



SDAIA

الهيئة السعودية للبيانات
والذكاء الاصطناعي
Saudi Data & AI Authority

المركبات ذاتية القيادة تجارب وتحديات

يناير 2022





بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



كلمة معالي الرئيس

قطاع النقل من أهم القطاعات التي أولتها رؤية المملكة 2030 اهتمامًا بالغًا لما له من تأثير كبير على الاقتصاد الوطني ورفاهية المواطنين. ولذلك ركزت الإستراتيجية الوطنية للبيانات والذكاء الاصطناعي (نُسدي) على هذا القطاع ضمن القطاعات ذات الأولوية القصوى لتمكينه عن طريق تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي. وهذه التقنيات هي الركيزة الرئيسة لكثير من التطورات والمبادرات التي تقوم بها الدول لتحسين البنية التحتية وتعزيز سلامة النقل ورفع كفاءة المواصلات. ومن أهم التقنيات الحديثة التي تتسابق إليها كثير من الدول المتقدمة اليوم هي تقنيات المركبات ذاتية القيادة، ويجري اختبارها وتجربتها في مناطق مختلفة من أنحاء العالم، بهدف التأكد من نضوج مستوياتها التقني، وتقييم جاهزية الدول لتبنيها على نطاق واسع. ويعمل الباحثون والمصنعون لهذه التقنيات على قدم وساق لتطويرها وتحسين كفاءتها وإيجاد الحلول المناسبة للتحديات التي تواجهها في الجوانب التشريعية والتقنية والبنية التحتية وقبول المستهلكين.

وبفضل الله -سبحانه وتعالى- تتميز المملكة العربية السعودية ببنية تحتية وتقنية رائدة على مستوى العالم مما يؤهلها لتكون في صدارة الدول الأعلى جاهزية لتبني التقنيات الحديثة والتطورات التقنية في مختلف المجالات وخاصة قطاع النقل. وما تأسيس الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (سدايا) إلا خير شاهد على اهتمام قيادتنا الرشيدة بأحدث التقنيات التي تمكن جميع القطاعات العامة والخاصة من رفع جودتها وتحسين إنتاجيتها لبناء اقتصاد متين ومستدام وتوفير بيئة خصبة لرفاهية المواطنين وتعزيز وسائل الراحة والأمان في جميع نواحي الحياة. ونحمد الله -سبحانه وتعالى- أن منّ علينا في هذا البلد بقيادة طموحة وداعمة لكل تطور نافع تحت رؤية ثاقبة يقودها مولاي خادم الحرمين الشريفين الملك سلمان بن عبدالعزيز آل سعود وسمو ولي عهده الأمين الأمير محمد بن سلمان آل سعود -حفظهما الله وسددهما وأعانهما- وهذا يزيدنا حماسًا وإصرارًا في السعي الحثيث لتكون المملكة ضمن الدول الرائدة وفي مصاف الدول المتقدمة على مختلف الأصعدة.

الدكتور عبدالله بن شرف الغامدي

رئيس الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي



محتويات

08 ملخص تنفيذي	30 تحديات حالية
11 مقدمة	33 توقعات مستقبلية
12 مستويات الأتمتة	36 عوامل مؤثرة
13 فوائد ومخاطر	37 خلاصة
14 حالات الاستخدام	38 مراجع
15 جاهزية الدول	40 ملحق
16 الركائز الرئيسية	40 الملحق (أ): ترتيب 30 دولة في مؤشر الجاهزية للمركبات ذاتية القيادة 2020
18 أفضل عشر دول	40 الترتيب العام
20 سنغافورة	41 السياسات والتشريعات
21 هولندا	42 التقنيات والابتكار
22 النرويج	43 البنية التحتية
23 الولايات المتحدة الأمريكية	44 قبول المستهلكين
24 فنلندا	45 الملحق (ب): التشريعات والأوامر التنفيذية للمركبات ذاتية القيادة في الولايات المتحدة
25 السويد	
26 كوريا الجنوبية	
27 الإمارات العربية المتحدة	
28 المملكة المتحدة	
29 الدنمارك	

ملخص تنفيذي

في المرتبة الرابعة لتقدمها في جوانب دعم التقنيات والابتكار ومجالات الحوسبة السحابية والذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، وبعدها جاء كل من فنلندا والسويد في المرتبة الخامسة والسادسة على التوالي لتمييزهما في زيادة استخدام المجتمع للتقنيات واعتمادهما عليها، وفي المرتبة السابعة جاءت كوريا الجنوبية متقدمة في تغطية خدمات الجيل الرابع (4G)، تلتها الإمارات العربية المتحدة في المرتبة الثامنة وتميزت في الاستعداد لتغيير البنية التحتية التقنية للتناسب مع المركبات ذاتية القيادة، ثم تلتها المملكة المتحدة في المرتبة التاسعة وبرزت في جوانب الأمن السيبراني، وفي المرتبة العاشرة جاءت الدنمارك متميزة في قرب مناطق اختبار المركبات ذاتية القيادة من السكان.

وبالرغم من الجهود الحثيثة في تطوير المركبات ذاتية القيادة والاستعداد لتبنيها؛ إلا أن هذه الجهود تواجه تحديات متعددة في الجوانب التشريعية والتقنية والمجتمعية والتخطيطية. وهذه التحديات تشكل حجر عثرة في تقدم تقنيات المركبات ذاتية القيادة، وتحوّل دون الجاهزية الكاملة لتبنيها واستخدامها على نطاق واسع.

وفي حال شهدت المركبات ذاتية القيادة تطورًا في تقنياتها وزيادة في إنتاجها تسارعًا في اختباراتها واعتمادًا لسياساتها فإنه من المتوقع أن تصبح آمنة وموثوقة بحلول عام 2025م، وقد تكون متاحة تجاريًا في عدد من المناطق بحلول عام 2030م، كما أنه من المحتمل أن تشكل السيارات ذاتية القيادة نصف المبيعات الجديدة بعد عام 2045م، وقد تكون في متناول الجميع بحلول عام 2050م.

يشهد العالم اليوم تطورات هائلة في صناعة المركبات وتسهيل سبل المواصلات وذلك بإدخال الذكاء الاصطناعي لأتمتة مهام القيادة، ونتج عن ذلك ما يعرف اليوم بالمركبات ذاتية القيادة التي تمتاز بقدرتها على استشعار محيطها والتحرك بتحكم واكتفاء ذاتي، ومن المتوقع أن تُسهّم هذه المركبات في تخفيف الازدحام المروري وتحسين جودة الحياة وتحقيق درجات سلامة عالية.

فقد ازداد اهتمام عدد من الدول بالمركبات ذاتية القيادة في الآونة الأخيرة؛ مما دفعها إلى السعي في رفع جاهزيتها لتبني هذه المركبات عن طريق وضع السياسات التشريعية لاختبارها واستخدامها، والاستثمار في تهيئة بنيتها التحتية، فضلاً عن تخصيص طرق لإجراء الاختبارات.

يهدف هذا التقرير إلى تسليط الضوء على المركبات ذاتية القيادة وفوائدها ومخاطرها وحالات استخدامها، واستعراض مساعي أبرز الدول للاستعداد لتبنيها، وكذلك الإشارة إلى التحديات التي تواجه تطويرها وتطبيقها. إضافة إلى ذلك يقدم التقرير توقعات مستقبلية حول انتشار استخدام المركبات ذاتية القيادة على نطاق واسع، مع الإشارة إلى أهم العوامل المؤثرة في سرعة انتشارها.

وخلص التقرير إلى أن المركبات ذاتية القيادة مازالت تحت الاختبار والتجربة في عدد من الدول، وتختلف مستويات الاستخدام وجاهزية الدول لتبنيها بحسب إمكانياتها وجهودها في السياسات والتشريعات وكذلك قدراتها في البنية التحتية والتقنية والابتكار، إضافة إلى قبول المستهلكين. وبحسب مؤشر جاهزية الدول للمركبات ذاتية القيادة الصادر عن شركة كيه بي إم جي (KPMG) في عام 2020م، احتلت سنغافورة المرتبة الأولى لتمييزها بشكل رئيس في السياسات والتشريعات وجودة الطرق، وجاءت هولندا في المرتبة الثانية نظرًا إلى تقدمها في ركيزة البنية التحتية وخاصة معدل انتشار محطات شحن المركبات الكهربائية، وتليها في المؤشر النرويج التي حققت أعلى المعدلات في معدل الحصة السوقية للسيارات الكهربائية، وجاءت الولايات المتحدة الأمريكية





مقدمة

شهد قطاع النقل في الآونة الأخيرة تطورات متسارعة في أتمتة مهام القيادة في المركبات وتقليل التدخل البشري بهدف رفع كفاءة وسائل المواصلات وتقليل تكاليفها، ومن المتوقع أن تكون المركبات ذاتية القيادة نقلة نوعية جديدة في مجال النقل، الأمر الذي دفع كثيرًا من الدول إلى الإسراع في تهيئة البيئة المناسبة لتسهيل تبني هذه التقنيات والإسهام في تطويرها. وتعمل أكثر من (80) شركة متخصصة على تطوير تقنيات المركبات ذاتية القيادة، وجمعت هذه الشركات في عام 2021 استثمارات تُقدر بنحو (3) مليارات دولار (أي ما يقارب 11.25 مليار ريال سعودي)¹.

وبشكل عام يمكن تعريف المركبات ذاتية القيادة على أنها مركبات قادرة على استشعار محيطها والتحرك بتحكم واكتفاء ذاتي. وهذا التعريف يُشير إلى الأتمتة الكاملة لمهام القيادة (المستوى 5) حسب تصنيف جمعية مهندسي السيارات العالمية (SAE International). وتختلف إمكانات هذه التقنيات من شركة إلى أخرى، وكذلك تختلف أحجام المركبات وحالات استخدامها، وما زالت هذه التقنيات تواجه عددًا من الجوانب التقنية والتنظيمية والمجتمعية.

ويهدف هذا التقرير إلى استعراض إمكانات السيارات ذاتية القيادة وفوائدها ومخاطر استخدامها، والإشارة إلى أبرز التجارب العالمية في التجهيز لتبنيها، إضافةً إلى ذكر أبرز التحديات الحالية التي تواجه تبني هذه المركبات، والتطرق إلى بعض التوقعات المستقبلية لانتشارها. ويُختتم التقرير بملخص عن أهم ما ورد فيه.

مستويات الأتمتة

تعتمد جمعية مهندسي السيارات العالمية (SAE International) ستة مستويات لتصنيف الأتمتة في مهام قيادة المركبات²، تبدأ من المستوى صفر (لا توجد أتمتة) إلى المستوى الخامس (أتمتة كاملة) كما هو موضح في الشكل 1.

مستوى 5			مستوى 4			مستوى 3			مستوى 2			مستوى 1			مستوى 0					
لا حاجة لقيادة المركبة أثناء تشغيل ميزات القيادة المؤتمتة، حتى وإن كان جالساً على مقعد السائق									قيادة المركبة عند تشغيل ميزات دعم السائق، حتى وإن لم يوجه المركبة وقدمه بعيدة عن دواسات الوقود						دور السائق					
لا يطلب النظام من السائق قيادة المركبة									قد يطلب النظام من السائق قيادة المركبة											
الإشراف على الميزات الداعمة وتوجيه المقود والتحكم في السرعة حسب الحاجة للحفاظ على السلامة																				
مميزات القيادة المؤتمتة									مميزات دعم السائق									الميزات		
الاستفادة من الميزات المؤتمتة لقيادة المركبة تحت أي ظرف									تقديم المساعدة اللحظية والتحذيرات											
الاستفادة من الميزات المؤتمتة لقيادة المركبة في ظل ظروف محددة فقط									دعم التوجيه أو التحكم في سرعة المركبة									مثال على الميزات		
الاستفادة من الميزات المؤتمتة لقيادة المركبة في ظل ظروف محددة فقط									دعم التوجيه أو التحكم في سرعة المركبة											
مطابقة للمستوى 4، ولكن يمكن للنظام استخدام ميزات القيادة المؤتمتة في كل مكان وفي جميع الظروف									نظام المحافظة على المسار 9 أو									المكابح التلقائية في حالات الطوارئ		
مطابقة للمستوى 4، ولكن يمكن للنظام استخدام ميزات القيادة المؤتمتة في كل مكان وفي جميع الظروف									نظام المحافظة على المسار 9 أو											
قد تعمل المركبات لتقديم خدمة الأجرة العامة									نظام مثبت السرعة التفاعلي									تحذير النقطة العمياء		
قد تعمل المركبات لتقديم خدمة الأجرة العامة									نظام مثبت السرعة التفاعلي											
قد تكون مجهزة بدواسة وقود وعجلة قيادة									نظام مثبت السرعة التفاعلي									تحذير الخروج عن المسار		
قد تكون مجهزة بدواسة وقود وعجلة قيادة									نظام مثبت السرعة التفاعلي											

الشكل 1: مستويات أتمتة مهام قيادة المركبات

فوائد ومخاطر

فيما يلي ذكر لأبرز الفوائد والمخاطر المتعلقة باستخدام المركبات ذاتية القيادة³.

فوائد

- ▶ **تقليل إجهاد السائقين وزيادة إنتاجيتهم:** يمكن لسائقي السيارات الراحة والقراءة وإنجاز الأعمال أثناء التنقل.
- ▶ **التنقل لغير السائقين وذوي الإعاقة:** تقليل أعباء التنقل لغير السائقين وذوي الإعاقة.
- ▶ **انخفاض تكاليف التنقل:** تقليل تكاليف خدمات سيارات الأجرة بسبب انعدام تكلفة سائقيها.
- ▶ **زيادة السلامة:** تقليل مخاطر الحوادث والتكاليف العالية للتأمين.
- ▶ **مشاركة المركبات:** تقليل ملكية المركبات والتكاليف المرتبطة بذلك.
- ▶ **انخفاض تكاليف مواقف المركبات:** تقليل الحاجة إلى مواقف السيارات في جميع الأماكن بصفة عامة.

مخاطر

- ▶ **ارتفاع التكاليف التشغيلية:** معدات وخدمات ورسوم إضافية.
- ▶ **مخاطر استخدام غير متوقعة:** حوادث ناتجة عن أعطال في أنظمة التشغيل أو ازدياد حركة المرور أو كثافة المركبات.
- ▶ **انخفاض الأمان والخصوصية:** مخاطر الاختراق، وقد تتسبب بعض الميزات مثل تتبع الموقع ومشاركة البيانات في تقليل مستوى الخصوصية.
- ▶ **زيادة تكاليف البنية التحتية:** معايير تصميم جديدة وصيانة أكثر للطرق.
- ▶ **زيادة مشاكل المرور:** زيادة الازدحام وتعطل الحركة المرورية.
- ▶ **قلة الوظائف:** انخفاض الطلب على وظائف السائقين.

حالات الاستخدام

يمكن استخدام المركبات ذاتية القيادة في مجالات متعددة من أبرزها⁴:

التوصيل

توصيل الطرود والمواد الغذائية.



تنقلات الأفراد

توصيل الأفراد أو النقل المشترك.



المجال العسكري

الاستخدامات العسكرية مثل المدرعات والقوارب والطائرات ذاتية القيادة.



المجال اللوجستي

النقل بين المستودعات والتوزيع وتوصيل المنتجات إلى المتاجر.



جاهزية الدول



تصدر شركة كيه بي إم جي (KPMG) تقريرًا سنويًا لقياس مؤشر جاهزية المركبات ذاتية القيادة في عدد من الدول. وبيّمت المؤشر في أحدث إصدار (2020م) مدى استعداد (30) دولة لتبني المركبات ذاتية القيادة بناءً على (28) مقياسًا مصنفة تحت أربع ركائز رئيسية، وهي: السياسات والتشريعات، والتقنيات والابتكار، والبنية التحتية، وقبول المستهلكين⁵. ويعرض الملحق (أ) ترتيب الـ (30) دولة حسب الركائز الرئيسية.



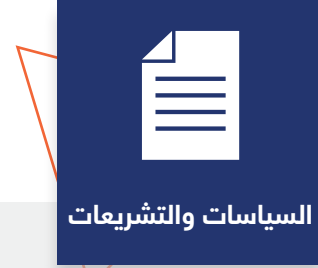
الركائز الرئيسية



التقنيات والابتكار

تتضمن هذه الركيزة تسعة مقاييس على النحو الآتي:

- ◀ **الشركات الصناعية:** عقد شركات مع الشركات المتخصصة في المركبات ذاتية القيادة.
- ◀ **الشركات التقنية المتخصصة:** وجود مقرات رسمية لشركات المركبات ذاتية القيادة.
- ◀ **براءات الاختراع:** براءات الاختراع المتعلقة بالمركبات ذاتية القيادة المسجلة باسم البلد.
- ◀ **حجم الاستثمارات:** مجموع الاستثمارات في مجال المركبات ذاتية القيادة.
- ◀ **توافر أحدث التقنيات:** مدى انتشار التقنيات الحديثة بين أفراد المجتمع.
- ◀ **القدرة على الابتكار:** إمكانيات الابتكار بصفة عامة.
- ◀ **الأمن السيبراني:** مدى جودة القدرات السيبرانية.
- ◀ **الحوسبة السحابية والذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء:** حجم الطلب والاستثمارات في الخدمات السحابية وتطبيقات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء.
- ◀ **الحصة السوقية للسيارات الكهربائية:** نسبة السيارات الكهربائية من إجمالي السيارات.



السياسات والتشريعات

تتضمن هذه الركيزة سبعة مقاييس على النحو الآتي:

- ◀ **اللوائح التنظيمية:** اللوائح الداعمة لاستخدام المركبات ذاتية القيادة والقيود المفروضة على إجراء الاختبارات والتجارب.
- ◀ **التمويل الحكومي:** تمويل برامج الاختبار والتجريب.
- ◀ **وجود جهة متخصصة:** وجود كيانات تركز على الابتكار في تقنيات النقل والمركبات ذاتية القيادة.
- ◀ **استعداد الحكومة للتغيير:** التخطيط الإستراتيجي والتنظيم وسيادة القانون.
- ◀ **التوجه المستقبلي للحكومة:** التدابير المتعلقة باستقرار السياسات وتكيف الإطار القانوني مع التغيير، إضافةً إلى رؤية الحكومة طويلة المدى.
- ◀ **كفاءة النظام القانوني:** مدى سهولة اعتراض الشركات الخاصة على الإجراءات الحكومية أو اللوائح من خلال النظام القانوني.
- ◀ **بيئة مشاركة البيانات:** تبني نهج البيانات المفتوحة والمشاركة.



قبول المستهلكين

تتضمن هذه الركيزة ستة مقاييس على النحو الآتي:

- ◀ **السكان الذين يعيشون بالقرب من مناطق الاختبار:** نسبة السكان المحليين الذين يعيشون في مناطق الاختبار بناءً على عدد سكان المدينة.
- ◀ **استخدام المجتمع للتقنيات:** مدى استخدام المستهلكين للتقنيات المختلفة.
- ◀ **تبني تقنيات المعلومات والاتصالات:** تبني المستهلكين لتقنيات المعلومات والاتصالات واشتراكات الهاتف المحمول والنطاق العريض والألياف البصرية ومستخدمي الإنترنت.
- ◀ **المهارات الرقمية:** نسبة السكان الذين لديهم مهارات رقمية من إجمالي السكان العاملين.
- ◀ **الاستعداد الفردي:** معدل مستخدمي وسائل التواصل الاجتماعي النشطين ومعدل الالتحاق بالتعليم العالي ومعدل الأمية للبالغين ونسبة الشباب والكبار الذين لديهم مهارات تقنية .
- ◀ **انتشار خدمة طلب سيارات الأجرة:** نسبة السكان الذين يستخدمون خدمة النقل المشترك.



البنية التحتية

تتضمن هذه الركيزة ستة مقاييس على النحو الآتي:

- ◀ **محطات شحن المركبات الكهربائية:** عدد أجهزة الشحن بالنسبة لعدد السكان.
- ◀ **تغطية خدمات الجيل الرابع (4G):** الوصول الواسع إلى شبكات البيانات المتنقلة التي تدعم تقنيات الجيل الرابع.
- ◀ **جودة الطرق:** مستوى جودة الطرق وجاهزيتها.
- ◀ **البنية التحتية التقنية:** مدى جاهزية البنية التحتية التقنية الداعمة للمركبات ذاتية القيادة.
- ◀ **سرعة الاتصال اللاسلكي:** سرعة نقل البيانات في شبكة الاتصال اللاسلكية.
- ◀ **تقنية النطاق العريض:** توفر تقنية النطاق العريض السلكية واللاسلكية.

أفضل عشر دول

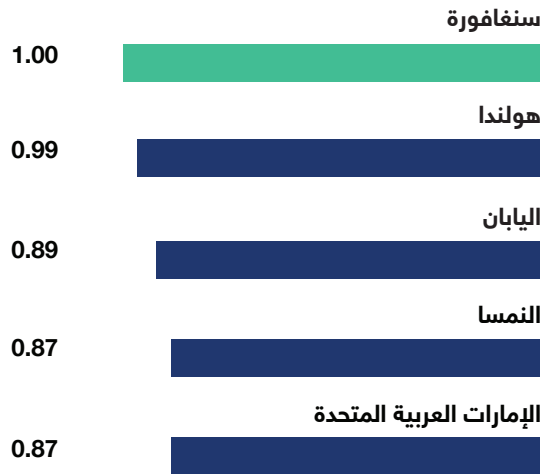
الترتيب	اسم الدولة	السياسات والتشريعات	التقنيات والابتكار	البنية التحتية	قبول المستهلكين
1	سنغافورة	1	11	5	1
2	هولندا	3	10	1	7
3	النرويج	10	5	3	5
4	الولايات المتحدة الأمريكية	6	2	9	6
5	فنلندا	4	8	11	2
6	السويد	15	6	8	3
7	كوريا الجنوبية	16	7	2	10
8	الإمارات العربية المتحدة	8	22	4	4
9	المملكة المتحدة	2	9	16	12
10	الدنمارك	12	15	10	4





01 | سنغافورة

أفضل خمس دول في جودة الطرق



المصدر: المنتدى الاقتصادي العالمي، تقرير التنافسية العالمية (2019)

وعلى صعيد التقنية والابتكار فقد أعلنت شركة هيونداي (Hyundai) في عام 2020م عن افتتاح مركز ابتكار عالمي في سنغافورة بحلول عام 2022م، كما أنشأت شركة ديساي (Desay) الصينية مركزاً للبحث والتطوير للعمل على المركبات ذاتية القيادة في سنغافورة.

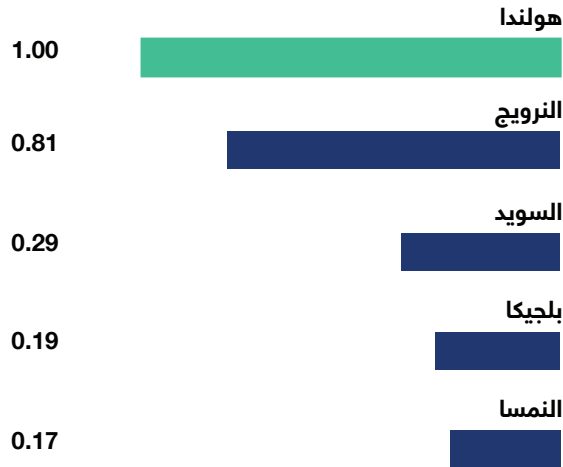
تُصنّف سنغافورة بوصفها أعلى دولة من حيث السياسات والتشريعات والجهود في التشجيع على استخدام المركبات ذاتية القيادة، فقد نشرت الحكومة في عام 2019م مرجعاً فنياً للمركبات ذاتية القيادة (Technical Reference for Autonomous Vehicles - TR68) بوصفها مسودةً للمعايير الوطنية، إضافةً إلى إطار عمل تطوعي يختص بحوكمة الذكاء الاصطناعي حُدث في عام 2020م لإضافة حالات استخدام واقعية واعتبارات لكيفية استخدام الذكاء الاصطناعي بصورة ملائمة. أما من ناحية الاختبارات التي تُجرى على المركبات ذاتية القيادة، فقد وسّعت سنغافورة منطقة الاختبار لتشمل جميع الطرق العامة في غرب سنغافورة (حوالي 1000 كيلومتر)، على عكس معظم الدول الأخرى التي تعتمد على مواقع اختبار محددة وصغيرة نسبياً. إضافةً إلى ذلك بدأت الدولة بتدريب (100) من سائقي الحافلات بوصفهم مشغلي سلامة في المركبات ذاتية القيادة بهدف تقديم الخدمة في ثلاث مدن جديدة بحلول عام 2022م.

ومن العوامل التي أسهمت في تهيئة بيئة الاختبارات الخاصة بالمركبات ذاتية القيادة توفر بنية تحتية تُعد الأفضل عالمياً بحسب تقرير التنافسية الصادر عن المنتدى الاقتصادي العالمي، إذ بلغت الميزانية المخصصة لدعم الاختبارات في عام 2019م (4.3) مليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 16 مليون ريال سعودي)، كما تعمل سنغافورة على زيادة عدد محطات شحن المركبات الكهربائية من (1600) إلى (28000) بحلول عام 2030م، وذلك بهدف التخلص التدريجي من جميع مركبات الوقود بحلول عام 2040م، لاسيما في ظل الإقبال الكبير على المركبات الكهربائية من قبل المستهلكين في سنغافورة.



02 | هولندا

أفضل خمس دول في محطات شحن السيارات الكهربائية



المصدر: وكالة الطاقة الدولية، التوقعات العالمية للمركبات الكهربائية (2019)

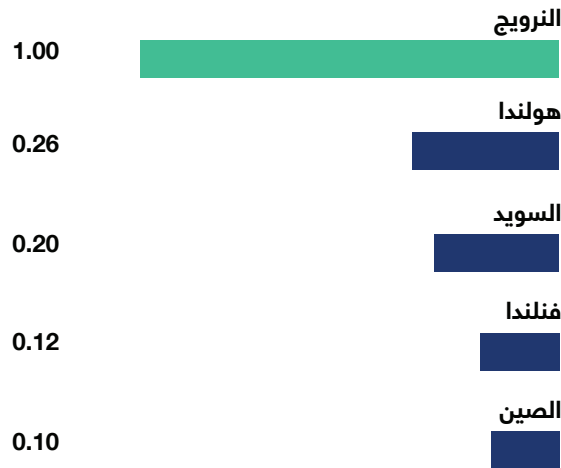
تُعد هولندا من أفضل الدول في السياسات والتشريعات والتمويل الحكومي لبرامج الاختبار والتجريب، إذ أعلنت الحكومة الهولندية في عام 2018م أنها تعمل على تطوير رخصة سير لهذه المركبات، مما سمح بوضع المعايير والمصادقة على استخدام الطرق، وفي العام نفسه أطلقت الحكومة إطار عمل لتبني المركبات ذاتية القيادة لكنها واجهت عدة تحديات عند الشروع في إجراء الاختبارات في العام الذي يليه، لذا لم تنجح الحكومة حتى الآن في منح رخصة سير للمركبات ذاتية القيادة. إضافة إلى ذلك أصدرت الحكومة قانون في عام 2019م يحكم الاستخدام التجريبي للمركبات ذاتية القيادة (Experimenteerwet zelfrijdende auto) على الطرق العامة⁶.

تحتل هولندا الريادة في البنية التحتية فهي توفر محطات شحن للمركبات الكهربائية بمعدل ثلاثة لكل ألف شخص، كما توفر أيضًا طرقًا ذات جودة عالية. وشهدت الدولة عام 2019م توسعًا في استخدام وسائل الطرق الذكية كإشارات المرور امتد إلى (60) منطقة جديدة.



03 | النرويج

أفضل خمس دول في الحصة السوقية للسيارات الكهربائية



المصدر: إي في - فوليوم دوت كوم (2019)

تُعد النرويج إحدى الدول الرائدة عالميًا من ناحية استخدام تقنيات النقل الحديثة كالمركبات الكهربائية، ومن المتوقع أن تعمل تقنية المركبات ذاتية القيادة بصورة أفضل في السيارات والحافلات الكهربائية، وتحتل النرويج المرتبة الثانية عالميًا من ناحية عدد محطات شحن المركبات الكهربائية، وأصدرت الحكومة سياسات وتشريعات تمنح الجميع الفرصة للوصول إلى المركبات ذاتية القيادة مع وضع إطار عمل مخصص لها. أما من ناحية الاختبارات التطبيقية فقد وسعت الدولة في عام 2019م اختباراتهما لتمتد إلى التطبيقات الفعلية، إذ تعمل ثلاثة خطوط حافلات في الوقت الحالي ذاتيًا، وهناك خدمة نقل باستخدام المركبات ذاتية القيادة في كونغسبرغ من محطة القطار إلى مركز التقنية في المدينة. وبفضل السياسات الطموحة والحوافز طويلة الأمد، كان أكثر من نصف السيارات المباعة مطلع عام 2020م تعمل بالكهرباء.

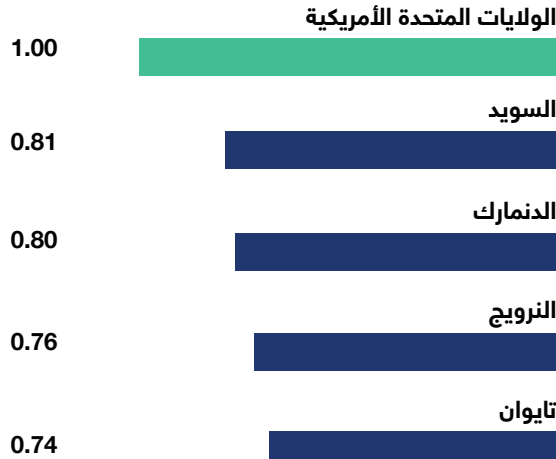
وتجري الدولة دراسات تحليلية لزيادة السرعة القصوى للمركبات ذاتية القيادة على الطرق، إذ استنتجت أنه من الممكن زيادة السرعة من 16 إلى 20 كم/ الساعة، كما تتوقع زيادتها إلى 25 كم/ الساعة لتواكب سرعة حركة المرور في المناطق الحضرية. تختبر الدولة كذلك هذه المركبات في أحوال الطقس القاسية على جزر سفالبارد (Svalbard) المغطاة بالثلوج في القطب الشمالي، وتستخدم الدولة شاحنات ذاتية القيادة لربط المناجم ومستودعات السكك الحديدية في شمالي البلاد.

بالإضافة إلى ما سبق، فالنرويج رائدة في القوارب ذاتية القيادة وتوفر عدة مسارات قصيرة عبر المضائق البحرية للعبّارات التي تعمل آليًا إلى حدّ كبير مع وجود دعم بشري، كما تستخدم قوارب مماثلة لنقل البضائع في المياه الساحلية للنرويج.



04 | الولايات المتحدة الأمريكية

أفضل خمس دول في الحوسبة السحابية والذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء



المصدر: هواوي ، مؤشر الاتصال العالمي (2019)

وعلى صعيد جاهزية البنية التحتية للطرق واستخدام المركبات ذاتية القيادة في النقل العام، يُعد أداء الولايات المتحدة الأمريكية ضعيفًا نسبيًا إضافةً إلى اهتمامها بشكل أكبر بالمركبات الخاصة وسيارات الأجرة، كما تركز الحكومة على تقديم المركبات ذاتية القيادة على مستوى الولايات والمدن مثل مدينتي ديترويت وبيتسبرغ. ويحتوي الملحق (ب) رسمًا توضيحيًا لحالة التشريعات والأوامر التنفيذية للمركبات ذاتية القيادة في كل ولاية.⁸

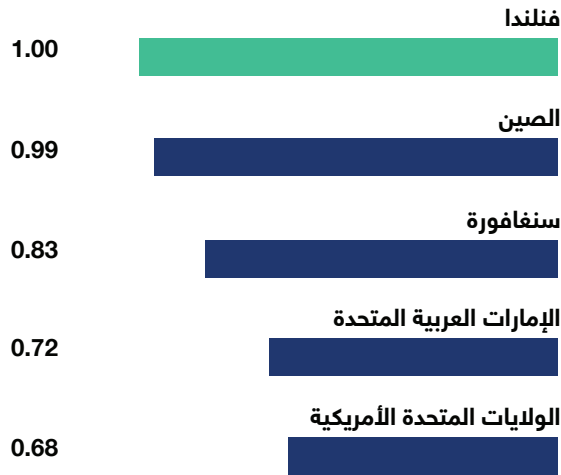
تحتل الولايات المتحدة الأمريكية المرتبة الثانية بعد إسرائيل في مجال التقنية والابتكار، إذ إن لديها (420) شركة في مجال المركبات ذاتية القيادة، وعلى الرغم من ذلك فإنه لا يوجد لديها إطار تنظيمي موحد لاختبار واستخدام المركبات ذاتية القيادة، وإنما يجري تنظيم الاختبار والاستخدام حسب القوانين والأوامر التنفيذية التي تصدرها كل ولاية. كما سنت مقاطعة كولومبيا و(38) ولاية تشريعات أو أصدرت أوامر تنفيذية بشأن المركبات ذاتية القيادة، إذ تسمح (5) ولايات بعمل دراسات خاصة بالمركبات ذاتية القيادة، وتعطي (12) ولاية الصلاحية بإجراء الاختبارات، بينما تسمح مقاطعة كولومبيا و(16) ولاية أخرى بالاستخدام الكامل للمركبات ذاتية القيادة، وأجرت (18) ولاية اختبارًا أو استخدمت مركبات دون وجود السائق.⁷

وتعمل عدد من شركات التقنية وصانعي السيارات على تطوير المركبات ذاتية القيادة وتجربتها، إذ اشترت شركة أبل (Apple) الشركة الناشئة درايف إيه آي (Drive.ai) في عام 2019م، التي أجرت تجربة لتحويل المركبات الموجودة في طرق مدينة تكساس إلى مركبات ذاتية القيادة، كما استأنفت شركة أوبر (Uber) في عام 2020م اختبار المركبات ذاتية القيادة في مدينة سان فرانسيسكو. وكشفت شركة جينرال موتورز (General Motors) في عام 2020م عن سيارة أوريجين (Origin) وهي سيارة ذاتية القيادة مصممة خصيصًا لمشاركة الرحلات (Ride-Sharing)، كما استثمرت شركة فورد (Ford) في عام 2017م في الشركة الناشئة أرجو إيه آي (Argo AI) التي أجرت اختبارات على الطرق العامة في فلوريدا وميشيغان و كاليفورنيا وتكساس.



05 | فنلندا

أفضل خمس دول في انتشار خدمة طلب سيارات الأجرة



المصدر: ستاتيسا (2020)

حازت فنلندا على تصنيف عالٍ نظرًا إلى أدائها القوي في كل من القوانين التشريعية الخاصة بالمركبات ذاتية القيادة وكفاءة النظام القانوني وفقًا لاستطلاع المنتدى الاقتصادي العالمي⁹، كما قامت الحكومة بالكثير من الأعمال لضمان جاهزية الدولة لتبني المركبات ذاتية القيادة مثل فتح شبكة الطرق بالكامل للتجارب وإصدار قانون مرور جديد دخل حيز التنفيذ في عام 2020م.

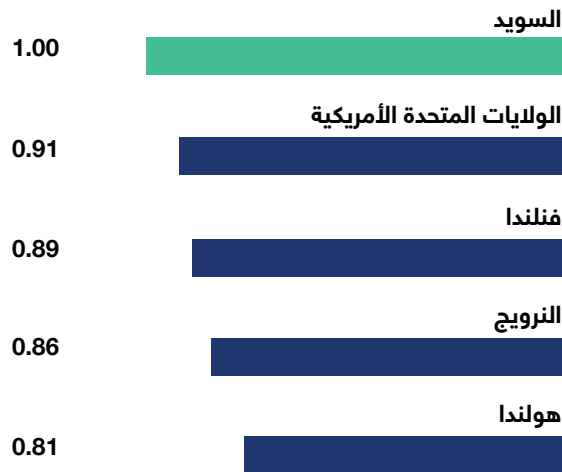
تشجع الحكومة على استخدام المركبات ذاتية القيادة للحد من الآثار البيئية الناتجة عن استخدام سيارات الوقود، ولذا أطلقت تجربتها الأولى في مدينة هلسنكي عام 2015م لاستخدام الحافلات الصغيرة ذاتية القيادة، وفي عام 2019م بدأ تشغيل حافلة جاشا (Gacha) ذاتية القيادة والقادرة على العمل في جميع الظروف في مدينة إسبو. وتم جمع (7) ملايين دولار أمريكي في عام 2020م لتمويل توسع استخدام حافلة جاشا في أوروبا وآسيا، وتسعى فنلندا إلى توسيع استخدام هذا النوع من الحافلات في الخدمات التجارية بحلول عام 2021م.

تتمتع فنلندا بمنظومة قوية للمركبات ذاتية القيادة تجمع بين القطاعين العام والخاص وتشتمل على الشركات القائمة والناشئة والمؤسسات الحكومية. يدعم هذه المنظومة وجود حدث تقني سنوي يطلق عليه سِلش (Slush)، ومن أمثلة الجهات المشاركة بفاعلية في هذه المنظومة رود كلاود (Roadcloud) وفي تي تي (VTT) ومانميتالاي توس (Maanmittauslaitos) وفيسالا (Vaisala) وتي إم إف جي (TMFG) وترافيكوم (Traficom) وإل في إم فيلا (LVM Väylä) وبنزيس فنلندا (Business Finland)، بالإضافة إلى منتدى فيريوم هلسنكي (Forum Virium Hel-sinki) الخاص بتطوير حلول المدن الذكية بالتعاون مع الشركات والأوساط العلمية والمواطنين.



السويد | 06

أفضل خمس دول في استخدام المجتمع للتقنيات



المصدر: كيه بي إم جي العالمية، مؤشر الجاهزية للتغيير (2019)

تتميز السويد بعدة جهود في مجال المركبات ذاتية القيادة من ضمنها توسيع نطاق اختبارات هذه المركبات على الطرق العامة ورفع السرعة القصوى إلى 80 كم/ الساعة، كما تستمر شركات صناعة المركبات مثل فلفو تركس (Volvo Trucks) وسكانيا (Scania) وفلفو كارز (Volvo Cars) في إجراء تجارب على المركبات ذاتية القيادة. وتُتيح السويد إصدار تصاريح للمركبات ذاتية القيادة على الطرق العامة مع اشتراط وجود سائق بشري داخل المركبة أو مشغل خارجها.

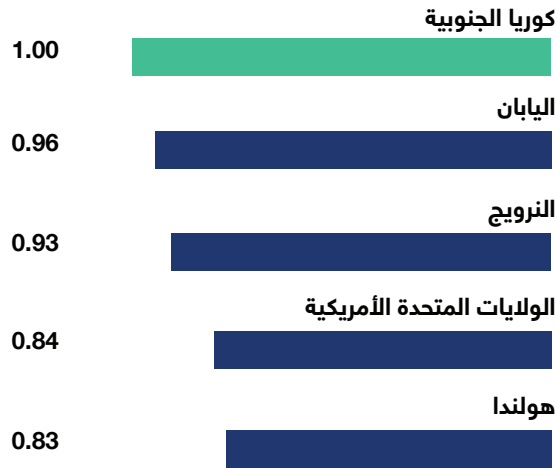
تركز الدولة على استخدام المركبات ذاتية القيادة في الخدمات اللوجستية، ففي عام 2019م استخدمت شاحنة آينرايد بود (Einride Pod) ذاتية القيادة للانطلاق في أول رحلة في البيئات الحضرية بهدف تسليم مجموعة من البضائع لأحد فروع سوبر ماركت ليدل الألمانية (German Supermarket Lidl) في ستوكهولم.

وتأتي السويد في صدارة مقياس استخدام المجتمع للتقنيات في مؤشر جاهزية التغيير 2019م الصادر عن شركة كيه بي إم جي (KPMG)¹⁰، وتُعد من أعلى الدول حسب مقياس تبني تقنيات المعلومات والاتصالات، والمهارات الرقمية مما جعلها في المركز الثالث في ركيزة قبول المستهلكين.



07 | كوريا الجنوبية

أفضل خمس دول في تغطية خدمات الجيل الرابع (4G)



المصدر: أوبن سقنال (2019)

وعليه تتوقع الإستراتيجية أن تكون (9%) من السيارات المباعة الجديدة من المركبات ذاتية القيادة من المستوى الثالث أو الرابع بحلول عام 2025م، وسترتفع في عام 2030م لتصل إلى (54%)، تمثل فيها المركبات ذات المستوى الرابع نسبة (12%).

وتعمل الدولة على تشجيع الشركات الصناعية للمركبات ذاتية القيادة، إذ أنشأت الحكومة "تحالف صناعة السيارات في المستقبل" بهدف مساعدة صانعي المركبات على العمل مع الشركات التقنية.

قفز تصنيف كوريا الجنوبية في مؤشر الجاهزية للمركبات ذاتية القيادة لعام 2020م إلى المرتبة السابعة بعد أن كانت في المرتبة الثالثة عشرة في عام 2019م، ويعود صعودها لما أحرزته من تقدم في مؤشرات البنية التحتية، وتوفر شبكة الجيل الرابع. إضافة إلى ذلك ارتفع معدل قبول المستهلكين للمركبات ذاتية القيادة نظرًا إلى ارتفاع عدد مواقع الاختبار وانتشار خدمات النقل المشترك، فضلاً عن ارتفاع نسبة تبني المستهلكين لتقنيات المعلومات والاتصالات وتحسن استخدام المجتمع للتقنيات.

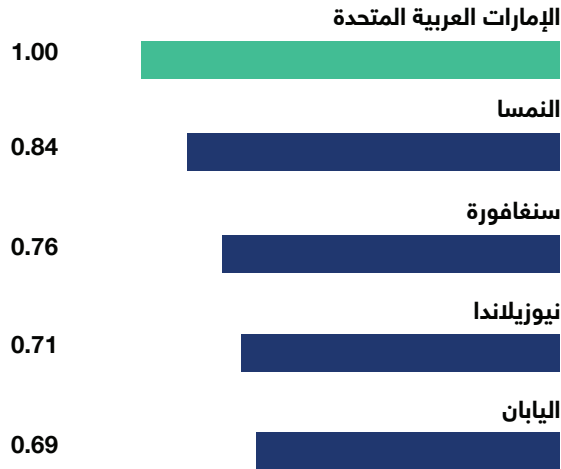
وتعمل كوريا الجنوبية حاليًا على عكس طموحها لتكون رائدة في مجال المركبات ذاتية القيادة بحلول عام 2030م، وذلك عن طريق إستراتيجيتها الوطنية "الرؤية الوطنية لصناعة السيارات المستقبلية" التي نشرتها عام 2019م. وكان تطوير المركبات ذاتية القيادة جزءًا من رؤية الدولة لصناعة السيارات في المستقبل، وتخطط الشركات الكورية إلى الاستثمار في هذا المجال بنحو (49) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 183 مليار ريال سعودي)، وستستثمر الحكومة بمبلغ (1.9) تريليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 7.1 تريليون ريال سعودي).

وكجزء من الخطة الإستراتيجية للمركبات ذاتية القيادة، تخطط الدولة بحلول عام 2024م لتجهيز البنية التحتية على الطرق الرئيسية بما في ذلك جميع الطرق السريعة التي يبلغ طولها (5,500) كيلومتر، وتوفير الاتصال اللاسلكي بين السيارات وأنظمة الطرق، وتجهيز خرائط تفصيلية ثلاثية الأبعاد للطرق، وتطوير نظام متكامل لمراقبة حركة المرور بما في ذلك لافئات الطرق، فضلاً عن استكمال العملية التشريعية وتعزيز الأمن السيبراني.



الإمارات العربية المتحدة | 08

أفضل خمس دول في جاهزية البنية التحتية التقنية للتغيير



المصدر: كيه بي إم جي العالمية، مؤشر الجاهزية للتغيير (2019)

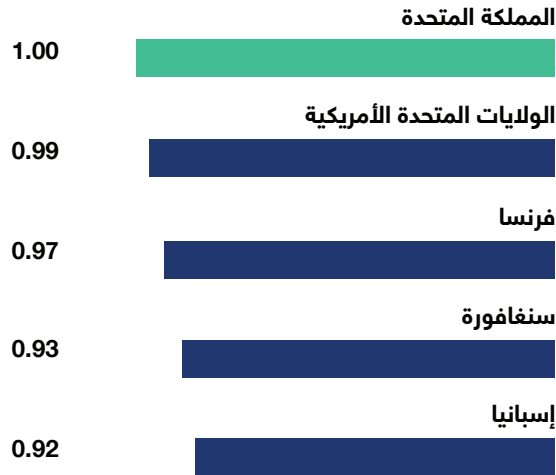
احتلت دولة الإمارات العربية المتحدة المرتبة الرابعة في كل من البنية التحتية وقبول المستهلكين، إذ تُعد الإمارات رائدة في جاهزية البنية التحتية التقنية للتغيير وسرعة الاتصال اللاسلكي والاستعداد الفردي، كما تحتل المرتبة الثانية في استعداد الحكومة للتغيير وتبني تقنيات المعلومات والاتصالات، والثالثة في كفاءة نظامها القانوني حسب تصنيف المنتدى الاقتصادي العالمي⁹.

وتعتزم الإمارات تحقيق إستراتيجيتها في تحويل (25%) من النقل الحالي ليكون ذاتيًا بحلول عام 2030م، وأسست وزارة للذكاء الاصطناعي والتقنيات الحديثة تستضيف سنويًا المطورين والخبراء والجهات الحكومية وكبار مصنعي السيارات في المؤتمر الدولي لمركبات المستقبل. وشهد المؤتمر في نسخته الخامسة عام 2019م تنفيذ أول تجربة لمركبة ذاتية القيادة في منطقة الشرق الأوسط وأفريقيا، إذ قطعت المركبة مسافة تصل إلى (140) كيلومترًا بين إمارتي أبوظبي ودبي، كما أطلقت هيئة الإمارات للمواصفات والمقاييس أول لائحة مواصفات في العالم للسيارات ذاتية القيادة بهدف رفع مستويات الأمان في استخدامات السيارات. إضافة إلى ذلك نظمت هيئة الطرق والمواصلات في إمارة دبي في العام ذاته حدثًا لتجربة المركبات ذاتية القيادة في الإمارة.



09 | المملكة المتحدة

أفضل خمس دول في الأمن السيبراني



المصدر: الاتحاد الدولي للاتصالات، مؤشر الأمن السيبراني العالمي (2019)

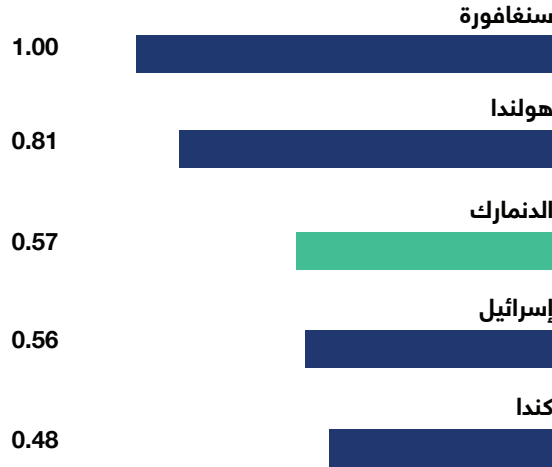
تراجع تصنيف المملكة المتحدة مرتبتين حسب مؤشر الجاهزية للمركبات ذاتية القيادة لعام 2020م مقارنة بالعام السابق، لكنها احتفظت بمرتبتها الثانية في جانب السياسات والتشريعات، إذ أطلق مركز المركبات المتصلة وذاتية القيادة في عام 2018م مشروعاً لمراجعة الإطار القانوني للمركبات الآلية واستخدامها بصفتها جزءاً من شبكة النقل العام مع لجنة القانون في إنجلترا وويلز ولجنة القانون الإسكتلندية، وقد نوقش في المراجعة السياسات التشريعية لضمان سلامة استخدام المركبات ذاتية القيادة ومتطلبات الرقابة والصيانة عند استخدام المركبات على الطرق¹⁰، وأصدرت الحكومة قوانين استخدام المركبات ذاتية القيادة في عام 2021م¹¹.

واستثمرت الحكومة البريطانية ما يقارب (250) مليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 937 مليون ريال سعودي) لإنشاء ستة مرافق اختبار للمركبات ذاتية القيادة في إنجلترا، وأجرت عدة تجارب شملت على اختبارات للخدمات العامة باستخدام حافلات ذاتية القيادة بواسطة مشغل النقل ستيج كوتش (Stagecoach) وشركة تصنيع المركبات ألكس دينيس (Alexander Dennis) وشركة فيوجين بروسيسينج (Fusion Processing)⁵. ومن المتوقع أن (40%) من مبيعات السيارات الجديدة في عام 2035م في المملكة المتحدة ستكون بقدرات ذاتية القيادة¹². وأطلقت مبادرة زنك (Zenzic) خارطة طريق لتبني المركبات ذاتية القيادة واستخدامها في الطرق البريطانية بحلول عام 2030م. وفي عام 2019م أطلقت المملكة المتحدة إستراتيجية تنظيم النقل الحضري في المستقبل¹³. وفي نهاية عام 2021م سوف تسمح الحكومة البريطانية باستخدام السيارات ذاتية القيادة على الطرق العامة¹⁴.



10 | الدنمارك

أفضل خمس دول في السكان الذين يعيشون بالقرب من مناطق الاختبار



المصدر: بلومبرج الخيرية ومعهد أسبن (2020)

دخلت الدنمارك قائمة أعلى (10) دول جاهزة للمركبات ذاتية القيادة في مؤشر الجاهزية للمركبات ذاتية القيادة، بعد أن كانت من دون تصنيف في مؤشر عام 2019م. وتعد الدنمارك واحدة من أكثر الدول الممكنة رقميًا، حيث تقدم معظم خدماتها العامة بطريقة ذاتية عبر شبكة الإنترنت، واستثمرت في محطات الشحن الكهربائي، كما يحرص المستهلكون فيها على تبني تقنيات وخيارات نقل حديثة.

أما من ناحية اختبارات المركبات ذاتية القيادة، تحتل الدنمارك المرتبة الثالثة في مقياس نسبة السكان الذين يعيشون بالقرب من مناطق الاختبار، إذ تسمح بإجراء الاختبارات على الطرق العامة وفي جميع مناطق الدولة وذلك نتيجة للتغيير في قوانين المرور عام 2017م، إلا أن إجراءات الحصول على التصاريح تُعد طويلة مقارنة بالسويد أو النرويج.

وشهد عام 2020م إطلاق خدمة سمارت بص (SmartBus)، وهي أول خدمة حافلات ذاتية القيادة في ألبرورغ مقدمة من شركة هولو (Holo) المتخصصة في المركبات ذاتية القيادة، وهي عبارة عن حافلتين تتسع لأحد عشر راكبًا وتعمل على طريق طوله (2.1) كيلومتر.

تحديات حالية

الاعتيادية إذ وقعت حوادث أدت بعضها إلى وفاة المصابين^{17,16}. وقد يزيد التطور التقني المستمر للمركبات ذاتية القيادة من تعقيد تحديد ما إذا كانت آمنة بشكل مقبول¹⁸.

الجوانب التقنية

البرمجيات

تطوير برمجيات المركبات ذاتية القيادة من أعقد المهام مقارنة ببرمجيات الطائرات الحديثة سواء المدنية أو الحربية (موضح في الشكل 2). ويعود ذلك إلى تعقيد البيئة المحيطة بالمركبات ذاتية القيادة وحاجتها للتفاعل معها بشكل مستمر ولحظي.

الأجهزة

تعتمد المركبات ذاتية القيادة على أجهزة استشعار متقدمة لبناء تصور كامل حول البيئة المحيطة والتمكن من التفاعل مع المتغيرات بشكل فوري. ولكن مازالت هذه التقنيات غير مكتملة بالشكل الكاف للتعامل مع الظروف غير الاعتيادية كتغير الطقس والممارسات غير المألوفة من قبل المارة أو السيارات الأخرى.

هناك عدة تحديات تواجه تبني تقنيات المركبات ذاتية القيادة وانتشار استخدامها على نطاق واسع، ويمكن تصنيفها إلى أربعة جوانب: الجوانب التشريعية، والجوانب التقنية، والجوانب المجتمعية، والجوانب التخطيطية.

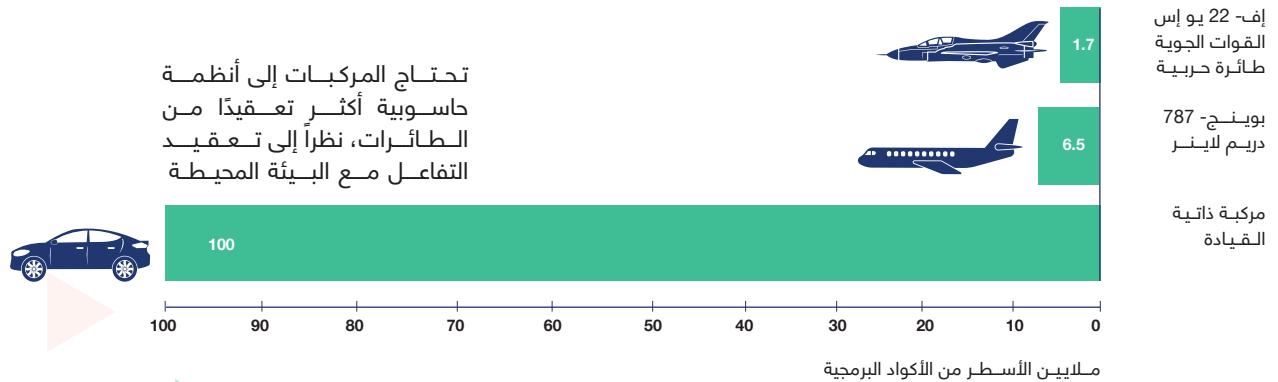
الجوانب التشريعية

اللوائح والسياسات

تطوير سياسات للمركبات ذاتية القيادة يتطلب استيعاب هذه التقنيات بشكل كاف، ولكن مع التطورات المتسارعة والتغيرات التقنية، يُصبح استيعاب إمكانات هذه التقنيات أمراً صعباً وغير مستقر، ويشير تقرير صادر عن شركة ديلويت (Deloitte) إلى أهمية إنشاء إطار تنظيمي يسمح باستخدام المركبات ذاتية القيادة ويحدد معاييرها والمسؤوليات في الحوادث حال وقوعها¹⁵.

السلامة والأمان

قياس مدى سلامة وأمان المركبات ذاتية القيادة من أحد التحديات الأساسية التي تمنع تبنيها على نطاق واسع؛ وذلك لتنوع العوامل المؤثرة على سلامة وأمان تلك المركبات وخاصة في الظروف غير



الشكل 2: مقارنة برمجيات الطائرات والمركبات ذاتية القيادة

الجوانب المجتمعية

تقبل المستهلكين

يعد تقبل المستخدمين للمركبات ذاتية القيادة من أكبر العوائق أمام تبنيها على نطاق واسع، ويعود ذلك بشكل رئيس إلى التخوف من جوانب الأمن والسلامة في المركبات ذاتية القيادة¹⁹. ووفقًا لاستطلاع أجرته جمعية السيارات الأمريكية في عام 2021م فإن (86%) من السائقين لا يثقون في ركوب مركبة تقود نفسها، وهو رد مشابه لاستطلاع تم عام 2020م²⁰. إضافة إلى تخوف العامة من المركبات ذاتية القيادة بسبب احتمالية فقدان بعض الوظائف في حال انتشارها على نطاق واسع، فوفقًا لاستفتاء تم في عام 2020م برعاية منظمة بيف (PAVE) فإن (53%) من المشاركين يعتقدون أن المركبات ذاتية القيادة ستحل محل سائقي سيارات الأجرة، ويعتقد (42%) أن المركبات ذاتية القيادة ستحل محل سائقي الشاحنات²¹. وفي استطلاع للرأي قامت به شركة ديلويت (Deloitte) شمل عدة دول أوروبية فإن التخوف من إمكانية اختراق المركبات ذاتية القيادة يمثل نسبة تتراوح بين (48%) و(70%)²².

الجوانب التخطيطية

تصميم الطرق

قد تتطلب المركبات ذاتية القيادة طرقًا جديدة وتحديثات للطرق الحالية، مثل تحسين وضع العلامات على الطرق الفرعية، وتثبيت أجهزة إرسال لاسلكية في الأنفاق لتوفير خدمة الإنترنت. وقد تُخصص بعض الطرق الضيقة داخل المدينة للمركبات الصغيرة بينما تخصص طرق أوسع للشاحنات والحافلات، وفي هذا الحال يمكن للمركبات ذاتية القيادة أن تلغي الحاجة إلى إشارات المرور لأنها ستكون قادرة على التخابط فيما بينها، وقد تكون الحاجة إلى تخصيص طرق سريعة لاستخدام المركبات ذاتية القيادة أمرًا ضروريًا، لذا قد تحتاج الحكومات إلى إنشاء ممرات ذات أولوية للمركبات التي تحتوي على عدد أكبر من الركاب في الممرات المزدهمة وذلك لتشجيع التحول إلى خدمات النقل المشترك.

تسعير النقل

في ظل قوانين النقل الحالية قد تؤدي المركبات ذاتية القيادة إلى زيادة مشاكل النقل والممرور؛ وذلك بسبب زيادة عدد السيارات الفارغة المتنقلة مما سيزيد من وقت التنقل وتكاليف تشغيل المركبات وصيانة الطرق. وقد يتطلب معالجة ذلك فرض رسوم جديدة، مثل فرض رسوم عند التنقل في ساعات الذروة تتناسب عكسيًا مع عدد الركاب.

إدارة الأرصفة

لتسهيل مشاركة المركبات ستحتاج المدن إلى إعادة تصميم الأرصفة لتسهيل عمليات تحميل وإنزال الركاب. ويتضمن ذلك توفير مساحة غير مشغولة بالقرب من كل وجهة لتقليل وقت تحميل الركاب وتسهيل عملية وقوف المركبات في الطريق.

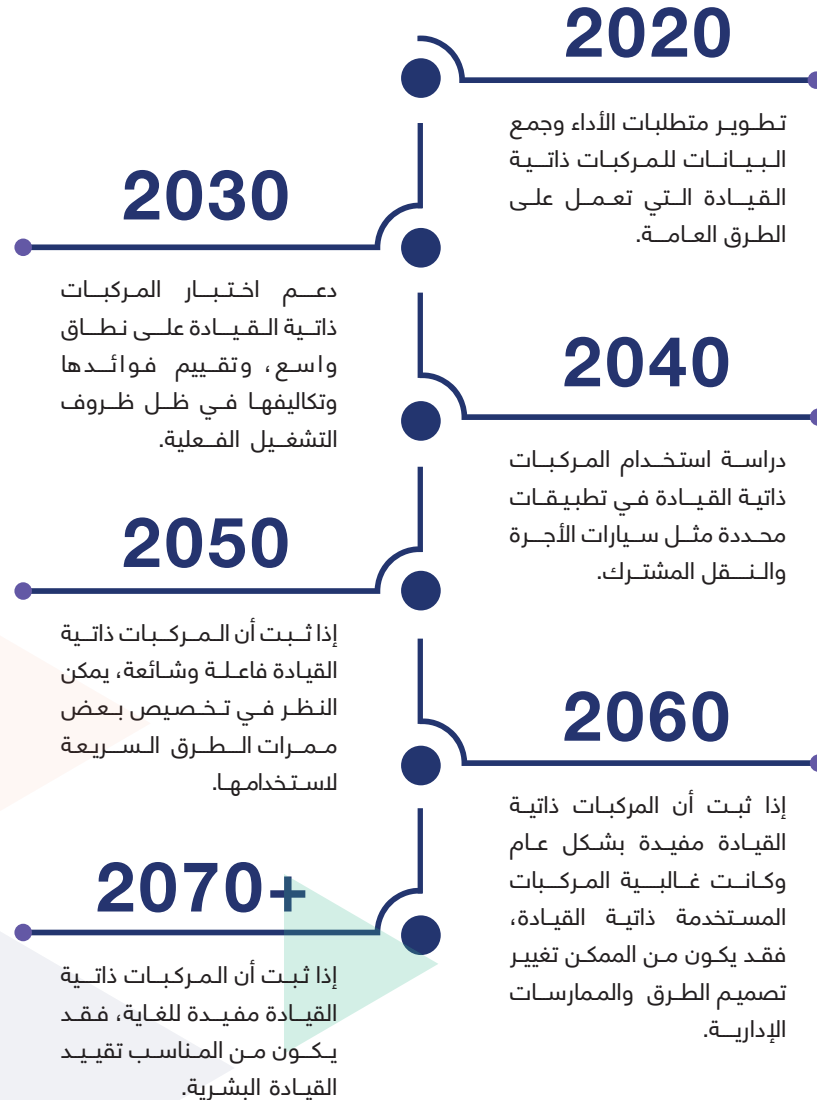
مواقف السيارات

قد تؤثر المركبات ذاتية القيادة في طلبات المواقف المستقبلية، إذ تتطلب مواقف خاصة مزودة بمحطات شحن كهربائية. ويمكن أن يؤدي التحول من المركبات الخاصة إلى المركبات المشتركة إلى تقليل إجمالي ملكية المركبات واحتياجات المواقف.

النقل العام

يمكن أن تؤثر المركبات ذاتية القيادة في الطلب على خدمات النقل العام، وقد يؤدي ذلك إلى نقص الإيرادات المتوقعة وانخفاض جودة الخدمة وزيادة الازدحام المروري. وهذا يتطلب إعادة النظر في كيفية تطوير خدمات النقل العام ليتواءم مع التغيرات المستقبلية.

يوضح **الشكل 3** بعض الأفكار التخطيطية لاستخدام المركبات الذاتية على المدى القريب والبعيد³.



الشكل 3: خط زمني للتخطيط للمركبات ذاتية القيادة

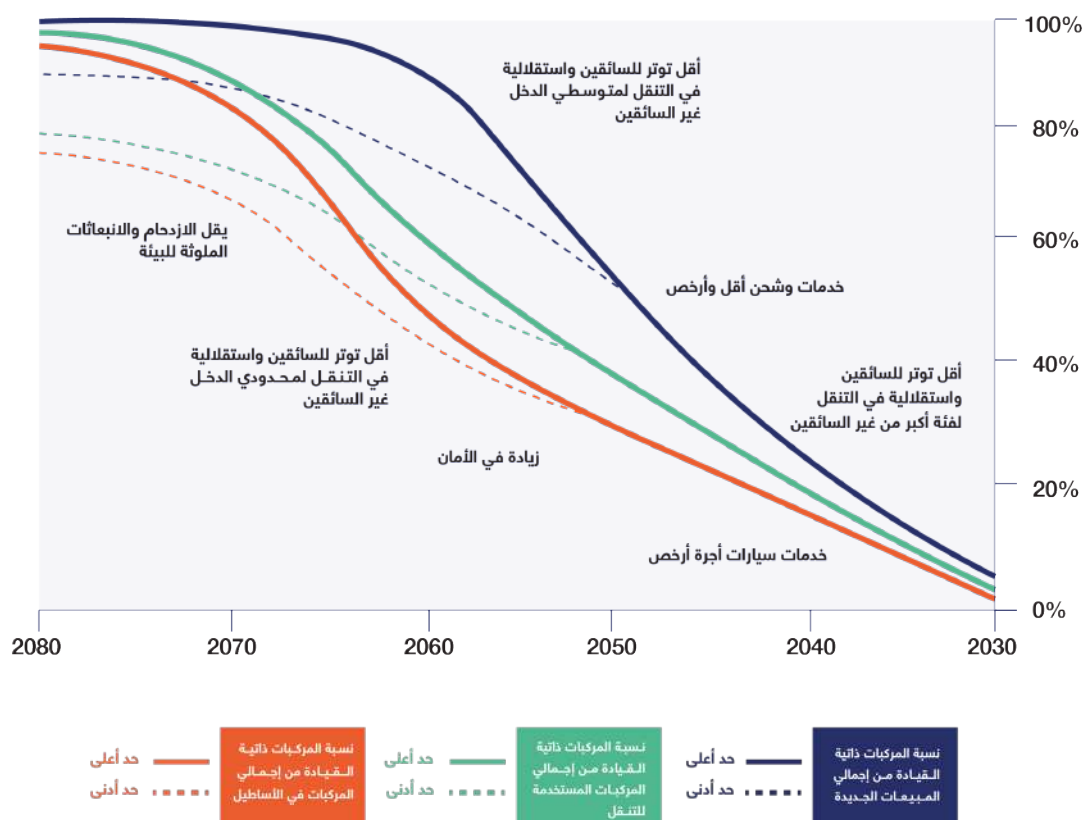
توقعات مستقبلية

بالنظر في مستقبل المركبات ذاتية القيادة برؤية تفاؤلية فإنه من المتوقع أن تصبح آمنة وموثوقة بحلول 2025م، وقد تكون متاحة تجاريًا في عدد من المناطق بحلول عام 2030م³. وفي حال اتبعت المركبات ذاتية القيادة نمط التطور السابق في تقنيات المركبات التقليدية، فإنها ستصبح باهظة الثمن خلال الفترة من 2030م إلى 2040م، ولن تصل إلى التقدم الكامل في هذا الوقت إذ يُتوقع عدم قدرتها في بعض الأحيان على الوصول إلى الوجهة المرغوبة أو ربما تطلبها لتدخل بشري عند مواجهة مواقف غير متوقعة. وقد تتيح المركبات ذاتية القيادة خاصية التشارك على نطاق واسع بحلول عام 2030م، الأمر الذي سيسهم في تقليل التكاليف التشغيلية بدرجة متوسطة ويوفر مستوى جيدًا من الراحة، كما ستكون تكلفة استخدامها أقل من خدمات سيارات الأجرة وخدمات النقل المتوفرة حاليًا. وستناسب المركبات ذاتية القيادة حالات الاستخدام في الحافلات والشاحنات التي تقطع مسافات طويلة، لذلك قد يصبح استخدام هذا النوع من المركبات شائعًا في الفترة ما بين 2030م و2040م نظرًا إلى توقع ارتفاع تكاليف العمالة خلال هذه الفترة.

ومن المتوقع أن تسهم المركبات ذاتية القيادة والصناعات المرافقة لها في خلق كثير من الفرص الوظيفية، إذ يُقدّر تقرير حديث أن يسهم الاستثمار في التقنيات الأساسية والبنية التحتية مثل المعادن وأشباه الموصلات بأكثر من (220) ألف وظيفة في الولايات المتحدة على مدى سنة إلى خمس سنوات²³، ويُشير تقرير آخر إلى أن صناعة تقنيات المركبات ذاتية القيادة قد تخلق حوالي (38) ألف وظيفة جديدة في المملكة المتحدة¹².



يوضح الشكل 4 مدى الانتشار المتوقع للمركبات ذاتية القيادة وفوائدها على المدى البعيد⁹، إذ تشير البيانات إلى أنه من المحتمل أن تصبح نصف السيارات الجديدة ذاتية القيادة بعد عام 2045م، وبعد عام 2060م ستكون نصف أساطيل المركبات على الطرق ذاتية القيادة، وربما تطول المدة بسبب التحديات التقنية أو تفضيلات المستهلكين.



الشكل 4: الانتشار المتوقع للمركبات ذاتية القيادة



يوضح **الجدول 1** التوقعات المستقبلية حول مدى انتشار المركبات ذاتية القيادة بحسب أنشطتها، فمن المتوقع أن تصبح المركبات ذاتية القيادة في متناول الجميع بحلول عام 2050م، ومن المحتمل أن تستغرق عدة عقود لتحقيق نسبة عالية في مبيعات المركبات الجديدة والأساطيل وتلك المملوكة للأفراد³.

الجدول 1: التوقعات المستقبلية لمراحل انتشار المركبات ذاتية القيادة

المرحلة	العقد	نسبة المركبات ذاتية القيادة من إجمالي المبيعات الجديدة	نسبة المركبات ذاتية القيادة من إجمالي الأساطيل	نسبة المركبات ذاتية القيادة من إجمالي المركبات المملوكة للأفراد
التطوير والاختبار	2020	%0	%0	%0
متوفرة بسعر مرتفع	2030	%5-2	%2-1	%4-1
متوفرة بسعر متوسط	2040	%40-20	%20-10	%30-10
متوفرة بسعر منخفض	2050	%60-40	%40-20	%50-30
ميزة قياسية تضاف إلى معظم المركبات الجديدة	2060	%100-80	%60-40	%80-50
حالة تشبع (كل من يريدها يمتلكها)	2070	؟	؟	؟
مطلوب لجميع المركبات المُشغلة والجديدة	؟	%100	%100	%100

عوامل مؤثرة

هناك عدة عوامل تؤثر بشكل رئيس في تسريع تبني المركبات ذاتية القيادة وانتشارها على نطاق واسع، ومن أهمها الآتي³:

زيادة الإنتاج

تؤثر زيادة معدلات إنتاج المركبات ذاتية القيادة في تسريع وتيرة تبنيها، فمثلاً يجب أن تكون جميع المركبات المنتجة بعد عام 2035م ذاتية القيادة لكي تكون معظم التنقلات عن طريق هذه المركبات بحلول عام 2045م، كما يجب أن يرافق ذلك زيادة كبيرة في معدلات شراء السيارات الجديدة والإنفاق عليها بحيث تختفي العديد من المركبات التقليدية لمجرد أنها تفتقر إلى القدرة على القيادة الذاتية.

سرعة التطور التقني

تتوفر حالياً تقنيات تسمح بآتمة المركبات لتصبح في المستوى الرابع (المركبات القادرة على العمل بشكل مستقل في ظروف محدودة)، إلا أن التقدم التقني لم يصل بعد لتمكين المركبات من العمل بشكل ذاتي في جميع الظروف العادية، لذا يشكل التطور التقني عاملاً مهماً لتشغيل المستوى الخامس بموثوقية، وفي حال تباطؤ هذا التطور فإن إنتاج هذا المستوى قد يتطلب (25) عامًا إضافيًا.

الاختبارات والتصريحات التنظيمية

ما تزال معايير الاختبار والتصريح قيد التطوير حالياً، وفي حال الانتهاء من تطويرها ستكون هناك حاجة إلى عدة سنوات أخرى لتبني هذه المعايير في معظم السلطات القضائية واختبارها على نطاق واسع.

التكاليف الإضافية

تأتي المركبات ذاتية القيادة مع متطلبات إضافية مما يؤثر في زيادة تكلفة اقتنائها، لذا يتوقع أن تكون المستويات المتقدمة من الآتمة مقتصرة في المستقبل على المركبات الجديدة باهظة الثمن نسبياً، مما سيقلل من سرعة انتشار المركبات ذاتية القيادة بشكل عام.

جودة الخدمة والقدرة على تحمل التكاليف

إذا توفرت سيارات الأجرة ذاتية القيادة بشكل مريح وملائم وبأسعار معقولة، فقد يتجه العديد من الأفراد من امتلاك المركبات إلى مشاركتها، وربما العكس في حال كانت غير موثوقة أو غير مريحة أو باهظة الثمن، فسيستمر الأفراد في امتلاك السيارات التقليدية الخاصة.

السياسات العامة

يمكن تسريع تبني المركبات ذاتية القيادة في حال شجعت السياسات العامة على تطويرها واقتنائها، ففي حال سُتت القوانين لتخصيص المواقع للمركبات ذاتية القيادة وأوجدت ممرات مخصصة لها في الطرق السريعة، وخفضت أسعار مواقف مركبات النقل المشتركة، فإن ذلك سيسهم في تبنيها وانتشارها.



خلاصة

استعرض التقرير المستويات الستة لتصنيف الأتمتة في مهام قيادة المركبات حسب تصنيف جمعية مهندسي السيارات العالمية (SAE International)، وأشار إلى أبرز الفوائد المتعلقة باستخدام المركبات ذاتية القيادة كتقليل الأخطاء البشرية وخفض تكاليف التنقل، بالإضافة إلى ذكر بعض المخاطر كارتفاع التكاليف التشغيلية وزيادة تكاليف تهئية البنية التحتية. وناقش التقرير جاهزية أفضل (10) دول لتبني هذه المركبات حسب مؤشر الجاهزية للمركبات ذاتية القيادة الصادر عن شركة كيه بي إم جي (KPMG) في عام 2020م. وتطرق التقرير إلى التحديات الحالية التي تواجه تبني المركبات ذاتية القيادة من عدة جوانب تضمنت: الجوانب التشريعية والتقنية والمجتمعية والتخطيطية. إضافة إلى ذلك وضع التقرير بعض التوقعات المستقبلية لانتشار المركبات ذاتية القيادة على نطاق واسع، وأهم العوامل المؤثرة في سرعة تبنيها.



مراجع

1. 80+ Companies Advancing The Autonomous Vehicle. CB Insights Research <https://www.cbinsights.com/research/companies-advancing-autonomous-vehicles-market-map/> (2021).
2. SAE Levels of Driving Automation™ Refined for Clarity and International Audience - SAE Levels of Driving Automation™ Refined for Clarity and International Audience. <https://www.sae.org/site/blog/sae-j3016-update> (2021).
3. Litman, T. Autonomous Vehicle Implementation Predictions Implications for Transport Planning. <https://www.vtpi.org/avip.pdf> (2021).
4. Duffy, R. Your Guide to Autonomous Vehicles. Morning Brew <https://www.morningbrew.com/emerging-tech/s/your-guide-to-autonomous-vehicles> (2021).
5. 2020 Autonomous Vehicles Readiness Index. <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2020/07/2020-autonomous-vehicles-readiness-index.pdf> (2020).
6. Shared Autonomous Vehicles. MOD Learning Center https://learn.sharedusemobilitycenter.org/learning_module/shared-autonomous-vehicles/.
7. Autonomous Vehicles. <https://www.ghsa.org/state-laws/issues/autonomous%20vehicles>.
8. Autonomous Vehicles | Self-Driving Vehicles Enacted Legislation. <https://www.ncsl.org/research/transportation/autonomous-vehicles-self-driving-vehicles-enacted-legislation.aspx> (2020).
9. Schwab, K. The Global Competitiveness Report 2019. http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf (2019).
10. Automated Vehicles | Law Commission. <https://www.lawcom.gov.uk/project/automated-vehicles/> (2021).
11. Safe use rules for automated vehicles (AV). GOV.UK <https://www.gov.uk/government/consultations/safe-use-rules-for-automated-vehicles-av> (2021).
12. Connected and Automated Vehicles: market forecast 2020. GOV.UK <https://www.gov.uk/government/publications/connected-and-automated-vehicles-market-forecast-2020> (2021).

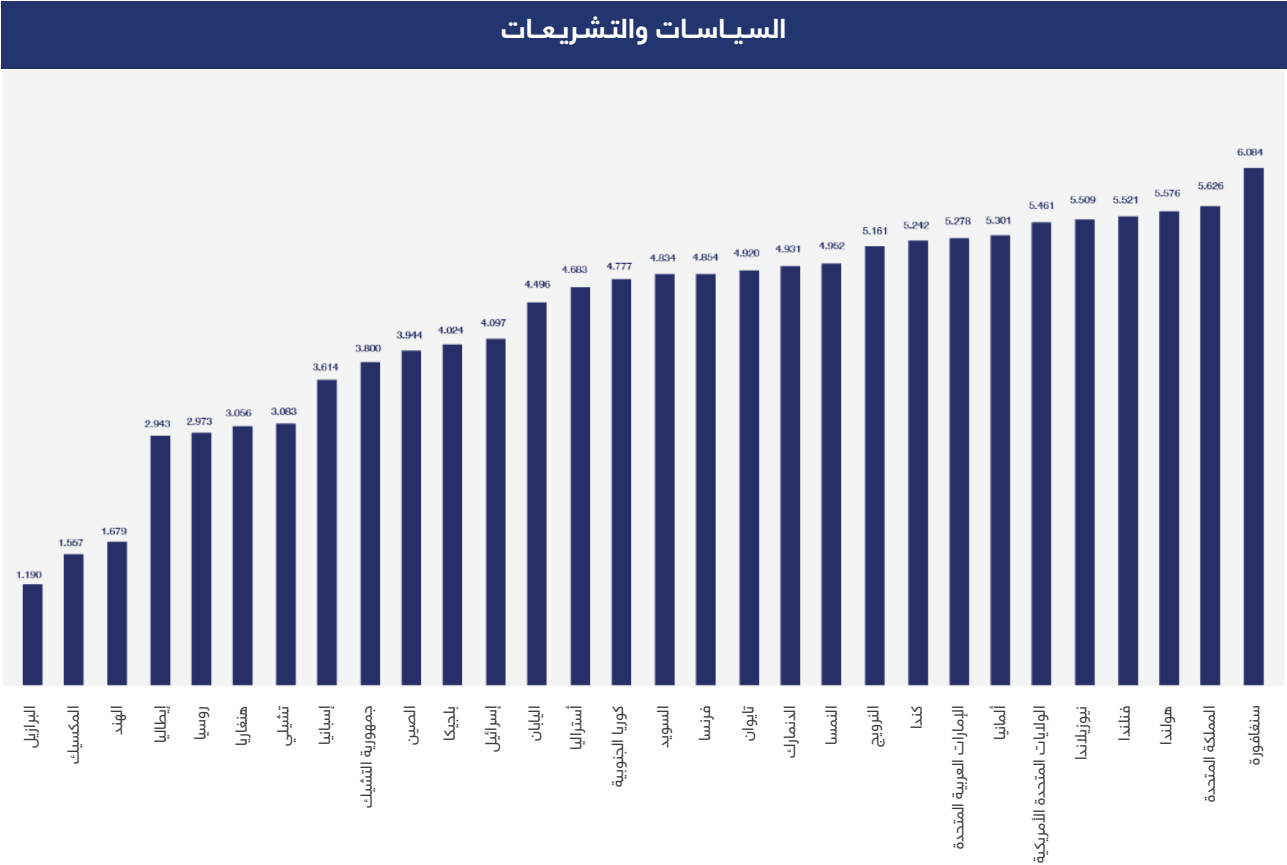
13. Future of mobility: urban strategy. 78 (2019).
14. Government paves the way for self-driving vehicles on UK roads. GOV.UK <https://www.gov.uk/government/news/government-paves-the-way-for-self-driving-vehicles-on-uk-roads> (2021).
15. Autonomous driving in Germany – how to convince customers. Autonomous driving in Germany – how to convince customers https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/consumer-industrial-products/Autonomous-driving-in-Germany_PoV.pdf.
16. Autonomous Vehicle Policy Framework: Selected National and Jurisdictional Policy Efforts to Guide Safe AV Development. http://www3.weforum.org/docs/WEF_C4IR_Israel_Autonomous_Vehicle_Policy_Framework_2020.pdf (2020).
17. Autonomous vehicles need a large-systems approach to safety. World Economic Forum <https://www.weforum.org/agenda/2021/06/autonomous-vehicles-safety-large-systems-approach/> (2021).
18. Blumenthal, M. S., Fraade-Blanar, L., Best, R. & Irwin, J. L. Safe Enough: Approaches to Assessing Acceptable Safety for Automated Vehicles. (2020).
19. Othman, K. Public acceptance and perception of autonomous vehicles: a comprehensive review. AI and Ethics <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00041-8> (2021).
20. AAA: Today's Vehicle Technology Must Walk So Self-Driving Cars Can Run. AAA Newsroom <https://newsroom.aaa.com/2021/02/aaa-todays-vehicle-technology-must-walk-so-self-driving-cars-can-run/> (2021).
21. PAVE Poll: Americans wary of AVs but say education and experience with technology can build trust | PAVE Campaign. <https://pavecampaign.org/pave-poll-americans-wary-of-avs-but-say-education-and-experience-with-technology-can-build-trust/> (2020).
22. 2021 Global Automotive Consumer Study. Deloitte United States <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/manufacturing/articles/automotive-trends-millennials-consumer-study.html> (2021).
23. Bridging the Divide: Autonomous Vehicles and the Automobile Industry. <https://www.csis.org/analysis/bridging-divide-autonomous-vehicles-and-automobile-industry> (2021).

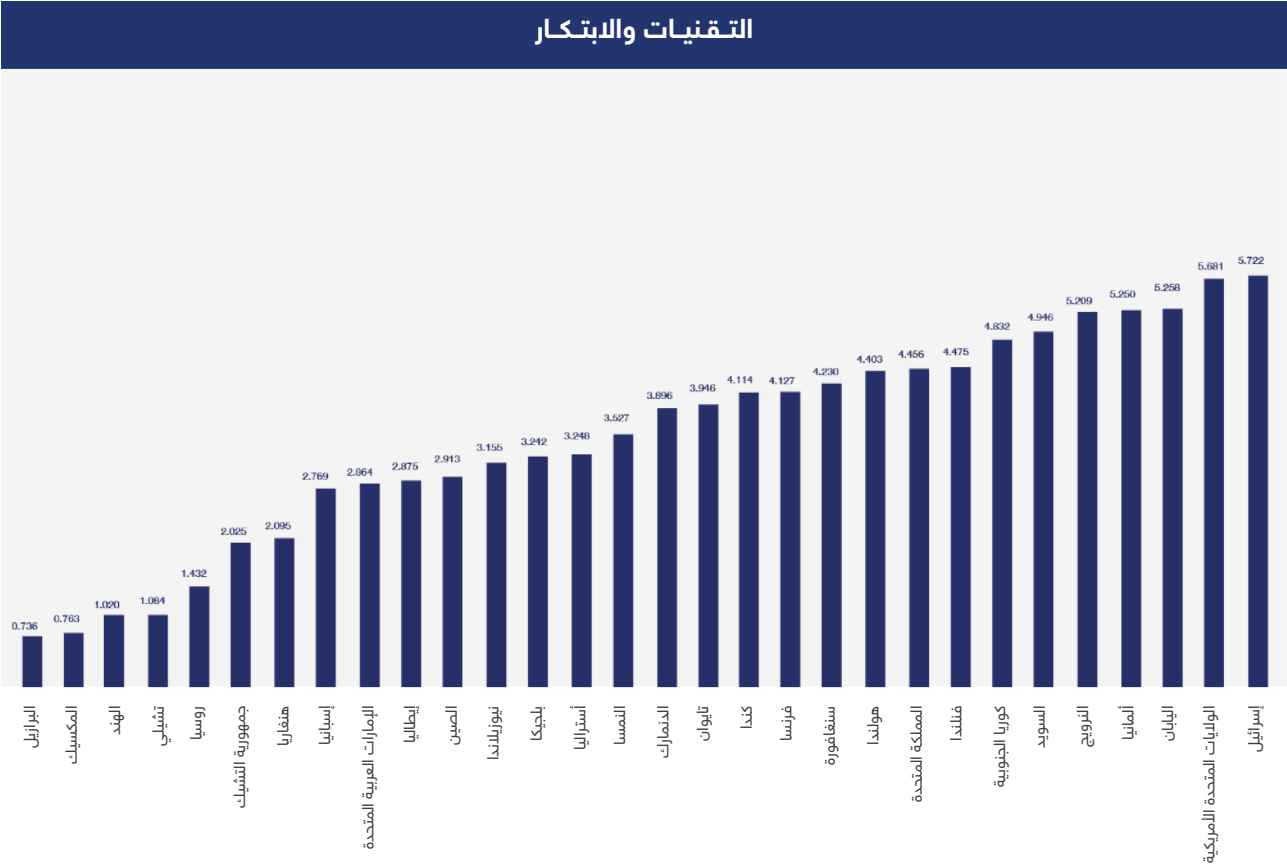
ملاحق

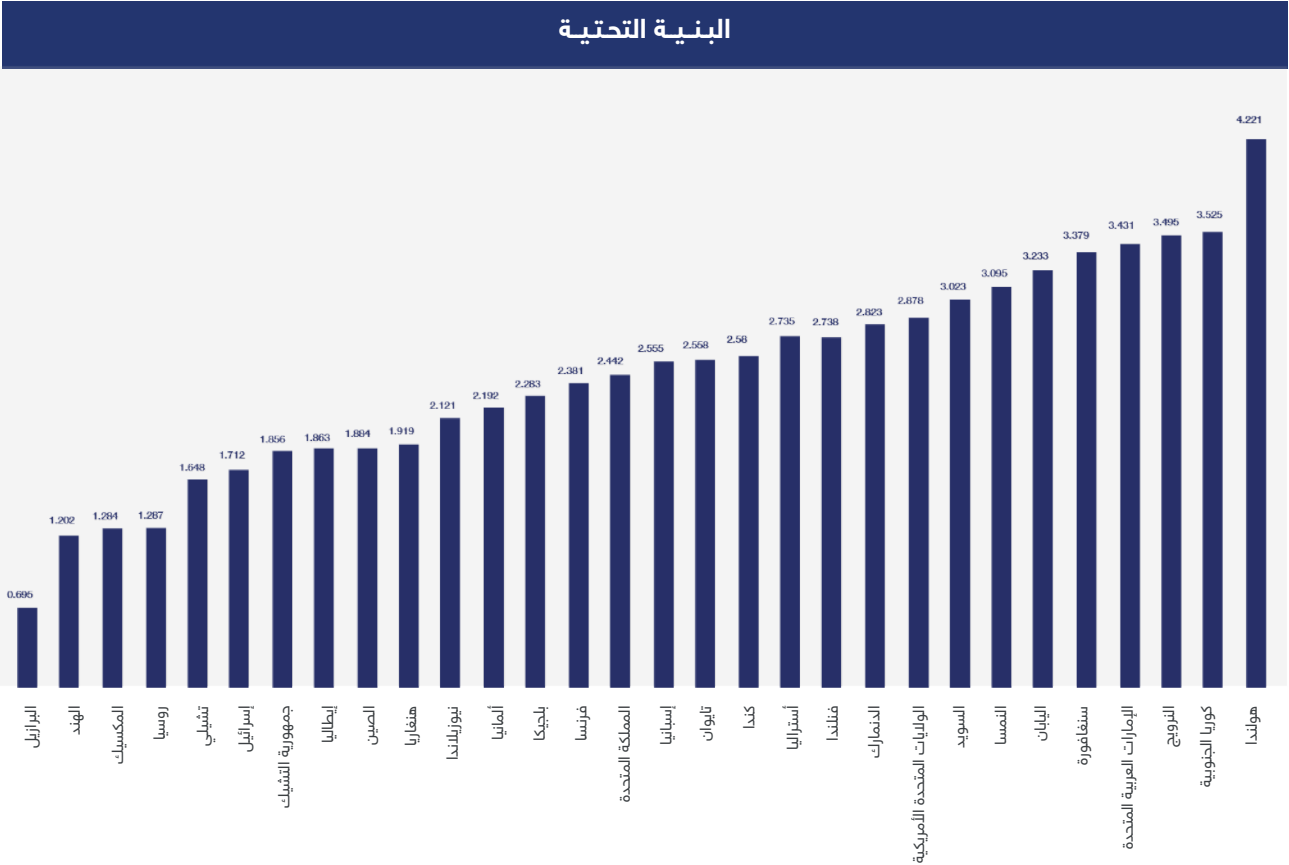
الملحق (أ): ترتيب 30 دولة في مؤشر الجاهزية للمركبات ذاتية القيادة 2020

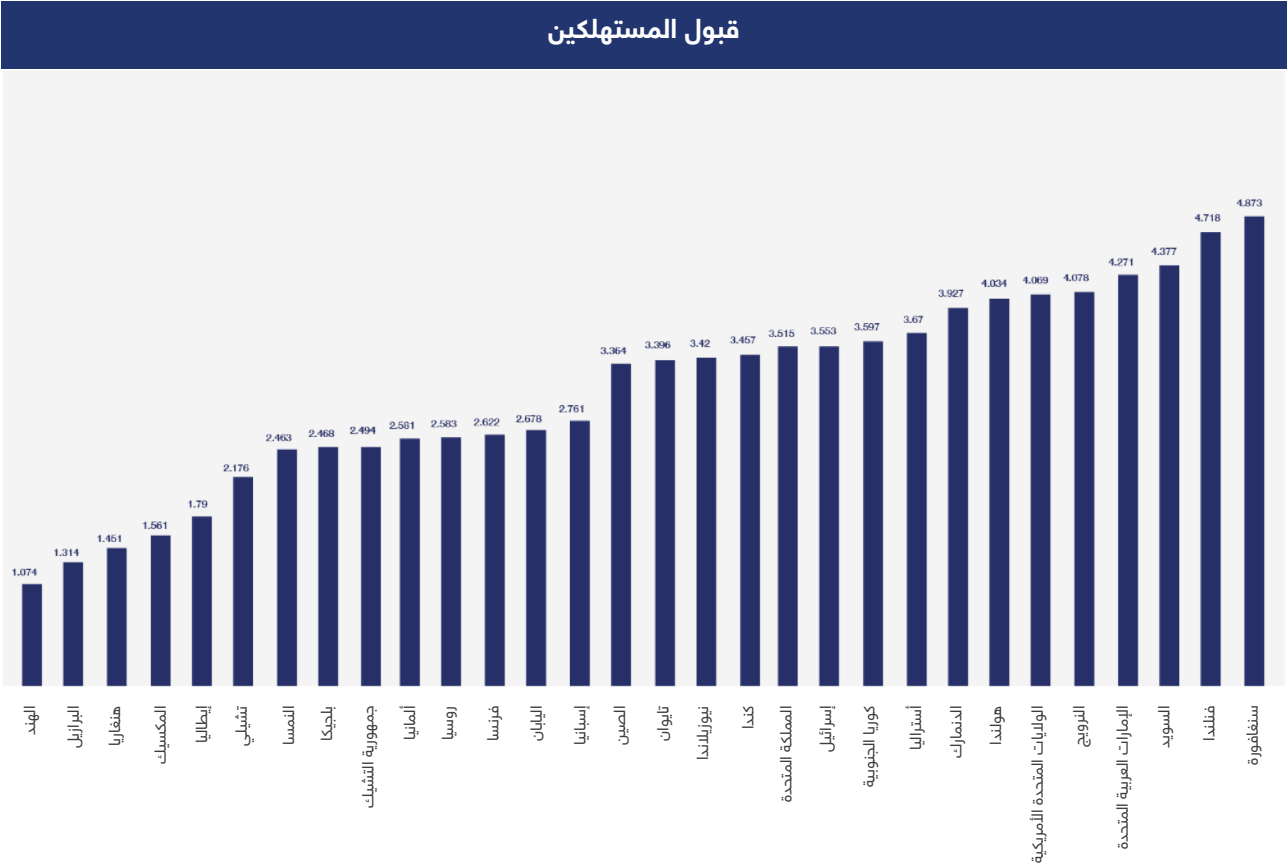
الترتيب العام

الدولة	2020	2019	نتيجة 2020
سنغافورة	1	2	25.45
هولندا	2	1	25.22
النرويج	3	3	24.25
الولايات المتحدة الأمريكية	4	4	23.99
فنلندا	5	6	23.58
السويد	6	5	23.17
كوريا الجنوبية	7	13	22.71
الإمارات العربية المتحدة	8	9	22.23
المملكة المتحدة	9	7	21.36
الدنمارك	10	غير متوفر	21.21
اليابان	11	10	20.88
كندا	12	12	20.68
تاوان	13	غير متوفر	19.97
ألمانيا	14	8	19.88
أستراليا	15	15	19.70
إسرائيل	16	14	19.40
نيوزيلندا	17	11	19.19
النمسا	18	16	19.16
فرنسا	19	17	18.59
الصين	20	20	16.42
بلجيكا	21	غير متوفر	16.23
إسبانيا	22	18	16.15
جمهورية التشيك	23	19	13.99
إيطاليا	24	غير متوفر	12.70
هونغاري	25	21	11.66
روسيا	26	22	11.45
تشيلي	27	غير متوفر	11.28
المكسيك	28	23	7.42
الهند	29	24	6.95
البرازيل	30	25	5.49



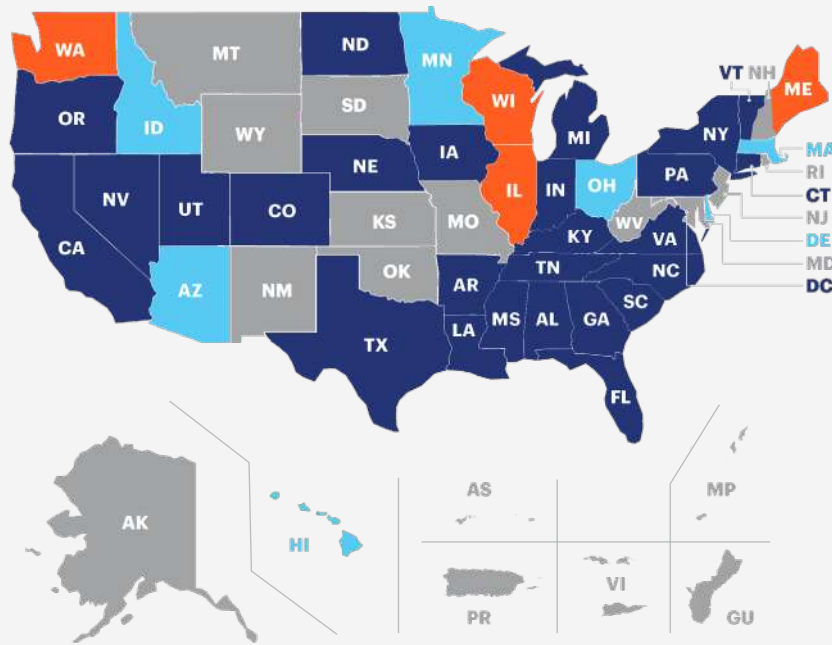






الملحق (ب): التشريعات والأوامر التنفيذية للمركبات ذاتية القيادة في الولايات المتحدة

الولايات التي سنت التشريعات والأوامر التنفيذية للمركبات ذاتية القيادة



المصدر: المؤتمر الوطني للمجالس التشريعية



