[36]. وبعد أن كان الإنترنت عبارة عن شبكة من الحواسيب المتصلة، فقد توسع نطاقه حتى أصبح يشمل أجهزة أخرى مثل الهواتف المحمولة وأجهزة الاستشعار والكاميرات والثلاجات والغسالات والسيارات والحافلات والقطارات، وغيرها من الأجهزة. ويبدو أن الإنسانية تتجه نحو عالم كل شيء فيه متصل بالإنترنت.

وقد حددت مؤسسات مختلفة نموذج بنية إنترنت الأشياء بطرق مختلفة، أبسطها هو نموذج مؤلف من ثلاث طبقات، في حين أن أكثرها شيوعاً هو نموذج من خمس طبقات يتضمن التالي (انظر الشكل 5)[37]:

1. **طبقة الإدراك،** وتسمى أيضاً طبقة الاستشعار أو طبقة الكائن: تشير هذه الطبقة أساساً إلى الأجهزة التي يتم وضعها في الميدان لاستشعار المعلومات من البيئة

الشكل 5. نماذج طبقات بنية إنترنت الأشياء



المصدر: تجميع الإسكوا.

وجمعها ومعالجتها، مثل الوزن ودرجة الحرارة والرطوبة والحركة والموقع، وما إلى ذلك. وقد تكون أجهزة جمع المعلومات بطاقات تحديد الترددات اللاسلكية (RFID) أو أجهزة استشعار أو أجهزة كشف ذكية.

2. **طبقة الشبكة**، وتسمى أيضاً طبقة الإرسال أو طبقة إرسال البيانات أو طبقة تجريد الكائن: تنقل هذه الطبقة بأمان البيانات التي تم جمعها بواسطة أجهزة الاستشعار/الأجهزة الأخرى، عبر وسائط الشبكة القائمة أو الخاصة للنطاق القصير، إلى طبقة البرمجيات الوسيطة من خلال تكنولوجيات مختلفة مثل تقنية الاتصال اللاسلكي، والجيل الثالث أو الرابع أو الخامس، والبلوتوث، والبلوتوث المنخفض الطاقة، والتكنولوجيا الطويلة المدى، وغيرها.

3. **طبقة البرمجيات الوسيطة**، وتسمى أيضاً طبقة إدارة الخدمة: تربط هذه الطبقة ما بين البيانات الواردة من طبقة الشبكة، وتعالج المعلومات، وتتخذ القرارات بشأن نوع الخدمة المطلوبة، وتخزن البيانات في قواعد بيانات إدارة الخدمات.

4. **طبقة التطبيقات**، التي تتضمن الخدمات الذكية للمستخدم استناداً إلى القطاع المستهدف (مثل الصحة الذكية أو المنازل الذكية أو النقل).

5. **طبقة الأعمال**، التي تدير نظام إنترنت الأشياء، مسؤولة عن بناء نماذج الأعمال والرسوم البيانية والمخططات الانسيابية لدعم عملية صنع القرار، وهي أيضاً مسؤولة عن «تصميم العناصر المتعلقة بنظام إنترنت الأشياء وتحليلها وتنفيذها وتقييمها ورصدها وتطويرها»[38].

استخدامات إنترنت الأشياء في مجال النقل

إنترنت الأشياء هو عبارة عن تكنولوجيا تمكينية لنُظُم النقل تَعِد بتحسين تجربة المسافرين عموماً من خلال تعزيز الكفاءة في التنقل والحد من الاختناقات المرورية، فضلاً عن تخفيض الآثار البيئية الضارة وضمان فوائد متسقة مع خطط التنمية العالمية مثل خطة التنمية المستدامة لعام 2030. وفي عام 2016، قُدرت قيمة إنترنت الأشياء لقطاع النقل على الصعيد العالمي بـ 135 مليار دولار، ومن المتوقع أن ترتفع هذه القيمة إلى 328 مليار دولار بحلول عام 2023[39]. غير أنه ينبغي تنقيح هذه الأرقام في ضوء الأزمة العالمية الناجمة عن جائحة كوفيد-19 الحالية.

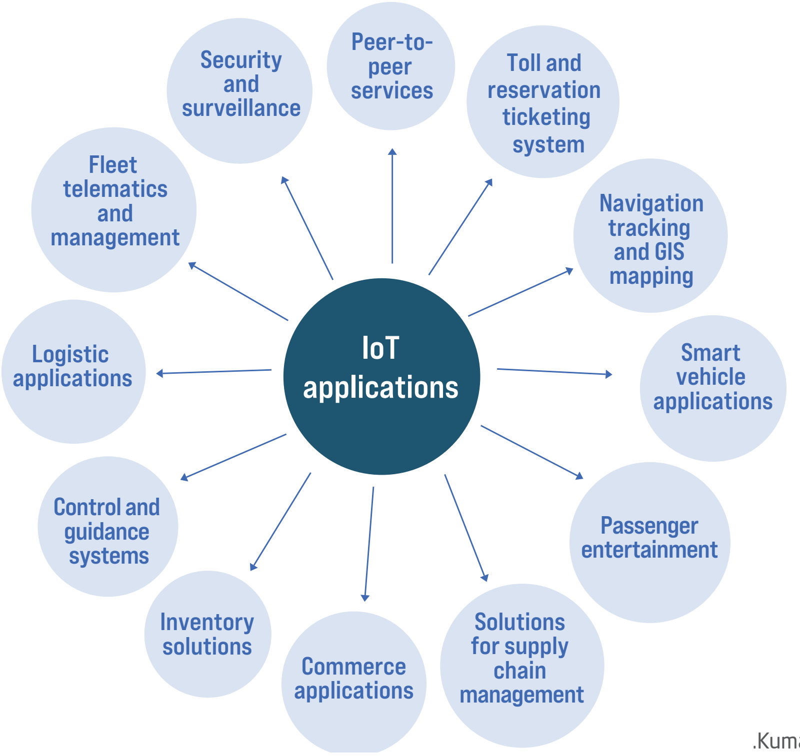
واعتماد إنترنت الأشياء لنقل أكثر ذكاء لا يتطلب بالضرورة بناء بنية تحتية جديدة، وهو ما يُعدّ من أبرز جوانبه، إلا أنه قد لا يكون ذلك ممكناً في العديد من البلدان النامية بما فيها بلدان المنطقة العربية[40]. والواقع أنه يمكن تطبيق تقنية إنترنت الأشياء حالاً على مستوى البنية التحتية للنقل، والمركبات، والشحن/الحاويات.

فعندما يتعلق الأمر بالبنية التحتية، «يمكن للبلديات البدء بجعل طرقها أكثر ذكاء على الفور من خلال نشر أجهزة استشعار متاحة في السوق»[41]. ويشمل ذلك علامات سطح الطريق والشاخصات والإشارات المرورية، فضلاً عن تكنولوجيا جمع المعلومات والتواصل مع المركبات ومراكز مراقبة حركة المرور[42]. وتقوم أجهزة الاستشعار المثبّتة على الإنشاءات القائمة في الطرق، مثل إشارات المرور الضوئية، بجمع معلومات عن أحوال الطرق والطقس وحركة الحياة البرية. ويُعاد نقل المعلومات، فور جمعها وتحليلها من قِبل نُظُم النقل الذكية في مركز مراقبة حركة المرور، إلى المركبات على الطريق لإبلاغها بظروف المرور. أما فيما يتعلق بالمركبات، فتُستخدم أجهزة إنترنت الأشياء في نُظُم المعلوماتية البعدية للمركبات من أجل إدارة المركبة نفسها و/أو التواصل مع محيطها، سواء مع مركبات أخرى (من مركبة إلى مركبة) أو مع البنية التحتية (من مركبة إلى البنية التحتية)[43].

كذلك، يعود إنترنت الأشياء بفوائد جمة على أنشطة النقل واللوجستيات فيما يتعلق بالشحن/الحاويات. فهو يساعد على تخطيط المسارات والجداول الزمنية لأساطيل الشاحنات من جهة، ويسهّل رصد الشحنات وجرد المخزون من جهة أخرى.

ويتم تركيب أجهزة إنترنت الأشياء وأجهزة الاستشعار على الجدران الخارجية والداخلية للحاويات باعتبارها جزءاً من حلول ذكية للنقل. وتقوم هذه الأجهزة بتوليد بيانات عن[44] تحديد موقع الحاوية، وحركتها، ودرجة حرارة الهواء المحيط بها، وفتح الباب، والصدمات والاهتزازات، ودرجة حرارة الشحنة (الحمولة والضبط من خلال معلومات مرتجعة آلية)، ورطوبة البضائع، والكشف عن وجود أشخاص فيها. وفي الواقع، فإن معظم التطبيقات المدرجة في القسم التالي، مثل نُظُم النقل الذكية، ونُظُم إدارة النقل ونظام إدارة أسطول المركبات، تستخدم تقنية إنترنت الأشياء لتجميع البيانات. ويلخص الشكل 6 أدناه مجالات تطبيقه المختلفة، ويرد في الإطار 2 مثالان على تطبيقه في مجال النقل البري.

الشكل 6. تطبيقات إنترنت الأشياء في مجال النقل



المصدر: Kumar and Dash, 2017.

الإطار 2. أمثلة على تطبيق إنترنت الأشياء في قطاع النقل

فنلندا - الصيانة التنبؤية للسكك الحديدية - إنترنت الأشياء

تمكنت شركة في آر غروب (VR Group) لتشغيل السكك الحديدية المملوكة من الدولة في فنلندا من تطبيق نظام إنترنت الأشياء لتوقع متطلبات صيانة السكك الحديدية، مما يسمح باستبدال القطع قبل حدوث عطل. وتم تثبيت أجهزة استشعار على مختلف النُظُم والأجزاء لرصد حالتها والإبلاغ عن أي علامات ضرر أو توقف عن العمل. ولتجنب تعطيل المسارات والعمليات، يضع المشغلون والمهندسون خطط الاستجابة للأعطال ويقررون إصلاح القطع أو استبدالها استناداً إلى نظام تحليلي يقوم على نماذج حسابية لاستعراض البيانات المجمعة.

المصدر: Williamson, 2018.

الكويت - استخدام الحافلات العامة - إنترنت الأشياء

في أوائل عام 2020، شهد مزود النقل العام سيتي باص، وهو أكبر مشغل للنقل العام في الكويت، تحسناً ملموساً في استخدام الحافلات مع ارتفاع رحلات الركاب بنسبة 12 في المائة في عام واحد، ذلك بعد نشر نظام ذكي يقوم على استخدام إنترنت الأشياء. وقد تم تزويد نحو 85 في المائة من الحافلات بتكنولوجيا إنترنت الأشياء التي تولد بيانات تُحلل في منصة برمجية ذكية للتنقل. ويدعم هذا النظام عملية الضبط واتخاذ القرارات والتخطيط وهو يزود أيضاً الركاب بمعلومات آنية، الأمر الذي يحسن رضا العملاء.

المصدر: Harper, 2020.

3. البيانات الضخمة من أجل النقل البري

إزاء الحجم الهائل من مجموعات البيانات الكبيرة الناتجة من تكنولوجيا إنترنت الأشياء والهواتف المحمولة ووسائل التواصل الاجتماعي وغيرها من المنصات الرقمية، برزت البيانات الضخمة بوصفها مجالاً تكنولوجياً جديداً له مجاله الخاص في علم البيانات يُعرف باسم «تحليل البيانات». ويوفر هذا المجال التكنولوجي الآخذ بالنمو أدوات جديدة مبتكرة في مجال تحليل البيانات، مثل منصة إكسبلنتي (Xplenty) وبرمجيات أباتشي هادوب (Apache Hadoop) ونظام أباتشي كسندرا (Apache Cassandra) وقاعدة بيانات مونغو دي بي (MongoDB) وأدوات أخرى عديدة. ويقوم علم البيانات بتطوير أساليب جديدة وأدوات مستحدثة، مثل تعلُّم الآلة والتحليلات التنبؤية والتصور. وتبشّر هذه الأساليب بإمكانات هائلة لاستخلاص المعلومات الآنية من أجل التصدي للتحديات التنموية، وهي إمكانات لا يمكن تجاهلها[45].

وكانت شركة غارتنر (Gartner)[46] الشركة الأولى التي قامت بتعريف البيانات الضخمة، وتم تحسين هذا التعريف تدريجياً ليستقر أخيراً على المحاور الخمسة التي تميزها[47]:

- **الحجم:** تتسم البيانات الضخمة بحجم كبير يتعذر تخيل مداه، يتم قياسه بوحدات تيرابايت أو بيتابايت أو حتى إكسابايت. وتشير تقديرات مؤسسة البيانات الدولية إلى أن «الأشياء» في إنترنت الأشياء ستولّد 79.4 زيتابايت من البيانات عام 2025[48]. ولتوضيح ذلك في قطاع النقل، ضع في اعتبارك عدد أجهزة الاستشعار المركبة على البنية التحتية للطرق، ونوع البيانات التي يجمعها كل جهاز استشعار، وعدد النقاط البيانية التي يتم توليدها في كل فاصل زمني (في دقيقة واحدة مثلاً)؛ سيكون عندئذٍ حجم البيانات السنوي، أو حتى الشهري، كبيراً للغاية.

- **السرعة:** يُشار بالسرعة إلى سرعة تدفق البيانات، أو معدل تلقي البيانات، بعد توليدها وإرسالها. وفي قطاع النقل، تؤدي زيادة عدد الأجهزة التي تجمع البيانات إلى تدفق شبه مستمر للبيانات، مما يسمح بإجراء تحليل آني.

- **التنوع:** تختلف البيانات المجمّعة من حيث النوع والشكل. فقد تكون البيانات المجمعة من طريق أو حاوية على شكل ملفات متعددة الوسائط مثل الصور أو الفيديو، أو يمكن أن تكون قياسات لدرجة الحرارة أو الرطوبة.

- **المصداقية:** تنبع قابلية استخدام البيانات الضخمة من القدرة على التحقق من مصداقيتها، وموثوقيتها، وأمنها، وخصوصيتها، وإمكانية المساءلة.

- **القيمة:** تكمن القيمة الحقيقية للبيانات الضخمة في ربط الدراسات التحليلية بالمعطيات المجدية. وبالتالي، لا تقتصر عملية جمع البيانات على مجرد كونها عملية تلقائية بل هي جزء من عملية أكبر حجماً لصنع القرار، يستطيع واضعو السياسات التعويل عليها لاتخاذ القرارات ووضع الاستراتيجيات.

استخدامات البيانات الضخمة في النقل

تقوم شركة توم توم، وهي شركة توفر منتجات وخدمات الموقع والملاحة، بجمع قياسات نظام التموضع العالمي من مستخدميها على أساس المصدر المجهول منذ عام 2006. وفي عام 2012، أفادت بأنها جمعت أكثر من 6 تريليون نقطة بيانية تستخدمها لتوفير معلومات عن الاختناقات المرورية الحاصلة وزمن الرحلة، فضلاً عن إنتاج خرائط آنية دقيقة[49].

ويتمثل تطبيق آخر للبيانات الضخمة في إدارة الأساطيل، سواء كانت تتكون من حافلات أو شاحنات أو قطارات، وأصول الطرق. ولا تصبح البيانات التي يجمعها إنترنت الأشياء قيّمة إلا عندما يتم تحليلها للحصول على معطيات جديدة ووضع الخطط على أساس هذه المعطيات. وبالتالي، تستند الصيانة التنبؤية إلى الخوارزميات التحليلية وتعلّم الآلة، مما يساعد على توقع الأعطال المحتملة والحاجة إلى صيانة المعدات قبل توقفها عن العمل. ويخفّض هذا النهج التكاليف ويحد من تعطيل المسارات والعمليات بسبب الصيانة غير المقررة.

وتحليل البيانات الضخمة في إدارة الشحن والإدارة اللوجستية يستند إلى البيانات المجمّعة من أجهزة الاستشعار المركبة على الشاحنات والحاويات، وإلى بيانات بشأن الطقس وأحوال الطرق وحركة المرور. ويساعد تحليل البيانات الضخمة في تحديد المسارات المثلى من أجل التسليم الأسرع والأكثر أماناً للبضائع.

الإطار 3. بوسطن - تحدي البيانات الضخمة لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا

من المتعارف عليه عموماً أن التحديات والمسابقات توفر منصات فعالة لجذب مواهب المبتكرين ورواد الأعمال. وتحقيقاً لهذه الغاية، أطلق معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا تحدي البيانات الضخمة عام 2013، بالشراكة مع مدينة بوسطن، لمعالجة المسائل المتعلقة بالنقل في المدينة. وأُتيحت مجموعات بيانات النقل مما يفوق 2.3 مليون رحلة بسيارات الأجرة ومن الأحداث المحلية، ووسائل التواصل الاجتماعي، وسجلات الطقس لتحفيز تحليل البيانات المبتكرة وتصورها. وقد استخدم الفريق الفائز خوارزميات تعلّم الآلة لتوقع عدد سيارات الأجرة على مدى 700 فاصل زمني وفي 36 موقعاً في مدينة بوسطن - وكانت توقعاتهم الأكثر دقة من بين الفرق الأخرى المشاركة في المسابقة.

المصدر: Abazorius, 2013; Brehm, 2014.

4. الحوسبة السحابية والنقل البري

أصبحت السحابة أداة تمكين للبيانات الضخمة إذ توفر بيئة فعالة من حيث التكلفة لدعم تخزين البيانات الضخمة ودراساتها التحليلية، بالإضافة إلى تقديم خدمات عدة يمكن الآن «تأجيرها» بدلاً من شرائها وتشغيلها وصيانتها محلياً. وتنشئ السحابة منصة مشتركة لتبادل البيانات والمعلومات بين أصحاب المصلحة، مما يتيح فرصاً جديدة وقدرات ذات قيمة مضافة للمؤسسات اللوجستية. وبذلك، تتمكن هذه الأخيرة من التركيز على أعمالها الأساسية بفضل إدارة عملياتها بسرعة أكبر وكفاءة أعلى من حيث التكلفة. وبعبارة أخرى، بإمكان الحكومات وأصحاب المصلحة الآخرين التركيز على عملية نقل الخدمات والمعلومات وتحقيق النتائج بسرعة عبر استخدام السحابة.

وتسمح السحابة، عبر إتاحة اتصال بالإنترنت عالي السرعة يعوّل عليه، بنشر خدمات تكنولوجيا المعلومات عن بعد بدون تكبّد تكاليف مد بنية تحتية للمعدات الحاسوبية[50]. فالشركات قادرة على بناء منصات وتقديم الخدمات بمجرد شراء مخدم افتراضي من شركات مثل الخدمات الشبكية لأمازون (Amazon Web Services)، ومايكروسوفت أزور (Microsoft Azure)، وسحابة غوغل (Google)، وغيرها. كذلك، يتيح بائعو البرمجيات تطبيقات عديدة على السحابة.

وتوفر السحابة أنواعاً عديدة من الخدمات[51] هي:

- الدراسات التحليلية كخدمة، حيث يستخدم العملاء التكنولوجيات الشبكية لتحليل البيانات الضخمة.
- البنى التحتية كخدمة، حيث تُتاح للعملاء المعدات الحاسوبية والقدرات الهائلة للحوسبة.
- المنصة كخدمة، حيث يُمنح المستخدمون إمكانية الوصول إلى محيط التشغيل والبنية التحتية.
- البرمجيات كخدمة، حيث تُتاح للمستخدمين البرمجيات المصممة خصيصاً لتلبية احتياجاتهم.

وتشير دراسة أجرتها مؤسسة البيانات الدولية عام 2012 بطلب من المفوضية الأوروبية بعنوان «التقديرات الكمية للطلب على الحوسبة السحابية في أوروبا والحواجز المحتملة أمام استيعابها»، إلى تحقيق منافع اقتصادية ملموسة قابلة للقياس الكمي من خلال اعتماد خدمات الحوسبة السحابية. ويبيّن المسح الذي أجري لغايات الدراسة أن اعتماد المنظمات الحوسبة السحابية يقلل من تكاليف تشغيلها بنسبة تتراوح بين 10 و20 في المائة، ويحسن العمل المتنقل بنسبة 46 في المائة، ويرفع الإنتاجية بنسبة 41 في المائة، ويحسن التوحيد القياسي بنسبة 35 في المائة، بالإضافة إلى زيادة الفرص والأسواق التجارية الجديدة بنسبة 33 في المائة[52]. وبالمثل، تشير دراسات أجرتها منظمة غرينبيس إلى أنه يمكن التخفيف من القضايا البيئية المتصلة باستهلاك المياه والطاقة عبر الاستخدام الفعال للمعدات الحاسوبية ومراكز البيانات التي تعتمد على الخوادم المنخفضة الطاقة وعلى الطاقة الخضراء[53].

وتتجاوز فوائد الحوسبة السحابية كونها مجرد وسيلة فعالة لتخزين كميات كبيرة من البيانات وحمايتها وتحليلها. فالترحيل إلى السحابة يسمح باستخدام عدد أقل من المعدات الحاسوبية والآلات، وبالتالي إلى خفض الاحتياجات ذات الصلة بالتبريد والمساحة[54]، والحد من انبعاثات الكربون وتوفير كلفة الطاقة، وتحرير رأسمال

الشركات بغية تخصيصه لمشاريع أخرى. ومن وجهة نظر اقتصادية عالمية، يقدر تقرير سمارت لعام 2020[55] أن كفاءة الطاقة المعتمدة على تكنولوجيا المعلومات ستتيح وفورات هائلة في استهلاك الطاقة على مدى خمس سنوات يؤدي إلى وفورات في التكاليف تبلغ قيمتها نحو 946.5 مليار دولار[56]. وخلصت دراسة أخرى إلى أن خدمات سحابة مايكروسوفت، مقارنة بمراكز بيانات المؤسسات التقليدية، ستكون أكثر كفاءة في استخدام الطاقة بنسبة تصل إلى 93 في المائة، مما سيخفض انبعاثات الكربون بنسبة 98 في المائة. وتعزو الدراسة ذلك إلى أربعة عوامل رئيسية هي: الكفاءة التشغيلية في مجال تكنولوجيا المعلومات، ومعدات تكنولوجيا المعلومات، وكفاءة البنية التحتية لمركز البيانات، والطاقة الكهربائية المتجددة[57].

والجمع بين الحوسبة السحابية وغيرها من التكنولوجيات الناشئة في نظام النقل سيؤدي إلى دمج التطبيقات وتحويل الشبكات وتحسين السلامة على الطرق وزيادة الكفاءة والحد من التلوث. وفيما يتعلق بالنقل واللوجستيات، ستتيح الحوسبة السحابية التتبُّع الآني بدون الحاجة إلى استثمارات كبرى في البنية التحتية. ونظراً إلى أن المنصة تجيز الوصول المباشر إلى البيانات الموحّدة المخزنة على الشبكة، يُفترض بهذا النموذج أن يضمن مستوى متقدماً من الإدارة، ويسمح بتيسير عمليات النقل واللوجستيات بما يتسم بمزيد من الفعالية والسرعة وبكلفة أقل. وغني عن القول إن اعتماد تطبيقات الحوسبة السحابية في قطاع النقل واللوجستيات سيؤدي إلى توفير الوقت والطاقة وزيادة الكفاءة. وسيولد أيضاً بيانات عالية الجودة وموثوقة للبحوث، مما يمهد الطريق لمشاريع الابتكار المستقبلية.

وأحد التطبيقات الهامة في قطاع النقل البري هو منصة سحابة المركبات المتصلة التي طورتها شركة إريكسون وتستخدمها شركات تصنيع السيارات، مثل شركة فولفو، لتقديم خدمات رقمية عالية الجودة بما فيها مجموعة كاملة من الأتمتة والمعلوماتية البعيدة والإعلام الترفيهي والملاحة وخدمات إدارة الأسطول. وهذه المنصة المرنة تتيح لمصنعي المركبات التسريع في تطوير خدمات جديدة للمركبات المتصلة وإدارتها، علاوةً على أن نظامها المتصل يستطيع دمج أي عدد من الأطراف الثالثة المعنية، مثل إدارات النقل أو الوزارات.

ويمكن أن تُستخدم تكنولوجيا الحوسبة السحابية أيضاً في قطاع النقل لربط الشاحنين والموردين والشركاء من خلال شبكة افتراضية تكون بمثابة منصة للتعاون والتآزر. وقد اقترح الخبراء أنماطاً عديدة للتطبيقات، بما فيها سيناريو للتعاون بين شركات لوجستيات الشحن والحكومات عبر اعتماد نظام النافذة الواحدة. ومن الأمثلة الأخرى مشروع مجمّع اللوجستيات (Logistics Mall Project) في ألمانيا الذي يقدم خدمات تكنولوجيا المعلومات والتطبيقات والمسارات اللوجستية باعتبارها سلعاً قابلة للتداول في السحابة.

5. نظم التموضع العالمي والنقل البري

يعمل نظام التموضع العالمي باستخدام مستقبِلات أرضية تجمع إشارات من أربعة أقمار صناعية على الأقل. وتقوم على إثره وحدات المعالجة التابعة لها بتفسير هذه الإشارات عن طريق حساب موقع كل قمر صناعي وترجمته إلى إحداثيات خطوط العرض والطول والارتفاع والوقت.

ونظام التموضع العالمي هو تكنولوجيا مملوكة من الحكومة الأمريكية، تم تطويرها للجيش الأمريكي واقتصرت في الأصل على الاستخدام العسكري. وفيما بعد، أعلنت إدارة ريغان عن إتاحة النظام للاستخدام المدني في أعقاب كارثة الخطوط الجوية الكورية عام 1983. وفي عام 2000، التزم الرئيس كلينتون بإيقاف تشغيل التوافر الانتقائي ومنح المدنيين الدقة نفسها في تلقي الإشارات على قدم المساواة مع الجيش. وفي عام 2007، في عهد الرئيس بوش، جعلت وزارة الدفاع هذا الالتزام دائماً. وتشمل التكنولوجيات المماثلة النظام العالمي للملاحة باستخدام الأقمار الصناعية الذي تستخدمه روسيا ويُعرف باسم غلوناس، ونظام غاليليو الذي أنشأته وكالة الفضاء الأوروبية، ونظام بايدو الذي أطلقته الصين.

وتتعدد استخدامات نظام التموضع العالميوتشمل مزامنة الساعات والملاحة وأجهزة إرشاد شخصية محددة للمكان (أو الموقع) وإجراء المسوح. وفيما يخص قطاع النقل تحديداً، فإن نطاق تطبيقاته متنوع ودائم التوسع. ويُعتبر تتبُّع المركبات الاستخدام الأكثر شيوعاً لنظام التموضع العالمي، إذ يتيح استخدامه تتبُّع موقع أي مركبة مجهزة به، من المركبات الشخصية إلى الأساطيل التجارية (مثل خدمات البريد السريع) ومركبات النقل العام. ويُستعان بهذا النظام أيضاً في عمليات الإغاثة في حالات الكوارث وفي خدمات الطوارئ، مثل سيارات الإسعاف والشرطة التي تستخدم تتبُّع المركبات لإنقاذ الأرواح. ويمكن استخدام نظام التموضع العالمي لتقديم الشروح في أثناء الجولات

السياحية بالحافلات، ولتقدير أوقات وصول الحافلات عند محطات توقفها. وأخيراً، يُستعمل هذا النظام لتحديد المواقع الجغرافية، حيث يتم ربط إحداثيات النظام بالمواقع والأشياء لأغراض مختلفة، مثل وضع معلومات على الخريطة عبر نظام المعلومات الجغرافية.

بيد أن تحديات محتملة تواجه استخدام نظام التموضع العالمي، بعضها مرتبط بإشارات الأقمار الصناعية والبعض الآخر بتوافر التغطية في المناطق النائية. ومن الجدير ذكره أن النشاط الشمسي، مثل التوهجات الشمسية، قد يعطل إشارات هذا النظام.

6. نُظُم المعلومات الجغرافية

تم تصميم برنامج نظام المعلومات الجغرافية لتخزين كافة أنواع البيانات الجغرافية والمكانية واسترجاعها وإدارتها وعرضها وتحليلها. وهو ببساطة يسجل المعلومات (المواقع المسترجعة من نظام التموضع العالمي أو غيرها من المعلومات)، ويتيح للمستخدمين إنتاج وعرض الخرائط والرسوم البيانية الأخرى المتعلقة بالمعلومات الجغرافية. وتطبيق خرائط غوغل هو خير مثال على حل شبكي لرسم الخرائط قائم على نظام المعلومات الجغرافية، يستعين به الأشخاص لأغراض التنقُّل اليومية.

وثمة اليوم أكثر من ألف تطبيق[58] لنظام المعلومات الجغرافية يُستخدم في مختلف الأعمال التجارية والصناعات، بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر: رسم الخرائط، والتخطيط الحضري، وتخطيط النقل، والملاحة، والطيران، وإدراج المركبات، وإدارة الأسطول، وإدارة الكوارث والتخفيف من حدتها، والزراعة، وتقدير الأضرار الناجمة عن الفيضانات، ومكافحة الآفات، والأعمال المصرفية، وإدارة الأصول وتعزيزها، وعلم المستهلك وسلوكه، وتغيّر المناخ، والجرائم، وتخطيط التنمية المجتمعية، والاقتصاد، والدفاع، والطاقة. وينظر نظام المعلومات الجغرافية إلى البيانات باعتبارها طبقات مختلفة. وبالتالي، قد تُظهر إحدى الطبقات نمط شبكة الشارع في المدينة، وطبقة أخرى حدود مناطقها الإدارية، وطبقة ثالثة موقع الجرائم المبلّغ عنها على سبيل المثال. ويمكن تصميم عرض كل نوع من البيانات داخل نظام المعلومات الجغرافية لتلبية معايير محددة، ثم الجمع بين الطبقات المختلفة لتشكيل خريطة واحدة. وإحدى السمات الرئيسية لهذا النظام هي إمكانية لصق عنصر جغرافي بأي نوع من المعلومات. وبذلك، يمكن إنشاء الخرائط المواضيعية انطلاقاً من طبقات من البيانات التي تمثل المعلومات الخرائطية التقليدية، ومن مجموعات البيانات التي يوفرها المستخدمون من مصادر أخرى.

ومن البديهي أن نظام المعلومات الجغرافية يقع في صميم المجموعة المتنوعة التالية من التطبيقات في قطاع النقل[59]:

إن **صيانة الطرق السريعة وإدارتها** مسألة هامة قد تصبح مكلفة للغاية بالنسبة إلى السلطات المعنية إذا لم يتم تحديد المشاكل في وقت مبكر بحيث يتسنى معالجتها. واستخدام نظام المعلومات الجغرافية للمساعدة في إدارة صيانة الطرق السريعة يؤدي إلى خفض التكاليف وتحسين تجربة المسافرين وسلامتهم. وتساعد صور الأقمار الصناعية للطرق السريعة وخرائط شبكات الطرق السلطات على التحديد الآني للمشاكل ومعالجتها في وقت مبكر. وبإمكان فِرق الصيانة الميدانية استخدام الأجهزة لجمع البيانات في الميدان وتحديث قواعد البيانات على الفور لإجراء تحاليل إضافية، واتخاذ القرارات وحتى الإجراءات الفورية. وعلاوةً على ذلك، فإن استخدام نظام المعلومات الجغرافية وصور الأقمار الصناعية يمكّن من تفحّص بعض الأعمال الجارية على الطرق بدون القيام بزيارات ميدانية.

ويمكن **تحليل الحوادث** من خلال إدماج الفيديو والصور من كاميرات المرور مع نظام المعلومات الجغرافية. فيعمد مركز مراقبة حركة المرور بسهولة وسرعة إلى تحديد موقع الحادث، ثم يرسل تحذيرات لجميع المسافرين أو يتخذ الإجراءات اللازمة لتحويل حركة المرور بعيداً عن مكان الحادث. وعلى مر الزمن، يساعد تحليل الحوادث في تحديد المناطق التي تنطوي على مشاكل ويرتفع فيها احتمال وقوع حوادث داخل شبكة النقل، فضلاً عن تحديد الأسباب المحتملة بحيث يمكن اتخاذ التدابير اللازمة لزيادة سلامة مواقع محددة.

وتمكّن **نمذجة حركة المرور وإدارتها** باستخدام نظام المعلومات الجغرافية من تصميم طرق فضلى والاستمرار في رصد حركة المرور بعد إنجاز بنائها، ذلك باستخدام بيانات من النظام بغية إنشاء نماذج محاكاة لشبكات المرور. وتكون هذه النماذج تفاعلية، وبالتالي يمكن استخدامها في تخطيط الطرق وغيرها من الإنشاءات لزيادة كفاءة شبكة النقل.

ويشمل **تخطيط الطرق** إنشاء طرق جديدة. ويُعدّ نظام المعلومات الجغرافية أداة قيمة لضمان تصميم الطرق المثلى للمسافرين، بالتكلفة المثلى بالنسبة إلى السلطات، مع الأخذ في الاعتبار جغرافية المنطقة حيث ستُبنى الطرق. وعناصر

مثل خصائص التربة والصرف واحتمال حدوث فيضانات ليست سوى بعض القضايا التي ينبغي النظر فيها عند التخطيط لطرق جديدة. ويعرض نظام المعلومات الجغرافية رسماً تصورياً للطريق المخطط له والبيانات النوعية اللازمة، بحيث يمكن اتخاذ قرارات مدروسة قبل بناء الطريق.

ويؤدي استخدام نُظُم المعلومات الجغرافية إلى تحسين **إدارة أسطول المركبات**، خصوصاً عند ربطه بنظام التموضع العالمي. فمن شأن ذلك أن يتيح مثلاً تخطيط مسارات فضلى لحافلات النقل العام عبر دمج معلومات مثل المسارات والشوارع ومحطات التوقف والمدارس مع زمن الرحلة والجدول الزمني. وعليه، تُقدَّم معلومات أوفر لمستخدمي المواصلات العامة في شكل مسارات الحافلات مرفقة بجداول زمنية، مما يسمح لهم بتخطيط تنقلاتهم على نحو أفضل.

ويمكن تعزيز **تجربة السفر الشخصية** من خلال دمج نظام المعلومات الجغرافية ونظام التموضع العالمي، بحيث تمكّن نُظُم الملاحة الشخصية المسافرين الأفراد من تخطيط المسارات والسفر بأمان. فمعلومات مثل حدود السرعة القصوى، أو موقع الخدمات على جانب الطريق ومحطات الوقود، هي من الأهمية بمكان لضمان جودة شبكة النقل، مما يجعل هذين النظامين جزءاً لا يتجزأ من نظام النقل الذكي.

7. البيانات المفتوحة

الفكرة من البيانات المفتوحة هي إتاحة الوصول إلى البيانات الحكومية بحرية للاستخدام العام والتوزيع من جانب أي شخص، من دون القيود المفروضة على استخدامها المرتبطة بحقوق التأليف والنشر أو براءات الاختراع. ولا يمكن اعتبار هذه البيانات مفتوحة المصدر حقاً ما لم تقدم الحكومات البيانات الأولية في أشكال مفتوحة (ملفات القيم المفصولة بفواصل) يمكن قراءتها بواسطة برمجيات مشتركة (الانفتاح الفني)، وما لم يُمنح الحق القانوني في إعادة استخدامها (الانفتاح القانوني). ولا ينبغي الخلط بين البيانات المفتوحة والبيانات الضخمة، فالاختلافات جوهرية بين المفهومين.

ولا يمكن مناقشة البيانات المفتوحة في غياب خدمات الحكومة الإلكترونية اللازمة لتوليدها. فمن الضروري أولاً أن تكون الهيئة الحكومية التي تقدم الخدمة الإلكترونية هي نفسها محوسبة ومؤتمتة. ويجب ثانياً تبادل المعلومات مع السلطة المركزية للحكومة الإلكترونية أو الهيئات الحكومية الأخرى، بطريقة قابلة للتشغيل البيني، من أجل تحقيق الترابط الذي يتيح للركاب التنقُّل بين المدن والبلديات للوصول إلى مختلف الخدمات. وتشمل أنواع البيانات المفتوحة التي يمكن أن توفرها الحكومة الإلكترونية رسوم المرور وتسجيل المركبات وتحصيل الرسوم وإصدار رخص القيادة والتصاريح، إضافة إلى إطلاع المواطنين على تعرفة النقل ودراسات تحليلية للتنقُّل الحضري ومعلومات آنية عن حركة مرور الحافلات، وما إلى ذلك.

وقد اعتُمدت أولى السياسات الحكومية بشأن البيانات المفتوحة عام 2009، وأعقبتها مبادرات عديدة بشأن البيانات المفتوحة في نحو 50 بلداً ومنظمات مختلفة مثل البنك الدولي والأمم المتحدة. وفي عام 2013، وقّع قادة دول مجموعة البلدان الثمانية ميثاق البيانات المفتوحة[60] الذي اشتمل على مجموعة من المبادئ للارتقاء بالبيانات المفتوحة. وقد حدد الأكاديميون منذ البداية ثماني ركائز للبيانات المفتوحة هي[61]: مكتملة، وأوليّة، وآنية، ويسهل الوصول إليها، وقابلة للمعالجة الآلية، وغير تمييزية، وغير مملوكة، ولا تتطلّب الترخيص[62].

ويتجلى العدد المتزايد من بوابات البيانات في تطور مجموعات البيانات المتاحة. فعلى سبيل المثال، ارتفع عدد مجموعات البيانات المفتوحة المتاحة على البوابة الأوروبية للبيانات، التي تحصد البيانات الوصفية للبيانات العامة من جميع أنحاء أوروبا، إلى أكثر من الضعف (ليصل إلى ما يزيد عن 890,000 مجموعة) على مدى السنوات الثلاث الماضية، ومن المتوقع تواصل ارتفاعه في المستقبل[63]. وسوق البيانات المفتوحة آخذة بالنمو حجماً وعالمياً. وفي الواقع، من المرتقب أن تتوسع السوق في الاتحاد الأوروبي وحده إلى ما بين 199.51 مليار يورو و334.20 مليار يورو عام 2025[64]، ما يعني إمكانية تحقيق نمو سنوي بنحو 25 مليار يورو. وتجدر الإشارة إلى أن هذه الأموال لا تشكل إيرادات لدول الاتحاد الأوروبي، بل تولد قيمة مضافة للاقتصاد عن طريق قيام الشركات الناشئة المبتكرة وغيرها من شركات القطاع الخاص باستخدام البيانات المفتوحة لإنشاء التطبيقات.

وفي الوقت نفسه، يصعب العثور على البيانات في العالم العربي، وهي بعيدة عن أن تكون متاحة وجاهزة للمعالجة من جانب أي شخص وفي أي وقت[65]. ووفقاً لتقرير الإسكوا المعنون «تعزيز الحكومة المفتوحة في المنطقة العربية 2018»[66]، قامت دول عربية عدة، بما فيها دول مجلس التعاون الخليجي ومصر والأردن والمغرب وتونس، بتطوير وتنفيذ مبادرات بشأن البيانات المفتوحة أدت إلى إنشاء بوابات عامة للبيانات المفتوحة. لكن بالرغم من النمو الهائل للبيانات

المفتوحة في جميع أنحاء العالم، لا يزال أمام الدول العربية طريق طويل للحاق ببقية العالم وفقاً لاستنتاجات تقرير مقياس البيانات المفتوحة-الطبعة الرابعة، الذي يقيّم البيانات المفتوحة في 115 بلداً ويسجل نقاطاً لكل منها[67].

ويعتبر قطاع «النقل والتخزين»، بحسب ما صنفه تقرير البوابة الأوروبية للبيانات، أحد «القطاعات الخمسة ذات النجاح المثبت في إنشاء البيانات المفتوحة»[68]. وقد عمدت شركة غوغل إلى تطوير مواصفات موجز النقل العام كشكل للبيانات المشتركة، بما يتيح لوكالات النقل العام تبادل بيانات التنقلات الخاصة بها علناً في سلسلة من الملفات النصية التي تحتوي على المعلومات ذات الصلة، بما في ذلك التوقفات والمسارات والبيانات الأخرى[69]. وأصبحت هذه المواصفات، منذ إطلاقها عام 2005، شكل البيانات الأكثر شعبية لخدمات النقل ذي المسارات الثابتة حول العالم. وشجعت شركة غوغل سلطات النقل العام على اعتمادها بحيث يمكن ربط معلومات الجدول الزمني للحافلات بمخططي الرحلات متعددي الأنماط، مثل تطبيق خرائط غوغل[70]. ويمكن كذلك للمطورين استخدام هذه البيانات بحرية لتصميم تطبيقات جديدة وتقديم الخدمات لعموم الناس.

وقد قامت وكالات نقل عدة بنشر بياناتها في شكل مواصفات موجز النقل العام علناً ومشاركتها مع الجمهور العام، بيد أن وكالات أخرى اختارت عدم مشاركتها إلا مع شركاء مختارين مثل تطبيق خرائط غوغل. وحالياً، تدرج خدمة بيانات التنقُّل المفتوحة 1,252 مزوداً يتيحون بياناتهم، يوجد 473 منهم في الولايات المتحدة واثنان فقط في العالم العربي (تونس والجزائر)[71]. والعدد الهائل من وكالات النقل العام التي تستخدم الآن هذه البيانات يمهد الطريق أمام المطورين للابتكار، وذلك باستخدامهم هذه البيانات لإنشاء تطبيقات جديدة قد تكون مفيدة لهم، وللمستخدمين، ولتلك الوكالات على السواء. ويقدم الإطار 4 مثالاً على تطبيق البيانات المفتوحة في النقل البري، وتحديداً في دبي.

الإطار 4. دبي، مواصفات موجز النقل العام

خطت دبي مؤخراً خطوة مهمة إلى الأمام مع إطلاق مبادرة جديدة تهدف إلى التغلب على مسألة التأخير أو الوصول المبكر للحافلات من خلال إطلاع الركاب على الرحلات المحدثة مباشرة عبر نسق مواصفات موجز النقل العام في الوقت الحقيقي. وهكذا أصبحت دبي المدينة الأولى في الشرق الأوسط التي تستخدم البيانات المفتوحة في إطار المواصلات العامة، بالتعاون مع شركة غوغل التي تتيح تحديثات آنية للجداول الزمنية للحافلات على تطبيق خرائط غوغل.

المصدر: Geronimo, 2020.

تحديات استخدام البيانات المفتوحة

كثيراً ما يواجه اعتماد سياسة البيانات المفتوحة ونشرها تحديات عديدة يرتبط معظمها بالممارسات الحكومية، منها[72]:

- معظم الحكومات لا تتيح البيانات المفتوحة، فنحو 90 في المائة من مجموعات البيانات الحكومية لا تزال غير متوفرة لعموم الناس.
- وحتى عندما تزعم الحكومات تقديمها بيانات مفتوحة فعادةً ما تكون غير كاملة، أو منخفضة الجودة، أو حتى قديمة.
- وتعتبر الإرادة السياسية المستدامة ضمانة نجاح البيانات المفتوحة.
- وتنشر الحكومات العربية مجموعات بيانات انتقائية نادراً ما تتسم بالأهمية اللازمة لكسب ثقة المواطنين.
- ومن بين مجموعات البيانات التي نُشرت فعلاً، قلة من المبادرات بشأن البيانات المفتوحة تضمن الإدماج والإنصاف.

8. قابلية التشغيل البيني والتعاون عبر الحدود

لا يناقش هذا القسم التكنولوجيا في حد ذاتها، غير أن المسائل التي يتناولها بالغة الأهمية لاستخدام التكنولوجيا الرقمية في النقل البري، لا سيما فيما يتعلق بالتعاون عبر الحدود على الصعيد المحلي أو الوطني أو الإقليمي.

ونظراً لأن السلطات على المستوى المحلي أو البلدي أو الاتحادي أو الوطني أو على مستوى المناطق غالباً ما تضطلع بتشغيل نُظم النقل، يجب أن تخضع إذاً خدمات النقل لإطار وطني للحكومة الإلكترونية بغية تسهيل توفير خدمات النقل إلكترونياً للمواطنين، وتبادل بيانات حركة المرور بين جميع الهيئات الحكومية.

وتزداد كفاءة نُظم برمجيات النقل وفعاليتها عندما تستند إلى مجموعة من معايير قابلية التشغيل البيني. والواقع أن نُظم النقل لابد وأن تتبادل البيانات عبر الهيئات والمدن وحتى البلدان لكي يحصل المستخدم النهائي (الراكب، وسائق السيارة، وشاحنو البضائع، وغيرهم) على أفضل ما يمكن من الخدمات. والتعاون مع مجموعة واسعة من الكيانات في القطاع العام (السلطات والوزارات الأخرى)، والقطاع الخاص (شركات التكنولوجيا، ومقدمو الخدمات، والمنظمات المهنية) والمؤسسات الأكاديمية هو واحد من ثلاث خطوات يجب على أي حكومة اتخاذها لتكون قادرة على توفير خدمات التنقُّل الذكية[73]. فلكي يمنح نظام ما الأولوية عند التقاطعات لمركبات معينة، مثل حافلات النقل المتصلة أو سيارات الإسعاف، يستلزم الأمر تنسيقاً وثيقاً بين مشغل المواصلات العامة ومشغل البنية التحتية، أو بين مشغل البنية التحتية والشرطة. وعادة ما تصل جميع هذه البيانات إلى مركز إدارة حركة المرور وفقاً لصيغة محددة مسبقاً، وتجهّزها مختلف نُظم البرمجيات المستخدمة في نُظم النقل الذكية التابعة لها والتطبيقات الأخرى.

ومن المستحسن أن تكون مجموعة معايير قابلية التشغيل البيني متاحة أيضاً عبر الحدود الوطنية. وهنا تجد المنطقة العربية نفسها في وضع غير مؤات بالمقارنة مع أوروبا أو أمريكا الشمالية لأن لكل بلد عربي مجموعات خاصة من السياسات والمعايير، ما يجعل مركبات الشحن تضيّع وقتاً ثميناً عند كل معبر حدودي. وفي ظل هذه الظروف، يتعذر على نُظم النقل التنبؤ بوقت التسليم وزمن الرحلة بسبب القواعد الجديدة غير المتوقعة التي تظهر عند المعابر الحدودية والتي تؤدي إلى خسائر في الإنتاجية والقيمة التجارية. وعندما تؤثر متطلبات وشكل البيانات والسياسات الأخرى المماثلة فجأة على المسار المخطط له، يعجز النظام البرمجي عن تخطيط المسارات وإدارتها على نحو فعال.

ومثال آخر على الحاجة إلى قابلية التشغيل البيني الدولي هو نظام رسوم المرور الإلكترونية. وفي الواقع، كانت مختلف النُظم الأوروبية الإلكترونية لرسوم المرور التي شُغّلت على الصعيدين المحلي والوطني اعتباراً من أوائل تسعينات القرن العشرين تعمل بصورة منفصلة تماماً. وهذا يعني أن السائقين كانوا يضطرون إلى لصق العديد من البطاقات الإلكترونية داخل مركباتهم ليتمكنوا من استخدام النُظم المختلفة خلال رحلاتهم. وقد دفع هذا الوضع بالاتحاد الأوروبي إلى إصدار التوجيه 2004/52/EC بشأن قابلية التشغيل البيني للنُظم الإلكترونية لرسوم المرور، الذي وقعته دول أعضاء عديدة ليصبح قانوناً وطنياً. وأدى ذلك إلى إنشاء الخدمة الأوروبية لرسوم المرور الإلكترونية ودليل تنفيذها، التي تتيح للمسافرين المرور عبر جميع الطرق الأوروبية باستخدام خدمة رسوم المرور الإلكترونية ذاتها[74].

باء. تطبيقات التكنولوجيا في مجال النقل البري

ما من تصنيف معروف لمختلف أنواع النُظم البرمجية المستخدمة في قطاع النقل. وفي واقع الأمر، يجوز لسلطات النقل أو الشركات العاملة في قطاع النقل واللوجستيات أن تستخدم نظاماً واحداً أو أكثر بطريقة قابلة للتشغيل البيني، مما يسمح لها بإدارة جميع متطلبات توفير خدمات النقل. وسنقوم في هذا التقرير بتصنيف مختلف النُظم المستخدمة اليوم، وفقاً لوظيفتها الرئيسية للمستخدمين النهائيين، التي تشمل إدارة الشحن، وإدارة حركة المرور والبنية التحتية، وإدارة الركاب.

1. إدارة الشحن

سنتناول في هذا القسم جميع النُظم التي توفر الحلول لشركات تقديم خدمات النقل والخدمات اللوجستية، وبخاصة في مجال نقل البضائع والشحن. وتُصنف هذه الأنواع من نُظم النقل والخدمات اللوجستية ضمن نُظم إدارة اللوجستيات. وفي الأقسام الفرعية التالية، سنستعرض الوحدتين الأكثر استخداماً في نقل البضائع والشحن، ألا وهما

نُظم إدارة النقل ونُظم إدارة أسطول المركبات. وقد تتضمن هذه النُظم وحدات خاصة بنُظم إدارة المستودعات ونُظم إدارة الطلبات، ولكن لن تتم مناقشتها لأنها لا تقتصر على قطاع النقل.

أ. نُظم إدارة النقل

نُظم إدارة النقل هي حلول تكنولوجية تم إنشاؤها للشركات العاملة في قطاع الشحن، أو الشركات التي تعتبر حركة البضائع جزءاً أساسياً من سلسلة الإمداد أو اللوجستيات الخاصة بها. وتقوم برمجيات هذه النُظم بأتمتة العمليات والنُظم المستخدمة لإدارة الاحتياجات والمتطلبات الخاصة بالنقل المادي للبضائع والشحنات. وهي مصممة لتلبية احتياجات الشاحنين الذين يستعينون بناقل عمومي، ذلك عبر أتمتة تخطيط المسار وترشيده، وتحسين الحمولة، والتدقيق بالبضائع والمدفوعات، وإدارة ساحات التخزين، وكفالة شحن متقدم، وضمان وضوح الطلبات، وإدارة الناقل. وتؤمن معظم نُظم إدارة النقل الميزات الأساسية الثلاث التالية:

الحجز: بدلاً من الاضطرار إلى الاتصال بكل شركة شحن أو زيارة كل موقع شبكي على حدة، يمكن للمستخدمين ببساطة الولوج إلى نظام إدارة النقل للاطلاع على جميع الأسعار المتفاوض عليها معروضة جنباً إلى جنب. ويؤدي ذلك إلى تسريع عملية الاختيار وتسهيلها عن طريق إيجاد التوازن الصحيح بين السعر والخدمة.

التتبُّع: توفر نُظم إدارة النقل معلومات مفصلة عن تتبُّع الشحنات، بدءاً من المستودع وحتى وجهتها النهائية.

وتشمل فوائد هذه النُظم التقليل إلى الحد الأدنى من الآثار البيئية السلبية لنقل البضائع، ذلك أن تحسينه يحد من الآثار المباشرة وغير المباشرة الطويلة الأجل، مثل زيادة تركيزات غازات الدفيئة والاحتباس الحراري.

التسعير: يمكن للمهنيين العاملين في مجال الخدمات اللوجستية الذين يستخدمون نظام إدارة النقل أن يجدوا بسهولة الأسعار المناسبة لطلبات عملائهم من أجل تحديد موعد تسليمها.

وتجدر الإشارة إلى أن نُظم إدارة النقل ليست ملائمة فيما يتعلق بنقل الركاب، لذا فإن تطبيقها على النقل البري الخاص أو العام محدود جداً. ويكمن التحدي الرئيسي في تطبيق نُظم إدارة النقل في قابلية التشغيل البيني للشبكات المستخدمة في مجال النقل. فنقل شحنة معينة قد يتطلب أولاً التحميل على متن شاحنة، ثم النقل بالسكك الحديدية، ثم الشحن البحري أو الجوي، ثم العودة إلى النقل بالسكك الحديدية والشاحنات حتى تصل الشحنة إلى وجهتها النهائية. كذلك، يجعل الشحن الدولي الأمور أكثر تعقيداً بغياب المعايير الدولية والتعاون الدولي.

ب. الحوسبة والاتصال عن بعد، ونُظم إدارة أسطول المركبات (FMS)

يتمثل العنصر الجوهري لنظام الحوسبة والاتصال عن بعد بجهاز تتبُّع المركبات أو «الصندوق الأسود» الذي يسجل البيانات المتعلقة بالمركبة وينقلها من خلال خدمة حزمة الراديو العامة (GPRS) بطريقة لاسلكية أو عبر شبكات الجيل الثالث/الجيل الرابع. وهذه الأجهزة متصلة بخدمة حزمة الراديو العامة، وتسجل بيانات حول السرعة بحسب الموقع، وأوقات الانتظار عند الإشارات الضوئية، والسلوك في أثناء القيادة، ومتطلبات الصيانة ومواعيدها. وتقوم بعض الشركات المصنعة بتجهيز المركبات تلقائياً بأجهزة تتبُّع، ولكن ليست جميعها جزءاً من نظام إدارة أسطول المركبات.

وقد تم تصميم البرمجية الخاصة بهذا النظام من أجل إدارة الأساطيل الخاصة بشركات الشحن ومراقبتها، أو بأي شركة تمتلك وتدير عدداً كبيراً من المركبات بغرض توزيع منتجاتها. والهدف النهائي من نظام إدارة أسطول المركبات هو تعزيز كفاءة الأسطول وخفض تكاليف التشغيل من أجل زيادة الإيرادات من رحلات العودة الفارغة. وتتلخّص غايات هذا النظام على الشكل الآتي:

- تحسين المسارات بما يتناسب مع سعة النقل المطلوبة وتقليل الأميال الفارغة.
- تحسين أداء السائق، من خلال التخطيط لأوقات القيادة والراحة والصيانة وتسجيلها لتحقيق أقصى استفادة من قدرات السائق.
- تتبُّع مسارات المركبات لأغراض ضمان السلامة والمراقبة عبر استخدام تحديد الموقع الجغرافي وتتبُّع الأسطول وتسجيل مسارات الرحلات السابقة.
- تقليل استعمال المعدات من خلال إدارة الصيانة والتصليح وتعزيز كفاءة استخدام الوقود وتقليص المسافة المقطوعة.
- زيادة ربحية وإنتاجية الأسطول بأكمله.

وغالباً ما يتم دمج نُظم إدارة أساطيل الشاحنات في برمجيات أخرى متعلقة بالأعمال، مثل الرسوم الإلكترونية لاستخدام الطرق من أجل تعويض السائقين وحساب علاواتهم، أو نُظم إدارة النقل لتحديد موعد تسليم الطلبات وتتبُّعها.

2. إدارة المرور والبنية التحتية

تعتمد وكالات النقل و/أو سلطات النقل على مجموعة واسعة من البرمجيات التي تقوم بتزويدها بالدعم الإداري، وترشيد عملياتها، وإدارة أساطيلها وركابها. ويتناول هذا القسم النُظُم التي تستخدمها سلطات النقل بصورة رئيسية لترشيد عملياتها، وصيانة البنى التحتية للطرق وتشغيلها. وسيتم مناقشة إدارة الركاب في القسم التالي.

أ. السياج الإلكتروني

السياج الإلكتروني هو عبارة عن تقنية إنشاء سياج افتراضي حول منطقة جغرافية محددة للسيطرة على حركة المركبات داخلها. وهو مرتبط نظام التموضع العالمي في قطاع النقل واللوجستيات، ويسمح برصد عن بُعد المناطق الجغرافية المحاطة بسياج افتراضي، والكشف تلقائياً عن الأجسام المتنقلة المتتبَّعة عند دخولها هذه المناطق أو خروجها منها. والغرض من السياج الإلكتروني هو جعل المناطق المقيّدة مرورياً أكثر خضاراً وأماناً. ويتم التحكم في المركبات الذكية ضمن هذه المناطق من خلال منعها من السير في محيط أماكن معينة (مثل مرافق الرعاية النهارية للأطفال والمدارس)، والتحكم في الحد الأقصى للسرعة، والتحول إلى القيادة الكهربائية على مساحات معينة، وما إلى ذلك. ويُستخدم السياج الإلكتروني أيضاً لضبط الالتزام بالأطر التنظيمية ذات الصلة بمركبات الأحمال الثقيلة، وقيود الوزن والارتفاع على طرق أو في أنفاق محددة والقيود المفروضة على نقل البضائع الخطرة وعلى دخول المناطق الحضرية.

ب. خدمة التحصيل الإلكتروني لرسوم المرور

من المرتقب أن تنمو سوق التحصيل الإلكتروني لرسوم المرور من 196 مليون اشتراك عام 2015 إلى أكثر من 540 مليون اشتراك بحلول عام 2025. ويعزى ذلك إلى التقدم في التكنولوجيا، وانخفاض الأسعار، والحاجة المتزايدة إلى إدارة الاختناق الحضري في عدد متزايد من البلدان والأسواق[75]. وتُتاح اليوم مجموعة واسعة من التكنولوجيات، بما فيها تقنية التعرف التلقائي على لوحة تسجيل المركبة بحيث تُستخدم مقاطع فيديو أو صور ثابتة للّوحة بغية تحديد الرسوم، والاتصالات المخصصة قصيرة المدى (انظر القسم ألف-1-2)، وجهاز تحديد الترددات اللاسلكية، والنُظُم العالمية للأقمار الصناعية الملاحة من أجل تحديد المواقع باستعمال الأقمار الصناعية، والاتصالات المتنقلة من خلال النظام العالمي للاتصالات المتنقلة والهواتف الذكية. ويمكن للحكومات الاختيار من بين نماذج عدة ومن بين مقدمي خدمات من مختلف أنحاء العالم.

والهدف من خدمة التحصيل الإلكتروني لرسوم المرور هو ألا تتوقف السيارات عند بوابة الرسوم، بل أن يتم التعرف عليها من خلال إحدى تلك التكنولوجيات عند اقترابها من البوابة، فيُفرض المبلغ المستحق على نحو تلقائي. ويحصّل مقدمو الخدمات الرسوم من بطاقة ائتمان مسجّلة أو على أساس شهري، ليعمدوا بعدئذ إلى تحويل المبالغ المحصلة إلى الهيئات الحكومية المسؤولة عن إدارة البنية التحتية للطرق. وتؤدي نُظُم التحصيل الإلكتروني للرسوم إلى توفير الوقت للمسافرين وخفض الاختناقات المرورية، وبالتالي تحسين جودة الهواء.

ج. نُظُم النقل الذكية

نُظُم النقل الذكية هي فئة خاصة بحد ذاتها، لأنها تدير جانبي العرض والطلب من خدمات النقل. ويتألف الاستخدام الرئيسي لهذه النُظُم من شقين هما: تحقيق كفاءة حركة المرور من خلال تقليل المشاكل ذات الصلة، وتعزيز سلامة المسافرين وتجربتهم. وتستعين وكالات النقل العام بها للتحكم في إشارات المرور الضوئية، ورصد انسدادات الطرق، وإحصاء حركة المرور، والحد من الاختناقات المرورية، وإدارة الاكتظاظ في نُظُم النقل العام، وإدارة نُظُم الإخطار في مركبات الطوارئ، وتحديد السرعة الإلزامية المتغيرة، وما إلى ذلك. ويستخدمها المسافرون لتعزيز تجربة سفرهم وتحسين سلامتهم، وتخطيط مساراتهم، والاستعلام عن أحوال الطرق، والتحقق من أوقات وصول الحافلات أو القطارات، واستخدام الوقود بكفاءة كبرى، وغيرها من الاستخدامات.

وتشمل فوائد نظام النقل الذكية[77،76] تحسين سلامة الطرق والمسافرين، بتحذيرهم من انخفاض الرؤية، وسرعة الرياح، وهطول الأمطار، وغيرها من الأحوال الجوية السيئة؛ والتدهور المحتمل للبنية التحتية، مثل حالة الجسور والطرق؛ وحوادث الطرق مثل الاصطدامات. ويمكن كذلك استخدام نُظُم النقل الذكية لإدارة تدهور البنية التحتية ولإدارة حركة المرور وتحسينها. والبحوث آخذة بالازدهار في مجال نُظُم النقل الذكية، فقد أُنتجت فعلاً تكنولوجيات مثل البطاقات الإلكترونية التي تُلصق على الزجاج الأمامي للسيارات من أجل دفع رسوم المرور وركن السيارات، و«البطاقات الذكية» لدفع تعرفة النقل في المواصلات العامة.

ونُظُم النقل الذكية هي اليوم في حالة مستمرة من التحسن والتطور، خصوصاً مع ظهور خدمات الحوسبة السحابية (انظر القسم 2-ألف-4) بحيث بات بالإمكان إتاحة العديد من منصات وبرمجيات النقل على السحابة.

ويعزى أداء هذه النُظُم إلى هيئة النقل التي تديرها عبر مركز إدارة حركة المرور، حيث يتم استخدام تطبيق برمجي متخصص واحد أو أكثر بصورة متزامنة لجمع البيانات وتحليلها. وجمع البيانات يتضمن معدات حاسوبية تستند إلى البنية التحتية أو إلى المركبة. وتشمل التكنولوجيات القائمة على البنية التحتية أجهزة الاستشعار والكاميرات ونظام التموضع العالمي، في حين تشمل التكنولوجيات القائمة على المركبات التعريف الآلي للمركبات وتطبيقات الجمع الآني للمعلومات بهدف نقلها إلى نُظُم الإبلاغ الخاصة بالشرطة والمسافرين. ثم يتم دمج هذه البيانات عبر مختلف النُظُم لتوليد التوقعات والإخطارات.

وتعتمد فعالية نُظُم النقل الذكية على مكننة عملية جمع البيانات. وباستخدام مجموعة متنوعة من البرمجيات المختلفة، تُجهّز البيانات أولاً باتباع خطوات مختلفة مثل تصحيح الأخطاء، وتنظيف البيانات، وتجميع البيانات والتحليل المنطقي التكيّفي، والعمل في الوقت ذاته على تحديد أوجه التناقض. وتُجمع لاحقاً البيانات المجهزة ويجري تحليلها لإتاحة توقعات حركة المرور. وتُنقل هذه الأخيرة إلى المسافرين عبر الأجهزة المتنوعة التي تشكل نُظُم معلومات النقل أو النُظُم الاستشارية للنقل، مثل الشاخصات الإلكترونية ذات الرسائل المتبدلة، والمحطات الإذاعية التي تبث معلومات للمسافرين على الطرق السريعة، والتلفزيون، والمواقع الشبكية لمدّ المسافرين بالمعلومات، ووسائل التواصل الاجتماعي والإنترنت، ونُظُم الهاتف المخصصة، وأجهزة العرض المثبّتة داخل المركبة. وتقدم هذه النُظُم معلومات بشأن زمن الرحلة، والسرعة المسموح بها، والتأخير في التنقُّل، والحوادث على الطرق، والتغيّرات في المسار، والتحويلات، ومنطقة الأشغال. وتُحال المعلومات إلى المسافرين ومراكز إنفاذ القانون من خلال شاخصات مرورية أو مواقع شبكية أو تطبيقات نقالة أو وسائل اتصال أخرى. وقد تأخذ المعلومات المرتجعة أيضاً شكل الاتصال فيما بين إشارات المرور الضوئية، بحيث تُستخدم نتائج تحليل البيانات لتحديد أطوار الإشارات الضوئية المتعاقبة والحفاظ على تدفق حركة المرور[78].

تحديات نُظُم النقل الذكية

تتمثل التحديات الأولى بكونها تحديات سياسية. فالواقع أن التحليلات الدقيقة التي تحدد نسبة التكاليف إلى الفوائد والتي تقارن التكنولوجيات الجديدة بالنُهُج التقليدية قد لا تكون متاحة عندما يُتخذ قرار اعتماد نُظُم النقل الذكية. وهذا يعني أن قرار نشر هذه النُظُم هو قرار سياسي يستند إلى المصلحة العامة والاحتياجات والمطالب. ويجب إقناع صانعي القرار باستثمار الموارد والوقت والجهد في نُظُم قد تستغرق سنوات للانتقال من كونها مشاريع تجريبية إلى نشرها على نطاق واسع. ويتمثل تحد سياسي آخر في كيفية إشراك القطاع الخاص في تطوير نُظُم النقل الذكية بطريقة تضمن الاستثمارات اللازمة بدون المساس بالملكية الفكرية أو ملكية البيانات أو خصوصية المواطنين. وأخيراً، يجب وضع خطة تمويل طويلة الأجل لهذه النُظُم بغية ضمان مواصلة الابتكار وتنفيذ العمليات والصيانة. فنقص تمويل صيانة أجهزة الاستشعار من شأنه مثلاً أن يقلل بدرجة كبيرة من فعالية هذا الاستثمار الضخم الذي يتمثل بمد شبكة واسعة على صعيد الشوارع والطرق السريعة.

أما الفئة الثانية من التحديات فهي فنية وتتعلق بجمع المجموعات الكبيرة من البيانات وتحليلها. ذلك أنه ينبغي لوكالات النقل تخزين ومعالجة كميات هائلة من البيانات الواردة من أجهزة الاستشعار على الطرق بسرعة كبيرة وبتكلفة زهيدة. وتشمل هذه البيانات معلومات عن موقع المركبة؛ وبيانات حالة شبكة الطرق مثل سعة حركة المرور، وتوافر المسارب واستخدامها، وحدود السرعة القصوى، والخدمات على جانب الطريق، وما إلى ذلك؛ وبيانات مراقبة حركة المرور مثل عدد المركبات، والمراقبة، والسرعة والوقت، والموقع، ووزن المركبة، والتأخير في التنقُّل. وسيكون الأمر أكثر سهولة لو كانت البنية التحتية الخاصة بأجهزة الاستشعار والكاميرات وبقية الأجهزة المتخصصة متاحة ومتصلة وقابلة للتشغيل البيني باعتبارها جزءاً من مخطط أوسع نطاقاً للمدينة الذكية.

وأخيراً، ينبغي أن يضطلع فريق مختص ومتخصص بتشغيل مركز إدارة المرور وإدارته كي يستجيب المركز بفعالية للاحتياجات المتغيرة. وتستلزم نُظُم النقل الذكية، شأنها شأن جميع النُظُم المعقدة، التنسيق بين مختلف المجالات مثل النقل الطرقي والتنقُّل وإدارة حركة المرور. ثم إنها تتطلب موارد متخصصة والتخطيط وإمكانية التشغيل بين مختلف الجهات الحكومية والنُظُم.

أمثلة على نُظُم النقل الذكية

تكثر الأمثلة على تطبيق نُظُم النقل الذكية من مناطق شتى حول العالم، نذكر منها:

1. دبي - مشروع نظام المرور الذكي[79]

في عام 2018، أطلقت هيئة الطرق والمواصلات في دبي مشروعاً بقيمة 160 مليون دولار للتوسع في نظام المرور الذكي في المدينة. ويرمي المشروع إلى زيادة تغطية النظام

من 11 في المائة إلى 60 في المائة من الطرق في دبي. ويهدف إلى الحد من الاختناقات المرورية، وتحسين الكشف عن وقوع حوادث مرورية والاستجابة لها، وتحسين السلامة، وتعزيز التنقُّل الشخصي.

ويستند هذا النظام إلى عدد من التكنولوجيات، بما فيها إنترنت الأشياء، ويستلزم استخدام الحزم التكنولوجية الخمس التالية: الأجهزة والكاميرات وأجهزة الاستشعار؛ اللوحات الإلكترونية المتغيرة؛ تجهيزات البنية التحتية؛ النظام البرمجي الداعم لحركة المرور من أجل اتخاذ القرارات وأتمتة الاستجابة؛ وإنشاء مركز تحكم مروري. وبحلول آب/أغسطس 2019، بلغ معدل تنفيذ المشروع 65 في المائة.

2. سياتل وآن أربور ولندن – نظام ضبط إشارات المرور الضوئية بتقنية SCOOT [80]

تعمل تقنية ترشيد الدورة المجزأة، واختصارها بالإنكليزية SCOOT، على تحسين أداء إشارات المرور الضوئية التي تعتمد على عدد من التكنولوجيات، بما فيها إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي. وتقوم هذه التقنية بتحليل حالة حركة المرور بالاعتماد على البيانات التي يتم جمعها من أجهزة الاستشعار المثبّتة عند التقاطعات وبالترشيد الفوري لإشارات المرور الضوئية وتوقيتها في عقد شبكة الطرق، مما يقلل من الاختناقات. وهذا النظام ليس بالجديد، ولكنه استفاد من تطور التكنولوجيا على مر الزمن.

وقد أدى اعتماده في مدينة سياتل (الولايات المتحدة الأمريكية) إلى خفض أزمنة الرحلات بنسبة 21 في المائة، وفي مدينة آن أربور (الولايات المتحدة الأمريكية) بنسبة 12 في المائة في أيام الأسبوع. ولوحظ تحسن تدفق حركة المرور بنسبة تناهز 12 في المائة بعد أن نفذته هيئة النقل في مدينة لندن (المملكة المتحدة). بيد أن الهيئة بصدد تطوير نظام نقل ذكي سطحي جديد وتحديث النُظُم القائمة واستبدالها بحيث لن تدعمها هذه التقنية بعد تشرين الثاني/نوفمبر 2020.

3. بيتسبرغ – نظام متكيّف لضبط حركة المرور [81]

يعمل باحثون من جامعة كارنيجي ميلون في بيتسبرغ (الولايات المتحدة الأمريكية) منذ عام 2012 مع مديري الشؤون الحضرية لتطوير نظام متكيّف لضبط حركة المرور. وأُطلق على هذا النظام تسمية سورتراك (Surtrac) ومُنح ترخيصاً وباتت شركة «رابيد فلو تكنولوجيز» (Rapid Flow Technologies) تقوم باستخدامه. وهذه التكنولوجيا عبارة عن نظام متكيّف آني مرتكز على الذكاء الاصطناعي يسمح للإشارات الضوئية بالتواصل مع بعضها البعض وباتخاذ قراراتها بشأن التوقيت على نحو مستقل. ويعمل النظام من خلال استشعار تدفقات حركة المرور ووضع خطة ملائمة لتحسين الحركة على التقاطعات. وعلاوة على ذلك، فإن قدرة النظام على تلقي المعلومات وإرسالها إلى المركبات والمشاة ونُظُم النقل الذكية الأخرى تجعل تصميمه متكيِّفاً للغاية مع بيئة تشمل المركبات المتصلة والذاتية القيادة. وتُستخدم هذه التكنولوجيا على 50 تقاطعاً في مدينة بيتسبرغ حيث ساهمت بتخفيض أوقات الانتظار عند التقاطعات بنسبة تصل إلى 40 في المائة، وفقاً لشركة «رابيد فلو».

وتزعم الشركة أنها تخفّض أيضاً متوسط زمن الرحلات بنسبة 25 في المائة وانبعاثات المركبات بنسبة تصل إلى 20 في المائة نتيجة لانخفاض وقت الانتظار عند الإشارات الضوئية. وبحسب الشركة، فإن أكثر التقاطعات ازدحاماً في مدينة بورتلاند بولاية ماين (الولايات المتحدة الأمريكية) شهدت انخفاضاً بنسبة 20 في المائة في التأخيرات وبنسبة 16 في المائة في زمن الرحلات.

4. سيول – نظام الإدارة الآني للمرور [82]

أنشأت مدينة سيول، عاصمة كوريا الجنوبية، خدمة عمليات ومعلومات النقل التي تتيح الإدارة الآنية للاتصالات وحركة المرور عن طريق جمع وربط المعلومات من مراكز المعلومات المرورية الرئيسية. وبالإضافة إلى أداء دور مركزي في الإدارة الذكية لخدمة الحافلات في سيول، تعمد هذه الخدمة إلى ضبط نظام النقل في المدينة عبر جمع المعلومات الآنية المتعلقة بحركة المرور ومعالجتها. ويتم أيضاً استخدام مستقبِلات نظام التموضع العالمي وأجهزة الاتصال اللاسلكية في نظام إدارة الحافلات بغية جمع المعلومات الآنية المتعلقة بالحافلات وتحليلها. ويدفع ركاب الحافلات تعرفة النقل ببطاقة ذكية متكاملة قابلة لإعادة الشحن، مما يساعد المشغلين على التتبُّع الآني لسجلات ركوب المركبات. وبفضل البيانات المستمدة من البطاقة الذكية بشأن الركاب الذين يستقلون الحافلات ويترجلون منها، تُتاح نسبة شغل المقاعد الآنية. وعلاوةً على ذلك، يتم نشر المعلومات الآنية ذات الصلة بتشغيل الحافلات على عموم الناس من خلال شاخصات إلكترونية، وتطبيقات الهواتف الذكية، وموقع شبكي. وتجلّت الأهمية الحاسمة لهذا النوع من المعلومات في السيطرة على الازدحام وتجنبه ضماناً للتباعد البدني في سياق جائحة كوفيد-19.

د. نُظُم أخرى

تشمل النُظُم الأخرى التي لا تستدعي مناقشة أكثر تفصيلاً التالي:

تشغيل وصيانة المواقف الذكية لركن السيارات: يمكن لهذه النُظُم عرض الأماكن الشاغرة في مواقف السيارات وتوجيه السائقين إليها، بالإضافة إلى إتاحة الدفع عبر الإنترنت عند الركن على جانب الشوارع.

نُظُم إدارة مسارب الطرق السريعة، وتسمى أيضاً النُظُم المؤتمتة للطرق السريعة: تم اختراع هذه التكنولوجيا عام 1993 وليس من المرجح أن يطرأ عليها تطور هام، خصوصاً في ظل ظهور المركبات الذاتية القيادة[83].

3. إدارة الركاب

يستعرض هذا القسم مجموعة واسعة من التطبيقات التي تندرج ضمن برمجيات النقل العام (وتسمى أيضاً حلول التنقُّل أو برمجيات تنظيم شؤون النقل) والتي تركز جميعها في المقام الأول على جانب الطلب في المواصلات العامة، أي جانب الركاب.

وهذه التطبيقات السحابية أو المؤسسية هي نُظُم برمجية مستخدمة في النقل العام يتيحها بائعون متخصصون يعملون بصورة رئيسية أو حصرية في التطبيقات العمودية الخاصة بمجال النقل العام. وهذه النُظُم تستخدمها وكالات النقل العام والمدن والشركات الخاصة العاملة في خدمات النقل والجامعات من أجل تخطيط سعة الطريق وتقديم خدمة فضلى للعملاء. ويمكن كذلك لسلطات النقل العام أن تطور بنفسها هذه التطبيقات.

أ. التنقُّل كخدمة

التنقُّل كخدمة هو دمج مختلف أشكال خدمات النقل في خدمة تنقُّل واحدة يمكن الوصول إليها عند الطلب. وهو الجزء الظاهر للركاب من النظام الذي يشتري المسافرون بواسطته اشتراكاً يجمع بين كافة حلول التنقُّل، ذلك عبر ترشيد جميع وسائل النقل لتلبية الطلب وتوفير المركبة المناسبة في الوقت المناسب[84].

ويبيّن الشكل 7 أدناه تمثيلاً بيانياً للتنقُّل كخدمة. ويتمثل الهدف النهائي لهذه الخدمة بتشجيع الأشخاص على التخلي عن سياراتهم والتنقُّل بوسائل بديلة متعددة. وعوضاً عن اللجوء إلى العديد من مقدمي الخدمات المدفوعة، يقوم المستخدمون بمقارنة مختلف تعرفات النقل وشراء الخدمات من منصة واحدة، بغض النظر عن وسائل السفر التي يختارونها. ومع أن اقتصاد التلبية حسب الطلب والاستهلاك التعاوني مهدا الطريق للتنقُّل كخدمة، فإن المفهوم نفسه جاء حصيلة الحاجة إلى حلول نقل أكثر ذكاء[85]. وكانت مدينة هلسنكي في فنلندا المدينة الأولى التي اعتمدت التنقُّل كخدمة من خلال تطبيق ويم (Whim)، وكان دافعها في ذلك إغناء سكانها عن الحاجة إلى امتلاك سيارة خاصة بحلول عام 2025[86]. في الواقع، اكتسب التنقُّل كخدمة زخماً متزايداً في بلدان أخرى من أوروبا، وكذلك في الولايات المتحدة الأمريكية. فالفوائد منه كثيرة ولا تقتصر ببساطة على إتاحة رحلات فعالة وغير مكلفة بل تشمل الحد من الاختناقات المرورية، وتعزيز استخدام الركاب للمواصلات العامة، وانخفاض بصمة الكربون لكل راكب[87]. ثم إنه يمكن للمدن الاستفادة من البيانات المستقاة من التنقلات اليومية للمسافرين من أجل تقصّي العوامل الفردية التي تؤثر على قرارات كل واحد منهم. وهذا التحليل يمكّنها من تقديم المشورة عندما لا يتوفر مسار مفضل ومن عرض بدائل مدروسة[88].

الشكل 7. **تمثيل التنقُّل كخدمة**

المصدر: Hong, 2018.

والتنقُّل كخدمة هو منصة رقمية تتضمن تخطيط الرحلات من نقطة الانطلاق إلى نقطة الوصول، وقطع التذاكر الإلكترونية، وخدمات الدفع، ذلك عبر جميع وسائل النقل سواء العامة أو الخاصة. وهو تحول من وسائل النقل الفردية ونحو التنقُّل المقدم كخدمة[89] عند الطلب. والفكرة وراء التنقُّل كخدمة هي تقديم حلول التنقُّل للمسافرين على أساس طبيعة هذا التنقُّل. وقد نشأت ثورة التنقُّل كخدمة في هلسنكي عام 2016 مع إطلاق تطبيق ويم، فاستطاع سكان المدينة من خلاله التخطيط لمساراتهم ودفع تعرفة تنقُّلهم عبر جميع وسائل النقل العام والخاص داخل المدينة، أي بالقطار أو سيارة الأجرة أو الحافلة أو تشارك السيارات أو تشارك الدراجات. وكانت قبلاً بلدان عدة، مثل المملكة المتحدة أو اليابان، تصدر بطاقات إلكترونية يُعاد شحنها تُستخدم في المواصلات العامة. وكانت أيضاً مدن أخرى قد أطلقت تطبيقاتها الخاصة لخدمة سكانها، مثل بيلاين (Beeline) في سنغافورة وكيغزيت (Qixxit) في ألمانيا[90].

وكانت هذه التطبيقات المحلية الدافع وراء توسيع خدمات تطبيقات التنقُّل الحضري المتخصصة، مثل ترانزيت (Transit) وأوبر(Uber) وليفت (Lyft)، بما يتيح استخدام التنقُّل كخدمة. ومن أهم مقدمي حلول التنقُّل كخدمة: شركة موفيت (Moovit) - وهي جزء من شركة إنتل (Intel)؛ وشركة موفل (Moovel) - جزء من مجموعة بي ام دبليو (BMW)؛ وشركة موبيليو (Mobileo) - شركة خاصة مقرها المملكة المتحدة؛ وشركة مايلز للاستشارات (Miles Consultancy)؛ وواجهة النقل المفتوح (Open Transport) – وهي واجهة برمجة تطبيقات البيانات المفتوحة للشركات ومطوري التطبيقات. ولا يمكن تعميم التنقُّل كخدمة ما لم يعمد مقدمو خدمات النقل العام والخاص على حد سواء إلى إتاحة خدماتهم ودمجها من خلال بوابة موحدة تصمم المسار وتديره.

ونظراً لأن قابلية التشغيل البيني لمختلف البيانات ودمج مختلف خدمات النقل يتطلبان التنسيق بين عدد من الجهات الفاعلة، فإن الحكومات تؤدي دوراً بالغ الأهمية في جلب الجميع إلى طاولة الحوار. وعلى سبيل المثال، أنشأ الاتحاد الأوروبي «تحالف التنقُّل كخدمة»، وهو عبارة عن شراكة بين القطاعين العام والخاص تسهّل تبادل المعلومات بين مشغلي النقل ومقدمي الخدمات والمستخدمين. ويقوم هذا التحالف على انفتاح أعضائه وعلى إرادتهم التعاون في طرح أفكار جديدة لتطوير بيئية مؤاتية مزدهرة للتنقُّل كخدمة، سواء في أوروبا أو في جميع أنحاء العالم. وهناك حالياً ثلاثة فرق عمل تحت إشراف هذا التحالف تتناول المسائل المتعلقة باحتياجات المستخدمين، والتحديات التنظيمية، ونماذج الحوكمة والأعمال، والتكنولوجيا والتوحيد القياسي[91]. بالإضافة إلى ذلك، تُنظَّم تجمعات عالمية عديدة لمقدمي التنقُّل كخدمة والمبتكرين وغيرهم من قادة ثورة التنقُّل الحضري، مثل مؤتمر التنقُّل الذكي أو قمة التنقُّل المستقل والحضري[92].

ب. التنقُّل عند الطلب (MoD)

يستند التنقُّل عند الطلب إلى المبدأ القائل بإن النقل سلعة يتخذ المستهلكون خيارات بشأنها وفقاً لعوامل منها: التكلفة والسفر ووقت الانتظار، وعدد مرات تبديل الخطوط، ومصلحة المسافر وراحته، ونسبة شغل المقاعد على متن المركبات، وغيرها من الخصائص. وعلى عكس التنقُّل كخدمة، حيث يتم تجميع العديد من خدمات النقل في حزمة تسعير واحدة، يركز التنقُّل عند الطلب على إدارة نُظُم النقل لترشيد العمليات الإجمالية لشبكة النقل (أي العرض والطلب).

ويتيح التنقُّل عند الطلب الخدمات التشاركية التالية للركاب: تشارك الدراجات؛ وتشارك السيارات؛ وتشارك الركوب (أي في السيارات أو الشاحنات الصغيرة)؛ وشركات شبكات النقل مثل أوبر وكريم، لطلب وحجز المركبات؛ وتشارك السكوتر؛ والنقل المتناهي الصغر (مركبات متعددة الركاب/الركاب المجمّعون في سيارات أو شاحنات صغيرة) مثل «السيرفيس» في لبنان وأوبربول (UberPool)؛ وخدمات النقل المكوكية؛ والتنقُّل الجوي الحضري؛ وحلول النقل المستحدثة الأخرى. وفي إطار التنقُّل عند الطلب، تشتمل أكثر أشكال خدمات الركاب تقدماً على تخطيط الرحلات وحجزها، والمعلومات الآنية، ودفع تعرفة النقل في واجهة مستخدم واحدة.

وتتضح قوّة التنقُّل عند الطلب بالنظر إلى قطاع خدمة تشارك الدراجات، إذ يجري بالفعل تشغيل أكثر من 1,000 مخطط لتقاسم الدراجات و1,200,000 دراجة في جميع أنحاء العالم، ومن المتوقع أن يحقق هذا القطاع نمواً في السوق بنسبة 20 في المائة بحلول عام 2020[93]. وتقوم شركة سيمنز، عبر تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي، بتشغيل أسطول مؤلف من 1,410 دراجات كهربائية و2,638 محطة لركنها في لشبونة بالبرتغال[94]. ويُستعان بتعلّم الآلة لتحليل مصادر متنوعة للبيانات، مثل الطقس، للتنبؤ بالطلب المستقبلي في كل محطة من محطات تشارك الدراجات وتحسين توافر الدراجات في محطات ركنها[95]. وهكذا تضمن الخدمة توافر الدراجات والمساحات المخصصة لشحنها بعد الانتهاء من ركوبها. وهذه التوقعات، عند اقترانها بالمعلومات الأخيرة المتعلقة بحركة المرور، تعزز عملية إعادة تخزين المحطات بالدراجات وتوجّه الفنيين الذين يضطلعون بصيانتها نحو المسار الأفضل.

كذلك، تتوفر خدمات البريد السريع المستندة إلى التنقُّل عند الطلب لنقل المواد الغذائية والبقالة والطرود

الصغيرة، وهي تشمل التالي: التسليم القائم على التطبيق (المسمى أيضاً خدمات شبكة البريد السريع)؛ والتسليم الآلي؛ والتسليم الجوي (باستخدام الطائرات المسيّرة بدون طيار مثلاً).

وتعمد هذه الخيارات إلى إذكاء الوعي ببدائل التنقُّل المبتكرة التي قد تكمّل وسائل النقل العام و/أو تتنافس معها. وفي هذا الإطار من البيئة المؤاتية المستحدثة للتنقُّل، تُتاح أمام الهيئات العامة أكثر فأكثر فرص للشراكة مع مقدمي خدمات التنقُّل في القطاع الخاص.

وتشمل النُهُج التي تدعم شراكات النقل العام المستندة إلى التنقُّل عند الطلب التالي: تخطيط الرحلات، وتكامل التسعيرات، ومبادرات ضمان التوصيل إلى المنزل، وتبادل البيانات[96].

ج. تشارك الركوب الديناميكي

تشارك الركوب الديناميكي هو مجموعة فرعية من التنقُّل عند الطلب تركّز على الرحلات الفردية غير المتكررة التي لا تتطلب التزامات طويلة الأجل بين الأشخاص من أجل السفر معاً لغرض معين. ويتم ترتيب هذه الرحلات مسبقاً (ولكن في غضون مهلة قصيرة)، مما يعني أن المشاركين يوافقون سلفاً على تشارك الرحلة بينما يكونون عادة في أماكن مختلفة.

وقد تعزز التكنولوجيات الناشئة إتاحة تشارك الركوب الديناميكي، حتى في غياب البرامج التي ترعاها الحكومة أو أصحاب العمل. ومما لا شك فيه أن السنوات القليلة الماضية شهدت تقدماً ملحوظاً في مجال الهاتف المحمول، ونظام التموضع العالمينظام التموضع العالمي، والتواصل الاجتماعي، وتكنولوجيات الاتصالات الفورية. ولقد ظهرت أصلاً تطبيقات مطابقة الركاب للرحلات الطويلة، من بيركلي إلى لوس أنجلوس مثلًا، في حين يتواصل تطور التطبيقات الديناميـة الجديدة لتشارك الركوب على الصعيد المحلي. ومع نضوج هذه التطبيقات، قد يقتصر دور القطاع العام على تيسير ابتكارات القطاع الخاص في هذا المجال، من خلال إتاحة معلومات عنها وربما حتى حوافز لاستخدامها.

وشرع مؤخراً مقدمو الخدمات مثل كارتيسيبايت (Carticipate)، وزيبيغو (Zebigo)، وكارما (Carma)، وبيغيباك (Piggyback) في تقديم تطبيقات الهاتف المحمول التي تصل السائقين الذين تحتوي مركباتهم على مقاعد شاغرة بالأشخاص الذين قد يودون شغرها. ويقدم الإطار 5 مثلين على تشارك السيارات في باريس.

الإطار 5. باريس - تشارك السيارات الكهربائية

أُطلق برنامج تشارك السيارات الكهربائية أوتوليب (Autolib) في باريس عام 2011 واستند إلى نظام إنترنت الأشياء الذي يستخدم أجهزة الاستشعار داخل المركبات المتصلة لتتبُّعها عن طريق نظام التموضع العالمي، والذي يزود السائقين بمعلومات لحجز أماكن ركن السيارات العامة في المدينة. وعلى الرغم من نجاحه الواضح، وتشغيل أكثر من 4.000 سيارة كهربائية، أغلقت الشركة الخاصة التي كانت تديره أبوابها في منتصف عام 2018 بسبب الديون وإيرادات أدنى من المتوقع ومسائل تعاقدية.

ولا يزال سكان العاصمة يتمتعون بخيارات تشارك الركوب، مثل أوبيكو (Ubeeqo)، الذي يعتبر خلفاً لبرنامج أوتوليب. وشركة يوروبكار (Europcar) هي صاحبة أغلبية الأسهم في أوبيكو، وقد اختارتها مدينة باريس عام 2019 لتنفيذ عقد تشارك السيارات إلى جانب شركات أخرى. وفي الوقت الذي تعمل فيه شركة أوبيكو في عدة مدن أوروبية، أعلنت عام 2019 أنها تخطط لزيادة أسطولها في باريس من 400 سيارة إلى 1,100 سيارة.

وهي تدير أسطولاً من السيارات المزودة بأجهزة استشعار وأجهزة أخرى تجمع معلومات حول السيارة وكيفية استخدامها، وتربطها برقم تسجيلها. وتعتبر شركة أوبيكو مسؤولة قانوناً عن سرية المعلومات وكيفية استخدام البيانات*. ويتم ركوب السيارات وتشغيلها باستخدام بطاقة لجهاز تحديد الترددات اللاسلكية أو تطبيق نقّال. وتجدر الإشارة إلى أن سيارات أوبيكو في لندن متوفرة داخل سياج إلكتروني.

* للاطلاع على الشروط والأحكام القانونية، يرجى مراجعة BetterCar, 2020.

المصادر: The Local, 2018؛ Middleton, 2018؛ Desrosiers, 2019؛ Burban, 2019.

د. الخدمات الأخرى

يُتاح عدد من التطبيقات البسيطة التي يمكن استخدامها لتسهيل تجربة المسافرين والتي تقدمها هيئة النقل أو مزود خدمة المواصلات العامة باعتبارها خدمة واحدة في كل مدينة، منها:

- **تذاكر الهاتف المحمول** هي تكنولوجيا تُستخدم لقطع التذاكر عبر الإنترنت، وإرسالها بترميز رقمي إلى هواتف المستخدمين الذكية عن طريق خدمة الرسائل القصيرة أو خدمة الرسائل المتعددة الوسائط أو البريد الإلكتروني، مما يوفر لهم الوقت والمال. وتوجد العشرات من هذه التطبيقات في السوق وبعضها متخصص في نُظُم النقل. ولكي يعمل هذا التطبيق، ينبغي للشركة التي تملكه أن تبرم ترتيبات تعاقدية مع أحد الموردين. ولا توجد حالياً أي تطبيقات لتذاكر الهاتف المحمول تغطي العالم بأسره.

تذاكر الركاب التي هي في الواقع بطاقة نقل واحدة يمكن إعادة شحنها واستخدامها عند الحاجة، مثل بطاقة أويستر (Oyster Card) في لندن؛ وقطع التذاكر عبر الإنترنت؛ ونقاط البيع في المركبات (مثل القطار) وقبول سائقي سيارات الأجرة تسديد التعرفة ببطاقات الائتمان.

- **معلومات آنية** عن موقع الحافلات والقطارات ووقت وصولها، متاحة إما عبر الإنترنت، أو من خلال تطبيق نقّال، أو في محطات توقف الحافلات ومحطات القطار.
- **نقاط الاتصال اللاسلكي** للركاب في الحافلات والقطارات.
- **إدارة الموقع** باستخدام تطبيقات مثل مخطط المدينة أو خرائط غوغل.

جيم. الاتجاهات المستقبلية في مجال النقل البري

تبرز اتجاهات مستحدثة عديدة في قطاع النقل البري، إضافة إلى التكنولوجيات والتطبيقات الرقمية المستخدمة في هذا المجال، لا سيما في الاقتصادات المتقدمة النمو. ومن المرجح أن تبلغ مستقبلاً الأسواق الدولية، ومن ضمنها البلدان العربية.

1. حجيرات النقل الحضري

«الحجيرات المتنقلة» هي سيارات كهربائية ذاتية القيادة تُستخدم لنقل ما لا يتعدى الراكب الواحد في كل رحلة. وتعتبرها المدن بديلاً للمركبات التي تعمل بالوقود الأحفوري، وقد خصصتها فعلاً على مسارات معينة. فهذه السيارات تكاد تكون صامتة عند التشغيل، وبالكاد تنتج اهتزازاً خارجياً، ولا تصدر أي انبعاث لغازات الدفيئة. وهي تستخدم أصلاً في دبي وطوكيو والمملكة المتحدة (في العديد من المدن الصغيرة وفي مطاري هيثرو وبريستول). كذلك، أعلنت دبي عن خطط لسيارات أجرة جوية على شكل حجيرات.

2. الشبكات المخصصة للمركبات

الشبكات المخصصة للمركبات هي شبكات متكاملة التواصل تستخدم الاتصالات اللاسلكية المتقدمة والحوسبة وتقنيات المركبات لوصل المركبات بعضها ببعض، وبالبنية التحتية وبالمشاة. ويسمح هذا النوع من الشبكات بتواصل الحواسيب المركبة مسبقاً في السيارات مع بعضها البعض لاسلكياً، فتتحول كل سيارة إلى موجّه لاسلكي أو عقدة في شبكة من السيارات المتصلة على الشبكة والموجودة على مقربة من بعضها. فإذا توقفت إحدى المركبات المتصلة مثلاً، تقوم الشبكة تلقائياً بتشغيل المكابح في السيارة التي تسير خلفها. ومثال آخر هو «السير بأرتال»، حيث يتم زيادة سرعة مركبات عدة أو جعلها تبطئ في سرعتها في الآن ذاته باعتبارها مركبة واحدة. وبالإضافة إلى تكنولوجيا الهواتف

الذكية، قد تتضمن الشبكات المخصصة للمركبات ثلاثة مسارات اتصال مختلفة هي:

- فيما بين المركبات: تُبعث الرسائل من مركبة إلى أخرى مجاورة لها إما من خلال رسالة واحدة مباشرة أو عبر مركبات أخرى تلعب دور الوسيط.
- من مركبة إلى بنية تحتية: تُنقل الرسائل بين المركبات والمنشآت المثبّتة عند تقاطعات الطرق الشريانية القريبة أو مداخل الطرق السريعة.
- من مركبة إلى المشاة: تُبعث الرسائل بين المركبات والمشاة الذين يرسلون ويتسلمون الرسائل بواسطة هواتفهم أو أجهزة لاسلكية أخرى.

تحديات الشبكات المخصصة للمركبات

لا تزال هناك مشاكل متعلقة بالاتصال يلزم حلها في إطار هذه النُظُم المعقدة، ولا سيما المسائل المتعلقة بالخصوصية والمسؤولية والأمن[97] التي تعوق التقدم نحو استخدامها على نطاق واسع. والمسؤولية مثار قلق عندما تكون الشبكة مكتظة (أي في حال كثرة السيارات) فيؤدي التأخير في بعث الرسائل إلى جعلها غير موثوقة. وفي هذا الصدد، يطرح السؤال التالي نفسه: على من يقع اللوم إذا تسببت هذه النُظُم بحادث مرور؟ وعليه، لا تزال مسألة تحديد المسؤولية في مثل هذه الحالات من دواعي القلق الشديد.

ولأغراض السلامة، على المركبات المتصلة بالشبكة أن تبث موقعها وأنماط سرعتها بصورة دورية إلى المركبات المجاورة. ومن ثم، من المحتمل أن يفصل العديد من أصحابها الاتصال لعدم رغبتهم مشاركة الجمهور العام أماكن وجودهم في جميع الأوقات. ولسوء الحظ، لا يمكن ضمان الخصوصية في ضوء أسلوب إعداد الشبكات المخصصة للمركبات.

وأخيراً، تُثار المسائل الأكثر أهمية، ألا وهي تلك المتعلقة بالأمن والسلامة. ذلك أن الشبكات المخصصة للمركبات تستلزم توثيق الرسائل ومعالجتها بسرعة فائقة. ولدرء الاختراقات، يجب أن يكون حجمها كبيراً للغاية مما يستدعي وقتاً أطول لمعالجتها. وعليه، فإن هذه الشبكات بتصميمها الحالي معرضة للقرصنة واحتمال التلاعب بها.

3. الذكاء الاصطناعي

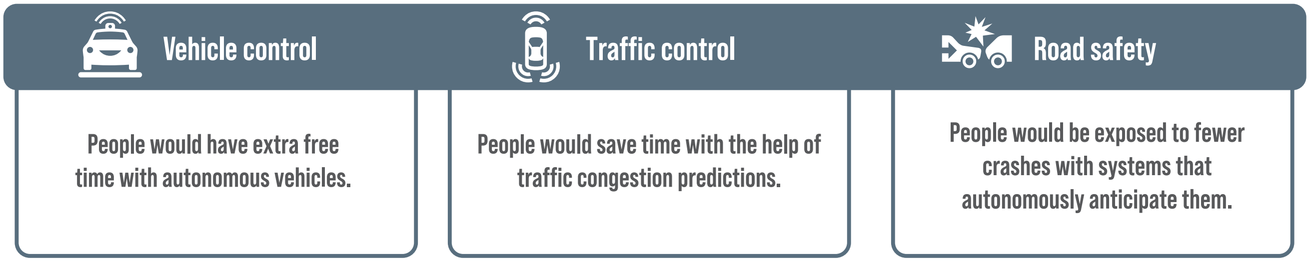
يُقصد بالذكاء الاصطناعي عموماً البرمجيات التي تحاكي الإدراك أو التصور البشري. وقد بات جزءاً من الحياة اليومية ويُستخدم في أشكال عديدة منها غوغل (خوارزميات البحث)، وفيسبوك (تطبيق التعرف على الوجه)، ونيتفليكس (تطبيق الأفلام المراعية لاهتمام الشخص)، وسيري وأليكسا (مساعِدان افتراضيان)، وروبوتات الدردشة، وما إلى ذلك. ويمكن إيجاد تطبيقات أكثر أهمية تتماشى مع تحقيق أهداف التنمية المستدامة، وذلك على صعيد الرعاية الصحية المراعية لاحتياجات الأشخاص، والمناهج التعليمية، وإصدار الأحكام القضائية. وفيما يلي بعض الأمثلة على تطبيقات الذكاء الاصطناعي: وضع نموذج تنبؤي بمراحل المرض الذي يعانيه المريض، وإعداد تقرير عن نتائج صور الأشعة السينية، والتنبؤ بمكان وقوع الجرائم، ومعالجة اللغات المنطوقة كما هو حال المساعدين الافتراضيين.

أما الذكاء الاصطناعي الضيق، الذي يُستخدم لحل مشكلة محددة، فهو الفرع الرئيسي من الذكاء الاصطناعي الموجود اليوم. وتعلّم الآلة، ومنبعه علم البيانات، هو أحد فروعه الرئيسية ويستند إلى مجموعات كبيرة من البيانات لتعليم الآلات كيفية اتخاذ القرارات. فعلى سبيل المثال، تحتوي نماذج التعرف على الصور على 1.2 مليون صورة يُقصد بها تدريب الآلة صُنّفت يدوياً بحسب فئات معدودة. وينقسم تعلّم الآلة إلى ثلاث خوارزميات رئيسية هي: التعلم الموجّه (ويسمى أيضاً التعلم الخاضع للإشراف)، والتعلم المعزز، والتعلم غير الموجّه (ويسمى أيضاً التعلُّم غير الخاضع للإشراف). أما الفرع الثاني من الذكاء الاصطناعي فهو التعلُّم العميق الذي انبثق من تعلُّم الآلة، والذي يعتمد على الشبكات العصبونية الاصطناعية وأشجار القرار الاحتمالية ومجموعات كبيرة من البيانات لتوقّع النتائج. وتندرج خوارزميات شتى ضمن التعلُّم العميق، منها الشبكات العصبونية الاصطناعية والخوارزميات الجينية والمنطق الترجيحي.

وبلغت حصة الذكاء الاصطناعي في سوق صناعة السيارات والنقل وحده 19.17 مليار دولار عام 2018، ومن المتوقع أن تنمو بمعدل نمو سنوي مركب قدره 13.12 في المائة خلال الفترة المتوقعة (من 2019 إلى 2029)[98].

ويعتبر الذكاء الاصطناعي التكنولوجيا الأكثر تأثيراً على نُظُم النقل. فبالإضافة إلى دوره في ابتكار السيارات الذاتية القيادة، يُعدّ على وجه الخصوص أداة قوية للتخطيط

الشكل 8. **استخدامات الذكاء الاصطناعي في مجال النقل**



المصدر: Machin and others, 2018.

والاتخاذ الآني للقرارات. كذلك، تشمل تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال النقل ضبط المركبات، ومراقبة حركة المرور والتنبؤ بها، والسلامة على الطرق والتنبؤ بالحوادث. ويقتصر المجال الأول لتطبيق الذكاء الاصطناعي (ضبط المركبات) على صناعة السيارات، فهو يتضمن تصميم نُظُم منع انغلاق المكابح، وتصميم نُظُم لتقليل الانبعاثات، وتحسين نُظُم التعليق، وما إلى ذلك. أما المجالان الآخران (مراقبة حركة المرور والسلامة على الطرق) فلهما تطبيقات مباشرة في معظم نُظُم البرمجيات التي استُعرضت في الأقسام السابقة، مثل نُظُم إدارة النقل ونُظُم النقل الذكية. وترد في الشكل 8 أعلاه استخدامات أخرى للذكاء الاصطناعي في نُظُم النقل[99].

وتشمل الأمثلة على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال النقل البري ما يلي:

- إشارات المشاة الذكية، مثل تلك التي يتم تنصيبها في جميع أنحاء دبي، هي تطبيق آخر لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي التي تعمل بالتزامن مع تشغيل ضوء إشارة المرور[100]. ومن خلال نظام يعتمد على أجهزة الاستشعار المتصلة بنظام ضوئي أرضي، بات بالإمكان قراءة حركة المشاة على الأرصفة قبل عبور الشارع وخلال عبوره، وتعديل التوقيت المتبقي تلقائياً بناءً على هذه القراءة من أجل ضمان العبور الآمن لأكبر عدد من المشاة[101]. ولن تقتصر فائدة هذا النظام على المشاة المحتاجين وقتاً أطول للعبور فحسب، بل إنه سيحسن أيضاً انسيابية حركة المرور نتيجة توفير وقت إضافي للسائقين في حال عدم قراءة أي وجود للمشاة على الأرصفة[102].

- وأطلق تطبيق خرائط غوغل ميزة حركة المرور المباشرة للحافلات للتنبؤ على نحو أفضل بالفترة التي ستستغرقها رحلة الحافلة، عبر استخدام نموذج ذكاء اصطناعي يجمع بين توقعات آنية لحركة المرور وبيانات متعلقة بمسارات الحافلات[103]. ونتيجة لذلك، تحسنت دقة توقيت الرحلات بالنسبة لملايين الأشخاص في مئات المدن حول العالم تحسناً ملحوظاً.

- ويشترط التنظيم الأوروبي الخاص بنظام اتصال الطوارئ تزويد جميع السيارات الجديدة، بدءاً من نيسان/أبريل 2018، بهذه التقنية التي تكشف الحوادث وتبلغ عنها[104]. وعند حصول تصادم، يعمد النظام بالاتصال تلقائياً برقم الطوارئ، ويتواصل مع خدمات الطوارئ لتزويدها بموقع المركبة ووجهتها وبوقت وقوع الحادث.

- ومن شأن الكاميرات الذكية المجهزة بها سيارات الأجرة حالياً في جميع أنحاء دبي أن تساعد في فرض إجراءات مكافحة جائحة كوفيد-19، ذلك عن طريق استخدام خوارزميات التعلّم العميق القادرة على الكشف عن الأشخاص الذين لا يرتدون الأقنعة والإبلاغ عنهم تلقائياً، باعتبار ذلك تدبيراً وقائياً[105]. ويمكن تركيب هذه التكنولوجيا في مختلف نُظُم النقل العام واستخدامها بوصفها آلية إنفاذ للمساعدة في الحد من تفشي الفيروس.

تحديات الذكاء الاصطناعي

يتمثل أحد القيود الرئيسية للذكاء الاصطناعي في أن العلاقة بين مدخلاته ومخرجاته غالباً ما تكون غامضة ولا يمكن تعقبها، إذ يكاد يستحيل فهم كيفية توصّل خوارزمية الذكاء الاصطناعي المدرّبة إلى قراراتها أو تنبؤاتها، خصوصاً فيما يتعلق بالتعلّم العميق والشبكات العصبونية. فما يثير القلق إذاً هو تحديد المسؤولية القانونية لنُظُم الذكاء الاصطناعي في حال وقوع حادث أو التسبب بضرر جراء هذه التكنولوجيا.

وعلاوة على ذلك، لا يمكن الاستفادة كلياً من الذكاء الاصطناعي بدون إتاحة مجموعات كبيرة من البيانات، التي نادراً ما تتوافر في البلدان العربية، مثل تلك التي تولدها التطبيقات النقالة ونُظُم إنترنت الأشياء والبيانات المفتوحة من الحكومات. وفي هذا الصدد تجدر الإشارة إلى أن تدريب نظام الذكاء الاصطناعي على أساس بيانات محدودة قد يؤدي إلى توقعات متحيزة. ولهذا السبب، فإن توافر مجموعات كبيرة من البيانات بالغ الأهمية.

ومع تطبيق تنظيمات صارمة تحد من نوع البيانات التي يمكن جمعها، كما هو الحال في الاتحاد الأوروبي[106]، بات يصعب على شركات التكنولوجيا تطوير خرائط عالية الوضوح الضرورية للمركبات الذاتية القيادة[107].

ومن الأهمية بمكان أيضاً أن يعالج النظام التعليمي هذه المسألة، وأن يدمج الذكاء الاصطناعي في المناهج الدراسية لإعداد الجيل القادم لعصر الذكاء الاصطناعي. ففي الوقت الحاضر، لا يتلقى الطلاب هذا النوع من التعليم (أو التدريب على المهارات الأساسية) الذي يحتاجون إليه في مشهد يهيمن عليه الذكاء الاصطناعي[108]، وهو ما يشكل في حد ذاته انتكاسة للنهوض بالذكاء الاصطناعي.

والتمويل مسألة أخرى ترتبط مباشرة بالتقدم المحرز في هذا المجال، حيث أن تعزيز الاستثمار والإنفاق العام والخاص في البحث والتطوير سيدفع نحو مزيد من الابتكار.

دال. تحديات تطبيق الحلول التكنولوجية

تواجه تحديات كثيرة تطبيق التكنولوجيات الجديدة في مجال النقل البري وغيره من القطاعات. ويتناول هذا القسم التحديات الرئيسية التي ينبغي بحثها والتصدي لها عند استخدام التطبيقات التكنولوجية.

1. مسائل متعلقة بالأمن والخصوصية

قد تثير الحلول الواردة في القسم السابق، سواء في القطاع العام أو الخاص، مسائل تتعلق بالأمن والخصوصية. وإنترنت الأشياء عرضة أكثر من غيره لانتهاكات الأمن والخصوصية، ذلك أن ميزات الأمن (مثل التشفير أو توثيق الجهاز أو مراقبة دخول المستخدم) ليست بالضرورة مُدمجة في أجهزته. لذا، فإن نُظُم إنترنت الأشياء تُعتبر ضعيفة جداً فيما يتعلق بأمن شبكات النقل[109]. ولسوء الحظ، لم يتم حتى الآن التطرق بجدية إلى مسائل الخصوصية المتعلقة بأجهزة إنترنت الأشياء[110]. وتشمل المخاوف المتعلقة بالخصوصية والمتأتية عن نشر إنترنت الأشياء ما يلي: المراقبة غير المصرح بها، وتوليد البيانات واستخدامها من دون ضوابط، وتوثيق غير كاف، ومخاطر أمن المعلومات. ثم إن مجرد نشر أجهزة متصلة ومستقلة، بدون إجراء الاختبارات الملائمة أولاً ومراعاة اعتبارات النُظُم وضمانات الأمن المعلوماتي، قد يؤدي إلى نتائج غير مقصودة من شأنها أن تزيد من المخاطر وتكاليف دورة الحياة. والأهم من ذلك، تشكل أجهزة وخدمات إنترنت الأشياء غير المأمونة ثغرات محتملة لهجوم إلكتروني. فقد شُنّت العديد من هجمات حجب الخدمة الموزع وجرى تضخيمها عن طريق استخدام كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة كروبوتات شبكية. ومثار قلق آخر هو أمن السيارات الذاتية القيادة والمتصلة بالشبكة، إذ يمكن أن يتأتى عن الاختراق الأمني الاستيلاء على السيارة والتسبب في تحطمها، وربما إلحاق الأذى بالسائق والركاب أو التسبب بمقتلهم.

وعلى غرار الأنواع الأخرى من التكنولوجيات الرقمية، تستلزم البيانات الضخمة أطراً متينة لعمل الأمن المعلوماتي بغية حمايتها من الخروقات والهجمات المستهدفة. ويجوز تطبيق أطر واستراتيجيات الأمن المعلوماتي الوطنية، لكنه قد يقتضي تعديلها لتلبية متطلبات البيانات الضخمة المحددة. وينطبق ذلك خصوصاً على بيانات النقل التي ترتبط ارتباطاً مباشراً بحياة الناس وسلامتهم وأمنهم.

ومع أن التطبيقات النقالة تطلب أحياناً إذن المستخدم لمشاركة البيانات، غير أنه في معظم الحالات يتم جمع البيانات الضخمة تلقائياً وتوليدها ونقلها من الأجهزة بدون علم المواطنين أو موافقتهم. وقد أدى ذلك إلى زيادة المسائل المتعلقة بالخصوصية وبحماية هوية أصحاب البيانات وتلك المتعلقة بكفاية الأطر التنظيمية الحكومية لضمان الخصوصية وحماية المواطنين. وتتّسم البيانات الضخمة في مجال النقل بميزة إضافية، ألا وهي احتواؤها على بيانات الموقع المجمّعة من أجهزة نظام التموضع العالمي،

مما يثير مسائل إضافية متعلقة بأمن الأفراد. وفي الواقع، تبيّنت إمكانية الكشف عن هوية الأفراد حتى من البيانات التي تُجمع على أساس المصدر المجهول، ذلك باستخدام البيانات والروابط السياقية[111]. وقد أدى ذلك إلى التشكيك في موثوقية مواقع التخزين، لذا اختارت الحكومات تخزين بياناتها في مراكز البيانات الوطنية بدلاً من السحابة.

2. البيئة التنظيمية

في ظل بزوغ تكنولوجيات جديدة ونشرها في أعمال تجارية وخدمات متنوعة، لا بد أن تكون الحكومات مستعدة وقادرة على وضع لوائح تنظيمية وتعديلها وإنفاذها بما يتماشى مع هذه التكنولوجيات وعلى حماية المواطنين والمستخدمين. وتجد الهيئات التنظيمية نفسها أمام تحديات كبيرة، فتسعى إلى الحفاظ على توازن معقول بين تعزيز الابتكار وحماية المستخدمين. ويكمن التحدي الآخر الذي تواجهه الحكومات في إنجاز ذلك بوتيرة غير مسبوقة.

وتوجِد التكنولوجيات الناشئة، مثل الذكاء الاصطناعي وتعلّم الآلة وتحليل البيانات الضخمة وتقنية الحسابات الموزعة وإنترنت الأشياء طرقاً جديدة يتفاعل من خلالها المستهلكون. ومع ذلك، فهي تعطل أيضاً النماذج التقليدية للأعمال بما أنه يمكن للآلات أن تعلّم نفسها بنفسها، وللمركبات الذاتية القيادة التواصل مع بعضها البعض ومع البنية التحتية للنقل، وللأجهزة الذكية استباق احتياجات المستهلكين وتلبيتها.

وإزاء هذه التطورات، تواجه الجهات التنظيمية تحدياً رئيسياً يتمثل بكيفية حماية الأشخاص على أفضل وجه وضمان المنافسة العادلة والسماح بنشر التكنولوجيات الجديدة في الوقت نفسه. ويتناول الإطار 6 اللوائح التنظيمية التي اعتمدتها المملكة العربية السعودية بشأن التكنولوجيات الناشئة.

الإطار 6. **المملكة العربية السعودية - الإطار التنظيمي لخصوصية البيانات**

سنّت المملكة العربية السعودية قوانين عديدة لحماية خصوصية مواطنيها. وفيما يلي ملخص للقوانين واللوائح المتعلقة باستخدام التكنولوجيات المذكورة في هذا التقرير.

في تشرين الأول/أكتوبر 2019، دخل نظام التجارة الإلكترونية، الصادر بموجب المرسوم الملكي رقم م/126، حيز النفاذ. ويطّبق القانون على جميع مقدمي خدمات التجارة الإلكترونية، بمن فيهم أولئك الموجودون خارج المملكة العربية السعودية الذين يقدمون منتجات/خدمات للعملاء المقيمين على أراضيها. وينص القانون على أن يكون موفر الخدمة مسؤولاً عن حماية البيانات الشخصية للمستهلك «التي تكون في عهدته أو تحت سيطرة الجهات التي يتعامل معها أو مع وكلائها»، ويحد من فترة الاحتفاظ بالبيانات. وبموجب الإطار التنظيمي للحوسبة السحابية في المملكة، يجب أن يحمل جميع مقدمو الخدمات السحابية ترخيصاً من هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات. وتُصنّف البيانات في أربع فئات، ولا يمكن تخزين الفئتين 3 و4 (بيانات الجهات الحكومية والبيانات السرية على التوالي) خارج الحدود الوطنية.

وينظم الإطار التنظيمي لإنترنت الأشياء جميع استخدامات خدمات إنترنت الأشياء في المملكة، ويُلزم مقدميها «الوفاء بالمتطلبات الخاصة بأمن وحماية وخصوصية البيانات»، ويوجب «الالتزام بجميع الأنظمة المنشورة أو المستقبلية» بالنسبة إلى مقدمي هذه الخدمات ومنفذي شبكات إنترنت الأشياء. أما فيما يتعلق بالبيانات، فلا ينبغي جمعها إلا لأغراض محددة والاحتفاظ بها إلا لفترة معيّنة. كذلك، على مقدمي خدمات إنترنت الأشياء أن يتخذوا تدابير أمنية ملائمة لحماية البيانات من أي استخدام غير مصرح به وفقدانها وتدميرها والكشف عنها، وما إلى ذلك.

المصدر: PwC, 2019.

3. مخصصات الميزانية

تتطلب الأتمتة تخصيص ميزانيات كبيرة لنشر الشبكات اللاسلكية على نطاق المدينة و/أو شبكات الجيل الثالث والجيل الرابع الخلوية، بيد أن الميزانيات الحكومية لا تتيح ذلك دوماً. وسيزداد ذلك أهمية مع ظهور الجيل الخامس الذي يتميز بسرعة أعلى، وبالتحرُّكية، وبزمن تأخير قصير.

والمسائل المتعلقة بالميزانية تشمل أيضاً الحاجة إلى تزويد المركبات بمستقبِلات نظام التموضع العالمي المناسبة، والاتصال الإلكتروني المتنقل، وأجهزة استشعار إنترنت الأشياء، وغير ذلك من أدوات التكنولوجيا التي تنشئ قاعدة كافية من البيانات لتغذية تطبيقات البرمجيات.

وبالإضافة إلى تكاليف اقتناء و/أو تطوير النُظُم الرقمية، لا بد أن تتحمل الحكومات تكاليف التشغيل والصيانة. ولضمان فعالية نظام التموضع العالمي مثلاً، من الضروري صيانة الأقمار الصناعية ونُظُم ضبطها. فالخطأ البشري في نُظُم الضبط والصيانة قد لا يؤدي إلى إيقاف تشغيل النظام لفترة زمنية فحسب، بل أيضاً إلى بث معلومات غير صحيحة.

ولطالما شكّلت التكلفة تحدياً لبناء نُظُم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، فاقتصر ذلك على الجهات القادرة على شراء التجهيزات الحاسوبية والبرمجيات والبيانات وتوظيف أصحاب الاختصاص، لأنها وحدها باستطاعتها تحمّل تكاليف بناء وصيانة برمجياتها وتطبيقاتها الخاصة. وتتيح شركات عديدة اليوم نُظُم المعلومات الجغرافية كخدمة في ثلاثة أشكال: البرمجيات كخدمة – التي تقدمها شركات مثل برمجيات أركجيس أونلاين (ArcGIS Online)؛ والمنصة كخدمة لتحديد المواقع الجغرافية والتحليل - التي تقدمها شركات مثل برمجيات أركجيس أونلاين، وغوغل مابس جافاسكيبت أي بي آي فرجن ثري (Google Maps JavaScript API version 3)، ومايكروسوفت بينغ جيوكود داتافلو أي بي آي (Microsoft Bing Geocode Dataflow API)؛ والبيانات كخدمة – التي تقدمها شركات مثل برمجيات أركجيس أونلاين، وتطبيق خرائط آبل (Apple Maps) وتطبيق خرائط غوغل، وخرائط شركة هير (HERE) وتطبيق أوبن ستريت ماب (OpenStreetMap).

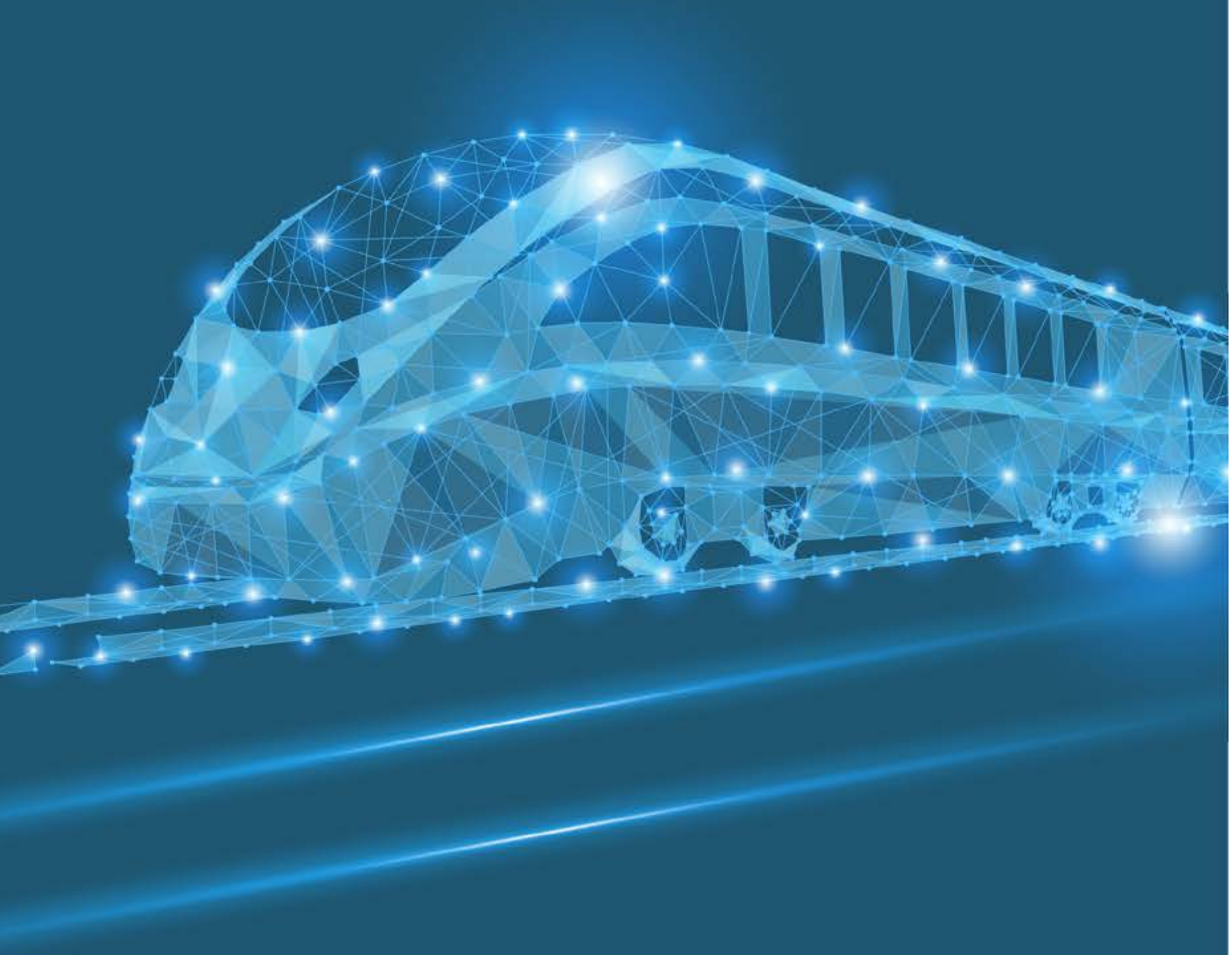
4. التحديات الأخرى

المهارات الرقمية: يتطلب تطبيق التكنولوجيات الناشئة، كتلك الواردة في القسم السابق، مهارات رقمية متقدمة وبيئة مؤاتية للابتكار وريادة الأعمال؛ وإضافةً إلى ذلك، قد يواجه مستخدمو الخدمات الرقمية بعض الحواجز ذات الصلة بالمهارات (مثل عدم الإلمام بالتكنولوجيا الرقمية) وحواجز ثقافية كما هو حال الأشخاص الذين يفضلون التفاعلات الشخصية وجهاً لوجه.

إتاحة البيانات: تقوم مشكلة أخرى متعلقة بالحلول الرقمية على توافر البيانات، حيث أن الحكومات تؤدي دوراً خاصاً في هذا الشأن. ومن الأمثلة على ذلك إتاحة الخرائط الرقمية (علماً أن الخرائط هي مُلْكٌ للحكومة) وجعل البيانات التي تملكها الحكومة مفتوحة المصدر (البيانات المفتوحة).

3

وضع التكنولوجيا والابتكار في مجال النقل البري في المنطقة العربية



رسائل أساسية

- في البلدان العربية، تتركز معظم التكنولوجيات المستخدمة في النقل البري في المدن، وتحتاج المناطق الريفية ومرافق السكك الحديدية إلى مزيد من الاستثمار وبرامج التحديث لتحقيق التكامل التكنولوجي.
- إن غالبية المدن العربية، باستثناء عدد قليل منها يقع معظمها في المغرب وفي بعض بلدان الخليج، لم تطوّر أو تطبق أي نُظُم شاملة للنقل العام، وهي تفتقر إلى سياسة للنقل الحضري في حين أن الطلب على النقل آخذ في الارتفاع.
- إن خدمات الاتصالات النقالة الأساسية موزعة توزيعاً كافياً في المناطق الحضرية، غير أنه ينبغي توسيع نطاق تغطيتها لتشمل المناطق الريفية أيضاً. كذلك، لا بد من تحديث البنى التحتية للاتصالات من أجل تلبية متطلبات التكنولوجيات الناشئة، مثل إنترنت الأشياء والبيانات الضخمة.
- تنتشر نُظُم تكنولوجيا المعلومات التقليدية في نصف البلدان العربية تقريباً، وتشمل نظام التموضع العالمي، ونُظُم إدارة النقل، وخدمات الحكومة الإلكترونية، ونظامي الدفع الإلكتروني وإدارة أسطول المركبات. ومع ذلك، فإن النُظُم الأكثر تقدماً، مثل نُظُم النقل الذكية وإنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي، لا تزال محدودة أو غائبة في مجال النقل البري في المنطقة العربية.

يشهد حالياً قطاع النقل في جميع أنحاء العالم أسرع تحول له منذ عقود، ومن المتوقع أن تبدّل تكنولوجيات النقل المتنوعة نمط السفر في المدن مع اعتماد الابتكارات التكنولوجية في نُظُم النقل (في بعض البلدان أسرع من غيرها).

ويمثل هذا الفصل محاولة الإسكوا الأولى لاستكشاف واقع مجال التكنولوجيا الرقمية سريع التطور والفرص والآثار المتأتية عنه في قطاع النقل البري.

فالهدف هو وصف مختلف أنواع تكنولوجيات النقل الناشئة المتاحة حالياً، فضلاً عن الاتجاهات والخطط المستقبلية الهامة، من أجل توفير الأساس الملائم للنظر في التوصيات السياساتية. وفي الواقع، ستحتاج الدول العربية إلى سياسات واضحة وملزمة إذا ما أريد لها أن تستفيد من الفرص التي تتيحها التكنولوجيات الجديدة في مجال النقل البري.

وتشتمل تكنولوجيات النقل الناشئة المشمولة في هذا التقرير على البنى التحتية التمكينية، ونُظُم إدارة تكنولوجيا المعلومات الخاصة بالركاب وشحن البضائع وحركة المرور، وخدمات الحكومة الإلكترونية والدفع الإلكتروني، فضلاً عن التطبيقات الخاصة بقطاع النقل مثل نُظُم النقل الذكية، والإسناد الجغرافي، والكشف عن وقوع الحوادث وإدارتها، وخدمات النقل العام، والشاخصات الإلكترونية ذات الرسائل المتبدلة.

ويتناول هذا الفصل وضع تكنولوجيات النقل البري ومستوى نضجها في المنطقة العربية، إضافةً إلى التحديات والفرص التي تطرحها، وذلك وفقاً لمستويات التطبيقات الرقمية الثلاثة المبيّنة في الفصل الثاني، ألا وهي: التكنولوجيات التمكينية، والتطبيقات التكنولوجية، والاتجاهات المستقبلية. ولدى البحث في وضع التكنولوجيا الرقمية في الدول العربية، سيتم تسليط الضوء على الجوانب التالية: السياسات والاستراتيجيات والخطط (للتكنولوجيات الناشئة في مجال النقل)، والبنية التحتية، والإطار القانوني والتنظيمي/البيئة القانونية والتنظيمية، ورأس المال البشري، والخدمات والعمليات.

وفي ضوء ما تقدّم واستناداً إلى الردود على استبيانين أعدتهما الإسكوا، سيجري تحليل الوضع الراهن في المنطقة العربية، وإبراز التحديات والفرص المتاحة، ومناقشة التبعات/الآثار الاجتماعية والاقتصادية المترتبة على التكنولوجيات الجديدة في النقل البري. ويتعلق الاستبيان الأول بانتشار التكنولوجيا الرقمية في المنطقة العربية، ويركز الاستبيان الثاني على التطبيقات التكنولوجية المستخدمة في النقل البري. وكان الاستبيان الأول قد أُرسل إلى الوزارات والسلطات المعنية بالتكنولوجيات الرقمية في البلدان العربية، في حين أُرسل الثاني إلى وزارات وسلطات قطاع النقل في الدول الأعضاء في الإسكوا. وقد جرى تسلّم اثني عشر رداً على كل استبيان، أي ما يمثل نصف عدد البلدان العربية تقريباً. واستناداً إلى هذه الردود، يمكن للإسكوا أن

تحدد الاتجاهات الناشئة في المنطقة العربية، ولكن يتعذر عليها تقديم صورة دقيقة لاستخدام التكنولوجيات الجديدة في النقل البري. وتشكل البلدان الاثنا عشر التي ردت على الاستبيانين تمثيلاً كافياً للمنطقة، فهي تشمل بلداناً مرتفعة ومتوسطة الدخل وعدداً من البلدان الأقل نمواً، فضلاً عن بلدان تشهد نزاعات مسلحة.

ألف. تحليل تطبيقات التكنولوجيا في مجال النقل البري في المنطقة العربية

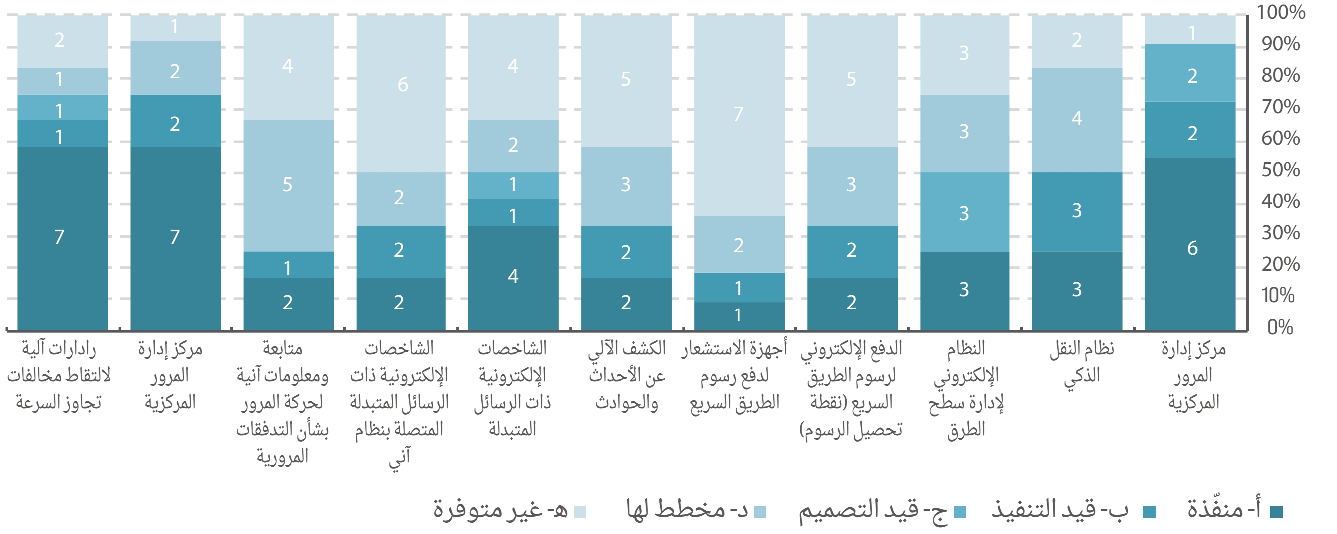
كان الغرض الرئيسي من الاستبيان الأول[112] تقييم مستوى تنفيذ مختلف تكنولوجيات النقل البري في المنطقة، ودراسة كيفية تباين هذه المستويات في كل بلد تبعاً لمعايير مختلفة مثل اقتصاده وجغرافيته والموارد المتاحة فيه. وتُقسّم نُظُم النقل البري المشمولة في هذا الاستبيان إلى خمس فئات هي: الطرق العامة في الريف، والسكك الحديدية، والشوارع الحضرية، والنقل العام، وإدارة النقل البري وتشغيله والمعابر الحدودية.

والبلدان الاثنا عشر التي استجابت للاستبيان الأول هي مصر والعراق والأردن والكويت ولبنان وليبيا وعُمان ودولة فلسطين وقطر والسودان والجمهورية العربية السورية والإمارات العربية المتحدة. وتختلف هذه البلدان جميعها من حيث الحجم والموقع والاستقرار الاقتصادي والمالي والتنمية، ولذلك اختلفت مخرجاتها (كما هو متوقع) أيضاً. وتعرض الأقسام التالية أبرز ما تم التوصل إليه من نتائج واستنتاجات بعد تحليل الردود على الاستبيان.

1. الطرق العامة في الريف

غالباً ما تُعتبر الطرق العامة في الريف صلة الوصل الأخيرة في شبكة النقل، إلا أنها تمثل في الواقع الصلة الأكثر أهمية لإتاحة إمكانية الوصول إلى سكان الريف. فالاستثمار في هذه الطرق يكفل إمكانات كبيرة لاستخدام الموارد المحلية، وإيجاد فرص العمل، ودعم التجارة المحلية والاقتصاد المحلي. وبالتالي، تترتب عليه آثار عميقة من حيث الحد من الفقر وتعزيز التنمية الاقتصادية والاجتماعية على الصعيد المحلي. وبحسب ما هو مبين في الجدول 2 أدناه، تباينت الاستجابات في معظمها بين التكنولوجيات المنفذة (30 في المائة)، والتكنولوجيات المخطط لها (21 في المائة)، والتكنولوجيات غير المتوفرة (31 في المائة).

الشكل 9. **الطرق العامة في الريف - الوضع من حيث التكنولوجيا**



المصدر: تجميع الإسكوا.

الجدول 2. **الطرق العامة في الريف - استخدام التكنولوجيات بحسب البلد**

	أ. منفذة	ب. قيد التنفيذ	ج. قيد التصميم	د. مخطط لها	هـ غير متوفرة	المجموع العام
قطر	9	2				11
الإمارات العربية المتحدة	8			1	2	11
الكويت	4	3		3	1	11
الأردن	4	1		3	3	11
عُمان	4		2	3	1	10
السودان	3	2	1	3	2	11
العراق	3		1	1	6	11
ليبيا	2				9	11
مصر	1	8		1		10
لبنان	1			2	8	11
الجمهورية العربية السورية		1	2	4	4	11
دولة فلسطين			1	6	4	11
المجموع	39	17	7	27	40	130
المجموع (في المائة)	% 30	% 13	% 5	% 21	% 31	% 100

المصدر: تجميع الإسكوا.

أما التطبيقات الأكثر استخداماً في المنطقة العربية فهي نُظُم المعلومات الجغرافية، والرادارات الآلية، وإدارة حركة المرور المركزية. ولا يزال استخدام تطبيقات أخرى، مثل الطرق السريعة المدفوعة، محدوداً في جميع البلدان العربية تقريباً.

وتظهر نتائج أكثر تفصيلاً أن هذه التكنولوجيات نُفذت في معظمها في قطر (9 من أصل 11) والإمارات العربية المتحدة (8 من أصل 11). ولم يدرس لبنان وليبيا بعد تنفيذ هذه التكنولوجيات، بينما مصر بصدد تنفيذ 8 تكنولوجيات من أصل 10 (العمل الجاري على خطط التنمية للتكنولوجيا) كما هو مبيّن في الجدول 2.

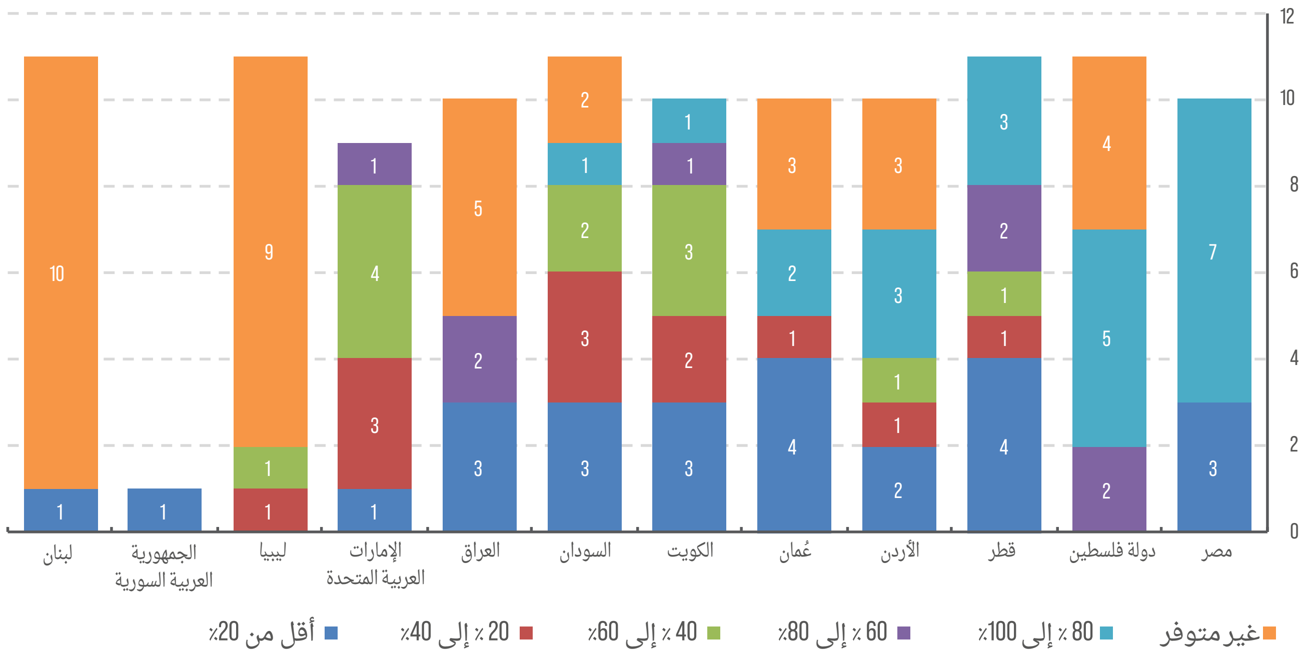
وفيما يتعلق بتمويل استخدام التكنولوجيات الجديدة في مجال النقل البري، فقد اختارت مصر والكويت وعُمان وقطر والإمارات العربية المتحدة الاعتماد على الأموال العامة، في حين اختارت دولة فلسطين مزيجاً من التمويل العام والخاص (بما يعرف بالشراكة بين القطاعين العام والخاص) لما خُطط له من تكنولوجيات.

وتتفاوت نسبة الطرق العامة في الريف التي تشملها هذه التكنولوجيات بشكل ملحوظ بين البلدان. وفي واقع الأمر، بالرغم من أن مصر تعتزم تنفيذ معظم تكنولوجياتها على غالبية طرقها الريفية (7 من أصل 10) مع أن خططها لا تزال قيد التنفيذ، إلا أن الإمارات العربية المتحدة وقطر حيث نُفّذ معظم هذه التكنولوجيات فعلاً لا يطبقان هذه التكنولوجيات إلا على أقل من 20 في المائة، أو 20 إلى 40 في المائة، أو 40 إلى 60 في المائة من طرقهما الريفية (حسب التكنولوجيا)، على النحو المبيّن في الشكل 10 أدناه.

ومع أن الطرق العامة في الريف لا تشهد عموماً سوى تدفق معتدل لحركة المرور، فإنها تتيح صلات وصل هامة في أي شبكة للنقل الطرقي وتيسّر الوصول إلى مختلف المناطق وتشارك في تنميتها. ويمثل الاتصال الإلكتروني على هذه الطرق تكنولوجيا رئيسية للتنمية الريفية، حيث أنه يعزز إمكانية الوصول إلى الخدمات الاقتصادية والاجتماعية ويؤدي بالتالي إلى زيادة معدلات الدخل والعمالة.

وتساعد نتائج الاستبيان على تقييم واقع التكامل التكنولوجي على هذه الطرق في البلدان العربية فهي، في البلدان الأكثر تقدماً وازدهاراً اقتصادياً، ذات مستويات عالية من التكامل التكنولوجي والجودة، فيما لا تزال البلدان المنخفضة الدخل بحاجة إلى بذل الكثير على

الشكل 10. **الطرق العامة في الريف - النسبة المئوية لتغطية التكنولوجيات الجديدة بحسب البلد**



المصدر: تجميع الإسكوا.

صعيد البنى التحتية للطرق وسطحها والربط بينها. وعلى ما يبدو، فإن تنفيذ التكنولوجيات الجديدة لا يولى الأولوية التي يستحقها. وتظهر هذه النتائج حاجة البلدان العربية إلى تعزيز البرامج الإنمائية والاستثمار في الطرق العامة في الريف.

2. السكك الحديدية

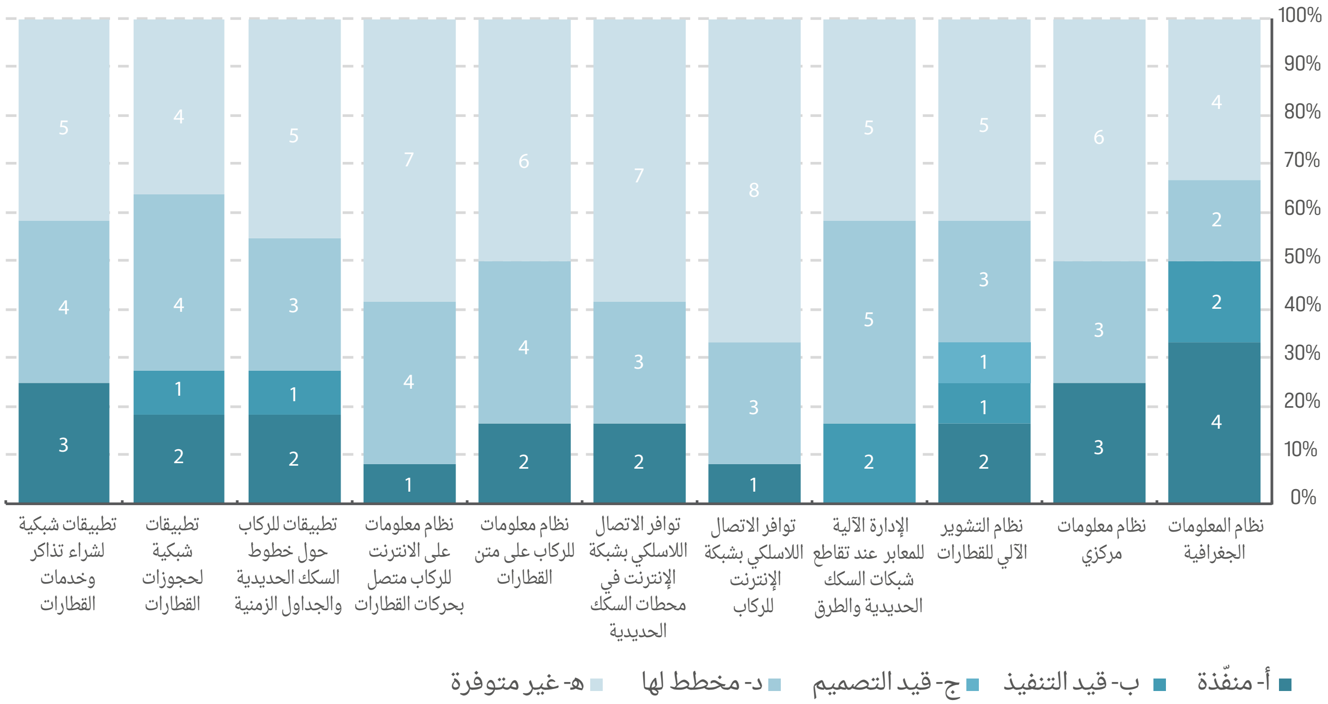
يُعدّ النقل بالسكك الحديدية وسيلة نقل بري ميكانيكية موفّرة للطاقة، ذلك أن القطارات الكهربائية أكثر كفاءة بعشرين مرة من السيارات لنقل الركاب. وبالمقارنة مع وسائل النقل الأخرى، فإن السكك الحديدية هي الأقل تأثراً بالأحوال الجوية، والأفضل تنظيماً (مسارات وجداول زمنية ثابتة)، ولها أعلى سعة حمل للبضائع. وتعتبر السكك الحديدية في العديد من المدن عاملاً أساسياً للحداثة والتنمية. وفي هذا الصدد، فإن ما يقارب نصف التكنولوجيات التي تناولها استبيان الإسكوا غير متوفر بعد (47.6 في المائة)، فيما قد جرى التخطيط لبعضها (92.2 في المائة) أو تنفيذها فعلاً (16.9 في المائة).

ووفقاً للردود الواردة، لم تعمد حتى الآن سوى قلة من البلدان العربية إلى تنفيذ معظم التطبيقات المبيّنة في الشكل 11 أدناه. ويعزى ذلك إلى حد كبير إلى أن معظم البلدان العربية لا تستخدم السكك الحديدية كوسيلة للنقل، أو إلى كونها قيد التخطيط، أو إلى عدم استخدامها بعد الآن (كما هو الحال في لبنان، حيث توقفت السكك الحديدية عن العمل خلال الحرب الأهلية).

والنظم المستخدمة في المنطقة العربية هي، في أغلب الأحيان، نظام المعلومات الجغرافية ونظم المعلومات المركزية والتطبيقات المتصلة بالإنترنت لشراء تذاكر القطارات والخدمات. أما التطبيقات الأخرى، مثل توفير الإنترنت للركاب على متن القطارات (WiFi) ونظم المعلومات الإلكترونية للركاب المرتبطة بتحركات القطار فلا تكاد تستخدم في البلدان العربية.

وتظهر نتائج أكثر تفصيلاً أن هذه التكنولوجيات نُفذت في معظمها في قطر (9 من أصل 11). ولم يدرس الأردن ولبنان وليبيا وعُمان بعد تنفيذ التكنولوجيات المذكورة، كما هو مبيّن في الجدول 3 أدناه. أما مصر والعراق ودولة فلسطين والإمارات العربية المتحدة فقد وضعت خططاً لتنفيذ العديد منها، وتجدر الإشارة إلى أنه قد تم تصميم المفاهيم العامة والموافقة عليها فعلاً.

الشكل 11. **السكك الحديدية - الوضع من حيث التكنولوجيا**



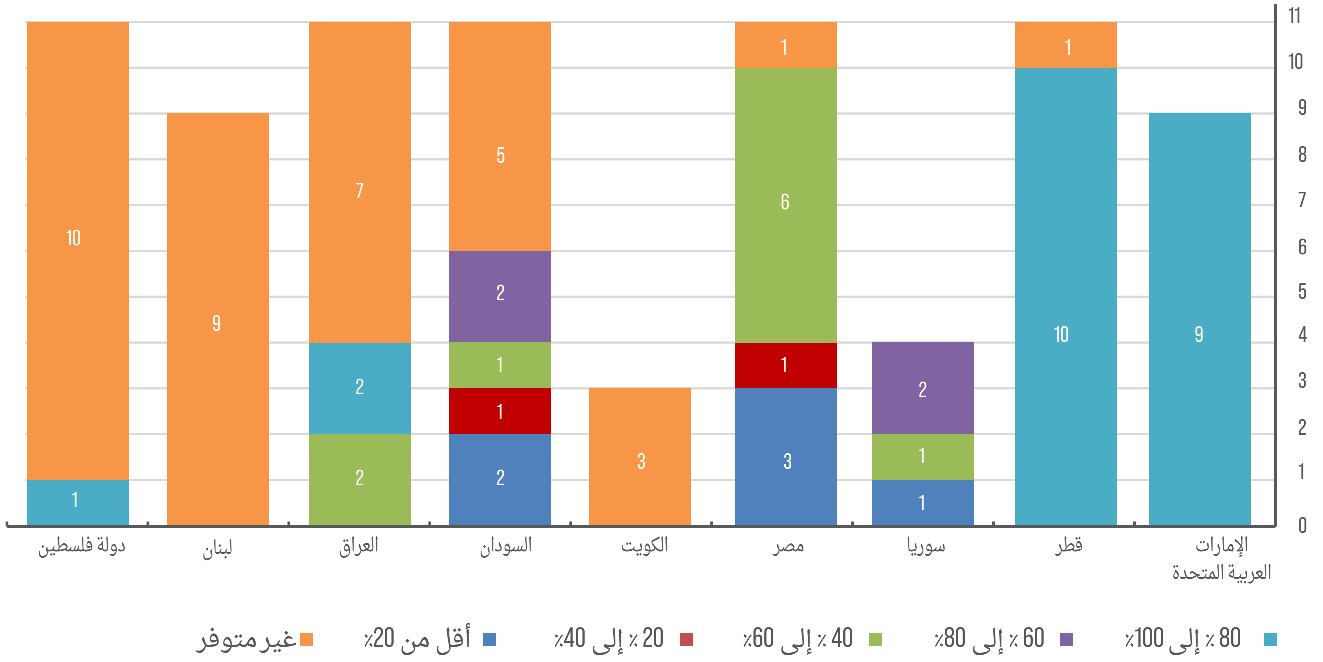
المصدر: تجميع الإسكوا.

الجدول 3. **السكك الحديدية - استخدام التكنولوجيات الجديدة بحسب البلد**

	أ- منفذة	ب- قيد التنفيذ	ج- قيد التصميم	د- مخطط لها	ه- غير متوفرة	المجموع العام
قطر	9	1		1		11
العراق	4			6	1	11
مصر	3	2		6		11
السودان	3			3	5	11
الإمارات العربية المتحدة	2	1		7	1	11
الجمهورية العربية السورية	1	2	1	2	5	11
لبنان					9	9
عُمان		1			10	11
دولة فلسطين				10	1	11
الكويت				3	8	11
الأردن					11	11
ليبيا					11	11
المجموع	22	7	1	38	62	130
المجموع (في المائة)	%17	% 5	% 1	% 29	% 48	% 100

المصدر: تجميع الإسكوا.

الشكل 12. **السكك الحديدية - النسبة المئوية لتغطية التكنولوجيات الجديدة بحسب البلد**



المصدر: تجميع الإسكوا.

وفيما يتعلق بالتمويل، فقد اختارت مصر وعُمان وقطر والجمهورية العربية السورية والإمارات العربية المتحدة الاعتماد على الأموال العامة (من أجل تكنولوجياتها المنفذة أو المخطط تنفيذها)، في حين اختارت الكويت مزيجاً من التمويل العام والخاص لما خُطط له من تكنولوجيات.

ويبيّن الشكل 12 أعلاه أن نسبة تغطية تكنولوجيات السكك الحديدية تتفاوت من بلد إلى آخر. وتتراوح نسبة التغطية في قطر، حيث يُعدُّ تطبيق التكنولوجيات الجديدة من أفضل التطبيقات، ما بين 80 و100 في المائة من شبكة السكك الحديدية. كذلك، تعتزم الإمارات العربية المتحدة تنفيذ معظم تكنولوجياتها الجديدة على غالبية شبكة السكك الحديدية.

أما السكك الحديدية في مصر فهي الأقدم في الشرق الأوسط وأفريقيا، ومن أقدمها في العالم، وتتسم شبكتها بكونها الأوسع حالياً في الشرق الأوسط. ولا بد من الإشارة إلى أن مصر هي واحدة من بلدين فقط في جامعة الدول العربية لديهما شبكة مترو تحت الأرض، وتحديداً في القاهرة. وستشهد السنوات المقبلة العديد من التكنولوجيات الجديدة التي جرى التخطيط لها.

ولعل أكثر شبكات السكك الحديدية تطوراً التي تربط بين مختلف البلدان العربية تمتد بين العراق والجمهورية العربية السورية، حيث تمر خطوط الشركة العامة للسكك الحديد العراقية عبر هذه الأخيرة حتى تصل إلى تركيا (على الرغم من أن تشغيلها لا يخلو من الإشكاليات بسبب النزاعات الجارية). ويجري راهناً العمل على مشاريع جديدة لتطوير خطوط السكك الحديدية العربية، منها الخط الذي يربط جنوب مصر بشمال السودان.

والنقل بالسكك الحديدية محدود أو معدوم في بلدان عديدة في المنطقة العربية. ولبنان هو أحد الأمثلة على ذلك حيث توقف النقل بالسكك الحديدية بعد الحرب الأهلية، وكذلك الإمارات العربية المتحدة التي لديها شبكة سكك حديدية محدودة للغاية. وبرزت خطط إنشاء شبكة للسكك الحديدية في الإمارات العربية المتحدة في أواخر العقد الأول من القرن الحالي، وتعمل منذ ذلك الحين كيانات مختلفة على تطويره.

وتعكس نتائج استبيان الإسكوا واقع شبكة السكك الحديدية في المنطقة العربية. ففي قطر، لم يبدأ النقل بخطوط مترو الدوحة إلا مؤخراً (عام 2019)، وهو ما يفسر لمَ أن معظم التكنولوجيات المدرجة في هذا الاستبيان نُفذت فعلاً أو سيتم تنفيذها قريباً. ثم إن النتائج تظهر أن البنية التحتية ومرافق السكك الحديدية في البلدان العربية عموماً ليست متقدمة وتحتاج إلى التطوير. وينبغي تعزيز الاستثمار وبرامج التحديث في هذا القطاع، إلى جانب التكامل التكنولوجي.

3. الشوارع الحضرية

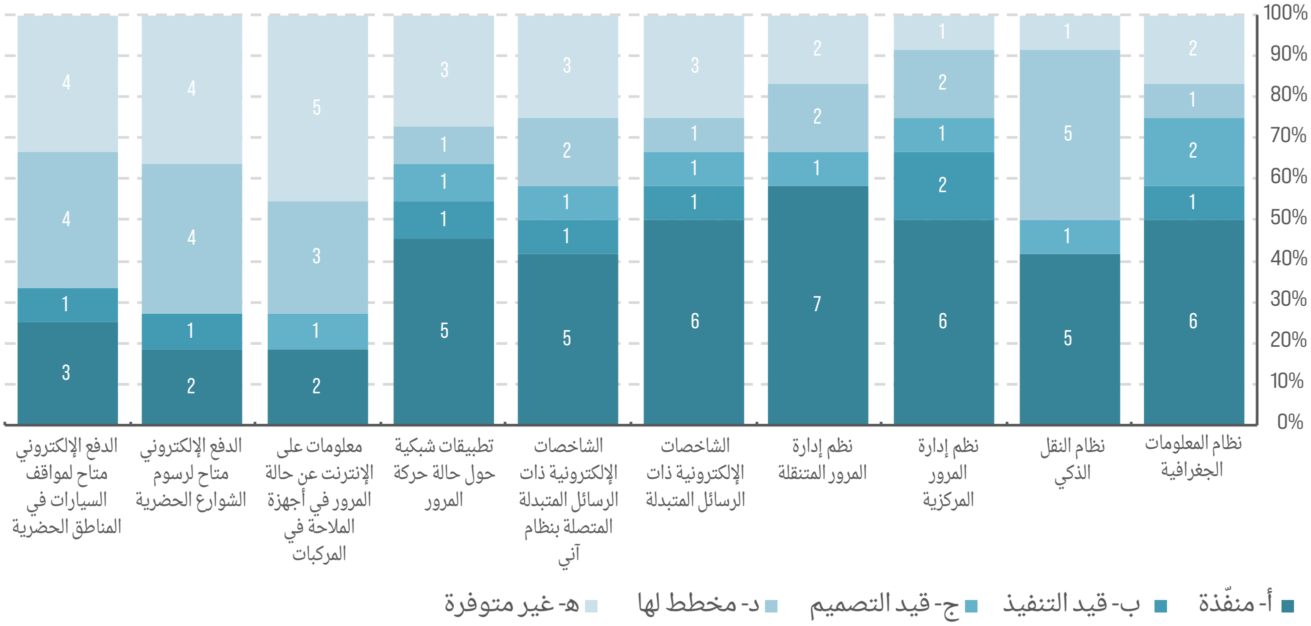
شوارع المدن هي بمثابة شريان الحياة للمجتمعات الحضرية وأساس اقتصاداتها. فالشوارع، التي تشكل أكثر من 80 في المائة من جميع الأماكن العامة في المدن، قادرة على تعزيز النشاط التجاري، وتوفير باحة أمامية للسكان، وإتاحة مساحة آمنة لتنقُّل الأشخاص سواء سيراً على الأقدام أو بالدراجة أو بالسيارة أو بالمواصلات العامة.

ويولّد تزايد سكان الحضر وتنوعهم ضغطاً معيناً على الشوارع الحضرية في جميع أنحاء العالم. وتجسد الشوارع الحضرية التحديات والفرص المرتبطة بتصميم البنية التحتية للتنقُّل والأماكن العامة في المدن، حيث يتم حتماً الجمع بين الوظائف الثابتة والمتنقلة.

وبالنسبة إلى التكنولوجيات الجديدة في الشوارع الحضرية، تباينت الاستجابات في معظمها بين التكنولوجيات المنفذة (40 في المائة)، والتكنولوجيات المخطط لها (21 في المائة)، والتكنولوجيات غير المتوفرة (24 في المائة) كما هو مبيّن في الجدول 4 أدناه.

وتظهر نتائج أكثر تفصيلاً أن هذه التكنولوجيات نُفذت في معظمها في الأردن (8 من أصل 10)، والإمارات العربية المتحدة (8 من أصل 8)، والكويت (6 من أصل 10)، وقطر (6 من أصل 10)، ولبنان (6 من أصل 10) كما هو مبيّن في الجدول 4 أدناه. ولم تدرس ليبيا بعد تنفيذ التكنولوجيات المذكورة، ووضعت مصر خططاً لتنفيذ 9 تكنولوجيات من أصل 10.[113]

الشكل 13. **الشوارع الحضرية - استخدام التكنولوجيات الجديدة في الدول العربية**



المصدر: تجميع الإسكوا.

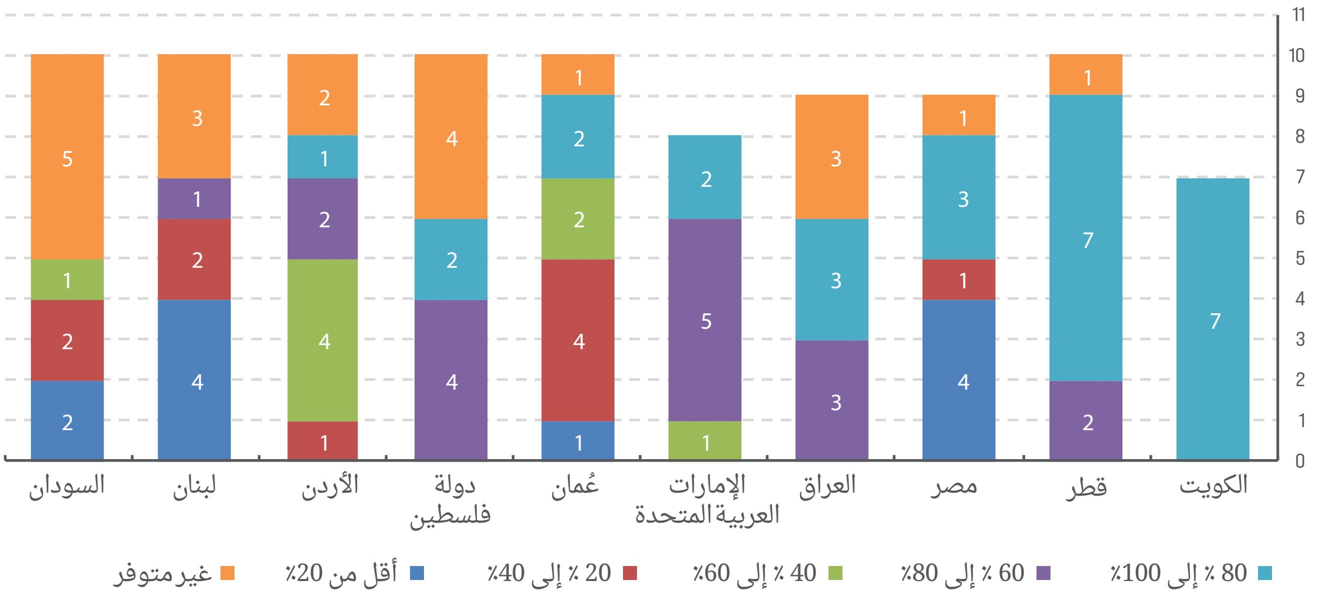
الجدول 4. الشوارع الحضرية - الوضع بحسب البلد

	أ- منفذة	ب- قيد التنفيذ	ج- قيد التصميم	د- مخطط لها	هـ- غير متوفرة	المجموع العام
الأردن	8			2		10
الإمارات العربية المتحدة	8					8
قطر	6	2		2		10
لبنان	6	2		1	1	10
الكويت	6	1			3	10

عُمان	5	1		4		10
العراق	5	1		1	2	9
السودان	3			2	5	10
دولة فلسطين		1	8	1		10
الجمهورية العربية السورية			1	3	6	10
مصر				9	1	10
ليبيا					10	10
المجموع	47	8	9	25	28	117
المجموع (في المائة)	% 40	% 7	% 8	% 21	% 24	% 100

المصدر: تجميع الإسكوا.

الشكل 14. **الشوارع الحضرية - النسبة المئوية لتغطية التكنولوجيات الجديدة بحسب البلد**



المصدر: تجميع الإسكوا.

وفيما يتعلق بالتمويل، فقد اختارت الكويت وعُمان وقطر والإمارات العربية المتحدة الاعتماد على الأموال العامة (من أجل تكنولوجياتها المنفذة أو المخطط تنفيذها)، في حين اختارت دولة فلسطين مزيجاً من التمويل العام والخاص لما خُطط له من تكنولوجيات (6 من أصل 10). أما في لبنان، فإن بعض المشاريع يمولها بالكامل القطاع العام (5 من أصل 10 مشاريع)، بينما مشاريع أخرى يمولها القطاع الخاص (3 من أصل 10) أو تستفيد من تمويل القطاعين (مشروع واحد).

وتختلف النسبة المئوية لتغطية التكنولوجيات الجديدة في الشوارع الحضرية من بلد إلى آخر، وحتى داخل البلد نفسه بين تكنولوجيا وأخرى. ففي قطر والكويت، حيث تصل نسبة تنفيذ التكنولوجيات الجديدة إلى نحو 60 في المائة، تغطي هذه التكنولوجيات ما بين 80 و100 في المائة من الشوارع الحضرية. وتسجل الإمارات العربية المتحدة نسبة مماثلة.

ومن الملحوظ أن الدول العربية تتجه عموماً نحو بناء الشوارع للمركبات الخاصة، ولا تولي أي اهتمام أو بالكاد توليه للأرصفة وممرات الدراجات الهوائية ومسارب المواصلات العامة، أو للحدائق العامة. وقد أدى ذلك إلى زيادة الاعتماد على المركبات الخاصة في المدن العربية بدلاً من استخدام وسائل النقل التشاركية أو الجماعية، مما أدى

بدوره إلى زيادة الاختناقات المرورية والحوادث والآثار السلبية على البيئة والأماكن العامة.

ومن الواضح أن الشوارع الحضرية في العالم العربي، سواء كانت تقليدية أو حديثة، تواجه مشاكل عدة. بيد أنه تُستثنى بعض البلدان من ذلك، ومنها الإمارات العربية المتحدة التي أعدّت «دليل تصميم الشوارع الحضرية» الأول في الشرق الأوسط، بغية تحويل بنيتها التحتية الحالية التي تهيمن عليها السيارات إلى شوارع تتعدد فيها خيارات وسائل النقل. وتشير نتائج الاستبيان إلى ضرورة تعزيز الاستثمار في التكنولوجيا من أجل تصميم الشوارع الحضرية وتطويرها في البلدان العربية.

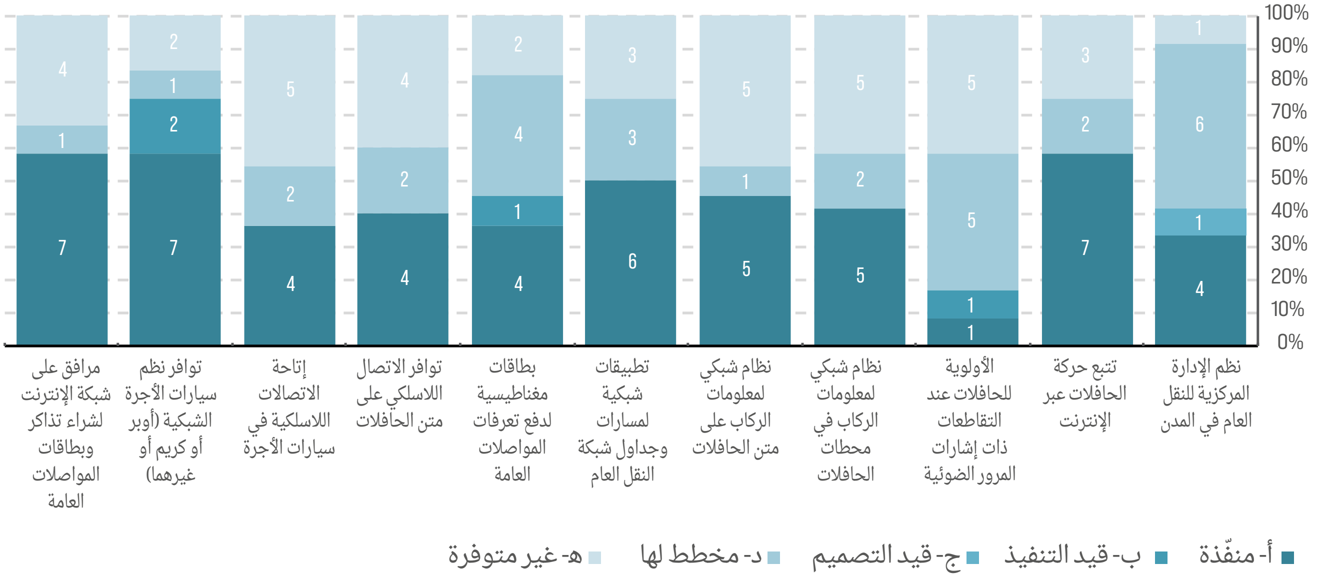
4. النقل العام

يتيح النقل العام للناس إمكانية التنقُّل والحصول على عمل والموارد المجتمعية والرعاية الطبية والفرص الترفيهية، ذلك عبر تقديم خدمة أساسية لجميع المستخدمين بغض النظر عما إذا كانت لديهم فرصة التنقُّل بسيارة أم لا. ومن شأن إدراج خيارات النقل العام واعتباراته في التخطيط الاقتصادي الأوسع نطاقاً وتخطيط استخدام الأراضي أن يسهم أيضاً في زيادة فرص الأعمال التجارية، والحد من الزحف الحضري، ومنح الشعور بالانتماء إلى المجتمع من خلال التنمية المرتكزة على النقل العام. وتميل المناطق حيث المواصلات العامة جيدة إلى أن تكون مجتمعات مزدهرة اقتصادياً، فتوفر مزايا خاصة من حيث الموقع للمؤسسات والأفراد الذين يختارون العمل أو العيش فيها.

ثم إن النقل العام يساهم في الحد من الاختناقات المرورية وزمن الرحلة وتلوث الهواء واستهلاك الطاقة والنفط، بما يعود بالنفع على المسافرين وغير المسافرين على السواء. وفيما يتعلق باستخدام التكنولوجيات الجديدة في النقل العام في البلدان العربية، فإن الوضع يتفاوت بين التكنولوجيات المنفذة (42.5 في المائة)، والتكنولوجيات المخطط لها (23 في المائة)، والتكنولوجيات التي لم تنفذ بعد (30.7 في المائة)، على النحو المبيّن في الجدول 5.

وتظهر نتائج أكثر تفصيلاً أن هذه التكنولوجيات نُفذت في معظمها في الأردن (8 من أصل 11)، والإمارات العربية المتحدة (9 من أصل 10)، وقطر (8 من أصل 11)، ومصر (7 من أصل 10). ولم تدرس ليبيا بعد تنفيذ التكنولوجيات المذكورة، فيما وضعت دولة فلسطين خططاً لتنفيذ 10 تكنولوجيات من أصل 11، كما هو مبيّن في الجدول 5.

الشكل 15. **النقل العام - استخدام التكنولوجيات الجديدة**



المصدر: تجميع الإسكوا.

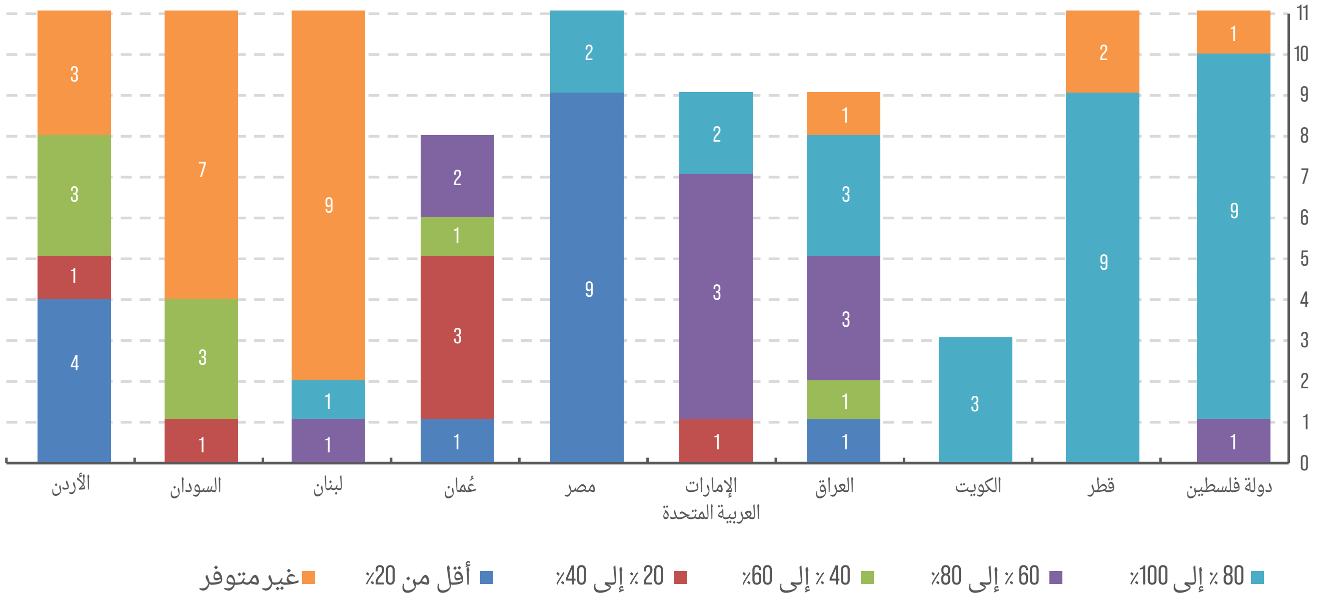
وفيما يتعلق بالتمويل، فقد اختارت الإمارات العربية المتحدة والأردن الاعتماد على الأموال العامة (من أجل تكنولوجياتها المنفذة أو المخطط تنفيذها)، في حين اختارت دولة فلسطين مزيجاً من التمويل العام والخاص لما خُطط له من تكنولوجيات (9 من أصل 11). أما الكويت ومصر فقد اختارا التعويل على التمويل الخاص (4 و8 مشاريع ممولة من القطاع الخاص على التوالي).

الجدول 5. **النقل العام - الوضع بحسب البلد**

	أ- منفذة	ب- قيد التنفيذ	ج- قيد التصميم	د- مخطط لها	ه- غير متوفرة	المجموع العام
الإمارات العربية المتحدة	9			1		10
قطر	8			3		11
الأردن	8			2	1	11
مصر	7			4		11
العراق	6	3			2	11
عُمان	5		1	2		8
الكويت	4			1	6	11
السودان	4				7	11
لبنان	2			2	7	11
الجمهورية العربية السورية	1			4	6	11
دولة فلسطين		1		10		11
ليبيا					10	10
المجموع	54	4	1	29	39	127
المجموع (في المائة)	% 42	% 3	% 2	% 23	%31	% 100

المصدر: تجميع الإسكوا.

الشكل 16. **النقل العام - النسبة المئوية لتغطية التكنولوجيات الجديدة بحسب البلد**



المصدر: تجميع الإسكوا.

وتختلف النسبة المئوية لتغطية التكنولوجيات الجديدة المواصلات العامة من بلد إلى آخر، وحتى داخل البلد نفسه بين تكنولوجيا وأخرى. ففي دولة فلسطين والكويت وقطر، تغطي هذه التكنولوجيات الجديدة ما بين 80 و100 في المائة من شبكات النقل العام. أما الإمارات العربية المتحدة فقد نفذت هذه التكنولوجيات في 60 إلى 80 في المائة من شبكاتها. ناهيك عن أن غالبية المدن العربية، باستثناء مدينة أو مدينتين (في بلدان الخليج)، لم تطوّر أو تطبق أي نُظُم شاملة للنقل العام علماً أنها تفتقر إلى سياسة للنقل الحضري في حين أن الطلب على النقل آخذٌ في الارتفاع.

ويُذكر أن الحكومات الوطنية والسلطات المحلية في معظم البلدان العربية تضطلع حالياً بإصلاحات هيكلية واسعة النطاق وتنفذ مشاريع كبرى للبنى التحتية. وتظهر نتائج الاستبيان الحاجة العامة إلى تعزيز برامج التحديث والاستثمار في التكنولوجيا في قطاع النقل العام، إضافة إلى ضرورة وضع الفوارق الكبيرة بين البلدان في الاعتبار.

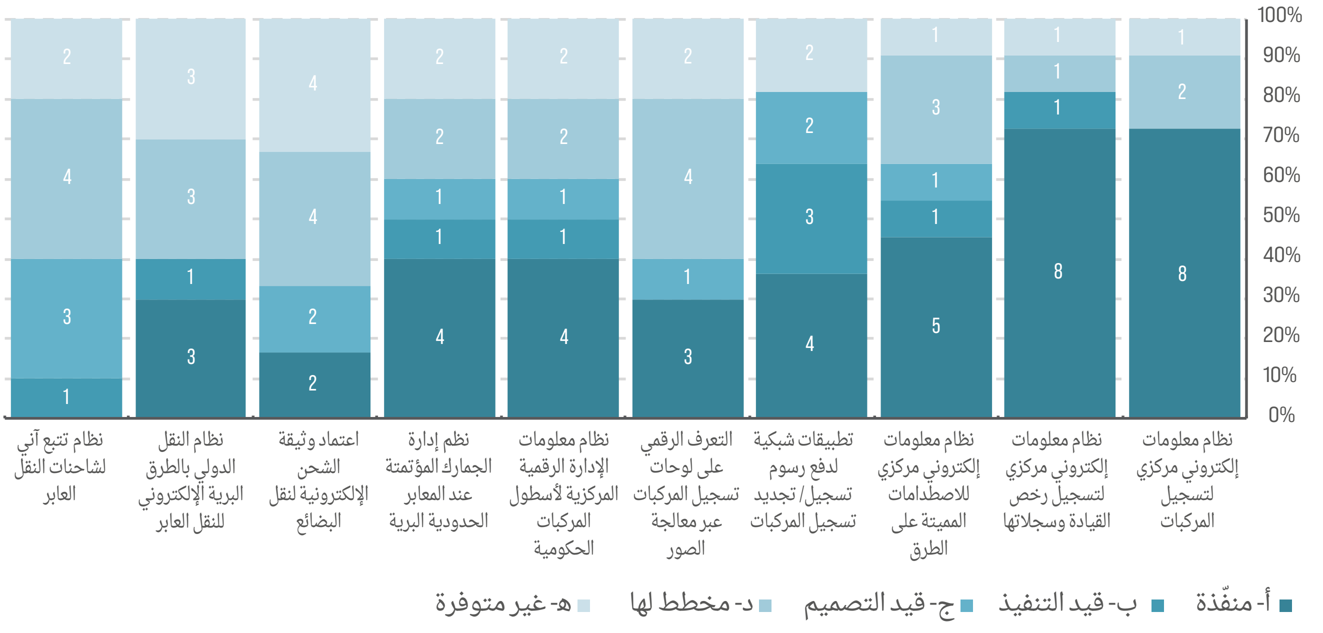
5. إدارة وتشغيل النقل البري والمعابر الحدودية

يستتبع تنامي حجوم التجارة والنقل عبر الحدود، في إطار الاقتصاد العالمي المعولم، وضع الحكومات إجراءات أكثر فعالية لإدارة الحدود. والواقع أن بطء الإجراءات عند المعابر الحدودية يزيد من تكلفة عمليات النقل، الأمر الذي يعوق التجارة الدولية والاستثمار الأجنبي[114].

وبالنسبة إلى التكنولوجيات الجديدة في إدارة وتشغيل النقل البري وفيما يتعلق بالمعابر الحدودية، تباينت الاستجابات في معظمها بين التكنولوجيات المنفذة (39 في المائة)، والتكنولوجيات المخطط لها (24 في المائة)، والتكنولوجيات غير المنفذة بعد (19 في المائة) على النحو المبيّن في الجدول 6 أدناه.

وتظهر نتائج أكثر تفصيلاً أن هذه التكنولوجيات نُفذت في معظمها في الأردن (6 من أصل 9)، والإمارات العربية المتحدة (8 من أصل 9)، وعُمان (6 من أصل 10) كما هو مبيّن في الجدول 6 أدناه. ولم تدرس ليبيا بعد تنفيذ التكنولوجيات المذكورة، بينما وضعت مصر والسودان خططاً لتنفيذ 6 و5 تكنولوجيات من أصل 9 و10 على التوالي.

الشكل 17. **إدارة وتشغيل النقل البري والمعابر الحدودية - الوضع من حيث التكنولوجيا**



المصدر: تجميع الإسكوا.

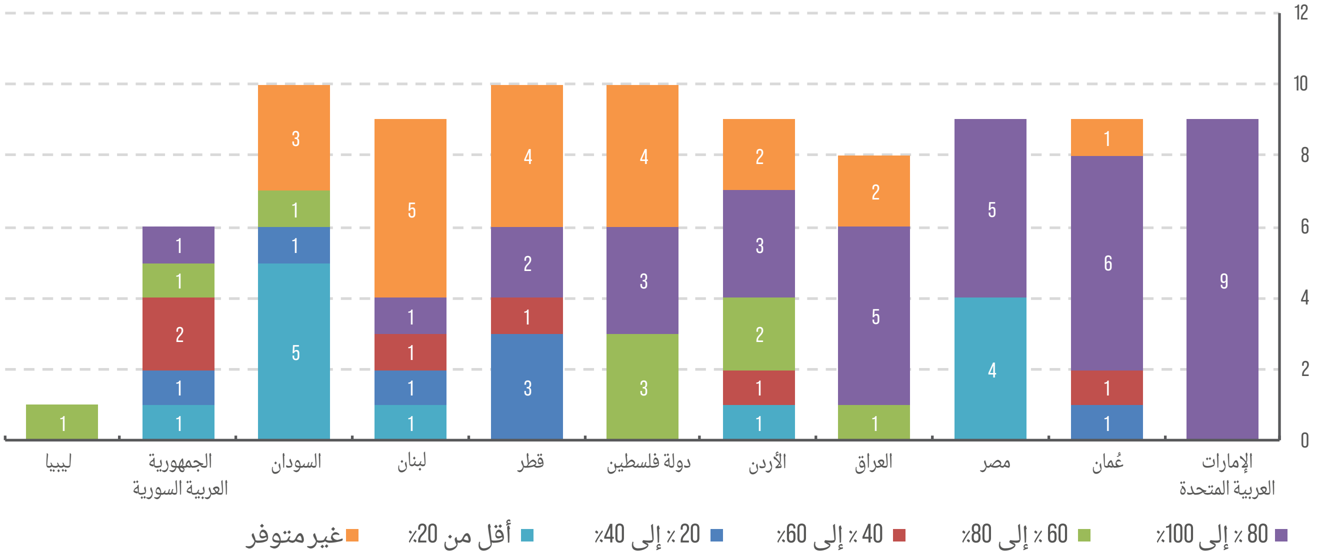
وفيما يتعلق بالتمويل، فقد اختارت الإمارات العربية المتحدة ومصر وقطر والسودان والجمهورية العربية السورية الاعتماد على الأموال العامة (من أجل تكنولوجياتها المنفذة أو المخطط تنفيذها)، في حين اختارت دولة فلسطين إما تمويلاً من القطاع العام (3 مشاريع) أو مزيجاً من التمويل العام والخاص (3 مشاريع) لما خُطط له من تكنولوجيات.

الجدول 6. **إدارة النقل البري وتشغيله والمعابر الحدودية - الوضع بحسب البلد**

	أ- منفذة	ب- قيد التنفيذ	ج- قيد التصميم	د- مخطط لها	هـ- غير متوفرة	المجموع العام
الإمارات العربية المتحدة	8		1			9
عُمان	6	1		2	1	10
الأردن	6			2	1	9
العراق	5		3			8
قطر	3	2	2		3	10
الجمهورية العربية السورية	3	2	1	4		10
مصر	3			6		9
لبنان	2	2	1	1	3	9
دولة فلسطين	2	1	2	4	1	10
السودان	2	1		5	2	10
ليبيا	1		1		8	10
الكويت				1	1	2
المجموع	41	9	11	25	20	106
المجموع (في المائة)	% 39	% 8	% 10	% 24	% 19	% 100

المصدر: تجميع الإسكوا.

الشكل 18. **إدارة النقل البري وتشغيله والمعابر الحدودية - النسبة المئوية لتغطية التكنولوجيات الجديدة بحسب البلد**



المصدر: تجميع الإسكوا.

وتختلف النسبة المئوية لتغطية التكنولوجيات الجديدة على صعيد إدارة النقل البري وتشغيله والمعابر الحدودية من بلد إلى آخر، وحتى داخل البلد نفسه بين تكنولوجيا وأخرى. ففي الإمارات العربية المتحدة (9 تكنولوجيات) وعُمان (6 تكنولوجيات)، تغطي معظم هذه التكنولوجيات ما بين 80 و100 في المائة من نُظُم النقل البري. وفي مصر، فإما تصل نسبة التغطية إلى أقل من 20 في المائة (4 تكنولوجيات) أو تتراوح بين 80 و100 في المائة (5 تكنولوجيات).

ولا يزال الطلب على إدارة النقل البري وتشغيله في العالم العربي مرتفعاً، ويُعزى ذلك أساساً إلى البنية التحتية للطرق العالية المستوى في المنطقة؛ وانخفاض تكلفة الوقود في بعض البلدان العربية؛ وغياب الرسوم المرتفعة في مجال النقل الطرقي؛ وعجز شبكات السكك الحديدية القائمة على تلبية الطلب فيما يتعلق بالنقل البري. وعلى الرغم من الجهود المتواصلة لتطوير وتحديث وتحسين نُظُم إدارة وتشغيل شبكات النقل البري في معظم البلدان العربية، فإن هذه النُظُم لا تلبي بعد احتياجات الاقتصاد الحديث والنقل البري الفعال، لا سيما في البلدان ذات الناتج المحلي الإجمالي المنخفض. ولكل بلد في المنطقة العربية ظروفه الخاصة التي تحدد السُبُل الفضلى للتعامل مع مسألة الارتقاء بالنقل المستدام.

ونتيجة لتنوع ظروف وأوضاع النقل في مختلف البلدان، ونظراً إلى الهيكل الفريد لقطاع النقل في كل بلد، تختلف تنظيمات ومعايير النقل المستدام بشكل ملحوظ في جميع أنحاء المنطقة العربية. ويمكن بصورة عامة تحسين كفاءة الأطر التنظيمية ذات الصلة بالنقل المستدام في البلدان العربية لا سيما إن اقترنت بحوافز اقتصادية.

باء. الاستبيان حول التكنولوجيا

كان الغرض الرئيسي من الاستبيان الثاني[115] تحديد واقع ونشر التكنولوجيات الرقمية والناشئة فيما يتعلق بدعم تنمية مختلف القطاعات، مع التركيز بوجه خاص على قطاع النقل. وقد قسّم الاستبيان إلى خمسة أجزاء هي: الاتصال الإلكتروني، ونُظُم تكنولوجيا المعلومات في النقل البري، والبيئة التنظيمية للتكنولوجيا، والتحديات أمام تطبيق التكنولوجيا في النقل البري، والجاهزية لتنفيذ التكنولوجيات الناشئة.

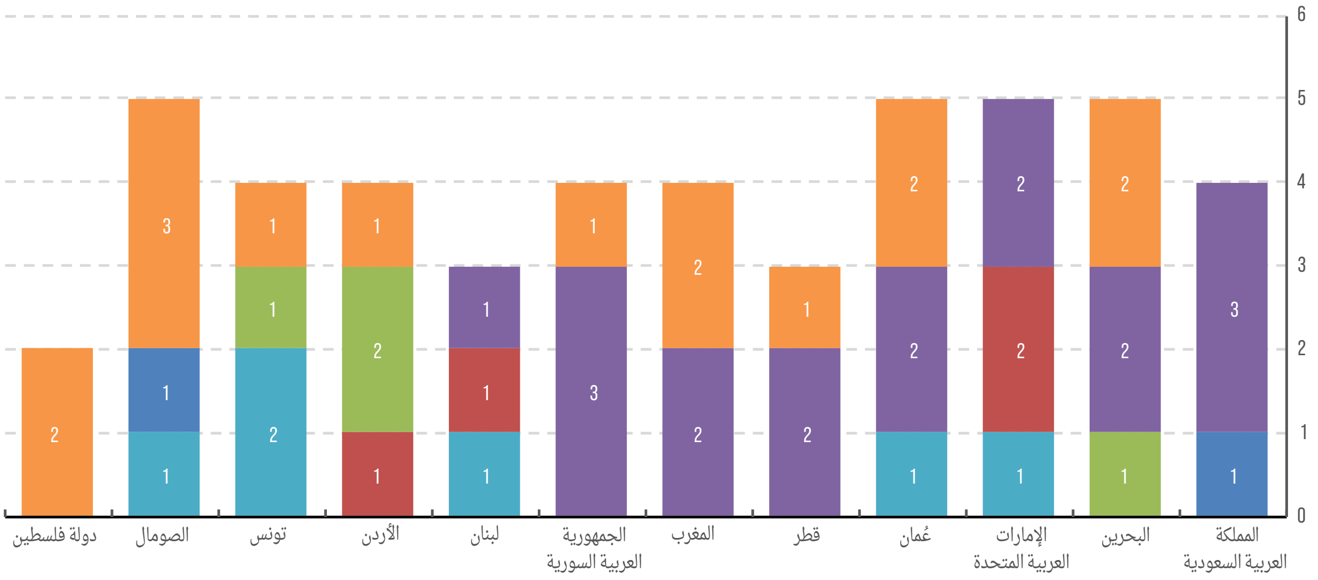
والبلدان الاثنا عشر التي استجابت لهذا الاستبيان هي البحرين والأردن ولبنان والمغرب وعُمان ودولة فلسطين وقطر والمملكة العربية السعودية والصومال والجمهورية العربية السورية وتونس والإمارات العربية المتحدة. وتشكل هذه البلدان تمثيلاً كافياً للمنطقة العربية، فهي تشمل بلداناً مرتفعة ومتوسطة الدخل وعدداً من البلدان الأقل نمواً، فضلاً عن بلدان تشهد نزاعات مسلحة.

1. الترابطية

تؤكد نتائج الاستبيان الاستنتاجات التي توصل إليها البنك الدولي[116] والتي تفيد بأن الانتفاع بالنطاق العريض المتنقل سرعان ما أصبح التكنولوجيا السائدة في العالم العربي منذ إدخال خدمات الجيلين الثالث والرابع في المجال التجاري. وتؤكد البلدان الاثنا عشر أن الهواتف المحمولة التي تدعم الجيل الثالث متاحة فعلاً، وأنها أطلقت شبكات الجيل الرابع أصلاً أو في طور إطلاقها. ومن الجدير ذكره أن دول مجلس التعاون الخليجي هي الوحيدة التي أطلقت شبكات الجيل الخامس حتى الآن. وهذه الشبكات تعتبر حاسمة لاستجابة التنقلات للتأثيرات وهي ميزة مفيدة في تكنولوجيات إنترنت الأشياء اللازمة للمدن الذكية، والسيارات الذاتية القيادة، والطائرات المسيّرة بدون طيار، وما إلى ذلك. وقد جرى التخطيط لهذه التكنولوجيات كلها في دول مجلس التعاون الخليجي ولكن لم يتم تنفيذها بعد. وتفيد معظم البلدان (10 من أصل 12) عن تغطية متنقلة (الجيل الثاني والجيل الثالث والجيل الرابع مجتمعة) في حدود 80 إلى 100 في المائة، على النحو المبيّن في الشكل 19 أدناه.

وفيما يتعلق بالبنية التحتية لشبكات النطاق العريض المنشأة بكابلات الألياف الضوئية، تؤكد الردود على الاستبيان أن الألياف متاحة كخدمة في المناطق الحضرية أو في المناطق الاقتصادية حيث وجود الشركات يبرر الاستثمار فيها. وتفيد البلدان الاثنا عشر جميعها بإتاحة الألياف كخدمة عند طلبها من مقدمي الخدمات و/أو الهيئات التنظيمية. وتوضح الردود أن معظم البلدان تفرض

الشكل 19. **تغطية الهاتف المحمول بحسب البلد**



المصدر: تجميع الإسكوا.

قيوداً على نشر الألياف وأنه عادة ما تدعو الحاجة إلى أذونات خاصة ومبالغ مرتفعة لتأمينها.

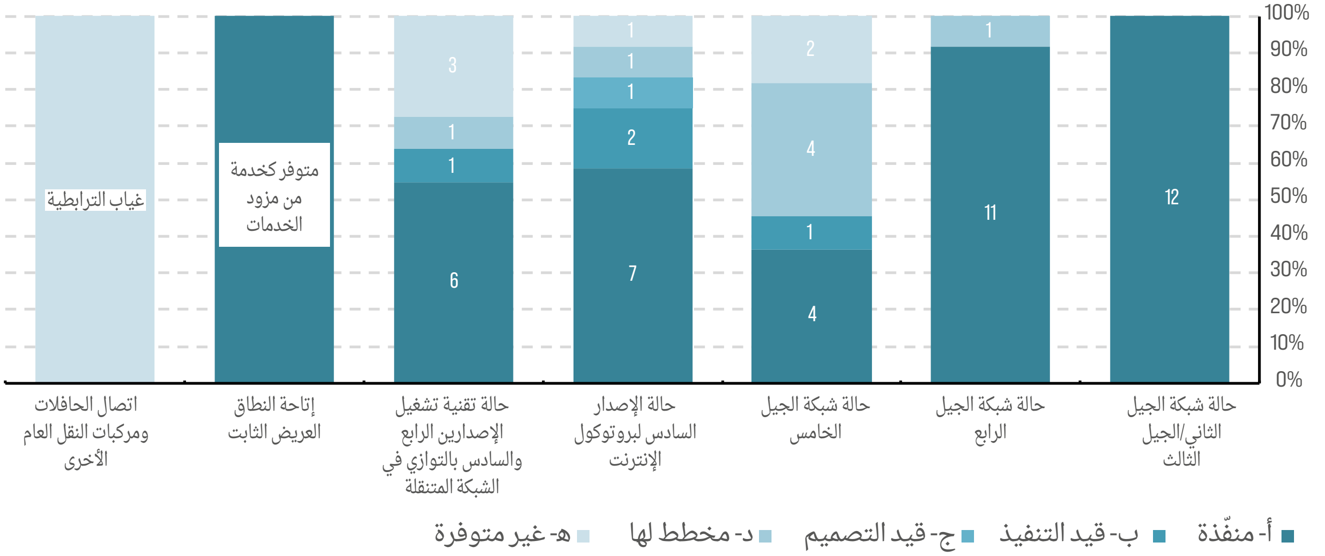
ولمواجهة الطلب المتنامي على زيادة سرعة الاتصال بالإنترنت، من المواطنين (وبخاصة خلال جائحة كوفيد-19) ولكن أيضاً على صعيد نفاذ شبكات الهاتف المحمول وإنترنت الأشياء وغيرها من الشبكات إلى وصلات النقل الأساسي، قد تكون شبكات الألياف الضوئية التي تم مدها حديثاً الحل الأنسب. ومع أنه يمكن، من الناحية النظرية، إتاحة تغطية بشبكة الجيل الثالث وتركيب شبكات عريضة النطاق تعمل بالألياف الضوئية فيما يتعلق بوصلات بيانات الحركة والكاميرات والمركبات ومركز مراقبة حركة المرور، فلا يزال يتمثل التحدي في توسيع نطاق هذا الاتصال الإلكتروني إلى المناطق غير الحضرية وقليلة السكان. وفي البلدان العربية، عادةً ما يتركز معظم السكان في المناطق الحضرية حيث تكنولوجيات النطاق العريض المتنقل والثابت متوفرة. غير أنه يجب أيضاً مراعاة تغطية المناطق غير الحضرية عند النظر في أغراض النقل. وتظهر خرائط تغطية شبكات الجيل الثاني/الجيل الثالث/الجيل الرابع (التي قدمتها شركة دجي أس أم آي (GSMA) وموقع nPerf.com أن التغطية في المنطقة العربية تقتصر على التجمعات الحضرية باستثناء لبنان والمغرب[117]. والأمر سيان بالنسبة إلى البنية التحتية للنطاق العريض الثابت ذات الألياف عالية السرعة. ولذلك يجب على البلدان العربية، إذا ما أرادت دعم نُظُم النقل البري الوطنية، أن تعالج تغطية الاتصال الإلكتروني في المناطق غير الحضرية.

الإصدار السادس لبروتوكول الإنترنت: يُعتبر الاستعداد لهذا الإصدار واستخدامه، كما سبق وذكرنا، شرطاً للأجهزة المتصلة والمدن الذكية إذ ستكون كل سيارة مجهزة بعنوان خاص بها للاتصال بالإنترنت. ووفقاً لنتائج الاستبيان، فإن دول مجلس التعاون الخليجي والمغرب هي الدول الوحيدة التي نشرت الإصدار السادس لبروتوكول الإنترنت. وأفاد المركز الإعلامي لشبكة آسيا والمحيط الهادئ، الذي عمد إلى قياس قدرة المستخدمين على الاتصال بالإنترنت عبر الإصدار السادس، أن المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة هما البلدان العربيان الوحيدان اللذان يتمكن فيهما ثلث المستخدمين من الاتصال بالإنترنت من خلال هذا الإصدار[118]. وفي المقابل، لا تسجل عُمان والكويت سوى قدرة نسبتها 10 في المائة، في حين أن قدرة البلدان المتبقية جميعها تقل عن 5 في المائة.

الحافلات المتصلة: استناداً إلى الردود على الاستبيان، تتّصل الحافلات العامة في الأردن والمغرب وعُمان بالشبكة أساساً عبر البيانات المتنقلة، بينما تفتقد الحافلات إلى أي اتصال في بقية البلدان الأخرى.

ويلخص الشكل 20 الإجابات الاثنتي عشرة الواردة حول موضوع الترابطية في المنطقة العربية.

الشكل 20. **وضع الترابطية في المنطقة العربية**



المصدر: تجميع الإسكوا.

2. نُظُم تكنولوجيا المعلومات في مجال النقل

وفقاً للردود على استبيان الإسكوا، وفيما يتعلق **بتغطية نظام التموضع العالمي**، أفاد الأردن ودول مجلس التعاون الخليجي عن تغطية تتراوح نسبتها بين 80 و100 في المائة على أراضيها، في حين أفادت جميع البلدان المتبقية عن تغطية تقلّ عن 60 في المائة. وبلّغ البحرين والأردن وعُمان عن سنّ تشريعات أو إصدار لوائح تنظيمية خاصة بهذا النظام.

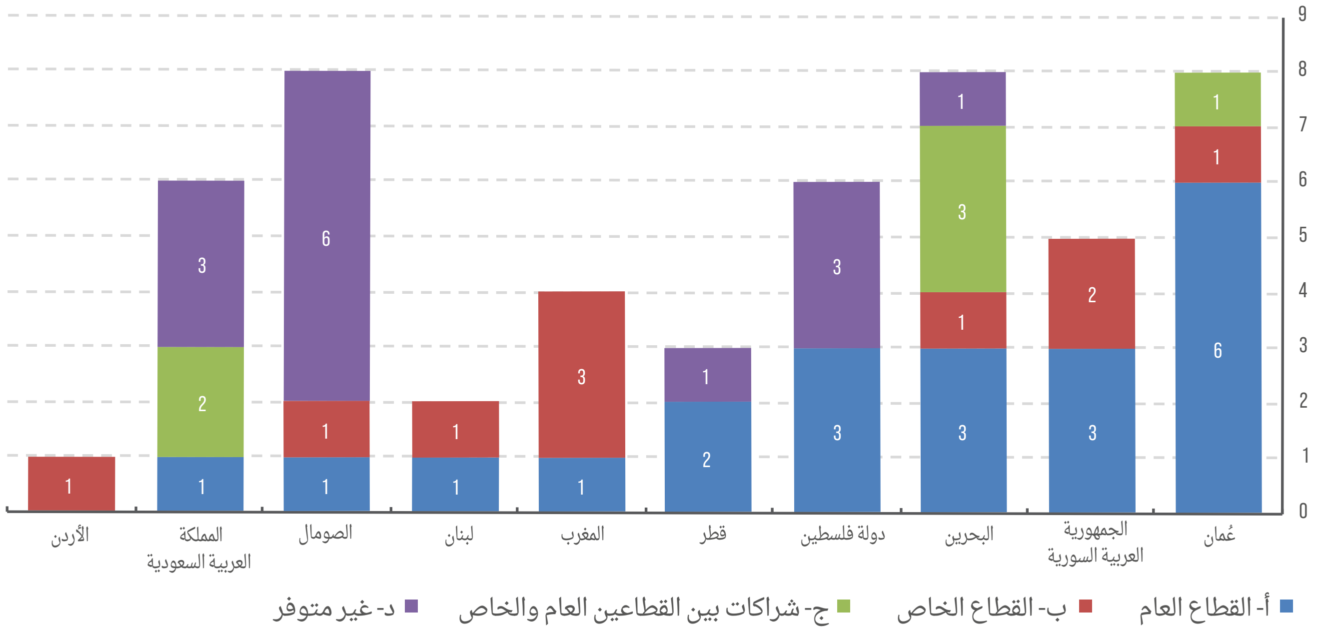
ويشير تحليل لنتائج الاستبيان إلى أن السؤال المتعلق بتغطية نظام التموضع العالمي كان غامضاً للغاية. وكان ينبغي لجميع الدول أن تبلّغ عن تغطية شاملة بنسبة 100 في المائة، ذلك أن قمراً صناعياً واحداً يغطي عادة بلدان عدة في آن واحد. وفي الواقع، وبما أن الأقمار الصناعية تغطي الآن الكرة الأرضية بأسرها، فإن أي جهاز مجهّز بمستقبِل نظام التموضع العالمي ينبغي أن يكون قادراً على الاتصال بثلاثة أقمار صناعية على الأقل. ويشير التناقض في الإجابات إلى أن المستجيبين ربما كانوا يشيرون إلى عدم توفر مستقبِلات أو اتصال بينها خارج المناطق الحضرية.

أما في سياق **تنفيذ نُظم المعلومات الجغرافية**، تعكف البلدان الاثنا عشر جميعها على التخطيط لنظام محلي أو هي بصدد تنفيذه. وأفادت بلدان مجلس التعاون الخليجي بأنها نشرت نظاماً يغطي ما بين 80 و100 في المائة من أراضيها. غير أن دول المنطقة لم تتح بعد لعموم الناس خرائط نُظُم المعلومات الجغرافية الحكومية، باستثناء الأردن والمغرب وبلدان مجلس التعاون الخليجي.

وبلّغ الأردن وجميع دول مجلس التعاون الخليجي عن تنفيذ **نُظُم إدارة النقل**، لكن عُمان وحدها هي التي بلّغت عن تنفيذ **نظام نقل ذكي** صُمم خصيصاً لتلبية حاجاتها. وتعمل حالياً جميع البلدان الأخرى، باستثناء الصومال والجمهورية العربية السورية، إما على تصميم نظام نقل ذكي أو التخطيط له. ولم تبلّغ سوى دول مجلس التعاون الخليجي عن تنفيذ **نظام إدارة أسطول المركبات**، بيد أن المغرب بصدد تنفيذ نظام مماثل. ومن الجدير ذكره أن الاختلافات بين نتائج الاستبيان وواقع الحال قد تُعزى إلى أن الشركات الخاصة تستخدم هذه التكنولوجيات ولكنها لا تقوم بمشاركة معلوماتها المحدثة بانتظام مع القطاع العام.

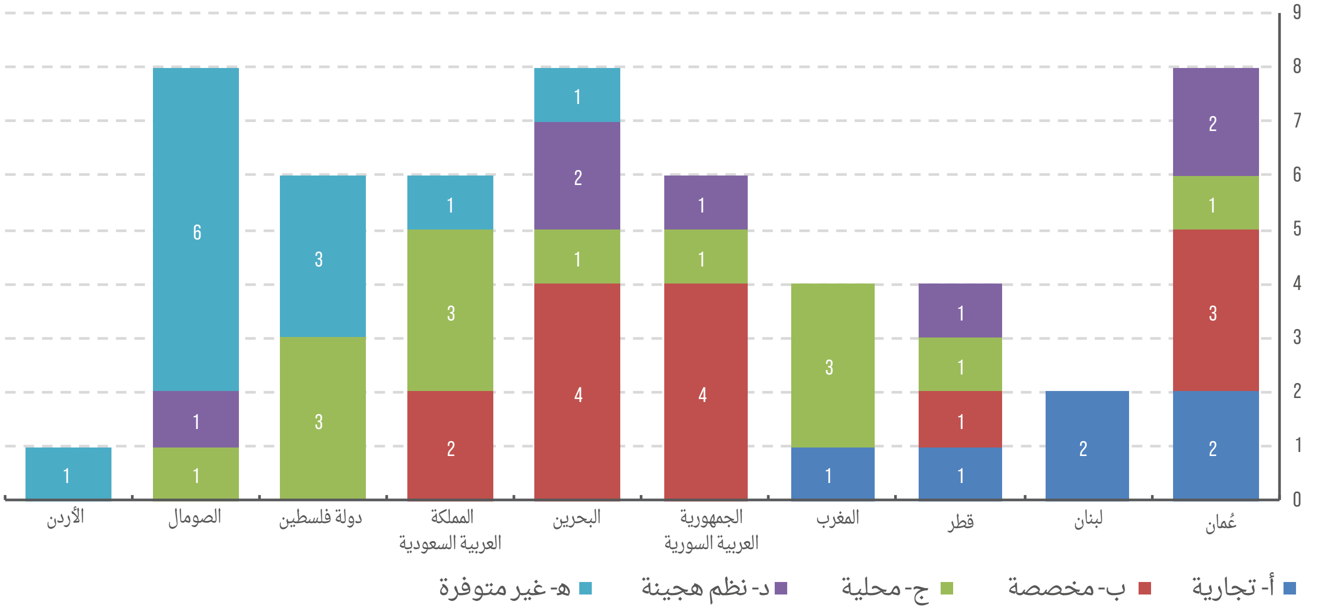
ويضطلع هذا الأخير أساساً بتمويل نُظُم تكنولوجيا المعلومات في مجال النقل، باستثناء الأردن الذي يعتمد حصراً على تمويل القطاع الخاص في هذا الصدد، على النحو المبيّن في الشكل 21 أدناه. وأشارت بعض البلدان، منها البحرين والمملكة العربية السعودية وعُمان، إلى اعتمادها على الشراكات بين القطاعين العام والخاص لتمويل نحو 30 في المائة من نُظُم تكنولوجيا المعلومات في مجال النقل.

الشكل 21. **تمويل نُظُم تكنولوجيا المعلومات للنقل حسب البلد**



المصدر: تجميع الإسكوا.

الشكل 22. **مصدر نُظُم تكنولوجيا المعلومات للنقل حسب البلد**

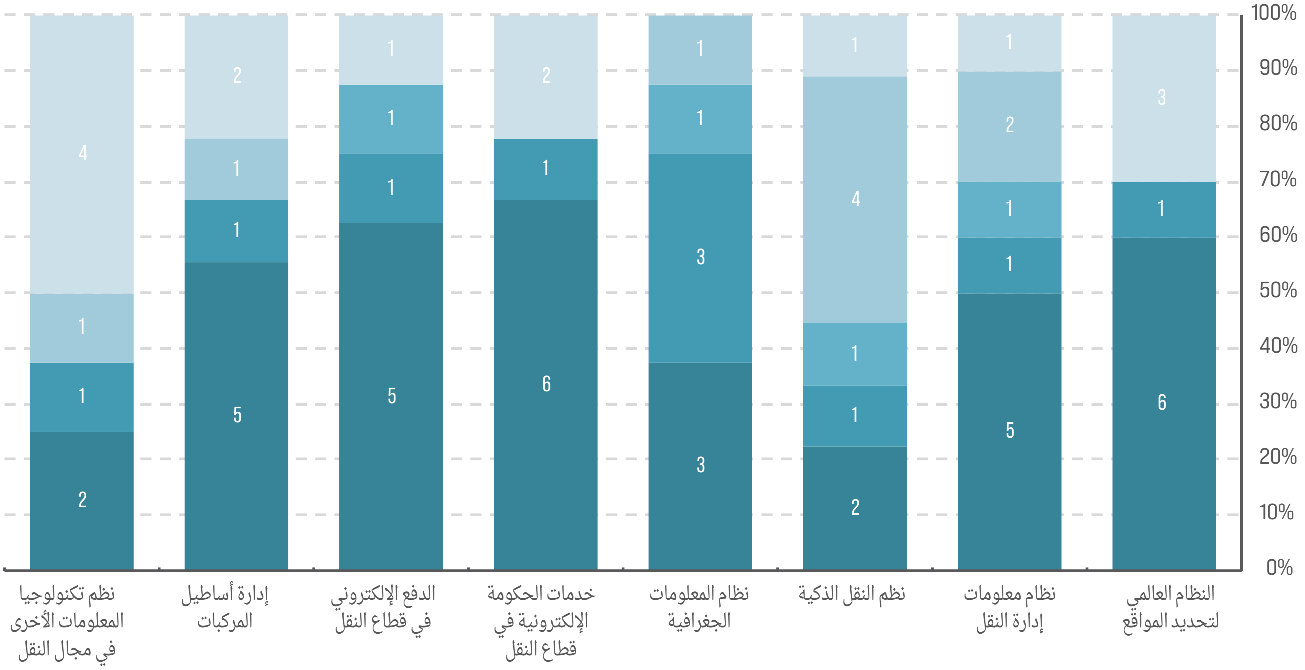


المصدر: تجميع الإسكوا.

وما من مؤشرات واضحة على ما إذا كانت نُظُم تكنولوجيا المعلومات المنفذة هي نتاج الخبرات والشركات المحلية، أو ما إذا كانت هذه النُظُم نُظُماً مستوردة تجارية. ويبيّن الشكل 22 تمثيلاً بيانياً لإجابات مختلف البلدان. ويبرز المغرب باعتباره الاستثناء، حيث أن غالبية نُظُم تكنولوجيا المعلومات محلية. ويُذكر أن نُظُم تكنولوجيا المعلومات في المملكة العربية السعودية ودولة فلسطين تعتمد على التكنولوجيا المطورة محلياً.

الحكومة الإلكترونية والبيانات المفتوحة: نفذت البلدان الاثنا عشر جميعها برامج الحكومة الإلكترونية

الشكل 23. **نُظُم تكنولوجيا المعلومات في النقل البري في الدول العربية**



المصدر: تجميع الإسكوا.

ولكن على مستويات متفاوتة من التنفيذ وإتاحة الخدمات الإلكترونية. وأفادت الجمهورية العربية السورية والأردن ولبنان والصومال بأنها لم تنفذ برامج الحكومة الإلكترونية في قطاع النقل. وعلاوة على ذلك، بلّغت البلدان المستجيبة جميعها، باستثناء لبنان والجمهورية العربية السورية، عن بوابات للبيانات مفتوحة حيث تُنشر البيانات الحكومية في شكل قابل للقراءة آلياً (ملفات القيم المفصولة بفواصل أو نسق إكسل أو غيرها من الأشكال). بيد أنه اتضح من أبحاث إضافية أن مجموعات البيانات هذه لا تمت بصلة لقطاع النقل. فمن شأن البيانات المتاحة في بوابات البيانات المفتوحة أن تدعم رواد الأعمال الذين يبحثون عن تكنولوجيات جديدة في تطوير تطبيقات مبتكرة قد توفر حلولاً محلية وتحسن حياة المواطنين. ومع ذلك، لا يوجد دليل حتى الآن على تطوير تطبيقات محلية عبر استخدام البيانات المفتوحة في قطاع النقل.

الدفع الإلكتروني: اقتصر تطبيق الدفع الإلكتروني لخدمات النقل على دول مجلس التعاون الخليجي. فوسيلة الدفع الإلكتروني المعتمدة للخدمات الحكومية في جميع البلدان العربية هي الدفع ببطاقات الائتمان، باستثناء الصومال حيث يتم استخدام الأموال الإلكترونية. أما في البحرين فيُعمل ببطاقات GO المدفوعة مسبقاً للنقل العام، وتوازيها بطاقات نول في دبي[119].

ويلخص الشكل 23 ردود مختلف البلدان العربية على مسألة نُظُم تكنولوجيا المعلومات، مع التركيز على النقل البري.

3. البيئة التنظيمية للتكنولوجيا

عند السؤال عن البنية التحتية لإنترنت الأشياء، جاءت الردود غير متوقعة إذ أشارت إلى أن الأطر التنظيمية سبقت تطوير الصناعة المحلية في هذا المجال (وعادة ما يكون الوضع مختلفاً في أوروبا وأمريكا الشمالية). فقد أصدرت المملكة العربية السعودية تراخيص خاصة لإتاحة خدمات الإنترنت، ولديها فعلاً البنية التحتية التمكينية اللازمة

لإنترنت الأشياء. ومن بين دول مجلس التعاون الخليجي، لم تبلّغ سوى البحرين والمملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة عن وجود بنية تحتية لإنترنت الأشياء. أما خارج دول مجلس التعاون الخليجي، فقد أفاد الأردن والمغرب ودولة فلسطين وتونس بوجود بنية تحتية مماثلة. وتجدر الإشارة إلى أن جميع البلدان التي لديها بنية تحتية لإنترنت الأشياء (البحرين والأردن والمملكة العربية السعودية والمغرب ودولة فلسطين وتونس والإمارات العربية المتحدة) وضعت أطراً تنظيمية ذات صلة.

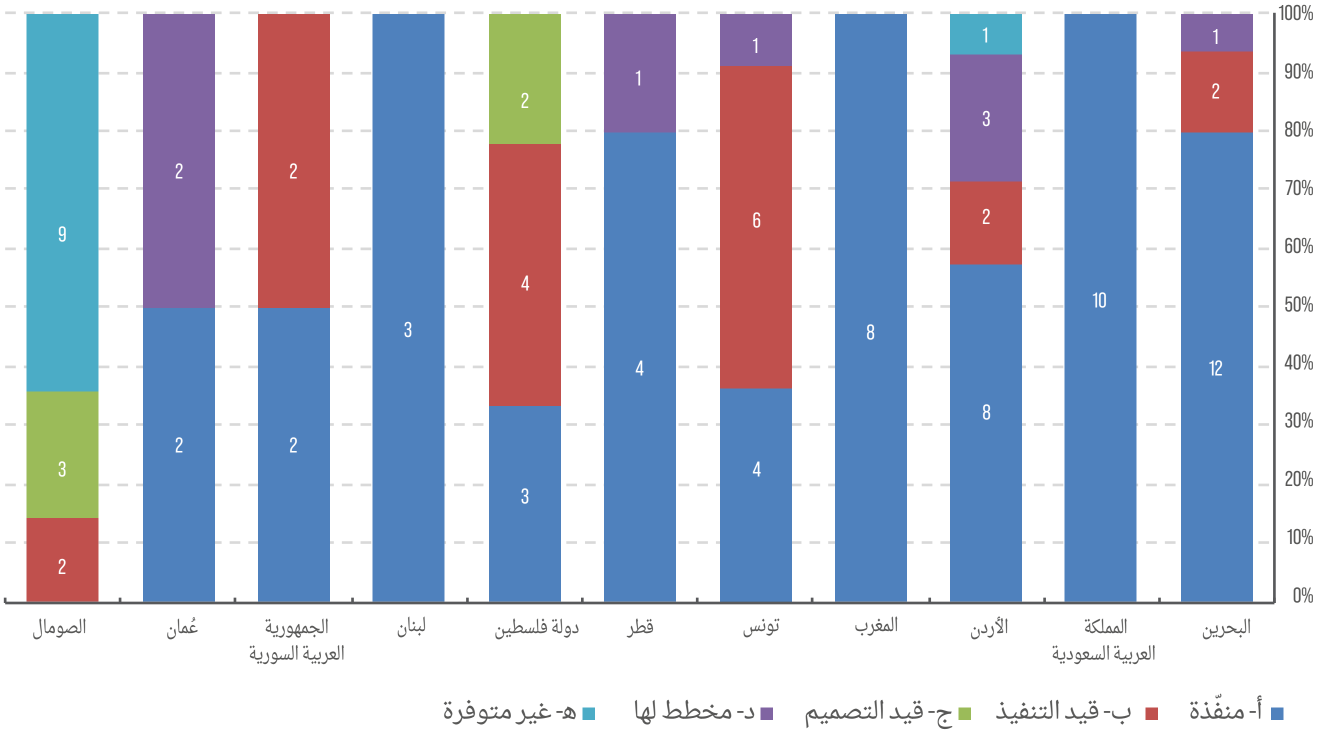
وباستثناء الأردن ولبنان وقطر والصومال، يتم تنظيم الحوسبة السحابية في معظم البلدان المستجيبة حيث وُضعت لوائح تنظيمية صارمة بشأن إتاحة خدمات الحوسبة السحابية[120]. وفي الوقت نفسه، لم يسنّ أي من هذه البلدان تشريعات أو يضع لوائح بشأن نُظُم المركبات الذاتية القيادة، مع أن الأردن ودول مجلس التعاون الخليجي أشارت إلى أنها بصدد وضع مثل هذه السياسات.

وتباينت البلدان المستجيبة فيما يتعلق بالأطر التنظيمية للطائرات المسيّرة بدون طيار، فقد وُضعت هذه الأطر في البحرين والأردن والمغرب وعُمان وتونس والإمارات العربية المتحدة، ولكن ليس في الدول الأخرى. وأفادت البلدان الاثنا عشر جميعها بأنها سنت تشريعات متعلقة بالمعاملات الإلكترونية والتوقيع الإلكتروني وخصوصية البيانات وأمنها.

ويبيّن الشكل 24 أدناه عدد اللوائح التنظيمية المتعلقة بالتكنولوجيا حسب البلد، ويبيّن الشكل 25 عدد البلدان التي أبلغت عن وضعها لوائح متعلقة بتكنولوجيات محددة.

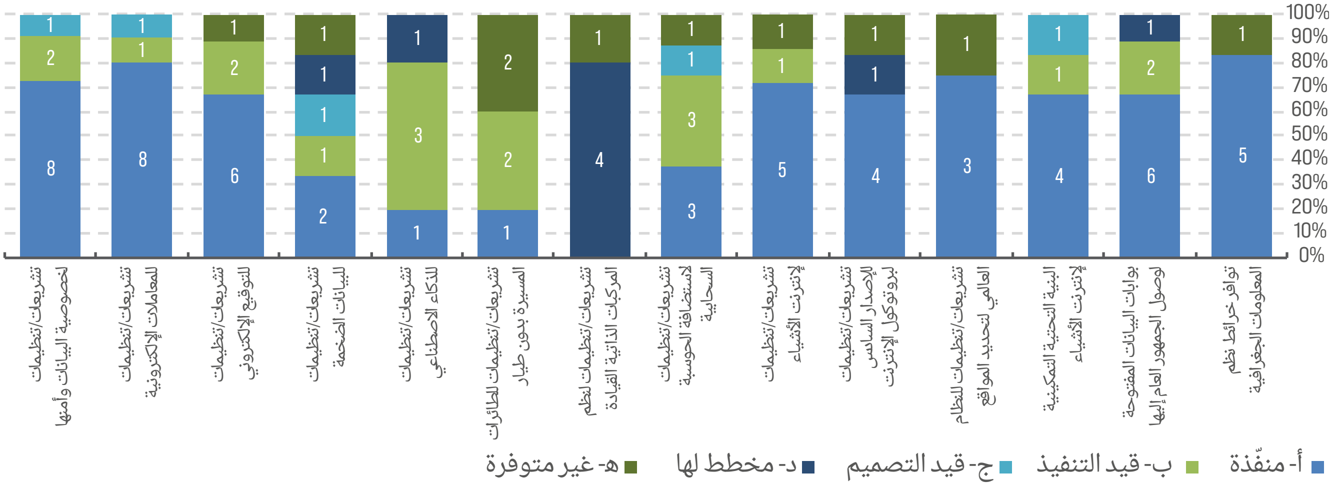
وكما هو مبيّن في الشكل 25 أدناه، وضعت بلدان مستجيبة عديدة تشريعات تتعلق بالمعاملات الإلكترونية والتوقيع الإلكتروني وحماية البيانات الشخصية، وهي كلها أمور هامة للتفاعلات المهنية في الفضاء الإلكتروني. غير أن التشريعات ذات الصلة بالتكنولوجيات الناشئة (مثل إنترنت الأشياء والحوسبة السحابية والذكاء الاصطناعي) أقل توافراً، حتى إن اللوائح تصاغ أحياناً قبل انتشار تلك التكنولوجيات على نطاق واسع في البلد.

الشكل 24. **التشريعات المتعلقة بالتكنولوجيا حسب البلد**



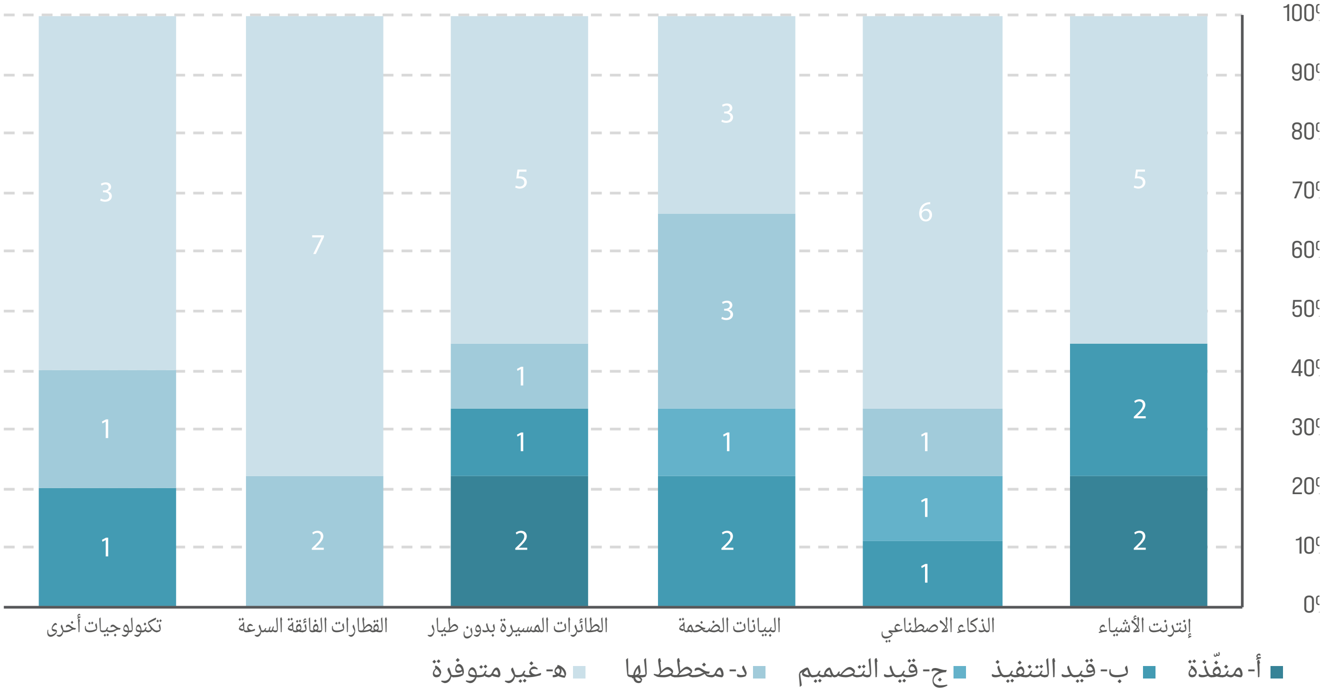
المصدر: تجميع الإسكوا.

الشكل 25. **عدد البلدان حسب اللوائح التنظيمية المتعلقة بالتكنولوجيا**



المصدر: تجميع الإسكوا.

الشكل 26. **الاستعداد لتنفيذ التكنولوجيات الناشئة في مجال النقل البري**



المصدر: تجميع الإسكوا.

4. التحديات والاتجاهات المستقبلية في تطبيق التكنولوجيات الجديدة في مجال النقل

أجمعت البلدان العربية الاثنا عشر على أن التحديات التي تواجه تنفيذ التكنولوجيات الجديدة في مجال النقل ترتبط أساساً بالأمن ونقص البيانات وغياب الأطر التنظيمية وعدم إشراك قطاع الأعمال. وتتمثل تحديات أخرى بالافتقار إلى الرؤية والمعايير والمؤسسات الحكومية الدولية، فيما تشمل التحديات الأقل بروزاً قابلية التشغيل البيني للبيانات والمهارات البشرية والخصوصية وحماية البيانات.

ويلخص الشكل 26 أعلاه الردود المتعلقة باستعداد البلدان العربية لتنفيذ الاتجاهات التكنولوجية المستقبلية.

4

الإطار السياساتي لتعميم الحلول التكنولوجية في نُظُم النقل

رسائل أساسية

- من الأهمية بمكان أن تضع الدول العربية رؤية وتوجيهات سياساتية واضحة لاستخدام التكنولوجيات الجديدة في مجال النقل البري. ويجب أن تقترن هذه الرؤية بخطة أو استراتيجية حكومية يتم مشاركتها مع جميع أصحاب المصلحة لضمان تنفيذها تنفيذاً جيداً في جميع أنحاء البلد.
- ينبغي للحكومات أن تعتمد نهجاً تنظيمياً مرناً يتيح المنافسة ويجذب الاستثمارات ويحقق الاستفادة القصوى من فوائد التكنولوجيات الجديدة، وذلك ضماناً للتكامل السلس والفعال للتكنولوجيات الجديدة في النقل البري.
- من الضروري أن تقوم بلدان عربية عديدة بتطوير وتحسين بيئاتها المؤاتية للابتكار وريادة الأعمال بالنظر إلى أهميتها في نشر استخدام التكنولوجيات الرقمية الناشئة.
- قد تسهم التطبيقات التكنولوجية إسهاماً كبيراً في الحد من استهلاك الوقود في قطاع النقل ومن آثاره الجانبية السلبية على البيئة.

وفي الفصول السابقة، جرى البحث في الهيكل المعقد لنُظُم النقل وكيفية تأثرها ليس بالتكنولوجيا فحسب، بل أيضاً بمجموعة واسعة من العوامل الأخرى منها السياسية والقانونية والمؤسسية والاجتماعية والاقتصادية والجغرافية والبيئية. لذا، فإن أي إطار سياساتي ملائم يجب أن يشمل هذه العوامل كافة، ناهيك عن تشجيع تطوير نظام نقل بري مستدام مراعٍ للبيئة يكون شاملاً ومحوره الناس، نظامٌ يلبي احتياجات المواطنين ويساعد البلدان على تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

وشمل هذا التقرير العديد من المكونات الرقمية القائمة (البرمجيات والتطبيقات وغيرها من النُظُم) والاتجاهات التكنولوجية المستقبلية في نُظُم النقل، فكانت العبرة الرئيسية أن التكنولوجيا تعيد تعريف النقل كما نعرفه مع ما يترتب على ذلك من آثار اجتماعية واقتصادية واسعة النطاق على الجمهور العام ومقدمي الخدمات وصانعي السياسات على حد سواء.

وتؤكد الردود على استبياني الإسكوا أن المنطقة العربية تتميز بطائفة واسعة من البلدان والمناطق دون الإقليمية ذات مستويات إنمائية متفاوتة. فالاختلافات كبيرة على صعيد التطور التكنولوجي والرقمي لا بل أيضاً في الرؤية السياسية والأولويات. وتظهر نتائج الاستبيانين، إلى جانب الدراسة الاستقصائية للأدبيات، أن الدول العربية لم تقم بإدراج نُظُم النقل المستدام في خططها للتنمية الاقتصادية عدا استثناءات قليلة (مثل دول مجلس التعاون الخليجي والمغرب والأردن). ومعظم الدول العربية لم يدرج تكنولوجيات جديدة في نُظُم النقل الخاصة بها. أما الدول التي أدرجتها فعلاً، فقد استخدمت في ذلك تكنولوجيا مستوردة أو نتاج عمل جهات فاعلة خارجية.

ومن الواضح أنه في العقود القليلة الماضية، واجهت المنطقة العربية عوائق كبيرة أمام النمو المستدام الذي تدفعه التكنولوجيا والابتكار، على عكس البلدان الأخرى (مثل تركيا أو الصينِ) التي تمكنت من اللحاق بركب الابتكار[121]. ومن ثم، لم تكن مثلاً أهم قصتي نجاح في الابتكار في العالم العربي، اللتان حُققت كلتاهما في دبي، وهما Souq.com موقع رائد للتجارة الإلكترونية اشترته شركة أمازون عام 2017، وكريم المنافس المحلي لشركة أوبر التي استحوذت عليه الشركة نفسها مقابل 3.1 مليار دولار عام 2019، مبتكرتين بشكل خاص. وعلى الرغم من مشاريع تكنولوجية رئيسية عديدة، لا تزال معظم أنحاء المنطقة العربية على هامش الثورة الصناعية الرابعة، مقارنة بالمناطق الأخرى.

وتجدر الإشارة إلى أن إدخال التكنولوجيا في مختلف القطاعات يتطلب بيئة مناسبة للتكنولوجيا والابتكار، مما سيعود بفوائد شتى عبر تنمية مختلف القطاعات والمساعدة على تنفيذ خطة التنمية المستدامة لعام 2030. وفي الواقع، فإن انتشار التكنولوجيا وبناء القدرات في مجال التكنولوجيا والابتكار، وهو ما سيتناوله التقرير في هذا الفصل، سيساعدان على تنفيذ عدد من أهداف التنمية المستدامة، مثل الأهداف 7 و8 و9 و16.

فالاقتصاد المبتكر القائم على التكنولوجيا يقتضي نظام ابتكار وطني مُحكماً وبيئة مؤاتية يعملان معاً، في إطار رؤية وطنية، لتحقيق نتائج ملموسة[122]. وتشمل مكونات نظام الابتكار الوطني الأساسية، كما حددتها الإسكوا بوضوح، التعليم والتدريب المناسبين، والبحث والتطوير الملائمين، وإطاراً تنظيمياً ملائماً، وآلية دعم متقدمة للمبتكرين ورواد الأعمال[123]. ثم إنه لا بد من إدراج عنصري التكنولوجيا والنقل إلى جانب إطار الابتكار. ولذلك، يلزم وضع أطر سياساتية شاملة، عبر عدة قطاعات وفئات، للنهوض باعتماد

التكنولوجيات الجديدة في البلدان العربية بما في ذلك في مجال النقل البري. وسيساعد تعزيز الابتكار، من خلال تحسين البيئة الوطنية المؤاتية، البلدان على تنفيذ بضعة أهداف من أهداف التنمية المستدامة، ولا سيما الهدف 9 والمقصد 9-ب.

وفي هذا الإطار، ينبغي التأكيد على أن وضع رؤية وتوجيهات سياساتية واضحة يعتبر أهم ضامن لتحقيق النجاح. ومن هنا ضرورة إشراك مختلف أصحاب المصلحة من مجالات متعددة عند صياغة هذه الرؤية والتوجيهات. وبُعيد وضع رؤية لنظام النقل المستقبلي واعتماد خطة أو استراتيجية حكومية، ينبغي عرضهما على جميع أصحاب المصلحة المعنيين في القطاعين العام والخاص وكذلك في المجتمع المدني، لتمكين المجتمع المحلي من المشاركة في عملية التنفيذ. ومن الضروري ألا يقتصر الهدف من هذه الرؤية على مجرد تعزيز التكنولوجيا، وإنما تطوير نظام نقل بري مستدام ومراعٍ للبيئة يكون شاملاً ومحوره الناس.

وعليه، فإن إدماج التكنولوجيات الجديدة في مختلف القطاعات، وعلى وجه الخصوص في نُظم النقل البري، هو هدف سياسي لصانعي السياسات. والواقع أنه يمثل فرصة لتنمية المواهب والخبرات المحلية، وتطوير المحتوى المحلي ذي الصلة بسكان المنطقة. ويقتضي هذا الإدماج أن تطوّر الحكومات المجالات الرئيسية التالية:

ألف. الأطر التنظيمية المرنة

تحدد الأطر التنظيمية طريقة تصميم خدمات النقل وتخطيطها وتنفيذها، مستفيدة بذلك من التكنولوجيات الجديدة والتجريبية. فمن خلالها تحدد الحكومة الدور الذي ستضطلع به وما إذا كان يتمثل في «التمكين والتيسير» أو «الإيعاز والتحكم».

ولكي تؤدي الحكومة دورها بوصفها «عامل تمكين وتيسير» للابتكار، فهي بحاجة إلى اعتماد نهج تنظيمي مرن يتيح المنافسة ويجذب الاستثمارات. ولذلك لا تقتضي التكنولوجيات الجديدة التي تستخدم إنترنت الأشياء والبيانات الضخمة والحوسبة السحابية تنظيمها تنظيماً كاملاً قبل استخدامها في نُظم النقل. ذلك أنه يتسنى للجهات التنظيمية، في أي وقت كان، تعديل اللوائح بمجرد نشوء المشاكل جراء استخدام هذه التكنولوجيات. وفي هذا الصدد، من شأن الإطار التنظيمي المرن أن يساعد على تحقيق الكفاءة الاقتصادية وتحسين جودة الخدمة وإدماج مختلف أصحاب المصلحة. ويُتوقع أن تكون الوظائف التنظيمية شفافة على صعيد عملها وتنظيمها، وبالتالي أن تساعد على تنفيذ بضعة أهداف من أهداف التنمية المستدامة، ولا سيما المقصد 9-1 منها.

وعادة ما ينطوي النهج التنظيمي البديل «الإيعاز والتحكم» على تنظيمات سابقة لأوانها ومبهمة يمكن أن تخنق الابتكار، لا سيما عند اقترانها بالبيروقراطية المعقدة. أضف أن الامتثال لعدد مفرط من الشروط والمستلزمات يؤدي إلى إعاقة دخول الشركات الأصغر حجماً إلى السوق، مما يحد من المنافسة ومن الخيارات المتاحة للمستهلكين على حد سواء.

وفيما يتعلق بمسائل التكنولوجيا، تضطلع الحكومة بدور حاسم في القيادة والتمكين. فعادة ما تتقدم التكنولوجيا بوتيرة سريعة للغاية في بيئة غير منظمة في بلد المنشأ، وكثيراً ما تفتقر الحكومات إلى الخبرة اللازمة لتنظيم الاتجاهات التكنولوجية بفعالية، ولا سيما في مرحلة إعدادها الأولى. وبعد فترة نضوج معينة، يمكن للحكومة أن تتدخل بفعالية لمعالجة المشاكل التي يمكن أن تنشأ جراء تطبيق هذه التكنولوجيات (إنترنت الأشياء، والذكاء الاصطناعي، والسيارات الذاتية القيادة، وما إلى ذلك) ووضع الإطار التنظيمي لها.

وتشمل التوصيات المتعلقة باتباع نهج تنظيمي مرن ما يلي:

- وضع قواعد واضحة وشفافة فيما يتعلق بالتفاعل بين مختلف الجهات الفاعلة، ألا وهي: مقدمو خدمات النقل، والوكالات الحكومية (وبخاصة الوزارات المعنية بمجال النقل والتكنولوجيا) والمواطنون (أي الركاب). ومن الضروري أن تتضمن هذه القواعد سياسات وصلاحيات واضحة، فضلاً عن توزيع المسؤوليات والمخاطر المشتركة.

- وتوجيه التشريعات الوطنية أو الإقليمية نحو تنفيذ خدمات النقل المستدام. والواقع أن عدم تنفيذ هذه النُظم سببه الرئيسي انعدام الرؤية والعزم، حتى عندما تكون الميزانيات متاحة.

- وتسهيل استخدام الحلول السحابية (البنى التحتية كخدمة، والبرمجيات كخدمة، والمنصة كخدمة، والتنقُّل كخدمة، وغيرها) عن طريق إزالة متطلبات الترخيص والقيود المفروضة على استضافة السحابة واستخدامها. وباتت نُظم عديدة متعلقة بإدارة النقل متاحة في السحابة، وسيؤدي

استخدامها إلى إنجاز عملية التنفيذ على نحو أسرع وأقل كلفة (بالنسبة إلى الحكومات والمواطنين على السواء).

- والاستعانة بمسارات المشتريات الحكومية لإنفاذ المعايير وضمان حسن السلوك في القطاع الخاص. ففي معظم البلدان، بما فيها دول المنطقة العربية، تميل المشاريع والمبادرات الممولة من الحكومة إلى أن تكون أكبر حجماً من تلك المنفذة في القطاع الخاص؛
- وتخفيف التنظيمات المتعلقة بإتاحة التكنولوجيا والخدمات التكنولوجية الناتجة من التكنولوجيات الناشئة، مثل الحوسبة السحابية وإنترنت الأشياء وما إلى ذلك.
- وتشمل الدورة الكاملة اللازمة لإنتاج نظام نقل مجهّز تكنولوجياً التخطيط للنظام وتطويره ونشره وتشغيله وصيانته، وكلها مراحل ينبغي مناقشتها على أعلى المستويات مع السلطات ذات الصلة وأصحاب المصلحة المعنيين.

باء. تمويل نُظُم النقل

يؤثر قطاع النقل تأثيراً هائلاً على حياة الناس وعلى نشاطهم الاجتماعي والاقتصادي، ومن ثم تتجلى أهمية التركيز على الاستثمار في البنى التحتية. ونظراً لضرورة تخصيص هذه الاستثمارات على النحو الواجب بدلاً من تبديدها، من الأهمية بمكان أن يتدارك صانعو القرار، لا سيما المسؤولون عن تخطيط القطاع وإدارته، الاتجاهات المستقبلية. وفي الواقع، يجب لحظ هذه الاتجاهات في سيناريوهات التخطيط من أجل تمكين القطاع من تلبية الاحتياجات المتغيرة بفعالية في الوقت المناسب بالتزامن مع تطوره المستقبلي.

ولا تزال القيود المفروضة على الميزانية تمثل مشكلة حقيقية بالنسبة إلى معظم البلدان. وكما تبيّن في الفصل الثالث، فإن غالبية نُظُم النقل والتكنولوجيات ذات الصلة تعتمد على تمويل القطاع العام. ونظراً لارتفاع كلفة نُظُم النقل، يظل التمويل مسألة في غاية الأهمية لتيسير تطويرها ونشرها. ويمكن للحوافز أن تدفع بتغيُّرٍ في سلوكيات الاستهلاك والإنتاج إذا ما استخدمتها الحكومات بذكاء. ومن الجدير ذكره أيضاً أن الحلول التكنولوجية لبعض قضايا النقل قد تكون أحياناً أقل كلفة من حلول البنية التحتية للنقل.

وفيما يلي بعض التوصيات لتأمين التمويل اللازم من أجل التخطيط لنُظُم النقل وتطويرها ونشرها وتشغيلها وصيانتها:

1. الشراكة بين القطاعين العام والخاص

تشكل الشراكات بين القطاعين العام والخاص وسيلة فعالة لتشييد بنية تحتية جديدة للنقل أو لترميم مرافق قائمة أصلاً وتشغيلها وصيانتها وإدارتها، وذلك عن طريق دمج التكنولوجيات المتقدمة. وفي كلا الحالتين، قد يكمن الحل لمشاكل النقل الملحة في الشراكات بين القطاعين العام والخاص بما يخدم مصالح الطرفين.

2. الضرائب التصحيحية

بعض الحوافز التي تُمنح للقطاع الخاص والأفراد من أجل التشجيع على استخدام التكنولوجيات الجديدة في مجال النقل تشمل فرض الضرائب التصحيحية على المستهلكين والمنتجين، مثل منح المواطنين معونات حكومية لدعم شراء سيارات أكثر مراعاةً للبيئة و/أو دعم مرافق النقل العام.

وتدعو الحاجة في الوقت الراهن إلى أطر وهيئات تنظيمية فعالة لعدد من الأسباب، منها:

- ظاهرة الاحتكار الطبيعي
- الحدود القائمة على التنافس التنافس في السوق

- تفاوت المعلومات بين مشغلي وسائل النقل والجهات التنظيمية
- الحاجة إلى الاستثمار الخاص في مرافق البنية التحتية
- ضرورة توزيع المخاطر بين المشغلين والحكومات

وعلاوة على ذلك، ينبغي الحد من العوائق التي تعترض النُظُم المستندة إلى المستخدمين والمستعمَلة لتحليل بيانات إنترنت الأشياء والحوسبة السحابية وغيرها من التكنولوجيات الناشئة، عن طريق رفع الضرائب الباهظة المفروضة على المعدات ومتطلبات الترخيص ورسوم الاتصال الداخلي.

3. التأثيرات الجانبية

تنبثق تأثيرات جانبية عدة عن نشاط وخدمات النقل التي تتيحها أطراف ثالثة (بمنأى عن نظام النقل) قد تكون على مستوى الإنتاج (مقدمو الخدمات) والاستهلاك (المستخدمون) أو كليهما، وتنقسم عموماً إلى فئتين رئيسيتين هما:

- **التأثيرات الإيجابية:** مثل تعزيز النشاط الاقتصادي والنهوض بالتماسك الاجتماعي، نتيجة لتوافر وتحسين مرافق التنقُّل (أي إيجاد فرص العمل؛ والحصول على التعليم والخدمات الإدارية؛ وزيادة الاستهلاك؛ ونمو سوق العقار؛ والاختيار المتعدد الوسائط لمجموعات المستخدمين كلها ولكافة الأغراض).
- **التأثيرات السلبية:** الآثار السلبية على البيئة مثل تلوث الهواء، وانبعاثات غازات الدفيئة، والتلوث البصري أو الضوضائي، وتشويه الأماكن العامة، وقضايا السلامة.

والهدف عموماً من السياسات الحكومية واللوائح التنظيمية في هذا الصدد هو التأثير على سلوك المستخدمين، وتوجيه الاستراتيجية والتخطيط بحيث يتم «استيعاب» هذه التأثيرات الجانبية داخل نظام النقل. ولذلك، فإن الهدفين الرئيسيين هما: (1) التخفيف قدر الإمكان من التأثيرات الجانبية السلبية من خلال برامج أكثر استدامة؛ (2) وإدماج ذلك في خطط الاستثمار بغية اجتذاب مصادر تمويل إضافية.

جيم. البيانات المفتوحة والبيانات الضخمة

بيّنت الفصول السابقة أن إتاحة البيانات هي العامل الرئيسي في إنجاح تطوير النُظُم والتطبيقات والمحتوى على الصعيد المحلي. ولكن، لسوء الحظ، فإن مقر معظم تطبيقات «جمع البيانات» (مثل شبكات البث التدفقي عبر الإنترنت وخرائط غوغل وسيتيمابر وأوبر وغيرها من التطبيقات) موجود في الخارج، ناهيك عن أن شركات أجنبية تملك بياناتها وتستخدمها. ومع ذلك، تبقى البيانات الحكومية أحد المصادر الهامة للبيانات المحلية. والواقع أن البيانات المتعلقة بحركة المرور، ومسار الحافلات، والأحوال الجوية، والخرائط الجغرافية، ومواقع الحوادث، وسعة الحافلات والقطارات ليست إلا بعض الأمثلة على البيانات التي تجمعها وتملكها الحكومات.

ويُطلق على البيانات التي تملكها الحكومة وتتيحها للجمهور العام تسمية «البيانات المفتوحة» عندما يتم نشر مجموعات البيانات في ملفات قابلة للقراءة آلياً في بوابات البيانات المفتوحة. ومجموعات البيانات المفتوحة هي مخرجات خدمات الحكومة الإلكترونية، وبالتالي لا بد أن تتلازم إتاحتها مع أتمتة الإدارة وتوفير خدمات الحكومة الإلكترونية. وتمنح البيانات المفتوحة للمواطنين فرصة التحول إلى شركاء في مراقبة نُظُم النقل فيقدمون ملاحظات قيّمة حول حسنات مسار أو خدمة ما وأوجه القصور ذات الصلة، ويعاونون بالتالي سلطات النقل على التخطيط وفقاً لذلك. ثم إن توفير البيانات المفتوحة يعزز الشفافية والمساءلة ويحقق إذاً بعض أهداف التنمية المستدامة، ولا سيما المقصد 16-6 منها.

ووفقاً للبنك الدولي، تسهم البيانات المفتوحة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة من خلال تقديم أفكار مدروسة بشأن المعلومات الهامة المتعلقة بمختلف أشكال البيانات، مثل العمليات الحكومية والخدمات العامة وتركيب السكان الديمغرافي. ومن شأن ذلك المساعدة على حل العديد من المشاكل الوطنية وتحسين الخدمات، مثلاً عبر[124]:

- تحقيق النمو الاقتصادي وإيجاد فرص العمل (يحدث ذلك عندما تستخدم الشركات الناشئة البيانات المفتوحة بطرق مبتكرة لا تتوقعها الحكومات لإنشاء تطبيقات محلية ذات صلة).

- تحسين كفاءة وفعالية الخدمات العامة.
- تعزيز الشفافية والمساءلة ومشاركة المواطنين.
- تيسير الوصول إلى تبادل المعلومات مع الحكومة.

وفيما يلي بعض التوصيات للحكومات تُقدَّم في ضوء التحديات والانتكاسات التي سبق ذكرها، والتي تقف عائقاً أمام إتاحة البيانات المفتوحة لعموم الناس:

- ينبغي إتاحة جميع البيانات الحكومية كقاعدة عامّة وليس على نحو انتقائي، باعتبارها بيانات مفتوحة. وعلى وجه الخصوص، يجب نشر البيانات المتعلقة بقطاع النقل (الخرائط الجغرافية، وأحوال الطرق، وحواجز الطرق، وأنماط المرور، والمسارات، والحافلات، والتوقيت، وما إلى ذلك) في مجموعات البيانات المفتوحة على الفور.
- لا بد من نشر البيانات الحكومية كما جمعت من المصدر وبأعلى مستوى ممكن من التفاصيل، وليس في أشكال مجمعة أو معدلة. وتُنشر البيانات في ملفات قابلة للقراءة آلياً بما يشجع على تحليلها وإعادة استخدامها.
- من الضروري إتاحة البيانات لأي شخص بدون اشتراط التسجيل.
- يتعين على الحكومات أن تلغي مركزية البيانات المفتوحة في جميع الهيئات والإدارات.
- ا بد للحكومات أن تعتمد ميثاق البيانات المفتوحة لكي تصبح الممارسات الجيدة راسخة بغض النظر عن الولايات السياسية المتغيّرة[125].

وبالإضافة إلى إتاحة الحكومات بياناتها كبيانات مفتوحة، عليها أن تشجع على استخدام البيانات الضخمة من خلال إحدى الوسائل التالية:

- تشجيع الجامعات على المشاركة في البحث والتطوير في البيانات الضخمة، وإعطاء درجة الماجستير في مجالي تحليل البيانات وعلوم البيانات. ويجب أن تبدأ الجامعات في تقديم دورات في دراسات تحليل البيانات الضخمة في المرحلة الجامعية الأولى.
- تسهيل تخزين البيانات في السحابة، علماً أنه يتم إنشاء البيانات الضخمة بواسطة التطبيقات وغالباً ما يتم تخزينها في السحابة حيث مساحة التخزين متوفرة وقليلة التكلفة.
- تشجيع الشركات الصغيرة والمتوسطة والناشئة التي تعمل في مجال البيانات الضخمة وإيجاد سوق لمنتجاتها.

دال. بيئة مؤاتية للابتكار الحيوي وريادة الأعمال

عرفت نُظم النقل العام التقليدية منعطفاً رئيسياً بفضل رواد الأعمال في شركة أوبر الناشئة، فتحولت إلى نظام ديناميكي لتشارك الركوب محوره المستخدم. ومئات الشركات الناشئة حول العالم، ومعظمها في الولايات المتحدة الأمريكية، أطلقت الثورة الحالية في نُظم النقل (مثل التنقُّل عند الطلب والتنقُّل كخدمة). أما في المنطقة العربية، وبالرغم من نشاط ريادي في بلدان عدة مثل مصر والأردن والمملكة العربية السعودية ولبنان والمغرب ودولة فلسطين وتونس والإمارات العربية المتحدة، فبالكاد هناك ما يُذكر في هذا الصدد.

وفيما يلي بعض التوصيات لتوفير بيئة مؤاتية للابتكار الحيوي وريادة الأعمال مستمدة من منشورين صادرين عن الإسكوا هما «سياسة الابتكار للتنمية المستدامة الشاملة في المنطقة العربية»[126]، و«الابتكار وريادة الأعمال: الفرص والتحديات للشّباب والنساء»[127]:

- مشاركة الحكومات في تنظيم أنشطة بناء قدرات واضعي السياسات من أجل تحفيزهم على التخطيط السليم لنُظم النقل على المستويات الوطنية والإقليمية والمحلية، استناداً إلى الممارسات الدولية الفضلى. فنُظم النقل، على غرار النُظم المعقدة كافة، تستوجب التخطيط لها بعناية.
- وعلى الحكومات تعزيز مساهماتها في البحث والتطوير وإعطاء الأولوية لتمويلهما في نُظم النقل البري.
- وإنشاء آلية حكومية لإدارة المشاريع الابتكارية التي تستلزم، شأنها شأن المشاريع التكنولوجية في قطاع النقل، التنسيق بين مختلف الوزارات و/أو السلطات الحكومية. ويوصى بتشكيل لجان توجيهية أو مجالس استشارية يتحلى أعضاؤها بالخبرة في مجالات متنوعة (تكنولوجيا المعلومات والنقل والجغرافيا والبيئة والمناخ، وغيرها من المجالات). وإشراك أصحاب المصلحة المتعددين (الحكومة والقطاع الخاص والأكاديميون والطلاب والشباب ورواد الأعمال والمنظمات غير الحكومية، وما إلى ذلك) في إدماج التكنولوجيات الجديدة في نُظم النقل البري يتسم بأهمية حيوية.

• وعلاوة على إضافة الترميز الرقمي إلى المناهج الدراسية، يتعين على الحكومات أن تنظم التدريب على المهارات الرقمية لأسباب ثلاثة: أولاً، لضمان تحلي جميع السكان بالمهارات اللازمة للمشاركة في تفاعلات مجدية على الإنترنت؛ وثانياً، لضمان تمتع المهندسين بالمهارات المتعمقة اللازمة لنشر شبكات معقدة وتشغيلها، وتطوير البرمجيات والخدمات وصيانتها؛ وثالثاً، لتمكين رواد الأعمال من تطوير تكنولوجيات مبتكرة بغية تحويل شركاتهم الناشئة إلى شركات متنامية.

• ولا بد للحكومات أن تشجع و/أو تحفز حاضنات الأعمال، والمعجّلات، ومراكز التكنولوجيا، وتمويل رعاة الأعمال، ومسابقات خطط الأعمال، وجميع المبادرات الأخرى التي من شأنها أن توفر الدعم والتمويل لرواد الأعمال العاملين في مجال الابتكارات التكنولوجية في النقل البري، وذلك في المراحل المبكرة من تكوين المشاريع الناشئة.

• وإنشاء «صندوق الصناديق» لتيسير تمويل التطبيقات التكنولوجية في مجال النقل البري. وخير مثال على ذلك هو صندوق الصناديق «الواحة» الذي أطلقه بنك البحرين للتنمية، والذي تصل قيمته إلى 100 مليون دولار، لدعم شركات رأس المال الجريء التي ستستثمر في البلد. وعادة ما تستثمر الحكومات في صندوق مخصص للابتكار بمعايير بسيطة للأهلية. بيد أنه باستطاعة صناديق رأس المال الاستثماري الحصول على تمويل من صندوق الصناديق هذا بأسعار تفضيلية لعملائها ذوي المشاريع الناشئة. وهكذا، وفي حين أن الحكومة تتيح الأموال، فإن هذه الصناديق القائمة ستبذل العناية الواجبة من أجل اختيار الشركات الناشئة وإدارتها طوال دورة نموها.

• ومن الضروري تحفيز الشركات الناشئة المحلية المبتكرة في مجال النقل لإيجاد حلول لتلبية احتياجات محددة، وضمان تطوير حلول محلية (التطبيقات النقالة وغيرها) لحل المشاكل المحلية.

• وتعزيز التكامل الإقليمي للخدمات والحلول الرقمية للنقل نظراً لاحتمال نجاح الشركات الناشئة في سوق أكبر حجماً. وفي المنطقة العربية، سيتأتى عن ذلك في نهاية المطاف سوق تشغّل 400 مليون نسمة، ومجموع الناتج المحلي الإجمالي قدره 2.7 تريليون دولار. وباعتبار المنطقة العربية سوق رقمية موحّدة، ستضم رابع أكبر عدد من السكان (بعد الصين والهند والاتحاد الأوروبي) وسادس أكبر اقتصاد، مما يجعلها سوقاً جذابة للغاية للاستثمار والنمو[128].

• ولا بد من تعزيز التعاون الإقليمي والدولي، بما في ذلك التعاون مع المنظمات الإنمائية المتعددة الأطراف، بهدف إطلاق جائزة إقليمية للحلول التكنولوجية المبتكرة في مجال النقل البري.

والجدير بالذكر أن قيام بيئة مؤاتية للابتكار الحيوي وريادة الأعمال من شأنه أن يسهم أيضاً في تحقيق بعض أهداف التنمية المستدامة، ولا سيما المقصد 3-8 منها.

هاء. الحد من استهلاك الوقود

يعتبر استهلاك الوقود أحد العناصر الرئيسية لاستراتيجية النقل في أي بلد كان. ومن أجل المساهمة في تهيئة بيئة نظيفة، تسعى الحكومات عموماً إلى خفض النفقات والآثار السلبية لمرافق النقل التي تستخدم الوقود الأحفوري أساساً. بيد أن هذا المفهوم العام لا يطبق على نطاق واسع ولا بشكل منهجي.

وعادة ما تستند الاستراتيجيات والتنظيمات الوطنية إلى خيارات وتدابير تتفق مع السياسات العامة على الصعيدين الوطني والإقليمي (مثل فرض رسوم الاختناق المروري؛ ومعونات دعم المواصلات العامة؛ وفرض الضرائب على البنزين والمرافق و/أو منح الإعفاءات لاستخدام الطاقة المتجددة، وما إلى ذلك).

وفي هذا الصدد، فإن التحديات الرئيسية هي:

• تحقيق الأهداف والطموحات الاقتصادية والاجتماعية بما أتيح من موارد.

• والمحافظة على التوازن بين الإيرادات والنفقات تحقيقاً لاقتصاد وبيئة مستدامين.

• وضمان اتساق الخيارات الاستراتيجية والسياساتية للنقل على المستوى الوطني و/أو الإقليمي الأوسع.

وبالتالي، فإن الخيارات المعتمدة لنظام النقل وعناصره الرئيسية (مثل استهلاك الوقود) سيتم تكييفها مع السياسة العامة. غير أنه ينبغي إعادة النظر في الخيارات البديلة

بصورة دورية، في إطار خطة للرصد، من أجل التحقق من كفاءة واتساق الخيارات المعتمدة مع تطور السياق. فعلى سبيل المثال، يمكن الاستعاضة جزئياً عن معونات دعم التعرفات في المواصلات العامة الحضرية بخطط لاستخدام معدات أكثر مراعاة للبيئة.

ويمكن للتطبيقات التكنولوجية أن تسهم إسهاماً كبيراً في النهج البازغ المتمثل في الحد من استهلاك الوقود وتقليل التأثيرات الجانبية السلبية قدر الإمكان، وتوفير فرص حقيقية لجميع وسائل النقل وعلى مختلف المستويات (المستويات الحضرية والإقليمية، ومستوى الركاب والشحن، وما إلى ذلك). ومن شأن خفض استهلاك الوقود أن يسهم أيضاً في تحقيق بعض أهداف التنمية المستدامة، ولا سيما المقصدان 1-7 و 2-7 منها.

واو. الخصوصية والأمن

كما سبق وورد في الفقرة 2-دال-1، لا بد من معالجة مسائل الخصوصية والأمن عند اعتماد التكنولوجيات الناشئة. وتولي اليوم معظم الحلول المطورة دولياً الاعتبار الجدي لهاتين المسألتين، ولكن يجدر بصانعي القرار أن يتنبهوا لهذه المسائل وأن يتأكدوا من أن جميع الحلول المستوردة آمنة على نحو كاف. والأمن والخصوصية يمكن ضمانهما من خلال حلول مطورة محلياً أو مخصصة، سواء كانت مرتبطة بنُظُم المعلومات أو بالتقنيات الناشئة مثل إنترنت الأشياء أو البيانات الضخمة.

وتجدر الإشارة إلى أن هاتين المسألتين لا تشكلان تهديداً خطيراً لنُظُم النقل العام، لأن تسريب أو تبادل البيانات المتاحة (مسارات الحافلات، ومسارات الركاب، وحالة المرور، وما إلى ذلك) لن يسفر عنه عواقب وخيمة. ومن هذا المنطلق، لربما ينبغي للركاب أن يكونوا أكثر قلقاً بشأن أمن هواتفهم المحمولة التي تحتوي على كمّ من المعلومات الشخصية يفوق بكثير المعلومات المتأتية عن تطبيقات البرمجيات الخاصة بمجال النقل.

وتشمل التوصيات لتحسين مسألتي الخصوصية والأمن ما يلي:

- التأكد من أن ميزتي السلامة والأمن مدمجتان في نُظُم المعلومات منذ البداية، فأمن الركاب ونُظُم النقل يجب أن تكون من أولى الأولويات بالنسبة إلى أي من هذه النُظُم.
- وفرض شروط على المصنعين لضمان تمتع أجهزة إنترنت الأشياء بميزات الأمن الكافية.
- والحرص على اعتماد صكوك قانونية لحماية البيانات الشخصية والخصوصية في الفضاء الإلكتروني والتقيّد بها على المستوى الوطني.
- ومنح الشهادات لأجهزة إنترنت الأشياء التي تفي بالحد الأدنى من متطلبات ميزات الأمن، مثل كلمات المرور القابلة للتغيير وغير القابلة للتوقع وغير الافتراضية؛ والمنافذ غير المفتوحة على شبكة الإنترنت الأوسع نطاقاً؛ وتحديثات البرمجيات لإصلاح الثغرات الأمنية المعروفة؛ والأجهزة القادرة على ترقيع الثغرات الأمنية؛ والاعتماد على البروتوكولات القياسية للصناعة؛ وما إلى ذلك.
- والحفاظ على التوازن بين حماية الخصوصية والاحتياجات التقنية بغية تحسين التكامل التكنولوجي في قطاع النقل البري.
- وتنظيم حملات التوعية بشأن الخصوصية والأمن لمساعدة المستخدمين على فهم التهديدات ذات الصلة (التسلط عبر الإنترنت، وسرقة الهوية، وغيرها) ومسؤوليات كل جهة فاعلة في مجال الأمن (الحكومة ومقدم الخدمة والمستخدم).

زاي. توسيع الترابطية

لكي تدفع الترابطية بالنمو الاقتصادي والرفاه الاجتماعي، ينبغي تعميمها وإتاحتها للجميع في أي مكان ولأي غاية وفي أي وقت كان. وهذا متسق تماماً مع الغرض من نُظُم النقل. فالاتصال الإلكتروني لا يقتصر على مجرد «الاتصال بالإنترنت»، حيث أن شبكات النقل المتكاملة تشترط في جوهرها الاتصال بين الشبكات الأرضية والمتنقلة، مما

يستلزم الاتصال السلكي واللاسلكي. ذلك لأن إنترنت الأشياء يعتبر بالغ الأهمية بالنسبة إلى شبكات النقل، بما أن المركبات وأجهزة استشعار الطرق والكاميرات تندرج جميعها ضمن تصنيف الأجهزة أو «الأشياء» المتصلة. وقد حددت هيئة هندسة الإنترنت أربعة نماذج اتصال مختلفة لإنترنت الأشياء هي: الجهاز بالجهاز، والجهاز بالسحابة، والجهاز بالبوابة، وتبادل البيانات من واجهة النهاية الخلفية[129]. ولا يتطلب سوى نموذج واحد من هذه النماذج الاتصال بالإنترنت.

وفيما يلي توصيات سياساتية لتوسيع الترابطية وتعميمها، مما يعود بالفائدة على قطاع النقل البري:

- توسيع البنية التحتية للشبكات السلكية واللاسلكية، بما في ذلك في المناطق الريفية والنائية، والنظر في احتياجات إنترنت الأشياء للخدمات اللاسلكية المرخصة وغير المرخصة، وكذلك لاستخدام الطيف. وينبغي استكمال الخطط الوطنية لنشر خدمات النطاق العريض، التي يجب أن تشمل استراتيجيات للوصول إلى المناطق غير المربحة تدعمها حوافز حكومية. فلا بد أن تهدف أي سياسة إلى إتاحة اتصال شبكي منخفض التكلفة وعالي السرعة.

- واستكمال إصلاحات قطاع الاتصالات من خلال وضع حد لهيمنة الاحتكارات القائمة، وتمكين المنافسة، وتعزيز ولاية الهيئات التنظيمية المستقلة لتضطلع بدور الحكم المحايد. فالشروط التنظيمية الواضحة ضمن سياسة واضحة للقطاع ستجتذب الاستثمارات الخاصة في مرحلة تطويره. فعلى سبيل المثال، يُعدّ من الممارسات الفضلى إصدار تراخيص موحدة واسعة النطاق لتمكين المشغلين من تقديم طائفة واسعة من الخدمات.

- والتشجيع على نشر الشبكات على صعيد البلديات باعتبارها أساسية لنُظم النقل الحضري. كذلك، السماح بالوصول إلى الأراضي الحكومية، وتوفير الأذونات الحكومية في الوقت المناسب فيما يتعلق مثلاً بالأبراج الخلوية والطيف، ذلك في إطار عملية مبسطة تتسم بمعايير واضحة.

- والحث على نشر الإصدار السادس لبروتوكول الإنترنت كونه تكنولوجيا تمكينية لنمو شبكة الإنترنت، علماً أنه سيزداد ضرورة مع إكثار إنترنت الأشياء من عدد الأجهزة المتصلة. ويتعين على الحكومات إدراج اعتماد الإصدار السادس ضمن الأولويات الوطنية وإشراك أصحاب المصلحة لتشجيع نشره في مجتمعهم. ثم إنه على السلطات التنظيمية للاتصالات أن تشجع مقدمي الخدمات على الانتقال إلى الإصدار السادس بأسرع ما يكون، وضمان أن تنحصر جميع عمليات النشر الجديدة بهذا الإصدار. ويتوفر لدى منظمات عديدة، مثل مركز تنسيق الشبكة الأوروبية لبروتوكول الإنترنت وجمعية الإنترنت، الاستعداد والرغبة في تقديم الدعم من أجل وضع خطة لنشر الإصدار السادس لبروتوكول الإنترنت وتنفيذها.

- وخفض سعر عرض النطاق الترددي الدولي والترابط إلى حوالى 2 دولار/ميغابت في الثانية، خصوصاً وأن كلفته في المنطقة العربية تُعدّ من بين الأعلى في العالم.

- وإنشاء نقاط تبادل إنترنت وطنية أو تعزيز القائم منها لترشيد استخدام الشبكات المحلية والحد من زمن التأخير. ويمكن للحكومات، للتحفيز على الاتصال بنقاط تبادل الإنترنت، أن تعمد إلى ربط خدمات الحكومة الإلكترونية التي توفرها بهذه النقاط، مما يحتم على مقدمي الخدمات الاتصال بدورهم بهذه النقاط لتمكين عملائهم من الولوج إلى الخدمات الحكومية.

ومن شأن تيسير سُبُل الوصول إلى الإنترنت أن يسهم أيضاً في تحقيق بعض أهداف التنمية المستدامة، ولا سيما المقصد 9-ج منها.

حاء. توحيد المقاييس وقابلية التشغيل البيني

يسهم اعتماد المعايير في نمو قطاع النقل البري عبر الحد من تكاليف التنمية وتعزيز التوافق وقابلية التشغيل البيني. ومن المسائل التي ينبغي حلها في غياب المعايير وإمكانية التشغيل البيني الاختلاف في مستويات التنمية و/أو الأداء والعوائق على صعيد الواجهة البينية.

وفي هذا الإطار، تعتبر مواصفات موجز النقل العام إحدى معايير تجزئة بيانات النقل (ولا سيما المعلومات المتعلقة بالنقل العام) وبالتالي تيسير التحليل والتوصل إلى أفكار مدروسة، وهي «تتيح لوكالات النقل العام نشر البيانات ذات الصلة في شكل يمكن أن يتطابق مع مجموعة واسعة من

تطبيقات البرمجيات. واليوم، يستخدم الآلاف من مقدمي خدمات النقل العام شكل البيانات وفقاً لهذه المواصفات»[130]. وعلى الرغم من عدم صدور قرار رسمي باستعمالها، فقد اعتمدتها وكالات النقل العام طوعاً واستخدمتها لنشر المعلومات ذات الصلة. ويتضمن العديد من السجلات المفتوحة مئات شبكات النقل المتاحة لعموم الناس ومجموعات بيانات الجداول الزمنية من وكالات النقل العام حول العالم[131].

ويحدد المكون الثابت في مواصفات موجز النقل العام شروط ومتطلبات الجداول الزمنية ومعلومات النقل العام والأسعار؛ بينما يوفر عنصرها الآني معلومات عن مواعيد الوصول، والعراقيل المحتملة، وغيرها. وباستطاعة تطبيقات الأطراف الثالثة استخدام علناً البيانات ذات الصلة المنشورة لتحسين إدارة المواصلات العامة وتزويد المستخدمين بالمعلومات والتحديثات. وتستخدم شركة غوغل مثلاً هذه المواصفات باعتبارها معيار بيانات النقل الخاص بها. وفي الوقت نفسه، فإن المواصفات التقنية للتشغيل البيني «تحدد المعايير التقنية والتشغيلية التي يجب أن يستوفيها كل نظام فرعي أو جزء من النظام الفرعي من أجل تلبية المتطلبات الأساسية وضمان قابلية التشغيل البيني لنظام السكك الحديدية في الاتحاد الأوروبي»[132].

وفي التصور الأمثل لبيئة قابلة للتشغيل البيني الكامل، يمكن لأي جهاز من أجهزة إنترنت الأشياء الاتصال بأي جهاز أو نظام آخر وتبادل المعلومات حسب الحاجة. غير أن قابلية التشغيل البيني أكثر تعقيداً من الناحية العملية، فهي تحدث بدرجات متفاوتة في طبقات مختلفة، ضمن عناصر بروتوكول تناقل البيانات التي تتوسط بين مختلف أجهزة إنترنت الأشياء والنُظُم. وعلاوة على ذلك، فإن قابلية التشغيل البيني الكامل في كافة جوانب المنتج الفني ليس ممكناً أو ضرورياً أو حتى مرغوباً فيه على الدوام. فإذا فُرض على نحو مصطنع (من خلال قرار حكومي مثلاً) قد يؤدي إلى تثبيط الاستثمار والابتكار.

وفي هذا الصدد، ينبغي للسلطات المعنية أن تعمد إلى ما يلي:

- شمل المعايير في مواصفات المشتريات الحكومية واختبارات المطابقة والقبول القياسية التي يجب أن تجتازها النُظُم المشتراة.
- وإنفاذ المعايير المتجذرة في توافق آراء شبكة عالمية من الأقران.
- وإدراج أهمية المعايير في السياسات الوطنية للدول العربية بشأن التكنولوجيا والابتكار في النقل البري. وينبغي أن تتفق البلدان المجاورة طوعاً على مجموعة موحدة من البيانات القابلة للتشغيل البيني، للسماح بدمج النُظُم التكنولوجية لإدارة المركبات والشحن عبر الحدود الوطنية.
- ونظراً لتعدد المعايير التي يمكن تطبيقها في نُظُم النقل، ينبغي للحكومات أن تشجع على استخدام معايير طوعية ومفتوحة قائمة على توافق الآراء.

الخلاصة

لطالما تميز قطاع النقل، خلافاً للقطاعات الأخرى، بأن تطوره يحصل عبر فترات طويلة من النمو الرتيب والبطيء، تفصل بينها تحولات سريعة وعميقة. ولكن على مدى العقدين الماضيين، حدثت تغيُّرات كبيرة في البنية التحتية والخدمات في مجال النقل، نتيجة لموجة التطورات التكنولوجية التي أعادت رسم معالم كافة جوانب المجتمع والمعروفة باسم الثورة الصناعية الرابعة.

ولقطاع النقل جوانب عديدة تشمل أبعاداً اقتصادية واجتماعية وبيئية مصحوبة بنُظُمها وتحدياتها الخاصة. ومن شأن إطار مفاهيمي متكامل أن يتصدى لهذه التحديات، ويوضح الروابط بين مختلف مكونات قطاع النقل وكيفية تأثير كل منها على الآخر. ومن نافلة القول إن إدماج التكنولوجيا في نُظُم النقل له فوائد اقتصادية واجتماعية وبيئية، إلا أن إحدى الفوائد الإضافية هي ضمان التكنولوجيات الرقمية الجديدة استخداماً أكثر كفاءة واستدامة للبنية التحتية القائمة، مما يسمح بتوفير الوقت والمال بدلاً من تبذيرهما على بنى تحتية جديدة.

وتوصّل هذا التقرير إلى خلاصة مفادها أن نُظُم تكنولوجيا المعلومات جميعها التي تم استعراضها في الفصل الثاني يمكن نشرها في البلدان العربية، وفقاً لرؤية وأولويات كل بلد. وتظهر نتائج الدراسة الاستقصائية التي أُجريت أن الدول العربية حريصة كل الحرص على تطبيق نُظُم النقل التي تقوم على التكنولوجيا، لكنها تشهد حالياً مستويات تنموية مختلفة. ثم إن التقرير يخلص إلى أنه لا يزال يتعين بذل الكثير من الجهد، مما يستدعي إطاراً سياساتياً شاملاً، لكي تنهض الحكومات بهذا القطاع الحيوي.

وسينجم عن إدماج الابتكارات التكنولوجية في قطاع النقل تأثير على الطلب على النقل وتغيير أنماط السلوك. وستكون له آثار عميقة على تشغيل نُظُم النقل وأدائها واستدامتها وتمويلها (بمشاركة القطاع الخاص) وعلى إتاحة خدمات النقل. وبعبارة أخرى، تعيد هذه التكنولوجيات الجديدة تعريف النقل كما نعرفه، مع ما يترتب على ذلك من آثار اجتماعية واقتصادية واسعة النطاق على المواطنين العاديين ومقدمي الخدمات وصانعي السياسات على السواء. فالتنقُّل كخدمة، على وجه الخصوص، بصدد تغيير نموذج الأعمال الخاص بتقديم خدمات النقل وتحويل النقل إلى سلعة.

وينبغي أن يدرك صانعو القرار في المنطقة العربية أهمية هذه التكنولوجيات والابتكارات الجديدة وآثارها البعيدة المدى على قطاع النقل، وأن يكونوا على استعداد لاعتمادها في هذا القطاع الحيوي، من أجل ضمان تحسين ظروف السلامة وقابلية الوصول والكفاءة والاستدامة.

وللاستفادة من الآثار الإيجابية لهذه التكنولوجيات، يجدر بالحكومات أن تنفذ جميع جوانب الإطار السياساتي الموصى به في الفصل الرابع. ولكي يدفع الابتكار بالإنتاجية الاقتصادية، على واضعي السياسات أن يكفلوا بيئة مؤاتية للابتكار تنظِّم بالتنسيق مع جميع أصحاب المصلحة المساهمين.

ولمواكبة المجالات التكنولوجية والرقمية الدائمة التطور والاستفادة القصوى منها في مجمل جوانب قطاع النقل (الوقود والنقل العام والتشغيل والإدارة والطاقة والآلات والنُظُم والاستثمارات، وما إلى ذلك)، لا بد للبلدان الاستعداد جيداً والشروع في اتخاذ الخطوات التالية[133]:

- الاستثمار السليم في تحسين البنى التحتية ومرافق النقل القائمة وإدماج الجديد منها، بالتزامن مع تطبيق الابتكارات التكنولوجية والرقمية ذات الصلة.
- تعميق معرفة الحكومات وأصحاب المصلحة والمستثمرين والمخططين والمهندسين والمستخدمين بسمات التطبيقات الرقمية والتكنولوجية القائمة في مجالات النقل المختلفة، وبالاتجاهات المستقبلية المرتقبة وبالتحديات التي تطرحها والحلول الممكنة.
- تطوير الأطر التنظيمية والتشريعية للنقل وخدماته بما يتوافق مع المشاكل المطروحة، ومع أطر الحوكمة المبتكرة التي تسمح بها تطبيقات الثورة التكنولوجية والرقمية في قطاع النقل.
- اعتماد التجارب السابقة في مجال التنفيذ والتخطيط وتصميم البرامج من البلدان الأكثر تقدماً (أي أعضاء مجلس التعاون الخليجي) أو تجارب محددة من البلدان النامية كمبادئ أو نماذج يحتذى بها من قبل البلدان الأخرى، مع إدخال التعديلات المناسبة على كل منها.
- إتاحة البنية التحتية التكنولوجية اللازمة، ألا وهي الإنترنت، للجميع وبأسعار ميسورة.

الحواشي

1. ESCWA, 2020a, p. 146.
2. ESCWA, 2019a, p. 34.
3. NEOM, 2021.
4. Khisty and Lall, 2003.
5. Frybourg, 1974; Chadwick, 1978; Reichman, 1983; Genton, 1985; Ortuzar and Willumsen, 1994; Banister and Berechman, 2000; Banks, 2002; Khisty and Lall, 2003; Baluch, 2006
6. Grimes, 2011, p. 1.
7. Khisty and Lall, 2003, p. 67.
8. Quinet, 1990, p. 99.
9. Grimes, 2010, p. 41.
10. Genton, 1985.
11. Reichman, 1983.
12. WHO, 2009.
13. ESCWA, 2015.
14. Baluch and Edwards, 2010.
15. Rodrigue, Comtois and Slack, 2017.
16. المرجع نفسه.
17. المرجع نفسه.
18. Henwood, 2006.
19. Levinson, 2016.
20. Rodrigue, Comtois and Slack, 2017.
21. Wright and Ashford, 1989.
22. Statista, 2020.
23. Baluch and Edwards, 2010.
24. Rodrigue, Comtois and Slack, 2017.
25. Banister and Berechman, 2000, p. 20.
26. Goodwin, 2015, p. 1.
27. Schwab and Davis, 2018.
28. Greer and others, 2018.
29. Maccubbin and others, 2008.
30. ITS United Kingdom, 2016.
31. ITU, 2006.
32. Kende, 2020, p. 11.
33. BehrTech, 2020.
34. RIPE NCC, 2020.
35. Torrieri, 2018.
36. Oracle, 2018b.
37. IoT Sense, 2018؛ Minerva, Biru and Rotondi, 2015؛ Khan and others, 2012.
38. IEEE, 2018, p. 15.
39. Allied Market Research, 2016.
40. Bejjani and others, 2019.
41. Pretz, 2019.
42. Bejjani and others, 2019.
43. IEEE, 2019.
44. Becha, 2018.
45. World Bank, 2016.
46. Gartner, 2021.
47. Gudivada, Baeza-Yates and Raghavan, 2015؛ Gewirtz, 2018؛ Oracle, 2018a.
48. Srivastava, 2019.
49. TomTom, 2012.
50. Hong, 2018.
51. Intel IT Centre, 2015.
52. Bradshaw and others, 2012.
53. Cook, 2012.
54. Sloane, 2015.
55. The Climate Group, 2008.
56. Sloane, 2015.
57. Sobrinski, 2018.
58. GIS Geography, 2021.
59. Paul, 2018.
60. ODC, 2015.
61. Benito, 2019.
62. لمزيد من المعلومات، يمكن الاطلاع على: ESCWA, 2019b.
63. European Union, 2021.
64. Huyer and Van Knippenberg, 2020.
65. Munajed, 2016.
66. ESCWA, 2018a.
67. World Wide Web Foundation, 2017.
68. Huyer and Van Knippenberg, 2020.
69. Stone and Antrim, 2017.
70. O'Brien, 2017.
71. Open Mobility Data, 2021.
72. World Wide Web Foundation, 2017.
73. Bejjani and others, 2019.
74. European Union, 2011.
75. Ptolemus Consulting Group, 2019.
76. Crawford, 2021.
77. Advance Access, 2020.
78. Pretz, 2019.
79. Al Masar, 2018; Dubai, 2019; Gulf News, 2019.
80. Transport for London, 2016; Siemens, 2021a; KonSULT, 2021; OECD, 2016. SCOOT stands for : Split Cycle Offset Optimisation Technique.
81. Baker, 2018; Rapid Flow, 2018.
82. Karlen, 2017.
83. Seminarsonly, 2021.
84. Haggiag, 2019.
85. BMaaS, 2017.
86. Greenfield, 2014.
87. Amalfi, 2019.
88. BMaaS, 2017.
89. Wikipedia, 2021.
90. Goodall and others, 2017.
91. MaaS Alliance, 2021.
92. Verdict, 2020.
93. Roland Berger, 2016.
94. Siemens, 2021b.
95. Baker, 2018.
96. Shaheen and Cohen, 2020.

97. Chen, Jin and Regan, 2010.
98. Business Wire, 2020.
99. Machin and others, 2018.
100. Gulf News, 2018.
101. Shahbandari, 2018.
102. المرجع نفسه.
103. Fabrikant, 2019.
104. European Commission, 2015.
105. Murphy, 2020.
106. Frenkel, 2018.
107. West and Allen, 2018.
108. المرجع نفسه.
109. Alcatel-Lucent 202.
110. Bergés and Samaras, 2019.
111. ITF, 2015.
112. ESCWA, 2020c.
113. لقد تم فعلاً تصميم واعتماد المفاهيم العامة لخطط هذه التكنولوجيات ونُظُمها.
114. OSCE and UNECE, 2012.
115. ESCWA, 2020d.
116. Gelvanovska, Rogy and Rossotto, 2014.
117. GSMA, 2021.
118. APNIC, 2021.
119. Open Data for Somalia, 2021; Omanuna, 2021; Open Data Saudi Arabia, 2021; Bayanat, 2021; Open Data for Africa, 2021.
120. Dubai, 2021.
121. CITC, 2021; Bahrain, 2017.
122. Göll and Zwiers, 2018.
123. ESCWA, 2017.
124. المرجع نفسه.
125. Gurin, Manley and Petrov, 2015.
126. ODC, 2021.
127. ESCWA, 2017.
128. ESCWA, 2019c.
129. Kende, 2020.
130. Tschofenig and others, 2015.
131. GTFS, 2021.
132. يُذكر منها موجز بيانات النقل من شركة غوغل (Google, 2021) ومن منصة ترانزيتلاند (Transitland, 2021)، وهما يتضمنان بيانات من حوالى 2500 مشغل.
133. European Union Agency for Railways, 2021.
134. ESCWA, 2018b.
135. World Bank, 2016.
136. Gartner, 2021.
137. Gewirtz, 2018؛ Gudivada, Baeza-Yates and Raghavan, 2015؛ Oracle, 2018a.
138. Srivastava, 2019.
139. TomTom, 2012.

المراجع

Abazorius, Abby (2013). MIT Big Data Initiative Launches Transportation Challenge, Privacy Working Group. MIT News, 12 November. Available from: https://news.mit.edu/2013/mit-big-data-initiative-launches-transportation-challenge-privacy-working-group-at-white-house-event.

Advance Access (2020). What are the Benefits of Intelligent Transportation Systems? Available from https://advanceaccess.ie/benefits-intelligent-transportation-systems/.

Al Masar (2018). Smart Traffic Systems Expanded. No.126, December. Available from: https://www.rta.ae/links/magazine/masar/Al_Masar_126_Eng.pdf.

Alcatel-Lucent (2020). The Internet of Things in Transportation: Build a Secure Foundation to Leverage IoT for Improved Passenger Experiences, Safety and Efficiency. Solution Brief. Available from https://www.al-enterprise.com/-/media/assets/internet/documents/iot-for-transportation-solutionbrief-en.pdf.

Allied Market Research (2016). IoT in Transportation: Market Outlook – 2023. Available from: https://www.alliedmarketresearch.com/IoT-in-transportation-market.

Amalfi, Franco (2019). Mobility-as-a-Service Can Enable Smarter Government. Oracle Blogs, 23 October. Available from: https://blogs.oracle.com/publicsector/mobility-as-a-service-can-enable-smarter-government.

Asia Pacific Network Information Centre (APNIC) (2021). IPv6 Capable Rate by Country (%). Available from: https://stats.labs.apnic.net/ipv6/.

Bahrain, Information & eGovernment Authority (2017). Cloud First Policy. General Directorate of Governance and Operations, 24 April. Available from https://www.bahrain.bh/wps/wcm/connect/f6cbcc18-73a4-1c5e-b50d51579230338-b/Cloud+First+Policy.pdf?MOD=AJPERES.

Baker, Francesca (2018). The Technology that Could End Traffic Jams. British Broadcasting Corporation (BBC), 12 December. Available from: https://www.bbc.com/future/article/-20181212can-artificial-intelligence-end-traffic-jams.

Baluch, Issa (2006). Transport Logistics: Past, Present and Horizons of the Future (Arabic). Dubai: Media One Publishing.

Baluch, Issa, and Charles H.W. Edwards (2010). Transport Logistics: The Wheel of Commerce. Raleigh, North Carolina: Ivy House Publishing Group.

Banister, David, and Joseph Berechman (2000). Transport Investment and Economic Development. London: Routledge.

Banks, James H. (2002). Introduction to Transportation Engineering. 2nd Edition. New York: Mc Graw-Hill.

Bayanat (2021). UAE Official Open Data Portal. Available from bayanat.ae.

Becha, Hanane (2018). The Missing Link in the Digitalization of the Supply Chain: Going Beyond Paperless and Embracing IoT Technologies for Logistic Excellence. Presented at UN/CEFACT Conference on "Internet of Things (IoT)"–Smart Containers". Available from https://unece.org/fileadmin/DAM/cefact/cf_forums/2018_Geneva/PPTs/IoT_PPTs/07_-_Hanane_Becha_-_CEFACT_IOT_Conference_Hanane_BECHA_April_Forum_2018.pdf.

BehrTech (6 .(2020 Leading Types of IoT Wireless Tech and Their Best Use Cases. Available from: https://behrtech.com/blog/-6leading-types-of-iot-wireless-tech-and-their-best-use-cases/.

Bejjani, Marwan, and others (2019). Smart Mobility in GCC cities: Fast Track to the Future. Strategy&. Available from https://www.strategyand.pwc.com/m1/en/reports/2019/smart-mobility-in-gcc-cities/smart-mobility-in-gcc-cities.pdf.

Benito, Azahara (2019). The 8 Open Government Data Principles. OGoov, 10 October. Available from: https://www.ogoov.com/en/blog/the-8-open-government-data-principles.

Bergés, Mario, and Constantine Samaras (2019). A Path Forward for Smart Cities and IoT Devices. IEEE Internet of Things Magazine, June. Available from https://par.nsf.gov/servlets/purl/10197594.

BetterCar (2020). Politique de Confidentialité. Available from https://bettercar.cab/politique-de-confidentialite.

Bradshaw, David, and others (2012). Quantitative Estimates of the Demand for Cloud Computing in Europe and the Likely Barriers to Up-take. International Data Corporation (IDC). Available from https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/quantitative-estimates-demand-cloud-computing-europe-and-likely-barriers-take-final-report.

Brehm, Denise (2014). HuMNet Lab Students Win Big at MIT Big Data Challenge. MIT News, 3 April. Available from: https://news.mit.edu/2014/humnet-lab-students-win-big-mit-big-data-challenge.

Burban, Thibault (2019). Un An Après, la Vie sans Autolib'. Le Parisien, 31 July. Available from https://www.leparisien.fr/info-paris-ile-de-france-oise/transports/un-an-apres-la-vie-sans-autolib8126865-2019-07-31-.php.

Business MaaS (BMaaS) (2017). Mobility-as-a-Service and Overcoming the Issues to Get Critical MaaS. 21 December. Available from: https://www.businessmaas.com/apps/mobility-service-overcoming-issues-get-critical-maas/.

Business Wire (2020). Global Report on AI in the Automotive and

Transportation Industry (2019 to 2029) – CAGR of %13.12 Expected During the Forecast Period - ResearchAndMarkets.com. 13 February. Available from: https://www.businesswire.com/news/home/20200213005425/en/Global-Report-AI-Automotive-Transportation-Industry2019-.

Chadwick, George (1978). A Systems View of Planning: Towards a Theory of the Urban and Regional Planning Process. 2nd Edition. Oxford: Pergamon Press.

Chen, Rex, Wen-Long Jin and Amelia Regan (2010). Broadcasting Safety Information in Vehicular Networks: Issues and Approaches. IEEE Network, vol.24, no.1. Available from https://ieeexplore.ieee.org/document/5395779.

Communications and Information Technology Commission (CITC) (2021). Regulatory Framework for Cloud Computing (Arabic). Available from https://www.citc.gov.sa/ar/RulesandSystems/RegulatoryDocuments/Pages/CCRF.aspx.

Cook, Gary (2012). How Clean is Your Cloud? منظمة غرين بيس الدولية. Available from https://www.greenpeace.org/static/planet-4 international-stateless/04/2012/e7c8ff-21howcleanisyourcloud.pdf.

Crawford, David (2021). Benefits of ITS. In PIARC (World Road Association) Road Network Operations & Intelligent Transport Systems: A Guide for Practitioners. Available from https://rno-its.piarc.org/en/its-basics/benefits-its.

Desrosiers, Raphaël (2019). François Denis, Directeur Général d’Ubeeqo France : « L’Année 2019 va être une Année Clé pour Ubeeqo ». L’Automobile & L’Entreprise, 7 June. Available from https://www.automobile-entreprise.com/L-annee-2019-va-etre-une-annee-cle,8088.

Dubai, Roads and Transport Authority (RTA) (%26 .(2019 of Building Works Completed in Al Barsha Traffic Control Centre. Press Release, 23 March. Available from: https://www.rta.ae/wps/portal/rta/ae/home/news-and-media/all-news/NewsDetails/building-works-completed-in-albarsha-traffic-control-centre.

___________ (2021). Official Website. Available from: https://www.rta.ae/wps/portal/rta/ae/home?lang=en.

European Commission (2015). eCall in all New Cars from April 28 .2018 April. Available from https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ecall-all-new-cars-april2018-.

European Union (2011). The European Electronic Toll Service (EETS): Guide for the Application of the Directive on the Interoperability of Electronic Road Toll Systems. Available from https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/media/publications/doc/-2011eets-european-electronic-toll-service_en.pdf.

___________ (2020). The Benefits and Value of Open Data. European Data Portal, 22 January. Available from: https://www.europeandataportal.eu/en/highlights/benefits-and-value-open-data.

___________ (2021). European Union Open Data Portal. Available from: https://data.europa.eu/euodp/en/data/.

European Union Agency for Railways (2021). Technical Specifications for Interoperability. Available from https://www.era.europa.eu/activities/technical-specifications-interoperability_en.

Fabrikant, Alex (2019). Predicting Bus Delays with Machine Learning. Google AI Blog, 27 June. Available from: https://ai.googleblog.com/06/2019/predicting-bus-delays-with-machine.html.

Frenkel, Sheera (2018). Tech Giants Brace for Europe’s New Data Privacy Rules. New York Times, 28 January. Available from: https://www.nytimes.com/28/01/2018/technology/europe-data-privacy-rules.html.

Frybourg, Michel (1974). Les Systèmes de Transport: Planification et Décentralisation. Paris: Eyrolles.

Gartner (2021). Gartner Glossary: Big Data. Available from: https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/big-data#:~:text=Big20%data20%is20%high2%Dvolume,decision20%making2%C20%and20%process20%automation.

Gelvanovska, Natalija, Michel Rogy and Carlo Maria Rossotto (2014). Infrastructure Deployment and Developing Competition. In Broadband Networks in the Middle East and North Africa: Accelerating High-Speed Internet Access, Chapter 3, pp.99-59. Washington D.C.: World Bank. Available from https://www.worldbank.org/en/region/mena/publication/broadband-networks-in-mna.

General Transit Feed Specification (GTFS) (2021). GTFS: Making Public Transit Data Universally Accessible. Available from: https://gtfs.org/.

Genton, D. L. (1985). Conception et Exploitation de Réseaux de Transport. Paris-ENPC, DEA Transports, Document Pédagogique.

Geronimo, Adelle (2020). Dubai Commuters Can Now Get Real-Time Bus Updates on Google Maps. TahawulTech, 26 February. Available from: https://www.tahawultech.com/industry/transport-logistics/dubai-bus-updates-google-maps/.

Gewirtz, David (2018). Volume, Velocity, and Variety: Understanding the Three V’s of Big Data. ZDNet, 21 March. Retrieved from: https://www.zdnet.com/article/volume-velocity-and-variety-understanding-the-three-vs-of-big-data/.

GIS Geography (1000 .(2021 GIS Applications & Uses – How GIS Is Changing the World. Available from: https://gisgeography.com/gis-applications-uses/.

Göll, Edgar, and Jakob Zwiers (2018). Technological Trends in the MENA Region: The Cases of Digitalization and Information and Communications Technology (ICT). Middle East and North Africa Regional Architecture (MENARA) Working Paper, no.23, November. Available from https://www.cidob.org/en/publications/publication_series/menara_papers/working_papers/technological_trends_in_the_mena_region_the_cases_of_digitalization_and_information_and_communications_technology_ict.

Goodall, Warwick, and others (2017). The Rise of Mobility as a Service: Reshaping How Urbanites Get Around. Deloitte Review, no.20. Available from https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/consumer-business/deloitte-nl-cb-ths-rise-of-mobility-as-a-service.pdf.

Goodwin, Tom (2015). The Battle is for the Customer Interface. Tech Crunch, 4 March. Available from: https://techcrunch.com/03/03/2015/in-the-age-of-disintermediation-the-battle-is-all-for-the-customer-interface/#:~:text=Uber2%C20%the20%world's20%largest20%taxi,media20%owner2%C20%creates20%no20%content.

Google (2021). Google's Transit Data Feed. Available from https://code.google.com/archive/p/googletransitdatafeed/wikis/PublicFeeds.wiki.

Greenfield, Adam (2014). Helsinki's Ambitious Plan to Make Car Ownership Pointless in 10 Years. The Guardian, 10 July. Available from: https://www.theguardian.com/cities/2014/jul/10/helsinki-shared-public-transport-plan-car-ownership-pointless.

Greer, Liz, and others (2018). Intelligent Transportation Systems Benefits, Costs, and Lessons Learned: 2018 Update Report. U.S. Department of Transportation, Research and Innovative Technology Administration (RITA). Available from https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/36236.

Grimes, Arthur (2010). The Economics of Infrastructure Investment: Beyond Simple Cost Benefit Analysis. Motu Working Paper 05-10. Motu Economic and Public Policy Research. Available from http://motu-www.motu.org.nz/wpapers/05_10.pdf.

___________ (2011). Strategic Transport Choices. Motu Note 5#. Motu Economic and Public Policy Research. Available from https://www.motu.nz/assets/Documents/our-work/urban-and-regional/infrastructure/Motu-Note5-.pdf.

GSM Association (GSMA) (2021). Network Coverage Maps. Available from https://www.gsma.com/coverage/.

Gudivada, Venkat N., Ricardo Baeza-Yates and Vijay V. Raghavan (2015). Big Data: Promises and Problems. Computer, Vol.48, No.3. Available from https://pdfs.semanticscholar.org/5b8c/ce5e3fabbc5b455b4d546e94928fec128861.pdf.

Gulf News (2018). Smart Pedestrian Signals in 15 Dubai Locations. 2 March. Available from https://gulfnews.com/uae/transport/smart-pedestrian-signals-in-15-dubai-locations1.2181623-.

___________ (2019). Dubai's Smart Traffic System Project Now %65 Complete, RTA Says. 24 August. Available from: https://gulfnews.com/uae/transport/dubais-smart-traffic-system-project-now-65-complete-rta-says1.65984803-.

Gurin, Joel, Laura Manley and Oleg Petrov (2015). New Discussion Paper: How Open Data Can Drive Sustainable Development. World Bank Blogs, 26 August. Available from: https://blogs.worldbank.org/digital-development/new-discussion-paper-how-open-data-can-drive-sustainable-development.

Haggiag, Amos (2019). What Does SaaS Have to Do with MaaS? Mass Transit, 11 March. Available from: https://www.masstransitmag.com/digital-editions/article/21069107/what-does-saas-have-to-do-with-maas.

Harper, Rachael (2020). First Real-Time Passenger Information Provided in Kuwait. Intelligent Transport, 21 January. Available from: https://www.intelligenttransport.com/transport-news/94957/first-real-time-passenger-information-kuwait/.

Henwood, Rachel (2006). Seafreight Forwarding: The Practitioner's Definitive Guide. Singapore Logistics Association. Singapore: Straits Times Press.

Hong, Andy (2018). Mobility as a Service (MaaS): What it is and Where it is Headed. Andy Hong Blog, 21 March. Available from: https://www.andyhong.org/single-post/21/03/2018/Mobility-as-a-Service-definition.

Huyer, Esther, and Laura Van Knippenberg (2020). The Economic Impact of Open Data: Opportunities for Value Creation in Europe. European Data Portal. Available from: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1021d8a11-5782-7ea8-b01-81aa75ed71a1/language-en/format-PDF.

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) (2018). Internet of Things for Telecom Engineers: A report on Current State and Future Technologies. Available from https://vdocuments.net/reader/full/internet-of-things-for-telecom-introduction-internet-of-things-for-telecom-engineers.

___________ (2019). How the IoT Will Transform the Transportation Industry. IEEE Innovation at Work. Available from: https://innovationatwork.ieee.org/how-the-iot-will-transform-the-transportation-industry/.

Intel IT Centre (2015). Big Data in the Cloud: Converging Technologies. Solution Brief. Available from https://www.intel.com.au/content/dam/www/public/us/en/documents/product-briefs/big-data-cloud-technologies-brief.pdf.

International Telecommunication Union (ITU) (2006). Handbook on Land Mobile (including Wireless Access) – Volume 4: Intelligent Transport Systems. Available from https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/hdb/R-HDB-2006-49-OAS-PDF-E.pdf.

International Transport Forum (ITF) (2015). Big Data and Transport: Understanding and Assessing Options. Corporate Partnership Board Report. Available from https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/15cpb_bigdata_0.pdf.

IoT Sense (2018). The Layers of IoT. 10 June. Available from: https://www.iotsense.io/blog/the-layers-of-iot/.

ITS United Kingdom (2016). Intelligent Transport Systems (ITS) and their Benefits. Available from: https://its-uk.org.uk/wp-content/uploads/02/2017/ITS-UK-Benefits-of-ITS.pdf.

Karlen, Leif (2017). Case Study: Displaying Real-Time Bus Occupancy Levels in Seoul, South Korea. Innovative Governance of Large Urban Systems (IGLUS), 12 December. Available from: https://iglus.org/case-study-displaying-real-time-bus-occupancy-levels-in-seoul-south-korea/#.

Kende, Michael (2020). Middle East and North Africa Internet Infrastructure. جمعية الإنترنت. Available from: https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/04/2020/Middle_EastNorth_Africa_Internet_Infrastructure_-2020EN.pdf.

Khan, Rafiullah, and others (2012). Future Internet: The Internet of Things Architecture, Possible Applications and Key Challenges. Proceedings of the 10th International Conference on Frontiers of Information Technology (FIT). Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). pp. 260-257. Available from https://www.researchgate.net/publication/261311447_Future_Internet_The_Internet_of_Things_Architecture_Possible_Applications_and_Key_Challenges.

Khisty, C. Jostin, and B. Kent Lall (2003). Transport Engineering: An Introduction. New Jersey: Pearson Education.

KonSULT (2021). Urban Traffic Control Systems. Available from: http://www.its.leeds.ac.uk/projects/konsult/private/level2/instruments/instrument014/l014_2c.htm.

Kumar, Nallapaneni Manoj, and Archana Dash (2017). The Internet of Things: An Opportunity for Transportation and Logistics. Proceedings of the International Conference on Inventive Computing and Informatics (ICICI) 2017. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). pp.197-194. Available from https://www.researchgate.net/publication/321242420_The_Internet_of_Things_An_Opportunity_for_Transportation_and_Logistics.

Levinson, Marc (2016). The Box: How the Shipping Container Made the World Smaller and the World Economy Bigger. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

MaaS Alliance (2021). Working Together. Available from: https://maas-alliance.eu/homepage/working-together/.

Maccubbin, Robert P., and others (2008). Intelligent Transportation Systems: Benefits, Costs, Deployment, and Lessons Learned – 2008 Update. United States Department of Transportation, Research and Innovative Technology Administration (RITA), Intelligent Transportation Systems Joint Program Office. Available from https://ntlrepository.blob.core.windows.net/lib/14412/30466/30400/30000.pdf.

Machin, Mirialys, and others (2018). On the Use of Artificial Intelligence Techniques in Intelligent Transportation Systems. IEEE Wireless Communications and Networking Conference Workshops (WCNCW). Available from https://ieeexplore.ieee.org/document/8369029.

Middleton, Natalie (2018). Ubeeqo Expands Car Sharing Across South London. Fleetworld. Available from: https://fleetworld.co.uk/ubeeqo-expands-car-sharing-across-south-london/.

Minerva, Roberto, Abyi Biru and Domenico Rotondi (2015). Towards a Definition of the Internet of Things (IoT). Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Internet Initiative. Available from https://iot.ieee.org/images/files/pdf/IEEE_IoT_Towards_Definition_Internet_of_Things_Revision27_1MAY15.pdf.

Munajed, Bachir (2016). Status of Open Government in the Arab Region – (Overview). Presentation at ESCWA. Available from: https://www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/events/files/bachir-munajed-status-open-government_1.pdf.

Murphy, Michael (2020). Artificial Intelligence Being Used to Check Dubai Taxi Drivers & Passengers are Wearing Face Masks. TaxiPoint, 16 June. Available from: https://www.taxi-point.co.uk/post/artificial-intelligence-being-used-to-check-dubai-taxi-drivers-passengers-are-wearing-face-masks.

NEOM (2021). What is THE LINE? Available from https://www.neom.com/whatistheline/.

O'Brien, Oliver (2017). Smart Mobility and Open Data: A Global and Personal Perspective. Institute for Transportation & Development Policy (ITDP), 20 November. Available from: https://www.itdp.org/20/11/2017/smart-mobility-open-data/.

Ohio University (5 .(2020 Advancements in Transportation Technology. Ohio University, 28 January. Available from https://onlinemasters.ohio.edu/blog/-5advancements-in-transportation-technology/.

Omanuna (2021). The Official Oman eGovernment Services Portal. Available from: omanportal.gov.om

Open Data Charter (ODC) (2015). Principles. Available from: https://opendatacharter.net/principles/.

___________ (ODC) (2021). Official Website. Available from opendatacharter.net.

Open Data for Africa (2021). Egypt Data Portal. Available from https://egypt.openataforafrica.org/.

Open Data for Somalia (2021). Somali Open Data. Available from: opendataforsomalia.org.

Open Data Saudi Arabia (2021). National Open Data Portal (Arabic). Available from: https://data.gov.sa/.

Open Mobility Data (2021). Open Mobility Data. Available from: https://transitfeeds.com/.

Oracle (2018a). Big Data Defined. Available from: https://www.oracle.com/big-data/what-is-big-data/#link2.

___________ (2018b). What is IoT? Available from: https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot.html.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2016). The Internet of Things: Seizing the Benefits and Addressing the Challenges. Ministerial Meeting on the Digital Economy, Background Report. OECD Digital Economy Papers, no.252. Available from https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/the-internet-of-things_5jlwvzz8td0n-en.

Organization for Security and Co-operation in Europe (OSCE) and United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) (2012). Handbook of Best Practices at Border Crossings – A Trade and Transport Facilitation Perspective. Available from https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/bcf/publications/OSCE-UNECE_Handbook.pdf.

Ortuzar, Juan de Dios, and Luis G. Willumsen (1994). Modelling Transport. 2nd Edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.

Paul, Shimonti (2018). GIS in Transportation. Geospatial World, 30 May. Available from https://www.geospatialworld.net/blogs/gis-in-

transportation/.

Pretz, Kathy (2019). Internet of Things Technology Will Connect Highways, Street Lights, and Vehicles. IEEE Spectrum, 20 June. Available from: https://spectrum.ieee.org/the-institute/ieee-products-services/internet-of-things-technology-will-connect-highways-street-lights-and-vehicles.

PricewaterhouseCoopers (PwC) (2019). Saudi Arabia: Data Privacy Landscape. Available from https://www.pwc.com/m1/en/services/tax/me-tax-legal-news/2019/saudi-arabia-data-privacy-landscape-ksa.html.

Ptolemus Consulting Group (2019). Electronic Tolling Global Study 2019. Available from: https://www.ptolemus.com/research/electronic-toll-collection/.

Quinet, Emile (1990). Analyse Economique des Transports. Paris: Presses Universitaires de France (PUF).

Rapid Flow (2018). Surtrac Deployment at Urban Grid Networks in Pittsburgh Neighborhoods. 30 August. Available from: https://www.rapidflowtech.com/blog/surtrac-deployment-at-urban-grid-networks-in-pittsburgh-neighborhoods.

Reichman, Shalom (1983). Les Transports: Servitude ou Liberté. Paris: Presses Universitaires de France (PUF).

RIPE NCC (2020). About IPv6. Available from: https://www.ripe.net/publications/ipv-6info-centre/about-ipv6.

Rodrigue, Jean-Paul, Claude Comtois and Brian Slack (2017). The Geography of Transportation Systems. 4th Edition. London & New York: Routledge.

Roland Berger (2016). Bike Sharing 4.0. Hamburg. June. Available from https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_bike_sharing_0_4.pdf.

Schwab, Klaus, and Nicholas Davis (2018). Shaping the Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum.

Seminarsonly (2021). Automated Highway Systems. Available from: https://www.seminarsonly.com/Civil_Engineering/automated-highway-systems.php.

Shahbandari, Shafaat (2018). On the AI Highway. Gulf News, 3 November. Available from https://gulfnews.com/uae/transport/on-the-ai-highway1.2297256-.

Shaheen, Susan, and Adam Cohen (2020). Chapter 3 – Mobility on Demand (MOD) and Mobility as a Service (MaaS): Early Understanding of Shared Mobility Impacts and Public Transit Partnerships. In Demand for Emerging Transportation Systems: Modeling Adoption, Satisfaction, and Mobility Patterns, pp.59-37.

Siemens (2021a). Minimizing Traffic Delays and Stops with SCOOT Adaptive Control. Available from: https://www.mobility.siemens.com/us/en/portfolio/road/traffic-management/scoot-adaptive-traffic-control.html.

___________ (2021b). What if you Could Borrow a (e-)Bike at any Place and Time in your City? Available from: https://www.mobility.siemens.com/global/en/portfolio/references/bike-sharing-lisbon.html.

Sloane, Katie (2015). The Green Case for the Cloud: Environmental Benefits of Cloud Computing. EzeCastle Integration, 2 June. Available from https://www.eci.com/blog/-15779the-green-case-for-the-cloud-environmental-benefits-of-cloud-computing.html.

Sobrinski, Dan (2018). Microsoft-WSP Study Highlights Environmental Benefits of Cloud Computing. WSP, 7 June. Available from https://www.wsp.com/en-CN/insights/microsoft-cloud-computing-environmental-benefit-study.

Srivastava, Smriti (2019). Billions of IoT Devices to Produce 79.4 Zettabytes of Data in 2025, Says IDC. Analytics Insight, 21 June. Available from https://www.analyticsinsight.net/billions-iot-devices-produce-4-79-zettabytes-data-2025-says-idc/#:~:text=The20%market20%intelligence20%firm2%C20%International,into20%small20%and20%large20%datasets.

Statista (2020). Container Shipping – Statistics & Facts. 18 March. Available from: http://www.statista.com/topics/1367/container-shipping.

Stone, Laurie, and Aaron Antrim (2017). Making Transit Apps Work for All. RMI, 23 October. Available from: https://rmi.org/making-transit-apps-work/.

TASMU Smart Qatar (2021). Official Website. Qatar Ministry of Transportation and Communication. Available from https://www.tasmu.gov.qa/en.

The Climate Group (2008). SMART 2020: Enabling the Low Carbon Economy in the Information Age. The Climate Group, on behalf of the Global e-Sustainability Initiative (GeSI). Available from https://gesi.org/research/smart-2020-enabling-the-low-carbon-economy-in-the-information-age.

The Local (2018). Paris: Autolib Electric Car Scheme 'to End in Days' After Authorities Pull the Plug. 19 June. Available from: https://www.thelocal.fr/20180619/wheels-set-to-come-off-paris-autolib-electric-cars.

TomTom (2012). Real Time & Historical Traffic: TomTom Delivers a Unique Proposition. Available from: https://www.tomtom.com/lib/doc/licensing/RTTHT.EN.pdf.

Torrieri, Marisa (2018). Connected Transportation by Land: Laying the Ground Work. Via Satellite. Available from: http://interactive.satellitetoday.com/via/november2018-/connected-transportation-by-land-laying-the-ground-work/_fragment.html.

Transitland (2021). Transitland Operators. Available from https://www.transit.land/operators/.

Transport for London (2016). Surface Intelligent Transport System. Programmes and Investment Committee, 30 November. Available from: http://content.tfl.gov.uk/-05p-1sits-pas.pdf.

Tschofenig, Hannes, and others (2015). Architectural Considerations in

Smart Object Networking. Internet Architecture Board (IAB). RFC 7452. Available from https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7452.txt.

United Nations Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA) (2015). Impact of Conflicts on Transport and Trade in the Arab Region (Arabic). E/ESCWA/EDGD/2014/IG.1/CRP.3. Available from https://digitallibrary.un.org/record/1292103?ln=en.

___________ (2017). سياسة الابتكار للتنمية المستدامة الشاملة في المنطقة العربية. E/ESCWA/TDD/1/2017. Available from https://www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/publications/files/innovation-policy-inclusive-sustainable-development-arab-region-english_0.pdf.

___________ (2018a). Fostering Open Government in the Arab Region. E/ESCWA/TDD/2018/INF.1. Available from https://www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/publications/files/fostering-open-government-arab-region-2018-english.pdf.

___________ (2018b). The Technological Revolution and its Impact on the Future of the Transport Sector in the Arab region. Paper prepared for a round-table discussion at the 19th Session of the Committee on Transport and Logistics. E/ESCWA/CR.2018/5/CRP.1. Available from https://www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/events/files/the_technological_revolution_and_its_impact_on_the_future_the_transport_sectorin_the_arab_region.pdf.

___________ (2019a). Arab Horizon 2030: Digital Technologies for Development. E/ESCWA/TDD/3/2017. Available from https://www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/publications/files/arab-horizon-2030-digital-technologies-development-english_0.pdf.

___________ (2019b). Capacity Development Material on Open Data. E/ESCWA/TDD/2019/TP.1. Available from https://www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/publications/files/open-government-greater-public-sector-transparency-accountability-english.pdf.

___________ (2019c). Innovation and Entrepreneurship: Opportunities and Challenges for Arab Youth and Women. E/ESCWA/TDD/2019/TP.2. Available from https://www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/publications/files/innovation-entrepreneurship-opportunities-challenges-arab-youth-women-english.pdf.

___________ (2020a). Arab Sustainable Development Report 2020. E/ESCWA/SDD/2/2019. Available from https://asdr.unescwa.org/sdgs/pdf/en/ASDR-2020Final-Online.pdf.

___________ (2020b). Expert Group Meeting on Technology and Innovation for Land Transport Development in the Arab Region. 1 December. Available from https://www.unescwa.org/events/meeting-technology-innovation-transport-arab.

___________ (2020c). Questionnaire on Technology and Innovation in Land Transport 2020 (Digital Technology). Available from https://ee.kobotoolbox.org/x/BYdCOZIQ.

___________ (2020d). Questionnaire on Technology and Innovation in Land Transport 2020 (Transport Sector). Available from https://ee.kobotoolbox.org/x/Cqxu34tC.

Verdict (2020). Top Influencers in MaaS in Q2019 4: Companies and Individuals to Follow. 19 February. Available from: https://www.verdict.co.uk/biggest-influencers-maas/.

West, Darrell M., and John R. Allen (2018). How Artificial Intelligence is Transforming the World. Brookings, 24 April. Available from: https://www.brookings.edu/research/how-artificial-intelligence-is-transforming-the-world/.

Wikipedia (2021). Mobility as a Service. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Mobility_as_a_service.

Williamson, Jonny (2018). A Trio of IoT Success Stories. The Manufacturer, 12 July. Available from: https://www.themanufacturer.com/articles/trio-iot-success-stories/.

World Bank (2016). Big Data Innovation Challenge: Pioneering Approaches to Data-Driven Development. Washington D.C.: World Bank. Available from http://documents1.worldbank.org/curated/en/396861470905612761/pdf/-107751REVISED-PUBLIC-BigData-Publication-e-version-FINAL.pdf.

World Health Organization (WHO) (2009). Global Status Report on Road Safety: Time for Action. Geneva: WHO. Available from https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/report/en/.

World Wide Web Foundation (2017). Open Data Barometer (ODB), Fourth Edition: Global Report. Available from https://opendatabarometer.org/doc/4thEdition/ODB4-thEdition-GlobalReport.pdf.

Wright, Paul H., and Norman J. Ashford (1989). Transport Engineering: Planning and Design, 3rd Edition. New York: John Wiley & Sons.

لطالما استفاد قطاع النقل من موجات التقدم التكنولوجي، وما برحت الحلول التكنولوجية المبتكرة تحوّل معالمه وتسهم في تحديثه على مر العصور. واليوم، تتيح التكنولوجيات الناشئة مثل الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، والبيانات الضخمة، والبيانات المفتوحة، والحوسبة السحابية، فرصاً جديدة من أجل تطوير مجال النقل البري. ويعِد استخدام هذه التكنولوجيات بتحوّل في قطاع النقل من شأنه تعزيز كفاءة البنى التحتية، وتحسين السلامة المرورية، وتسهيل تنقُّل الناس، والحد من استهلاك الوقود وانبعاثات الكربون على حد سواء. ويتناول هذا التقرير دور التكنولوجيا والابتكار في تحويل نظام النقل على مر التاريخ. ويسلط كذلك الضوء على أهمية الابتكار والتكنولوجيا الرقمية الناشئة في قطاع النقل البري، ويبرز أثرهما الإيجابي على الصعيدين الاجتماعي والاقتصادي، فضلاً عن دفعهما بالتقدم المحرز نحو تحقيق خطة التنمية المستدامة لعام 2030. ويبيّن التقرير، استناداً إلى خبرات البلدان المتقدمة كما النامية، القيمة المضافة للتكنولوجيا والابتكار في مجال النقل البري. وانطلاقاً من النتائج المستخلصة من استبيانين أجرتهما الإسكوا، يتطرق التقرير إلى الوضع الراهن للتكنولوجيات التمكينية وإلى التطبيقات التكنولوجية ذات الصلة الأكثر استخداماً اليوم في المنطقة العربية فيقدم، في إثر تحليل هذه النتائج، توصيات سياساتية لتيسير دمج التكنولوجيا في النقل البري في البلدان العربية.

21-00141