

العقبات التي تعترض سبيل استخدام الكهرباء في تشغيل المركبات الخفيفة في الهند والفرص المتاحة لها: رؤى مستمدة من استطلاعات الخبراء

روبال دووا وسكوت هاردمان وياغافالك بهات
وديمبي سونجا

عن كابسارك

مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك) مركز عالمي غير ربحي يجري بحوثاً مستقلة في اقتصاديات وسياسات وتقنيات الطاقة بشتى أنواعها بالإضافة إلى الدراسات البيئية المرتبطة بها. وتتمثل مهمة كابسارك في تعزيز فهم تحديات الطاقة والفرص التي تواجه العالم اليوم وفي المستقبل من خلال بحوث غير منحازة ومستقلة وعالية الجودة لما فيه صالح المجتمع، ويقع كابسارك في الرياض بالمملكة العربية السعودية.

إشعار قانوني

© حقوق النشر 2021 محفوظة لمركز الملك عبدالله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك). لا يجوز استخدام هذا المستند أو أي معلومات أو بيانات أو محتوى يتضمنه دون نسبه بشكل ملائم لكابسارك. كما لا يجوز إعادة إنتاج هذا المستند أو جزء منه دون إذن خطي من كابسارك. ولا ينشأ عن المعلومات الواردة في هذا المستند أي ضمان أو تعهد أو أي مسؤولية قانونية -سواء مباشرة أو غير مباشرة- تجاه دقتها أو اكتمالها أو فائدتها. كما لا يجوز أن يعتبر هذا المستند-أو أي جزء منه- أو أن يفسر كمنصحة أو دعوة لاتخاذ أي قرار. الآراء والأفكار الواردة هنا تخص الباحثين معدي الدراسة. ولا تعكس بالضرورة موقف المركز ووجهة نظره.

النقاط الرئيسية

تدرس الحكومة الهندية استخدام المركبات الكهربائية الموصولة بالكهرباء في قطاع المركبات الخفيفة، وتهدف هذه الإستراتيجية إلى المساعدة في تحقيق أهداف الدولة المتعلقة بتلوث الهواء وأمن الطاقة وتغير المناخ. ويشكل تطوير المركبات الكهربائية كذلك جزءاً من السياسة الصناعية في الهند، حيث تطمح الحكومة لأن تجعل من الهند مركزاً عالمياً لتصنيع المركبات الكهربائية. ولذلك تبحث هذه الدراسة في احتمالية استخدام المركبات الكهربائية في الهند والتحديات التي تعترض مسار تحقيق أهداف الدولة وسبل التغلب عليها. ونستخدم استطلاعاً يضم 51 خبيراً في النظام البيئي الهندي للمركبات الخفيفة لمعالجة هذه المسائل. وتشير النتائج التي توصلنا إليها إلى ما يلي:

يرى معظم الخبراء الذين شملهم الاستطلاع أن الهند لن تحقق هدفها المتمثل في بيع 30% من المركبات الكهربائية بحلول عام 2030. وتكمن الأسباب الرئيسية المذكورة لذلك في ارتفاع التكلفة الأولية للمركبات الكهربائية والافتقار إلى السياسات التي تعزز استخدام هذه المركبات الكهربائية وعدم وجود منظومة لشحنها.

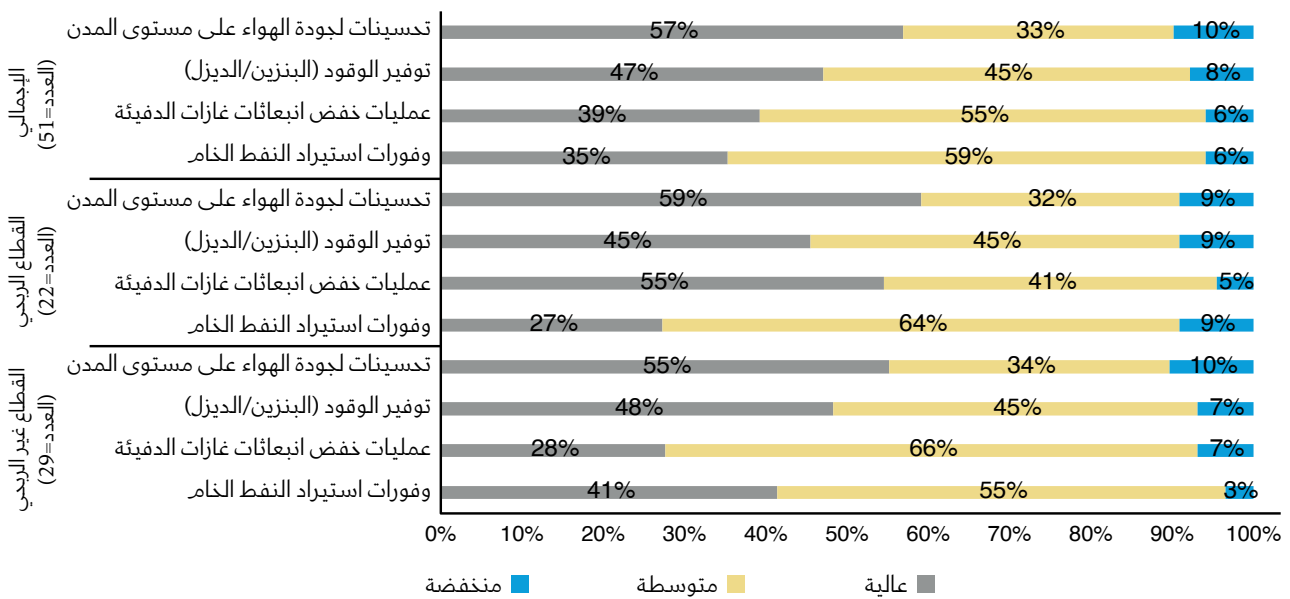
يعتقد الخبراء أن عدم وجود بطاريات للمركبات الكهربائية وسلاسل توريد للتصنيع سيحد من توفير المركبات الكهربائية منخفضة التكلفة في السوق الهندية.

يشار إلى أن تكاليف معدات البنية التحتية وتركيبها وتوفير الأراضي والطاقة الكهربائية تعتبر عقبات تحول دون إنشاء منظومة شحن لهذه المركبات.

يرى الخبراء أن التفويضات والحوافز المتعلقة بمبيعات المركبات الكهربائية "مثل الضرائب والمساعدات" تعتبر أكثر السياسات فعالية لتشجيع تطوير سوق المركبات الكهربائية في الهند.

عموماً، يمكن أن تساعد النتائج على فهم مستقبل قطاع المركبات الخفيفة الهندي والآثار المرتبطة على الطاقة والبيئة التي تترتب عليها آثار عالمية.

موجز بياني: مدى المكاسب المجتمعية المتوقعة من تحقيق الهند لمبيعات سنوية للمركبات الكهربائية بنسبة 30% بحلول عام 2030.



المصدر: تحليل كابسارك

المستوى المتوقع لاعتماد الهند واستخدامها للمركبات الكهربائية بحلول عام 2030 وما يرتبط بذلك من آثار مجتمعية.

وبناء على مراجعة المؤلفات المتعلقة باعتماد المركبات الكهربائية في مختلف الأسواق حول العالم، نحدد الأسئلة البحثية التالية لدراساتها بمزيد من التفصيل:

ما العوامل المؤثرة على اعتماد المستهلكين الهنود للمركبات الكهربائية؟

ما العوامل المؤثرة على تصنيع المركبات الكهربائية وبطارياتها في الهند؟

ما العقبات التي تحول دون إنشاء منظومة عامة لشحن المركبات الكهربائية في الهند؟

ما أدوات السياسة التي يمكنها مساعدة الهند على تحقيق هدفها الطموح المتمثل في أن تصل النسبة المئوية لحصة مبيعات المركبات الكهربائية الجديدة إلى 30% بحلول عام 2030؟

ما المكاسب المجتمعية التي يمكن تحقيقها إذا أوفت الهند بهدفها الطموح المتعلق بالمركبات الكهربائية؟

ما التدابير التي تتخذها الحكومات المركزية والولائية في الهند في الوقت الراهن، وكيف تتوافق مع العوامل المحددة للتمكين والتعطيل؟

من جانب آخر، تركز الدراسات الحالية في هذا المجال بصفة أساسية على أمريكا الشمالية وأوروبا والصين. وبالتالي، تختلف هذه الدراسة عن الأعمال السابقة لأنها تحدد عوامل معينة تعوق تطوير سوق المركبات الكهربائية في الهند. بالإضافة إلى ذلك، تثير هذه الدراسة المؤلفات ذات العلاقة من خلال إجراء استطلاعات للخبراء المرتبطين بالجوانب المختلفة للنظام البيئي الهندي

تعتبر الهند، وفقا لتقييم منظمة الصحة العالمية، من بين الدول الأسوأ على مستوى العالم من حيث جودة الهواء (Bernard and Kazmin 2018; Parkin 2019; BBC News 2019). حيث ساهم تلوث المركبات الناجم عن تزايد مخزونات مركبات الركاب، من بين عوامل أخرى¹، في تدهور جودة الهواء في الهند (Bernard and Kazmin 2018). كما يعتبر هذا المخزون المتنامي عاملا في أن تصبح الهند ثالث أكبر دولة مستهلكة للنفط² وباعثة للغازات الدفيئة على مستوى العالم (Friedrich, Ge, and Pickens 2017; EIA 2019).

توخت وزارة النقل الهندية من أجل معالجة هذه المسألة، الانتقال الكامل للمركبات المبيعة مؤخرًا، من المركبات التي تعمل بالبنزين والديزل إلى المركبات الكهربائية الموصولة بالكهرباء بحلول عام 2030 (Plötz et al. 2019; BBC News 2019). إضافة إلى ذلك، وضعت الحكومة الهندية هدفا لتحويل الهند إلى مركز عالمي لتصنيع المركبات الكهربائية (Ghosh 2019). ومع ذلك، قامت الحكومة الهندية بحلول عام 2019 بتعديل هذا الهدف الطموح لتحقيق حصة سوقية للمركبات الكهربائية بنسبة 30% بحلول عام 2030 (BBC News 2019)، وأشارت تقارير وسائل الإعلام إلى أن تراجع الصناعة والخوف من فقدان الوظائف كانا من بين الأسباب التي أدت إلى تخفيض هذا الهدف (BBC News 2019).

كذلك، من الواضح أن المركبات الكهربائية تشكل جزءا هاما من السياسات الهندية المعنية بالبيئة والطاقة والصناعة. ومع ذلك، لم يتم التوصل إلى الفهم التام للتحديات التي تواجهها سوق المركبات الكهربائية في الهند، وسبل التغلب عليها. وبالتالي فإن هذه الدراسة تهدف إلى تحديد كل من العقبات الهامة في هذه السوق وأدوات السياسات المستخدمة للتغلب عليها. وللقيام بذلك، فإننا ندرس النظام البيئي الهندي للمركبات الكهربائية من جانبي العرض والطلب. فضلا عن ذلك، تبحث هذه الدراسة من الناحية النوعية في

لبيانات الاستطلاع التي تم جمعها. ويعرض القسم الرابع (4) النتائج التي توصلت إليها تحليلاتنا الإحصائية لبيانات الاستطلاع بناء على المواضيع التي تم استكشافها. يناقش القسم الخامس (5) النتائج التحليلية ويسلط الضوء على أحدث التطورات في مجال السياسة في النظام البيئي الهندي للمركبات الكهربائية، إلى جانب تقديمه لتقديرات الانخفاض المتوقع في انبعاثات الغازات الدفيئة مقارنة بحالة بقاء الأمور على حالها إذا تمكنت الهند من الإيفاء بهدفها الطموح للمركبات الكهربائية. أخيراً، يركز القسم السادس (6) على النتائج الرئيسية المتعلقة بتطوير نظام بيئي للمركبات الكهربائية. ونلاحظ النتائج المشتركة بين الهند وبقية دول العالم والنتائج التي تنفرد بها الهند عن هذه الدول.

للمركبات الخفيفة. ولذلك، توفر النتائج التي نتوصل إليها فهماً أفضل لمعتقدات الخبراء فيما يخص مستقبل قطاع المركبات الخفيفة في الهند، وما يرتبط بذلك من تأثيرات على الطاقة والبيئة المرتبطة.

تم تنظيم بقية الدراسة على النحو التالي: يتناول القسم الثاني (2) النتائج التي توصل إليها باحثون آخرون حول إنشاء أنظمة بيئية للمركبات الكهربائية في مناطق أخرى من العالم، كما يركز أيضاً على النتائج السابقة التي تشكل الأساس للمواضيع المختلفة التي تم استكشافها في هذا الاستطلاع. ويوضح القسم الثالث (3) خريطة الطريق لإجراء الدراسة. ونقدم وصفاً لتحديد مجتمع الدراسة وصياغة مخطط الاستطلاع وتحليلنا

2. مراجعة المؤلفات

ركزت معظم الدراسات السابقة المتعلقة بتطوير النظام البيئي للمركبات الكهربائية على أمريكا الشمالية أو أوروبا أو الصين. نستعرض في هذا القسم هذه المؤلفات، ونلاحظ على وجه الخصوص رؤاها بشأن التحديات والفرص المتعلقة بإدخال المركبات الكهربائية، وقد تكون هذه الرؤى ذات أهمية بالغة للسوق الهندية. ونرى أن هذه المراجعة تساهم في التعريف بوسائلنا البحثية واستخدام النتائج لتطوير مواضيع الاستطلاعات. كما يقدم الجدول (1) لمحة عامة عن المؤلفات التي تثير هذه الدراسة.

كذلك، تركز العديد من الدراسات على العقبات التي تحول دون شراء المستهلكين للمركبات الكهربائية، ويتمثل أحد العوامل الرئيسية لهذه العقبات في الاختلافات بين المركبات الكهربائية والمركبات التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي. فمثلا، عادة ما تجد الدراسات أن نطاقات القيادة المنخفضة للمركبات الكهربائية تشكل عقبة كبيرة أمام اعتمادها واستخدامها (Carley, Siddiki, and Nicholson-Crotty 2019; Schneidereit et al. 2012; Franke et al. 2015). ومما يزيد من تفاقم هذا العقبات طول فترات إعادة شحن بطارية هذه المركبات (Berkeley, Jarvis, and Jones 2018; Noel et al. 2020; Giansoldati, Monte, and Scorrano 2020; Noel et al. 2020). ومع ذلك، فقد حققت العديد من المناطق مسافات قيادة أطول للمركبات الكهربائية وأوقات شحن أقصر ومنظومة شحن أكبر. وبالتالي، قد تتضاءل هذه العقبات بمرور الوقت.

أيضا يذكر أنه تم انتقاد ارتفاع أسعار شراء المركبات الكهربائية بوصفه عقبة أخرى تحول دون اعتمادها (Dua and White 2020; Noel et al. 2020; Adepetu and Keshav 2017; Vassileva and Campillo 2017). وتأتي هذه النتيجة في الغالب من الدراسات التي أجريت في الدول المتقدمة اقتصاديا. ومع ذلك، قد يشكل ارتفاع أسعار شراء المركبات الكهربائية عائقا أكبر أمام اعتمادها

في الاقتصادات الناشئة مثل الهند. وقد توصلت الدراسات كذلك إلى أن المشتريين المحتملين للمركبات الكهربائية لديهم مخاوف بشأن العمر الافتراضي لبطارية هذا النوع من المركبات (Krupa et al. 2014; Wu, Liao, and Wang 2020). ختاماً، نجد أن المشتريين يشعرون بالقلق من تراجع قيمة هذه المركبات بوتيرة أسرع من تلك المركبات التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي (Guo and Zhou 2019; Trivedi 2020; Noel et al. 2020).

غير أننا نجد على الرغم من وجود هذه العقبات، أن بعض المستهلكين قد يختارون شراء المركبات الكهربائية بدلا من المركبات التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي. وتكون دوافعهم لشراؤها بسبب فوائدها البيئية جزئياً (Dua, White, and Lindland 2019; Axsen, Bailey, and Castro 2015; Higuera-Castillo et al. 2019; Choi and Johnson 2019). كما يقدر المستهلكون معدل التسارع السريع للمركبات الكهربائية، حيث يمكن للمحركات الكهربائية أن تحقق أقصى عزم للدوران من الدورة الصفرية للمحرك (Skippon and Garwood 2011; Higuera-Castillo et al. 2019). وأخيرا، يشير المستهلكون إلى أن انخفاض تكاليف صيانتها وتزويدها بالوقود مقارنة بتكاليف تشغيل المركبات التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي يعد أحد الأسباب التي تدفعهم لشراء المركبات الكهربائية (Berkeley, Jarvis, and Jones 2018; Caperello, Kurani, and TyreeHageman 2014).

بالإضافة إلى هذه العقبات التي تعترض عمليات الشراء، نجد أن هنالك بعض العقبات الفنية التي تحول دون اعتماد المركبات الكهربائية. وبالرغم من أن المستهلكين يعتبرون الافتقار إلى منظومة شحن لهذه المركبات أحد العقبات الهامة، إلا أن تطوير هذه المنظومة تعترضه أيضا بعض العقبات والعراقيل. فارتفاع أسعار تأجير الأراضي ونقص المتاح منها لإقامة محطات منظومة الشحن في بعض المناطق قد أدى إلى خلق تحديات (Guo, Yang, and Yang 2018; Zhang et al. 2018).

أجل جعل المركبات الكهربائية أرخص ثمنا وأكثر ملاءمة لامتلاكها. كما تبين البحوث أن مثل هذه الحوافز المالية تشجع المستهلكين على شراء المركبات الكهربائية (Hardman 2019, Sheldon and Dua 2019b, 2020, Münzel et al. 2019, Aasness and Odeck 2015, Bjerkan, Nørbech, and Nordtømme 2016, DeShazo 2016).

تستطيع الحكومات المساهمة في رفع أسعار المركبات التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي من خلال تطبيق الضرائب وجعل المركبات الكهربائية أرخص ثمنا. وتبين البحوث أن مثل هذه السياسات فعالة أيضا في تشجيع المستهلكين على التحول إلى المركبات الكهربائية (Lieven 2015; Wangsness, Proost, and Rødseth 2020). وقد اتخذت كل من فرنسا والسويد أساليب مشتركة لفرض ضرائب على المركبات التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي، وتقديم حوافز لشراء المركبات الكهربائية من خلال أنظمة الضرائب والمساعدات.

الجدير بالذكر هنا، أن الحكومات تعمل أيضا على تشجيع المستهلكين على اختيار المركبات الكهربائية من خلال منح لوحات التراخيص والإعفاءات المتعلقة بقيود المناطق. ونجد في بعض المناطق، أن القيود المفروضة على لوحات الترخيص تسمح لبعض المركبات باستخدام الطرق في أيام محددة. ويمكن في حالات أخرى، إصدار عدد محدود من لوحات الترخيص الجديدة. كما تجدر الإشارة إلى أن بعض المناطق في الصين قدمت إعفاءات للمركبات الكهربائية من هذه القوانين (Ma, Fan, and Feng 2017; Ou et al. 2019; He et al. 2018). وبالمثل، يستخدم صانعو السياسات في بعض المدن الأوروبية مناطق الازدحام أو الانبعاثات لتقييد المركبات التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي أو فرض رسوم عليها.

يمكن لصناع السياسات أن يعالجوا انخفاض إمدادات المركبات الكهربائية وقلّة قواعد التصنيع المحلية بتفويضات تتطلب قيام صانعو السيارات بإنتاج مركبات كهربائية وبيعها في مناطقهم.

كما تعتبر تكاليف تصنيع وتركيب معدات منظومة شحن المركبات الكهربائية أيضا من العقبات المحتملة (Li and Ouyang 2011; Schroeder and Traber 2012). كذلك، قد تعوق تكاليف الكهرباء التجارية المرتفعة عمليات تطوير منظومة الشحن. كما يصعب على الشركات التي تقدم خدمات الشحن تطوير نماذج تجارية مستدامة إذا كانت هوامش الربح على الكهرباء المبيعة متدنية للغاية (Zhang et al. 2018; Engel et al. 2018). لذلك تقدم الحكومات منحا للتعويض عن التكاليف المرتفعة لتطوير منظومة الشحن وتركيبها (Nicholas and Hall 2018; IRENA 2019). ويقترح الباحثون أن تقوم الحكومات بدعم تركيب منظومة شحن لهذه المركبات.

قد يؤدي الافتقار إلى سلاسل التوريد المحلية³ للمكونات المستخدمة في تصنيع المركبات الكهربائية وبطارياتها إلى إعاقة تطوير سوق هذه المركبات الكهربائية في بلد ما (Zarazua de Rubens et al. 2020; Günther, Kannegiesser, and Autenrieb 2015; Lu et al. 2014). ويكمن السبب المحتمل لنقص القدرات التصنيعية في أن مثل هذه المرافق التصنيعية تتطلب استثمارات رأسمالية ضخمة (Wu et al. 2017; Todd, Chen, and Clogston 2013). كما تبين البحوث أن بعض مصنعي السيارات قد لا يرغبون في القيام بهذه الاستثمارات بسبب أوجه عدم اليقين في مجال التكنولوجيا، لا سيما أن كيمياء بطاريات هذه المركبات آخذة في التطور بصفة مستمرة (Pereirinha et al. 2018).

يستخدم صانعو السياسات للمساعدة على تجاوز العقبات التي تحول دون شراء المستهلكين لهذه المركبات، الحوافز لتشجيع المشتريين على اختيار المركبات الكهربائية. وتم تصميم هذه الحوافز المالية لجعل هذه المركبات ميسورة التكلفة وفي متناول الجميع. فضلا عن تصميم حوافز أخرى مثل إمكانية الوصول إلى مسارات الحافلات وتقاسم ركوب السيارات وتوفير المواقف المجانية وذلك من

التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي أو أنها شرعت فعليا في تنفيذه ، وهو تفويض لبيع المركبات ذات الانبعاثات الصفيرية بنسبة 100% (Plötz et al. 2019). بالإضافة إلى ذلك، يمكن لصانعي السياسات تقديم تخفيضات ضريبية أو منح للبحوث والتطوير بهدف المساعدة على تحفيز تطوير سلاسل التوريد المحلية للمركبات الكهربائية (Lutsey et al. 2018; Ou et al. 2019).

وقد كان أول تنظيم من هذا القبيل تم طرحه على الصعيد العالمي متمثلا في تفويض كاليفورنيا للمركبات ذات الانبعاثات الصفيرية الذي اتبعته تسع ولايات أمريكية أخرى. كما قدمت الصين في عام 2018، تفويضا مشابها متمثلا في سياسة مركبات الطاقة الجديدة (Axsen, Plötz, and Wolinetz 2020; Melton, Axsen, and Moawad 2020). بينما تدرس بعض الدول فرض حظر على مبيعات المركبات

الجدول 1. جوانب محددة من المؤلفات التي تم استكشافها في دراستنا الاستطلاعية.

المؤلفات		العوامل المدروسة والنتائج المستمدة من المؤلفات
الخاصة بالهند ⁴	العالمية	
اعتماد المستهلك للمركبات الكهربائية		
(CEEW 2019)	(Hardman 2019; Sheldon and Dua 2019b, 2020; Münzel et al. 2019)	يمكن أن تعمل الحوافز المالية المخصصة لخفض التكاليف الأولية للمركبات الكهربائية على تيسير اعتمادها، ومن الأمثلة الشائعة لذلك الخصومات والإعفاءات الضريبية وإعفاءات رسوم التسجيل وخلافها
(CEEW 2019)	(Hardman 2019)	يمكن لتكرار الحوافز المالية لامتلاك المركبات الكهربائية أن تساعد على عملية الاعتماد، ومن الأمثلة الشائعة لذلك المواقف المجانية وإعفاءات رسوم الطرق والوصول إلى المسارات الخاصة وغير ذلك
(TERI 2019)	(Berkeley, Jarvis, and Jones 2018)	إن انخفاض تكاليف تشغيل وصيانة المركبات الكهربائية الناتج عن اقتصادها العالي في استهلاك الوقود وانخفاض سعر الوقود (الكهرباء) وقلّة الأجزاء المتحركة يمكن أن يساعد على تفضيل اعتمادها.
(TERI 2019; Bhalla, Ali, and Nazneen 2018)	(Dua, White, and Lindland 2019, Axsen, Bailey, and Castro 2015)	إن التوافق الكبير للمركبات الكهربائية مع البيئة نتيجة انخفاض الانبعاثات الصادرة من أنبوب العادم أو انعدامها يمكن أن يكون دافعا لاعتمادها
(TERI 2019)	(Skippon and Garwood 2011; Higuera-Castillo et al. 2019)	يمكن أن تحفز زيادة وتيرة تسارع المركبات الكهربائية نتيجة عزم الدوران الفوري الأعلى من الطاقة المخزنة على عملية اعتمادها
(TERI 2019, Bansal and Kockelman 2017)	(Dua and White 2020, Noel et al. 2020)	إن ارتفاع أسعار الشراء الأولية للمركبات الكهربائية مقارنة بالمركبات التي تعمل بمحرك احتراق داخلي قد لا يحفز على اعتمادها
(TERI 2019)	(Giansoldati, Monte, and Scorrano 2020, Noel et al. 2020)	يمكن للافتقار إلى وجود بنية تحتية عامة واسعة النطاق لشحن المركبات الكهربائية أن يثني عن اعتمادها
(TERI 2019; CEEW 2019)	(Sierzchula et al. 2014)	تؤدي قلة الوكلاء ونماذج المركبات الكهربائية في السوق إلى التقليل من اعتماد هذه المركبات
(TERI 2019)	(Carley, Siddiki, and Nicholson-Crotty 2019)	إن قصر مسافة قيادة المركبات الكهربائية مقارنة بالمركبات التي تعمل بمحرك احتراق داخلي يمكن أن يثني عن اعتمادها
(TERI 2019)	(Berkeley, Jarvis, and Jones 2018; Noel et al. 2020)	يمكن أن يكون طول الفترة الزمنية اللازمة لتزويد المركبات الكهربائية بالوقود مقارنة بالمركبات التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي عقبة تحول دون اعتمادها
The Economic Times 2020, CEEW 2019)	(Tietge et al. 2016)	يمكن للفروض المصرفية منخفضة الفائدة المخصصة لشراء المركبات الكهربائية أن تسهل من عملية اعتماد هذه المركبات
(TERI 2019, LiveMint 2017)	(Krupa et al. 2014; Wu, Liao, and Wang 2020)	يمكن للمخاوف الناشئة بشأن العمر الافتراضي لبطاريات المركبات الكهربائية أن تثني عن اعتمادها

2. مراجعة المؤلفات

(CEEW 2019, The Economic Times 2020)	(Guo and Zhou 2019; Trivedi 2020; Noel et al. 2020)	يمكن لقيمة الاحتجاز المنخفضة (أي نسبة قيمة إعادة البيع إلى سعر الصفقة أو المعاملة) للمركبات الكهربائية المستعملة مقارنة بالمركبات المستعملة التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي أن تحول دون تحفيز الاعتماد
(Bansal and Kockelman 2017)	(Jin and Slowik 2017)	يمكن لعدم المعرفة بالمركبات الكهربائية أن يثني عن اعتمادها

البنية التحتية العامة لمنظومة شحن المركبات الكهربائية

(AEEE 2020; CEEW 2019)	Guo, Yang, and Yang 2018; Zhang et al. 2018)	يمكن لعدم توفر الأراضي وارتفاع أسعار تأجيرها أن يثني عن تركيب محطات عامة لمنظومة شحن هذه المركبات
(AEEE 2020; CEEW 2019)	(Li and Ouyang 2011; Schroeder and Traber 2012)	يمكن للتكاليف الرأسمالية المرتفعة لإنشاء محطات منظومة شحن للمركبات الكهربائية أن تحول دون تحفيز توفير بنية تحتية عامة لمنظومة الشحن
(CEEW 2019; BEE 2019)	(Zhang et al. 2018; Hall and Lutsey 2017)	يمكن أن يؤدي الافتقار إلى وجود خيارات تمويلية لتركيب محطات منظومة الشحن بما فيها القروض والحوافز لخفض تكاليف الاستثمار الأولية إلى الحد من توفر البنية التحتية العامة لمنظومة الشحن
(AEEE 2020; CEEW 2019)	(Zhang et al. 2018; Engel et al. 2018)	يمكن أن تؤدي التكلفة المرتفعة لكل وحدة من الكهرباء المخصصة للاستهلاك التجاري إلى التثني عن كل من استخدام وتركيب البنية التحتية العامة لمنظومة الشحن من خلال خفض معدل العائد على الاستثمارات
(BEE 2019)	(U.K. Parliament 2018; SEPA 2019)	يمكن للشراء المحدود من شركات التوزيع المشاركة في نقل الكهرباء وتوزيعها من شركات الكهرباء أن يثني عن تركيب البنية التحتية لمنظومة الشحن
(BEE 2019)	(Zhang et al. 2018)	يمكن لإعانات دعم الكهرباء المخصصة لمنظومة الشحن العام أن تجعل من إنشاء بنية تحتية عامة لهذه المنظومة أمرا مربحا
(CEEW 2019)	(Springer India New Delhi 2012)	يمكن أن يعيق الافتقار إلى وجود سلسلة توريد محلية للمكونات المستخدمة في تصنيع معدات توريد المركبات الكهربائية تركيب البنية التحتية العامة لمنظومة الشحن.

أدوات السياسة الرامية إلى تشجيع اعتماد المركبات الكهربائية

(ICCT 2019; Dogra 2019)	(Ma, Fan, and Feng 2017; Ou et al. 2019; He et al. 2018)	يمكن أن تسهل قيود حصص ترخيص المركبات غير الكهربائية مع عدم وجود قيود على المركبات الكهربائية اعتماد المركبات الكهربائية
(ICCT 2019)	(ICCT 2020)	يمكن لمناطق الانبعاثات المنخفضة أو الصفرة التي تسمح فقط بالمركبات الكهربائية وتقييد وصول المركبات غير الكهربائية أن تحفز اعتماد المركبات الكهربائية
(BEE 2019)	(Nicholas and Hall 2018; IRENA 2019)	يمكن لصور الاستثمار المختلفة في البنية التحتية العامة للشحن، بما فيها المنح الحكومية والحوافز الرأسمالية وحوافز خفض الضرائب أن تدعم اعتماد المركبات الكهربائية
(NITI Aayog & RMI India 2019; BEE 2019)	(Hardman 2019; Sheldon and Dua 2019a, 2019b)	تتبع الحوافز المالية وغير المالية بما في ذلك خفض الأسعار الأولية والخصومات والإعفاءات من الاعتمادات الضريبية ورسوم التسجيل اعتماد المركبات الكهربائية
(NITI Aayog 2018)	(Axsen, Plötz, and Wolinetz 2020; Melton, Axsen, and Moawad 2020)	يمكن أن تشجع تفويضات المركبات الكهربائية التي تتطلب بيع مصنعي السيارات لحصة بسيطة من المركبات ذات الانبعاثات الصفرة، مثل تفويض المركبات ذات الانبعاثات الصفرة في بعض الولايات الأمريكية وسياسة الصين لمركبات الطاقة الجديدة على اعتماد المركبات الكهربائية.
(ICCT 2019; CEEW 2018)	(Lieven 2015; Wangsness, Proost, and Rødseth 2020)	يمكن لزيادة الضرائب المفروضة على البنزين والديزل التقليديين أن تشجع اعتماد المركبات الكهربائية
(Economic Times 2019)	Hardman and Sperling 2019; Senecal and Leach 2019; Plötz et al. 2019)	يمكن أن يؤدي حظر المبيعات الجديدة للمركبات التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي إلى زيادة اعتماد المركبات الكهربائية
The Hindu 2019, Ministry of Heavy Industries & Public Enterprises 2018)	(Axsen, Plötz, and Wolinetz 2020; Sen, Noori, and Tatari 2017; Jenn, Azevedo, and Michalek 2016)	يمكن لوجود المزيد اللاتمائمات لمبيعات المركبات الكهربائية في معيار اقتصاد الوقود في المركبات الجديدة أن يشجع على اعتماد المركبات الكهربائية
(NITI Aayog and RMI India 2017)	(Greene et al. 2005; de Haan, Mueller, and Scholz 2009)	يمكن أن تؤدي الرسوم والضرائب التي تقتضي فرض ضرائب على المركبات التي لا تتمتع بالكفاءة في استهلاك الطاقة، وتقديم خصومات للمركبات التي تمتاز بكفاءة استهلاك الطاقة إلى اعتماد المركبات الكهربائية

تصنيع المركبات الكهربائية وبطارياتها

(ICRIER 2019)	Zarazua de Rubens et al. 2020; Günther, Kannegiesser, and Autenrieb 2015; Lu et al. 2014)	إن عدم وجود سلاسل توريد محلية للمكونات المستخدمة في تصنيع المركبات الكهربائية وبطارياتها، بما فيها الموارد المعدنية وأشباه الموصلات والمحرك وأجهزة التحكم والإلكترونيات الطاقة يثني عن التصنيع المحلي
(Ernst & Young 2017)	(Lu et al. 2014; Todd, Chen, and Clogston 2013)	يمكن أن تشجع زيادة الطلب المحلي على المنتجات النهائية (أي المركبات الكهربائية وبطارياتها) التصنيع المحلي
(CEEW 2019; NITI Aayog & RMI India 2019)	(Lutsey et al. 2018; Ou et al. 2019)	يمكن لسياسات الدعم، بما في ذلك حوافز خفض تكاليف الاستثمار الأولية وحوافز تخفيض الضرائب ومنح البحوث والتطوير وحوافز الأعمال الميسرة وأسعار المرافق المخفضة أن تعمل على تيسير التصنيع المحلي
Deloitte 2019; CEEW 2019)	(Wu et al. 2017; Todd, Chen, and Clogston 2013)	يمكن لمتطلبات رأس المال الضخمة والصعوبات في زيادته لإنشاء المصانع أن تكون بمثابة حاجز أمام التصنيع المحلي
(Ernst & Young 2017; ICRIER 2019)	(Pereirinha et al. 2018)	يمكن لعدم اليقين في مجال التكنولوجيا مثل الكيمياء سريعة التطور لبطاريات المركبات الكهربائية أن يكون بمثابة عامل تعطيل لاستثمارات التصنيع
(CEEW 2019)	(Naumanen et al. 2019; Merz and Stevenson 1995)	يمكن لنقص العمال المهرة المدربين تحديداً على تصنيع البطاريات ومجموعة نقل الحركة في المركبات الكهربائية أن يثني عن التصنيع المحلي
(Deloitte 2019; ICRIER 2019)	Dombrowski and Engel 2013, 2014)	يمكن أن يكون عدم وجود نظام بيئي راسخ لخدمات ما بعد بيع المركبات الكهربائية، بما في ذلك خدمة الصيانة ومكونات ما بعد البيع وأسواق البطاريات المستعملة والمركبات الكهربائية بمثابة عائق أمام التصنيع المحلي

المكاسب المجتمعية الناجمة عن اعتماد المركبات الكهربائية

(IIT Madras & WRI India 2019; NITI Aayog & RMI India 2019)	(Razeghi et al. 2016; Gai et al. 2020)	يمكن أن يؤدي اعتماد المركبات الكهربائية إلى الحد من تلوث الهواء وتحسين جودته على مستوى المدن
(IIT Madras & WRI India 2019; NITI Aayog & RMI India 2019)	(Sheldon and Dua 2018)	يمكن أن يقلل اعتماد المركبات الكهربائية استهلاك الوقود المستخدم في النقل، بما في ذلك البنزين والديزل
(IIT Madras & WRI India 2019; NITI Aayog & RMI India 2019)	(Lutsey 2015; Zheng et al. 2020)	يمكن أن يساعد اعتماد المركبات الكهربائية في تخفيف تغير المناخ من خلال خفض انبعاثات الغازات الدفيئة
(IIT Madras & WRI India 2019; NITI Aayog & RMI India 2019)	(BP 2016; Kah 2018; Albrahim et al. 2019)	يمكن أن يقلل اعتماد المركبات الكهربائية واردات النفط الخام، مما يؤدي إلى توفير التكاليف وتقليل الاعتماد على الطاقة

3. الأساليب المستخدمة في الدراسة

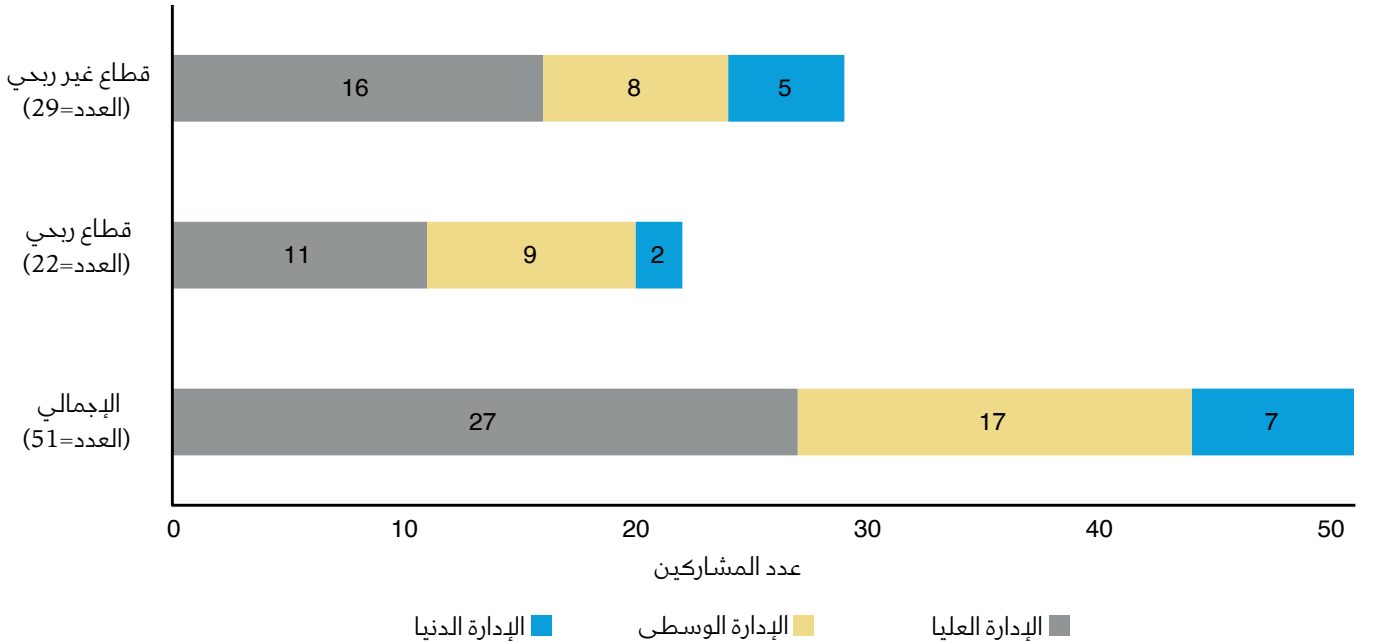
مجتمع الدراسة

الصلة مثل جمعية مصنعي السيارات الكهربائية وجمعية مصنعي السيارات الهندية. تم تحديد كل خبير بوصفه طرفاً مؤثراً على النقاشات الدائرة حول قطاع المركبات الخفيفة في الهند، وعلى النظام البيئي للمركبات الكهربائية على وجه الخصوص.

قمنا بتحديد مجتمع الدراسة الذي ضم 152 خبيراً في المركبات الكهربائية يمثلون أطرافاً رئيسية في النقاش الحالي حول المركبات الكهربائية. وأردنا تحديداً أن نضمن وجود مجموعة التجارب والخبرات بين الخبراء. يمثل مجتمع الدراسة كل من القطاعات الربحية وغير الربحية ويضم خبراء من الشركات المصنعة وشركات مرافق الطاقة والوزارات الحكومية والمراكز الفكرية. ولقد حددنا هؤلاء الخبراء من المؤلفات التي تدور حول قطاع المركبات الخفيفة في الهند، ومن قوائم المشاركة في المؤتمرات. كما أننا استهدفنا أعضاء الجمعيات ذات

أجرينا استطلاعاً عبر شبكة الإنترنت لعدد 152 خبيراً مختاراً في الفترة الواقعة ما بين شهري مارس ويونيو من عام 2020، وقد أكمل 51 من هؤلاء الخبراء الاستطلاع.⁵ يوضح الشكل (1) توزيع المشاركين في الاستطلاع على مختلف القطاعات ومستويات الأقدمية.

الشكل 1. توزيع المشاركين على القطاعات ومستويات الأقدمية.



المصدر: تحليل كابسارك

الهند، وتشمل هذه المواضيع الحصة المتوقعة للسيارات الكهربائية من المبيعات الجديدة بحلول عام 2030، والعوامل التي تؤثر على تبني المستهلكين والمنظومة العامة للشحن، ومدى

ملخص الاستطلاع

طلبنا آراء الخبراء حول ستة موضوعات مختلفة تتعلق بالنظام البيئي للمركبات الكهربائية في

التحليل الإحصائي

تعتبر الاختبارات اللا معلمية هي الأنسب لهذا التحليل نظرا للطبيعة الترتيبية والمنفصلة لعناصر بيانات الاستطلاع (Sullivan and Artino Jr. 2013). وبالتالي، فإننا نستخدم اختبار مان-ويتني لتساوي المتوسطات، وهو اختبار لا معلمي يستخدم لتحليل بيانات الاستطلاعات، ويقارن بين متوسطين لتحديد ما إذا كانا مختلفين اختلافا كبيرا عن بعضهما البعض.

التأثير على قطاع الكهرباء. وطرحنا عدة أسئلة حول أدوات السياسة الرامية لتحقيق الهدف الهندي الطموح للمركبات الكهربائية لعام 2030، والعوامل المؤثرة على التصنيع المحلي للمركبات الكهربائية وبطارياتها، والآثار المجتمعية المحتملة. كذلك تم بالنسبة لكل موضوع، طرح سلسلة من الأسئلة على المشاركين مع تقديم إجابات محتملة على مقياس ليكرت الثلاثي أو الخماسي (Sullivan and Artino Jr. 2013). وطلب من الخبراء تقييم عوامل التمكين والتعطيل على مقياس ليكرت الخماسي لدرجة الموافقة. كما طلب من المشاركين بعد الإجابة عن هذه الأسئلة اختيار أهم عوامل التمكين والتعطيل.

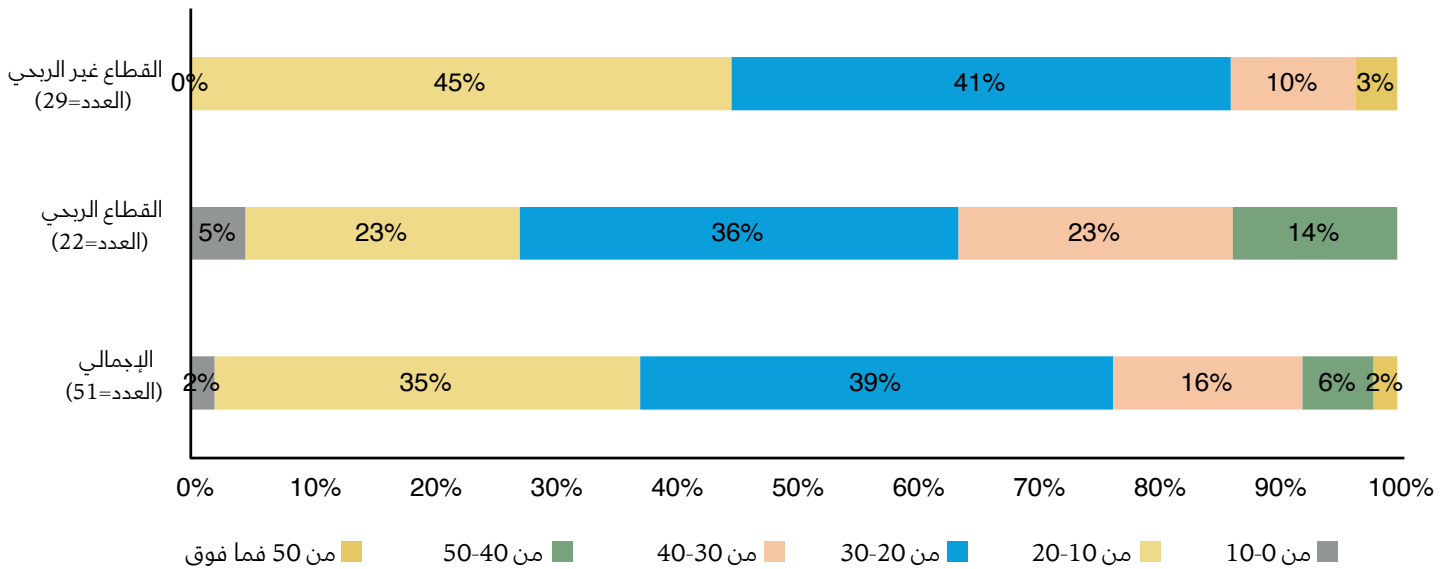
4. النتائج

فوق. ويوضح الشكل (2) توزيع إجابات الخبراء من القطاعين الربحي وغير الربحي.⁶ ويبين الشريط بعنوان "الإجمالي" نتائج مجموعات المشاركين من كلا القطاعين. يبلغ الحد الأدنى المتوقع للحصة السوقية في المتوسط 19.4%، بينما يبلغ الحد الأعلى المتوقع 30.2%، فيما يبلغ المتوسط المتوقع حوالي 24.8%.⁷

الحصة المتوقعة لمبيعات المركبات الكهربائية بحلول عام 2030

سئل المشاركون عن توقعهم للحصة السنوية لمبيعات المركبات الكهربائية الجديدة في الهند بحلول عام 2030. ومنحوا خيار اختيار نطاق النسبة المئوية الذي يتراوح ما بين 0-10 أو 10-20 أو من 20-30 أو من 30-40 أو من 40-50 أو من 50 فما

الشكل 2. توقعات المشاركين للحصة السنوية لمبيعات المركبات الكهربائية الجديدة في الهند بحلول عام 2030.

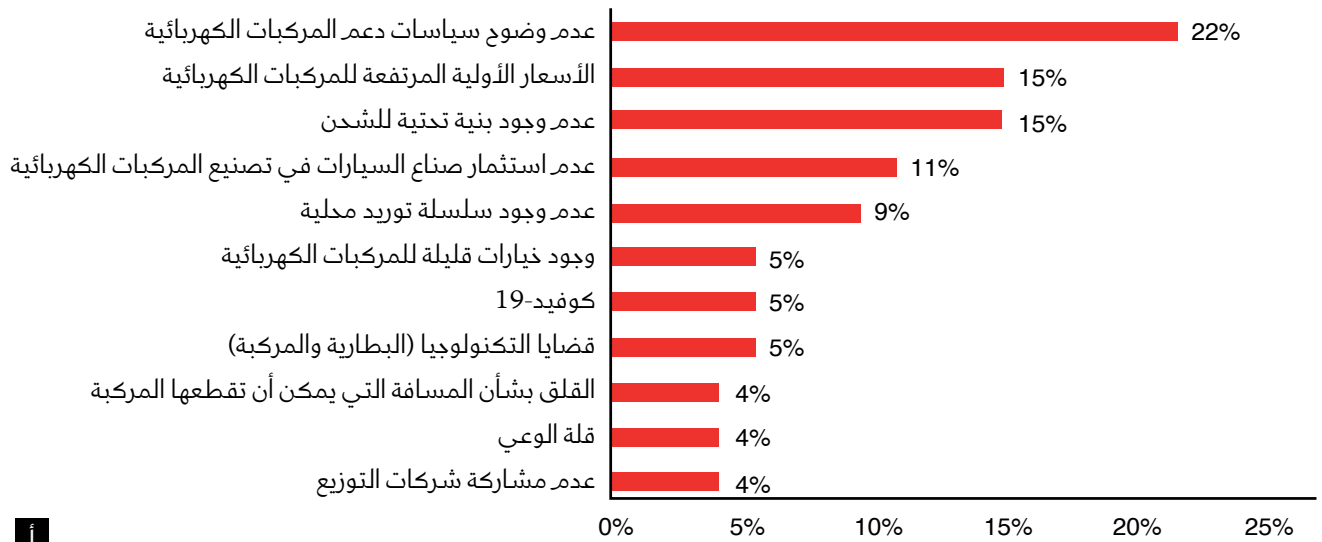


المصدر: تحليل كابسارك

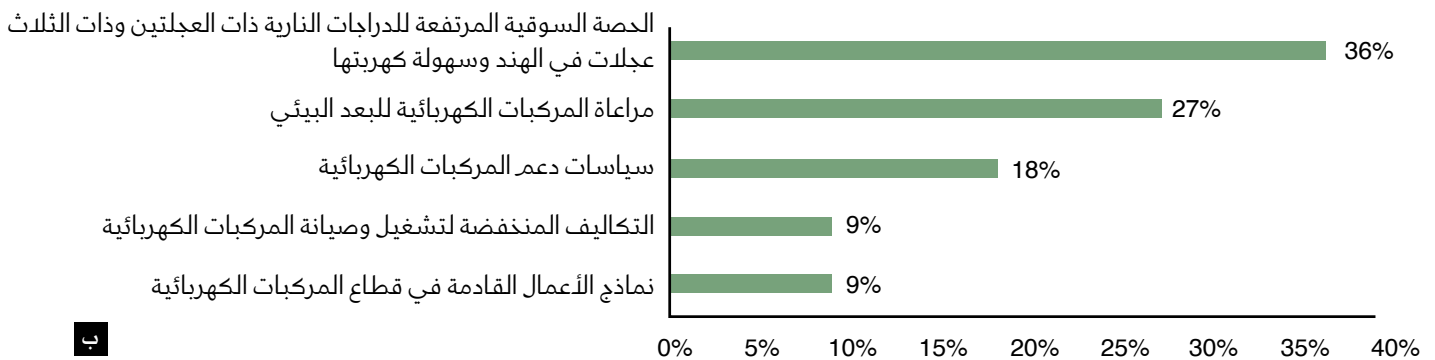
ويعد الافتقار إلى السياسات الحكومية وارتفاع التكاليف الأولية للمركبات الكهربائية وعدم وجود منظومة شحن لهذه المركبات أكثر ثلاثة أسباب دفعتهم إلى هذا الاعتقاد. في حين يعتقد 12 مشاركا منهم (حوالي 24%) أن الهند ستتجاوز هدفها الطموح. وذكروا أن اندفاع الحكومة القوي نحو استخدام الكهرباء في تشغيل الدرجات النارية ذات العجلتين وذات الثلاث عجلات والفوائد البيئية للمركبات الكهربائية هما سببان مهمان لهذا الاعتقاد.

كذلك طلبنا من المشاركين أن يشرحوا سبب اختيارهم لنطاق الحصة السوقية المتوقعة للمركبات الكهربائية، وعن سبب اعتقادهم بأن الهند ستعجز عن تحقيق هدفها الطموح أو تتجاوزه المتمثل في تحقيق حصة سوقية للمركبات الكهربائية بنسبة 30%. ويوضح الشكل (3) الأسباب التي ذكرها المشاركون في هذا الصدد. إذ يعتقد 39 مشاركا من أصل 51 (حوالي 76%) أن الهند ستخفق في تحقيق هدفها الطموح.

الشكل 3. الأسباب المعلنة التي تفيدها بأن الهند (أ) لن تحقق أو (ب) ستتفوق في تحقيق هدفها الطموح المتمثل في تحقيق 30% من حصة المبيعات الجديدة للمركبات الكهربائية بحلول عام 2030.



أ



ب

المصدر: تحليل كابسارك

توزيع اختيارات المشاركين لأهم عوامل التمكين والتعطيل.

علاوة على ذلك، يوضح الشكل (4) ثلاث نتائج ملحوظة. أولاً، تعتبر الأسعار الأولية المرتفعة للمركبات الكهربائية أهم عامل تعطيل بحسب ما ذكره 63% من المشاركين، وتماشياً مع هذه النتيجة، اختار 80%⁸ من المشاركين "الحوافز المالية الهادفة لخفض التكاليف الأولية" كأهم عامل تمكين. وقد حصلت هذه الخيارات وفقاً

العوامل المؤثرة على اعتماد المستهلك للمركبات الكهربائية في الهند

سألنا بعد ذلك الخبراء عن العوامل التي تشجع المستهلكين الهنود أو تثنيهم عن اعتماد المركبات الكهربائية. يوضح الشكل (4) تقييم المشاركين لعوامل التمكين والتعطيل المختلفة على مقياس ليكرت الذي يتراوح ما بين "أوافق بشدة" و"أرفض بشدة"، ويظهر الشكل (4) (ب)

المتعلقة بعوامل التمكين المتبقية.¹⁴ فضلا عن ذلك، لا تختلف إجابات المشاركين من القطاعين الربحي وغير الربحي لهذين العاملين من عوامل التمكين من الناحية الإحصائية.¹⁵

المنظومة العامة للشحن

يعتقد الخبراء، بحسب ما يوضحه التحليل، أن عدم وجود منظومة عامة للشحن يعتبر ثاني أهم عقبة تحول دون اعتماد المركبات الكهربائية في الهند. لذلك، سألنا المشاركين عن أسباب عدم كفاية ومناسبة المنظومة العامة للشحن في الهند. ويوضح الشكل (5أ) تقييم المشاركين للعوامل المختلفة المتعلقة بالمنظومة العامة للشحن على مقياس ليكرت المستخدم للسؤال السابق، ويعرض الشكل (5ب) توزيع إجاباتهم على الأسئلة التي تدور حول أهم عقبة في هذه المنظومة .

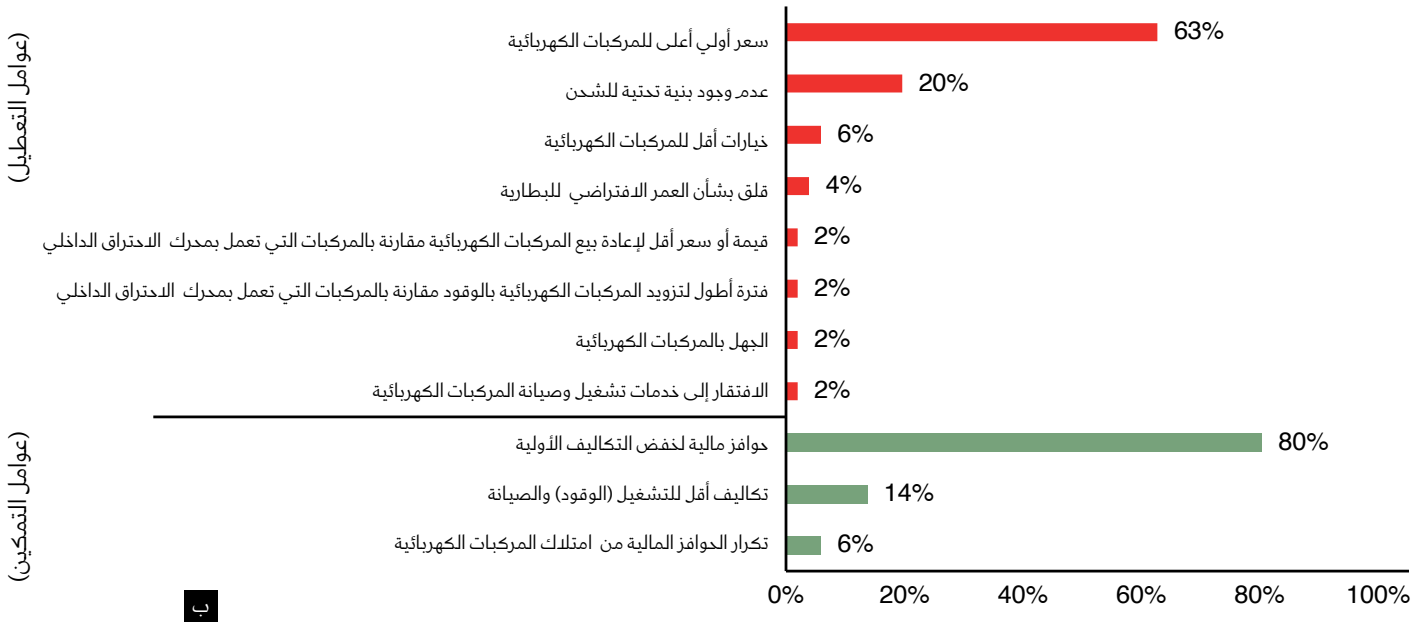
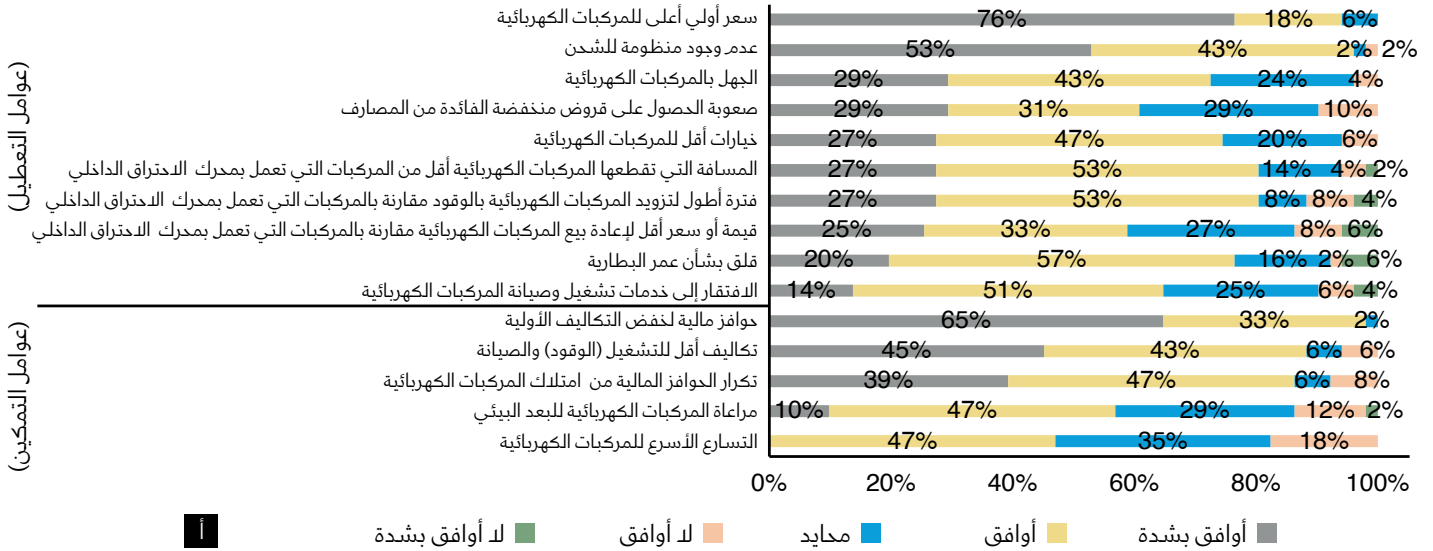
يقدم الشكل (3) ثلاث نتائج ملحوظة. أولاً، حصل "عدم توفر الأراضي وارتفاع أسعار تأجيرها" على أكثر إجابات "موافق بشدة" (55%)، ويعتبر توزيع الإجابات لهذه العقبة مختلفاً من الناحية الإحصائية عن العقبات الأخرى.¹⁶ علاوة على ذلك، اختار أكبر عدد من المشاركين (47%) هذه العقبات باعتبارها العقبة الأكثر أهمية. ثانياً، أشار حوالي 27% من المشاركين إلى أن "ارتفاع تكلفة إنشاء محطة منظومة شحن للمركبات الكهربائية" يمثل العقبة الأهم. ومع ذلك، لا يختلف توزيع الإجابات لهذه العقبة من الناحية الإحصائية عن توزيع الإجابات الخاصة بعقبة "عدم وجود خيارات تمويلية لإنشاء محطات منظومة الشحن".¹⁷ ثالثاً، لا تختلف إجابات المشاركين من القطاعين الربحي وغير الربحي اختلافاً كبيراً بالنسبة لكل من العقبات الثلاثة الأولى.¹⁸

لمقياس ليكرت على أعلى النسب لدرجة "موافق بشدة" في عوامل التمكين والتعطيل على التوالي.⁹ بينما قيّم المشاركون من القطاع الربحي الحوافز المالية على أنها تمثل أهم عامل تمكين مقارنة بنظرائهم من القطاع غير الربحي.¹⁰ ومع ذلك، لا تختلف تقييمات المجموعتين لعامل التعطيل "السعر الأولي المرتفع" من الناحية الإحصائية.¹¹

تتعلق النتيجة الثانية الملحوظة بالعقبات المهمة المتبقية، ويعتبر "عدم وجود منظومة للشحن" ثاني أهم عقبة، حيث اختارها 20% من المشاركين، فيما تعتبر عقبة "خيارات قليلة للمركبات الكهربائية" التي اختارها 6% من المشاركين ثالث أهم عقبة. وتعتبر الاستجابات لعقبة "عدم وجود منظومة للشحن" على مقياس ليكرت مختلفة من الناحية الإحصائية عن تلك الاستجابات المتعلقة بعوامل التعطيل المتبقية. ومع ذلك، تعتبر الاستجابات لعقبة "خيارات قليلة للمركبات الكهربائية" غير مختلفة من الناحية الإحصائية عن الاستجابات لعوامل التعطيل المتبقية.¹² وأيضاً، يقيم المشاركون من القطاع غير الربحي "عدم وجود منظومة للشحن" باعتبارها أهم عامل تعطيل مقارنة بالمشاركين من القطاع الربحي.¹³

كما تتعلق النتيجة الثالثة الملحوظة بعوامل التمكين المهمة المتبقية، وتعتبر "تكاليف التشغيل (الوقود) والصيانة المنخفضة" ثاني أهم عامل تمكين اختاره 14% من المشاركين، ويعتبر "تواتر الحوافز المالية لامتلاك المركبات الكهربائية" الذي اختاره 6% من المشاركين ثالث أهم عامل تمكين، ولا تختلف الإجابات لهذين العاملين من عوامل التمكين على مقياس ليكرت عن بعضها البعض من الناحية الإحصائية. ومع ذلك، فهي تختلف من الناحية الإحصائية عن الإجابات

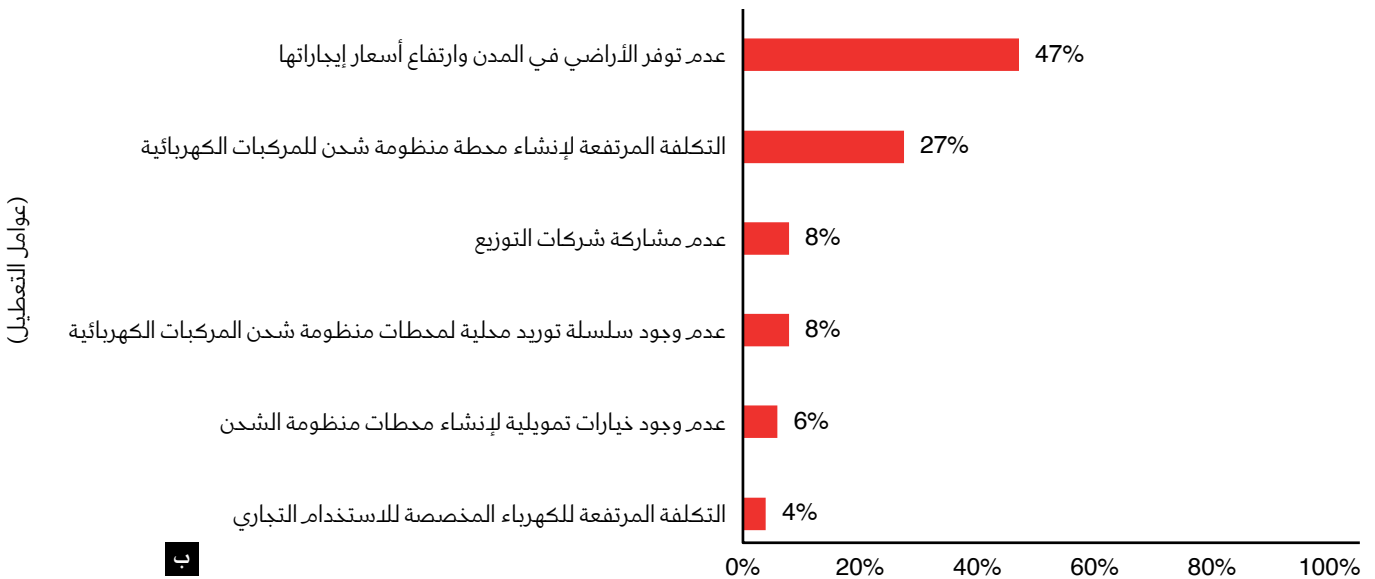
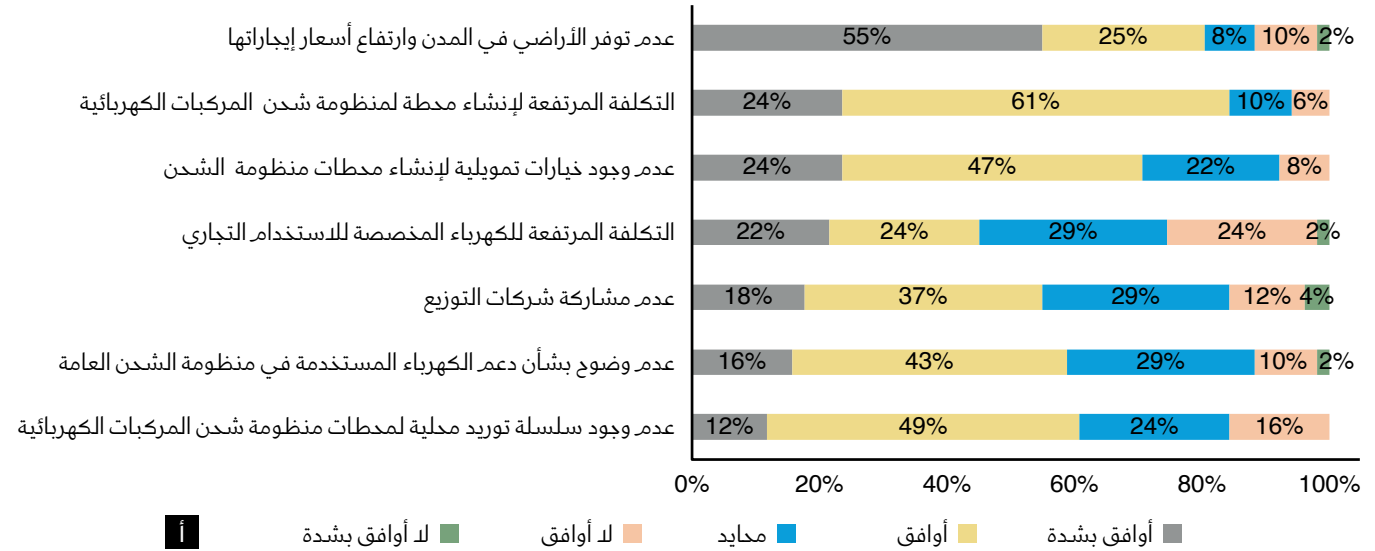
الشكل 4. اعتقادات المشاركين بشأن (1) ما إذا كانت العوامل المختلفة تمثل عوامل تمكين أو تعطيل لاعتماد المستهلك للمركبات الكهربائية في الهند (2) أهم عوامل التمكين أو التعطيل.



المصدر: تحليل كابسارك

4. النتائج

الشكل 5. مستويات موافقة المشاركين أو معارضتهم للعبارات المتعلقة بمنظومة الشحن (أ) واعتقاداتهم بشأن العقبة الكبرى التي تحول دون تطوير سوق المركبات الكهربائية (ب).



المصدر: تحليل كابسارك

حصة سنوية لمبيعات المركبات الكهربائية الجديدة بنسبة 30% بحلول عام 2030، وسألنا عن سياسات المستوى المركزي ومستوى الولايات، ويوضح الشكل (16) الإجابات على أحد أسئلة الاستطلاع الذي طلب فيه من الخبراء تقييم عوامل التمكين والتعطيل المختلفة، ويستخدم هذا السؤال مقياس ليكرت نفسه المستخدم

أدوات السياسة الرامية إلى تحقيق الهدف الطموح المتمثل في تحقيق حصة سنوية لمبيعات المركبات الكهربائية بنسبة 30% بحلول عام 2030

كذلك، سعيًا للحصول على آراء الخبراء حول أدوات السياسة التي يمكنها مساعدة الهند على تحقيق

العوامل المؤثرة على التصنيع المحلي للمركبات الكهربائية وبطارياتها، ويوضح الشكلان (أ7) و(أ8) تقييم المشاركين لعوامل التمكين والتعطيل المختلفة على مقياس ليكرت على التوالي، كما هي الحال في التحليلات السابقة. كما يوضح الشكلان (ب7) و(ب8) توزيع اختيارات المشاركين لأهم عامل تمكين وتعطيل، على التوالي.

بينما يشير الشكلان (7 و8) إلى ثلاث نتائج ملحوظة. أولاً، اختار المشاركون في معظم الأحيان "عدم وجود طلب محلي على المركبات الكهربائية" باعتباره العقبة الأهم التي تحول دون تصنيع المركبات الكهربائية وبطارياتها. وحصلت هذه العقبة كذلك على أعلى عدد من إجابات "أوافق بشدة" على مقياس ليكرت للإجابة عن السؤال. ومع ذلك، فإن التوزيع الإجمالي على مقياس ليكرت لا يختلف من الناحية الإحصائية عن التوزيع الخاص بالعقبات الثلاث الأخرى لكلا النوعين من التصنيع. وتتمثل العقبات الهامة الأخرى في "عدم وضوح سياسات دعم التصنيع على المستوى المركزي ومستوى الولايات" و"عدم وجود سلاسل توريد محلية للبطاريات والمحركات وأجهزة التحكم وإلكترونيات الطاقة" و"صعوبة زيادة رأس المال لتطوير المركبات الكهربائية وتصنيعها".²⁴ وعلى الرغم من أنه يجب التغلب على عقبة "عدم وجود طلب محلي على المركبات الكهربائية" أولاً، إلا أنه يجب أيضاً معالجة العقبات الثلاث الأخرى التي تحول دون التصنيع.

ثانياً، تم إدراج "حواجز خفض تكاليف الاستثمار الأولية" على أنها عامل التمكين الأهم لكلا نوعي التصنيع. وتمثل "حواجز تخفيض الضرائب" لتصنيع المركبات الكهربائية و"منح البحث والتطوير" لتصنيع البطاريات ثاني أهم عامل تمكين.²⁵ ومع ذلك، فإن توزيع الإجابات على مقياس ليكرت بالنسبة "لحواجز خفض تكاليف الاستثمار الأولية" و"حواجز تخفيض الضرائب" لا يختلف إحصائياً عن أي نوع من أنواع التصنيع.²⁶

في الأسئلة السابقة. ويظهر الشكل (ب6) ترتيباً لأهم عوامل التمكين والتعطيل بحسب تقييمات المشاركين.

يقدم الشكل (6) ثلاث نتائج ملحوظة. أولاً، اختار المشاركون في معظم الأحيان (33%) تفويض المركبات الكهربائية باعتباره أهم أداة من أدوات السياسة على المستوى الوطني، فيما جاءت سياسة الضرائب والمساعدات في المرتبة الثانية (29%)، ولا يختلف توزيع الإجابات لهاتين الأداةين من أدوات السياسة على مقياس ليكرت من الناحية الإحصائية.¹⁹ بعبارة أخرى، أشار الخبراء عند تقييمهم للأدوات السياسية بشكل منفصل إلى أن السياسات متساوية في قدرتها على مساعدة الهند على تحقيق هدفها الطموح لعام 2030. ومع ذلك، فإنه عندما طلب منهم أن يختاروا أهم أداة سياسة، اختار عدد كبير منهم سياسة تفويض المركبات الكهربائية بدلا من سياسة الضرائب والمساعدات.

ثانياً، نلاحظ اتجاهات مماثلة لأدوات السياسة على مستوى الولايات، فلقد اختار معظم المشاركين تفويض المركبات الكهربائية²⁰ (41%)، تلاه حوافز المركبات الكهربائية (31%). ومع ذلك، لا يختلف توزيع الإجابات لأربع أدوات سياسة على مستوى الولايات من الناحية الإحصائية على مقياس ليكرت.²¹

ثالثاً، لا تختلف إجابات المشاركين من القطاعين الربحي وغير الربحي على مقياس ليكرت من الناحية الإحصائية بالنسبة لأدوات سياسة تفويض المركبات الكهربائية.²² بل في الواقع، نجد أن إجابات المشاركين من القطاعين الربحي وغير الربحي لا تختلف من الناحية الإحصائية بالنسبة لتدابير السياسة سواء على المستوى الوطني أو على مستوى الولايات.²³

العوامل المؤثرة على تصنيع المركبات الكهربائية وبطارياتها في الهند

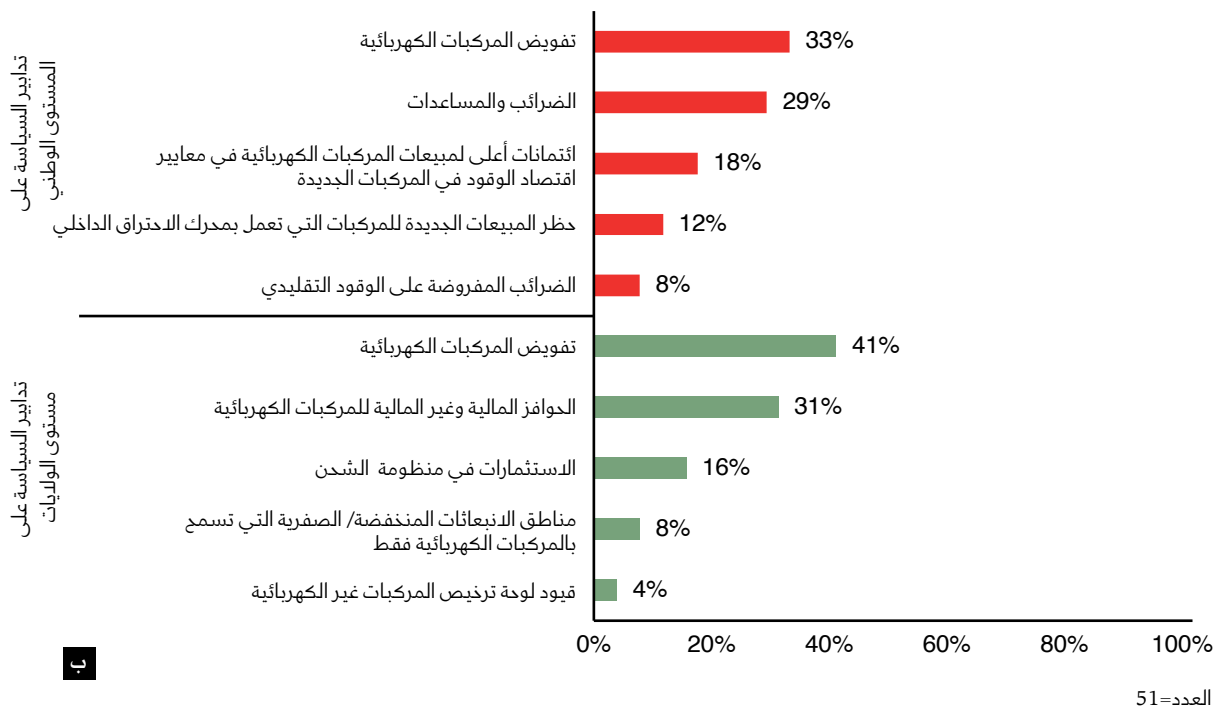
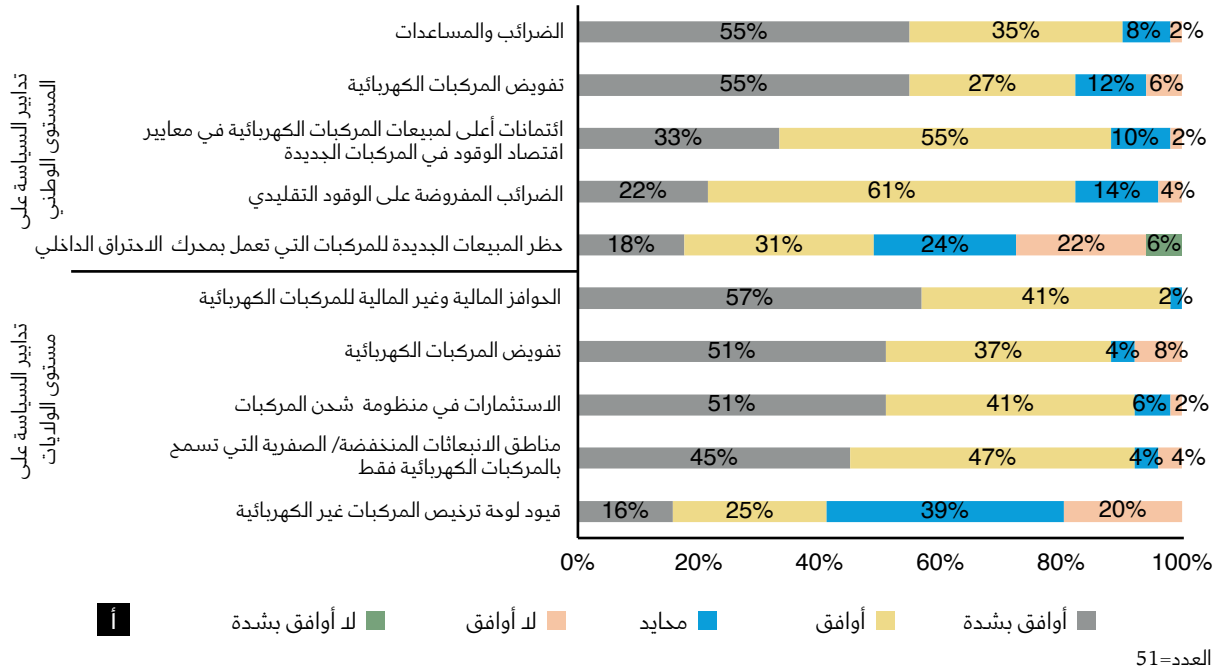
أيضاً سعيها للحصول على آراء الخبراء حول

4. النتائج

تختلف إجابات المشاركين من القطاعين الربحي و غير الربحي بالنسبة "لعدم وجود طلب محلي على المركبات الكهربائية" اختلافا كبيرا.²⁸

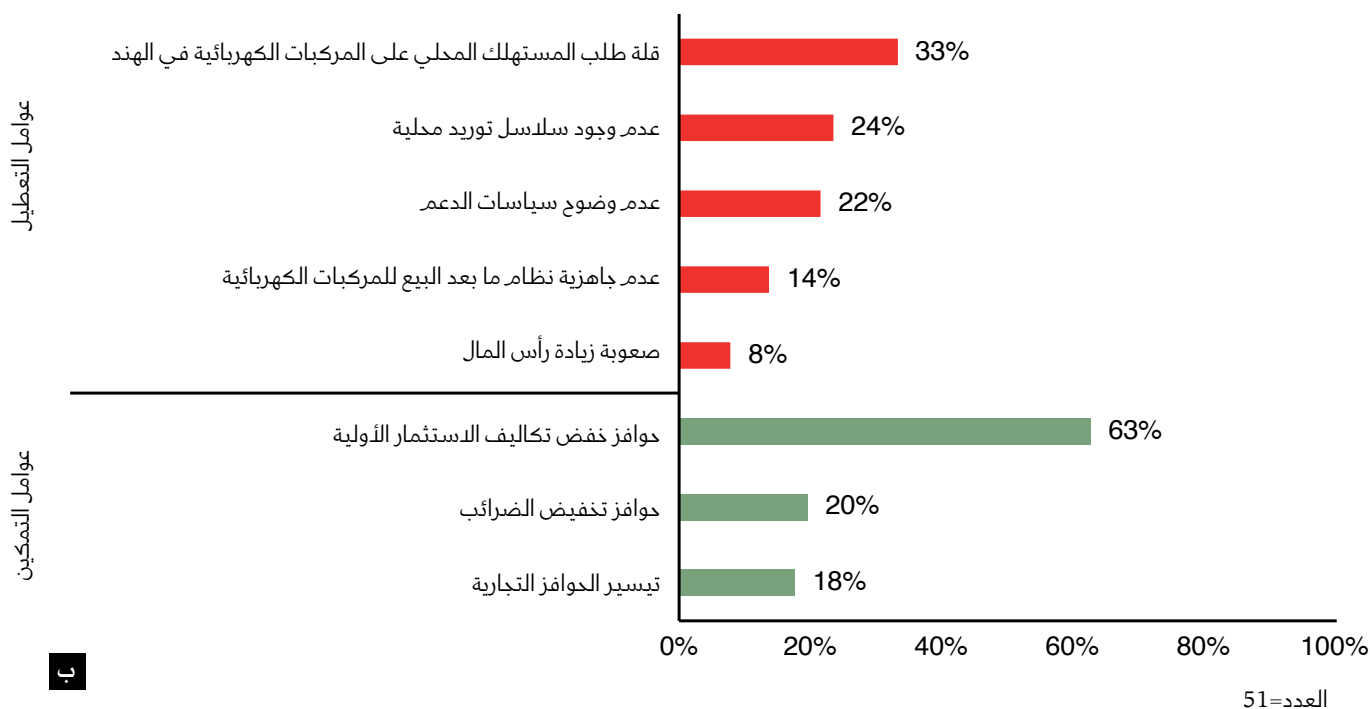
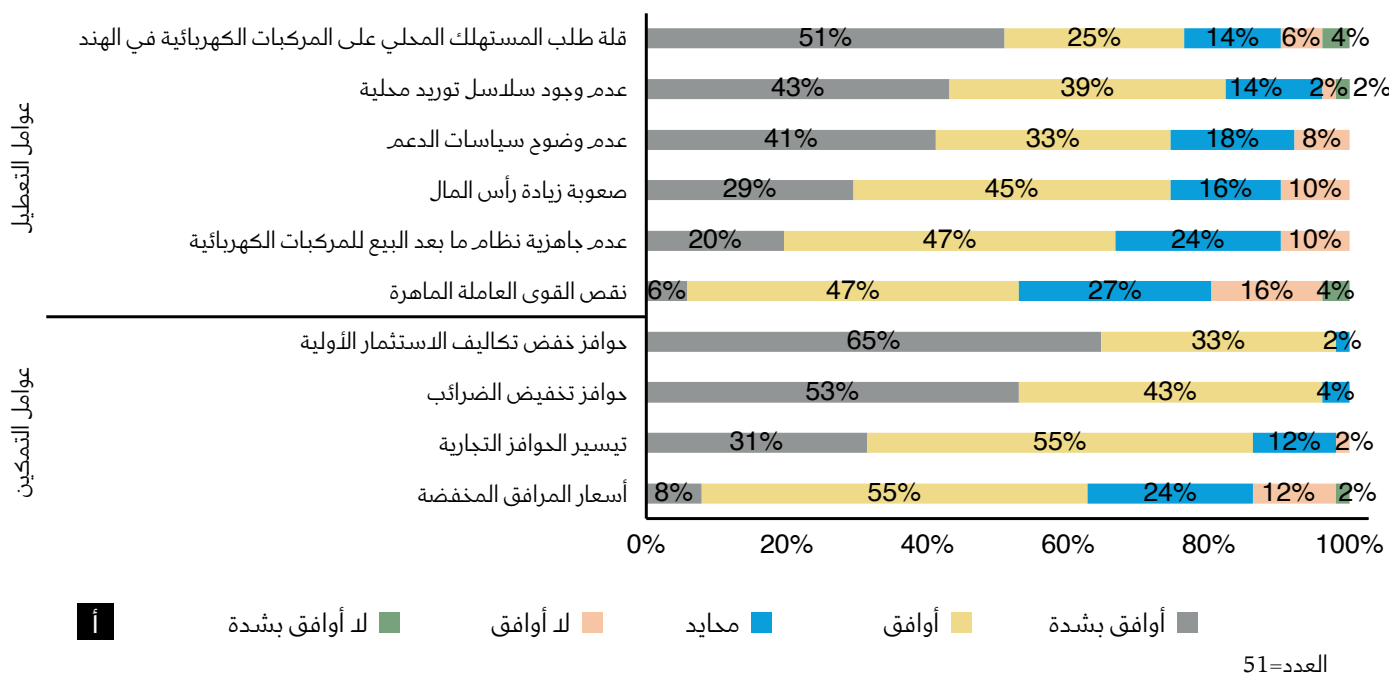
ثالثا، قيم خبراء القطاع الربحي أهمية "حوافز خفض تكاليف الاستثمار الأولية" بدرجة أعلى نسبيا، وتعتبر هذه النتيجة بديهية إلى حد ما.²⁷ ومع ذلك، لا

الشكل 6. موافقة المشاركون أو رفضهم لقدرة تدابير السياسة (على المستوى الوطني ومستوى الولايات) على المساعدة في تحقيق أهداف 2030 (أ) واعتقاداتهم بشأن التدابير الأهم.



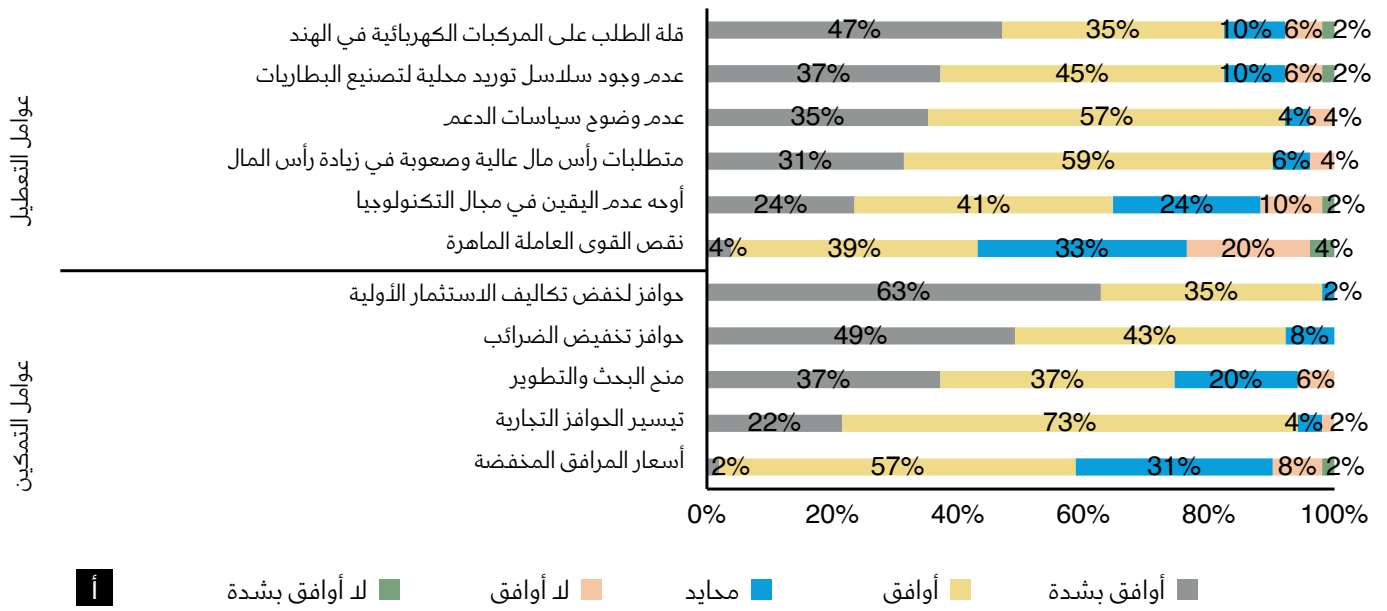
المصدر: تحليل كابسارك

الشكل 7. العوامل المؤثرة على التصنيع المحلي لبطاريات المركبات الكهربائية في الهند.

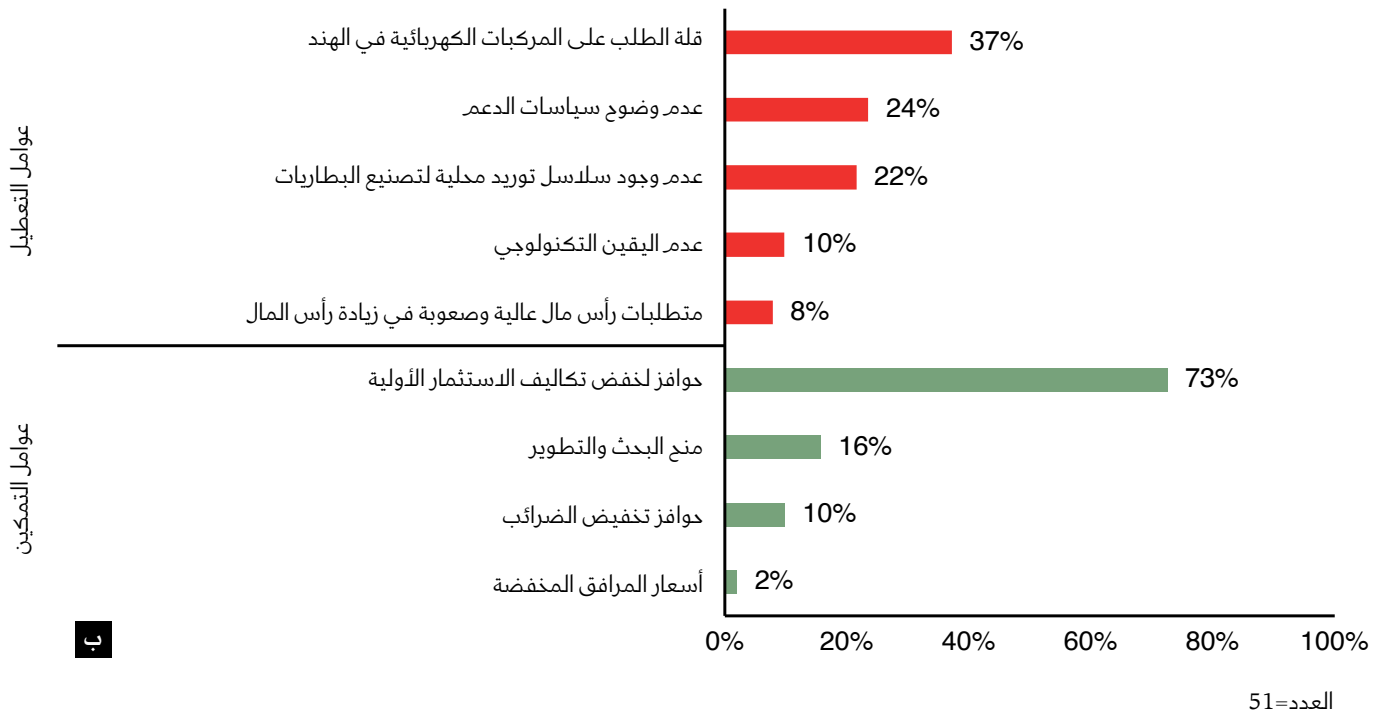


المصدر: تحليل كابسارك.

الشكل 8. العوامل المؤثرة على التصنيع المحلي لبطاريات المركبات الكهربائية في الهند.



العدد=51



العدد=51

المصدر: تحليل كابسارك.

الأثر المجتمعي المحتمل

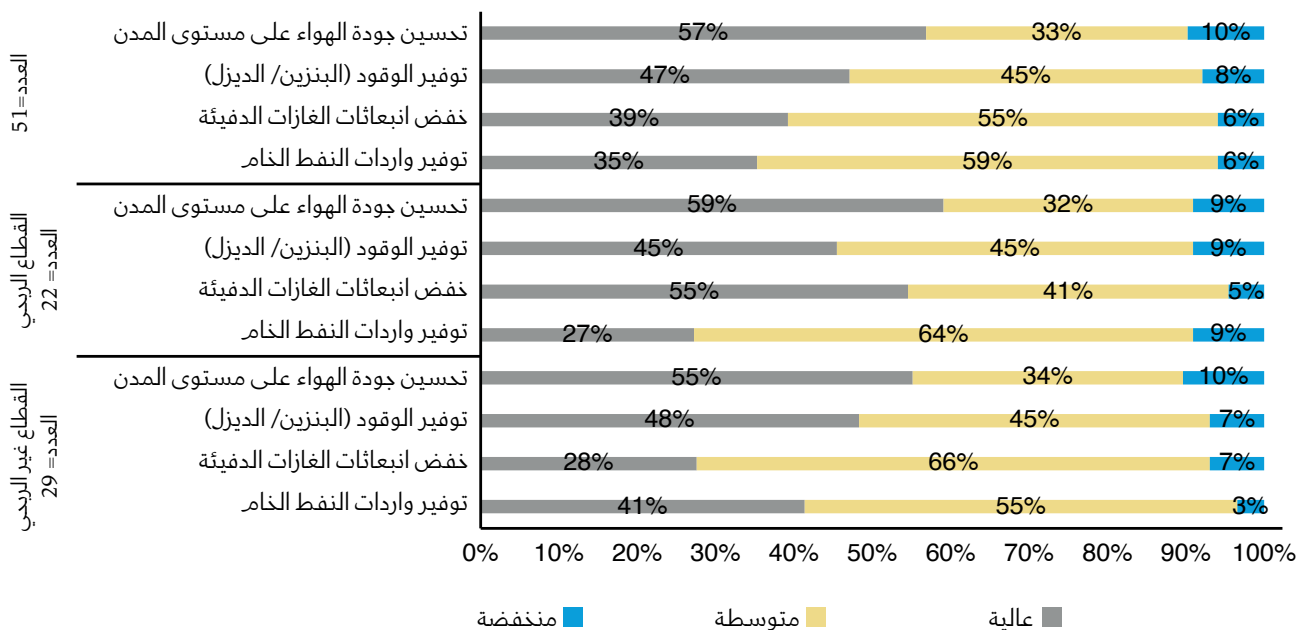
يعتبر اعتماد المركبات الكهربائية حلاً محتملاً لمشكلات تلوث الهواء وأمن الطاقة وتغير المناخ. ولذلك، طلبنا من المشاركين تقييم مدى المكاسب المجتمعية المحتملة في حال حققت الهند هدفها الطموح لمبيعات المركبات الكهربائية بحلول عام 2030. وطردهنا عليهم تحديداً سؤالاً عن خفض واردات النفط الخام وتوفير الوقود (البنزين والديزل) وخفض انبعاثات غازات الدفيئة وتحسين جودة الهواء على مستوى المدن. يوضح الشكل (9) توقعات المشاركين حول هذه الأبعاد.

وتوصلنا إلى ثلاث نتائج ملحوظة. أولاً، يتوقع المشاركون مكاسب متوسطة إلى عالية للأبعاد الأربعة كلها. ثانياً، تختلف تقييمات المشاركين اختلافاً كبيراً لمجاليين من المجالات المحتملة للمكاسب المجتمعية (من أصل أربعة) وهي تحسين جودة الهواء على مستوى المدن وخفض واردات النفط الخام.²⁹

وقد تكون توقعات المشاركين أعلى نسبياً بالنسبة لتحسين جودة الهواء على مستوى المدن نظراً لعدم وجود انبعاثات من أنابيب العوادم للمركبات الكهربائية. تنسب الانبعاثات المرتبطة بتوليد الكهرباء، وهو أمر ضروري للمركبات الكهربائية، إلى محطات توليد الطاقة التي عادة ما تكون منشأة بالقرب من أطراف المدينة أو خارجها. وبالتالي، فإن من المتوقع تراجع مستويات الانبعاثات المرتبطة باستخدام المركبة داخل المدن بالتزامن مع زيادة معدلات نشر المركبات الكهربائية.

ثالثاً، نلاحظ فروقاً إحصائية بين إجابات المشاركين من القطاعين الربحي وغير الربحي بالنسبة لمدى خفض انبعاثات الغازات الدفيئة.³⁰ ويعتبر المشاركون من المؤسسات الربحية أكثر تفاعلاً بشأن مدى خفض انبعاثات الغازات الدفيئة مقارنة بنظرائهم من المؤسسات غير الربحية. ولا تختلف إجابات الخبراء من القطاعين الربحي وغير الربحي من الناحية الإحصائية عند مستوى 10% بالنسبة للمجالات الأخرى للمكاسب المجتمعية.

الشكل 9. مدى المكاسب المجتمعية المتوقعة من تحقيق الهدف الطموح لمبيعات المركبات الكهربائية بحلول عام 2030.



المصدر: تحليل كابسارك

من نظيرتها التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي إذا تم فصل البطارية والمركبة. ويمكن وفقا لهذا البرنامج توفير البطاريات بشكل منفصل، إما عن طريق صنع المركبة أو مزودي خدمات الطاقة باستخدام نموذج الخدمة (Chaliawala 2020). بينما يمكن لمزود خدمات الطاقة في الحالة الأخيرة، استئجار بطاريات مشحونة لمالكي المركبات الكهربائية، وبالتالي التشجيع على مبادلة البطاريات. كما أن بإمكان هذا النموذج معالجة مخاوف المستهلكين بشأن طول أوقات إعادة تزويد المركبات الكهربائية بالوقود مقارنة بالمركبات التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي. ومع ذلك، تسبب البيان الصادر عن الوزارة المعنية في إرباك المصنعين. إذ لم يبين بوضوح ما إذا كانت المركبات الكهربائية المبيعة بدون بطاريات مؤهلة للحصول على الدعم بموجب المرحلة الثانية لبرنامج تسريع وتيرة اعتماد وتصنيع المركبات الهجينة والكهربائية أم لا. بالإضافة إلى ذلك، كان توزيع الدعم بين صناعات المركبات ومزودي خدمات الطاقة غير واضح (N. Sharma 2020). واحتاج المصنعون أيضا إلى توضيح بشأن المشكلات المحتملة والمرتبطة بتكامل البطارية والسلامة، والضمانات، وتوحيد المقاييس، والمعايير.

أشار ما يقارب نصف الخبراء إلى أن عدم توفر الأراضي وارتفاع أسعار تأجيرها يعتبر من أهم أسباب افتقار الهند إلى المنظومة العامة الملائمة للشحن، وذكر أن التكلفة المرتفعة لإنشاء هذه المنظومة تعتبر ثاني أهم سبب، كما أن من المرجح أن تزيد هذه القضايا من العبء الملقى على عاتق الحكومة بشأن إنشاء هذه المنظومة. تجدر الإشارة أيضا إلى أن الحكومات في الدول الأخرى مولت بنفسها المنظومة المبكرة للشحن (Hall and Lutsey 2017). ومع ذلك، فإنه وبالنظر إلى أهداف المبيعات الطموحة للهند، يتوقع أن تظهر نماذج أعمال مستدامة لمنظومة الشحن. وأن تمتلك شركات المرافق وصناعة السيارات نماذج قائمة بذاتها لمثل هذه المنظومة.

يتوقع الخبراء الذين شملهم الاستطلاع في هذه الدراسة إلى حد كبير أن الهند لن تحقق أهدافها السوقية بالنسبة للمركبات الكهربائية بحلول عام 2030، وتكمن الأسباب الرئيسية المذكورة لهذا التوقع في الافتقار إلى سياسات الترويج للمركبات الكهربائية وارتفاع الأسعار الأولية لها، وعدم وجود منظومة لشحنها. ويستشهد الخبراء بالإعانات المالية للمركبات الكهربائية باعتبارها أهم عامل تمكين للتخفيف من عقبة ارتفاع الأسعار الأولية للمركبات الكهربائية، وقد تكون الاستثمارات العامة في منظومة الشحن هذه حلا سياساتيا قابلا للتطبيق لمشكلة عدم وجودها بالمرّة.

الجدير بالذكر هنا، أن الحكومة الهندية خصصت مؤخرًا ميزانية قدرها 10,000 كرور روبية (حوالي 1.4 مليار دولار بقيمته في عام 2019) على مدى ثلاث سنوات لمعالجة العقبتين الأخيرتين. وتعد هذه الميزانية جزءا من المرحلة الثانية لبرنامج تسريع وتيرة اعتماد وتصنيع المركبات الهجينة والكهربائية.³¹ وقد تم تخصيص حوالي 86% من هذا التمويل لحوافز الطلب على مشتريات المركبات الكهربائية و10% لإنشاء منظومة الشحن (Ministry of Heavy Industries and Public Enterprises 2019b).³²

بالإضافة إلى ذلك، أطلقت وزارة النقل البري والطرق السريعة الهندية مؤخرًا مبادرة سياسة جديدة تستند إلى نموذج أعمال يعامل البطارية باعتبارها خدمة، وتهدف هذه المبادرة إلى خفض السعر الأولي للمركبات الكهربائية. وقد أصدرت هذه الوزارة بيانا في شهر أغسطس من عام 2020 يسمح ببيع الدراجات الكهربائية ذات العجلتين وذات الثلاث عجلات دون بطاريات مجهزة مسبقا (Government of India 2020). يمكن للبطاريات أن تمثل حوالي 40% من تكلفة المركبات الكهربائية (Cruze 2020). وزعمت وزارة النقل البري والطرق السريعة الهندية بأن تكلفة الدراجات الكهربائية ذات العجلتين وذات الثلاث عجلات قد تكون أقل

في العالم (Belzer 2007).

اقترح المعهد الوطني لتحويل الهند (NITI) وهو مركز أبحاث تابع للحكومة الهندية، سياسة ضرائب ومساعدات بقيمة 7,500 كرور روبية (أي ما يعادل 1.1 مليار دولار أمريكي بسعره في عام 2019) (Luthra 2018; NITI Aayog and RMI India 2019). وتعتبر سياسة الضرائب والمساعدات محايدة من حيث الإيرادات وخصوصاً إذا انطوى عليها زيادة الضرائب على المركبات التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي لخلق فائض يمكن استخدامه في دعم المركبات الكهربائية. ومع ذلك، تم تعليق هذه الخطة في شهر مارس 2019. حيث اشتبهت الحكومة في أن الأعباء المالية الملقاة على عاتق مشتري السيارات ربما تؤثر على خياراتهم قبل الانتخابات العامة في الهند لعام 2019 (Phule 2019; Ganguly 2019).

من جانبنا، سألنا الخبراء عن رأيهم في احتمالية تطبيق حظر على المبيعات الجديدة للمركبات التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي في الهند بحلول عام 2030. اعتقد معظم المشاركين (78%) أنه من غير المرجح أن يتم تطبيق مثل هذا الحظر، بينما خالفهم الرأي 6% فقط من المشاركين، فيما أشار بقية الخبراء إلى عدم تأكدهم من ذلك. وتتماشى هذه النتائج التي تم التوصل إليها مع التصريحات الأخيرة لوزير النقل البري والطرق السريعة الهندي التي أنهت التكهانات بشأن حظر مبيعات المركبات التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي (ET Bureau 2019). حيث جاء بيان الوزير رداً على مقترح المعهد الوطني لتحويل الهند الذي ينص على التحول الكامل إلى الدراجات الكهربائية ذات العجلتين وذات الثلاث عجلات بحلول عام 2023 (Soni 2019). وقد ناقش هذا المقترح حظر الدراجات النارية ذات الثلاث عجلات التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي بحلول شهر مارس من عام 2023، وجميع الدراجات النارية ذات العجلتين التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي التي تقل عن 150 سنتيمتراً مكعباً بحلول عام 2025.

نظراً لانخفاض الإيرادات المحتملة من الشحن، يصعب على موفري البنية التحتية تبرير الاستثمارات الأولية الكبيرة. وللتغلب على هذه المشكلة، تقدم الحكومات المركزية وحكومات الولايات في الهند إعانات رأسمالية لتغطية تكاليف أجهزة الشحن والتركييب (Government of National Capital Territory of Delhi 2020; Ministry of Heavy Industries and Public Enterprises 2019b). ووافقت الحكومة المركزية مؤخراً على تمويل ما يصل إلى 2,636 محطة شحن في 62 مدينة في 24 ولاية ومنطقة اتحاد وسيكون منها 1,633 محطة للشحن السريع و1,003 للشحن البطيء. وستبلغ الميزانية الأولية لهذا الدعم 1,000 كرور روبية (أي ما يعادل 0.14 مليار دولار بسعره في عام 2019) (Rawat 2020; Ministry of Heavy Industries and Public Enterprises 2019b). كذلك يمكن لمحطات منظومة الشحن أن تستفيد من الحوافز المقدمة بموجب المرحلة الثانية لبرنامج تسريع وتيرة اعتماد وتصنيع المركبات الهجينة والكهربائية (Ministry of Heavy Industries and Public Enterprises 2019a).

يعتقد الخبراء أن السياسات الأكثر تأثيراً في مساعدة الهند على تحقيق هدفها الطموح للمركبات الكهربائية بحلول عام 2030، تتمثل في السياسات المتعلقة بتفويضات المركبات الكهربائية والضرائب والمساعدات. ويمكننا تصنيف أدوات السياسة المختلفة على المستويين المركزي والولائي باعتبارها أدوات للقيادة والتحكم، أو أدوات قائمة على السوق. ونلاحظ بناءً على هذا التصنيف أن المزيد من الخبراء (53%-63%) يعتقدون أن سياسات القيادة والسيطرة سيكون لها التأثير الأكبر على استخدام الكهرباء في تشغيل المركبات في الهند.³³ وتعتبر سياسات القيادة والسيطرة أقل شفافية وتبعيد المسؤولين عن الظاهرة للمشكلات التي تواجه المستهلكين عن عاتق الحكومة. وقد يفسر هذا التمييز سبب اعتقاد الخبراء بأن مثل هذه السياسات من المرجح أن يتم اعتمادها وأن تكون مؤثرة في أكبر دولة ديمقراطية

للحصول على دعم الحكومة المركزية إذا حققت نسبة التوطين فيها 60% بحلول عام 2025، عندما يتوقع أن تصل إلى أكبر إنتاج لها (Sharma 2020b).

أيضا يقدم النهج التحليلي المستخدم في هذه الدراسة النتائج النوعية فقط. أو بعبارة أخرى، تحدد الدراسة من الناحية النوعية عوامل التعطيل والتمكين المحتملة وتأثيراتها المرجحة على إيجاد سوق للمركبات الكهربائية، وعلى المكاسب المجتمعية المرتبطة بها. ومع ذلك، لا نستطيع الجزم بحجم هذه التأثيرات. ولمعالجة هذا القيد جزئياً، نستخدم محاكي مفتوح المصدر لتقدير معدل الخفض المحتمل لانبعاثات الغازات الدفيئة في الهند إذا حققت هدفها الطموح المتعلق بالمركبات الكهربائية. ونستخدم تحديداً محاكي سياسة الطاقة في الهند، الذي يعد نموذجاً مفتوح المصدر قائماً على ديناميكيات النظام. ولقد أنشأت شركة إنرجي إنفويشن المحدودة (Energy Innovation LLC) هذا النموذج وتم اعتماده للهند بالشراكة مع معهد الموارد العالمية في الهند (Energy Innovation 2020)، وتم استخدام نموذج محاكي سياسة الطاقة مؤخرًا لتحليل أرجحية عمل السياسات الحالية في الصين على خفض انبعاثات الغازات الدفيئة وفقاً لالتزاماتها باتفاقية باريس (Gallagher et al. 2019).

كذلك نتطرق في هذا البحث إلى دراسة سيناريوهين لتحديد مدى الانخفاض المتوقع لانبعاثات الغازات الدفيئة في الهند، إذا ما تمكنت من تحقيق هدفها الطموح للمركبات الكهربائية، السيناريو الأول هو السيناريو الذي تصل فيه حصة المركبات الكهربائية إلى 30% من المبيعات الجديدة في الهند بحلول عام 2030. ³⁴ والثاني سيناريو بقاء الأمور على حالها المدمج فيه محاكي سياسة الطاقة. ينتج عن سيناريو بقاء الأمور على حالها حصة سوقية للمركبات الكهربائية بنسبة 21% بحلول عام 2030. ويمكن أن يفضي تحقيق حصة سوقية للمركبات الكهربائية بنسبة 30% بحلول عام 2030 إلى خفض انبعاثات الغازات

غير أن الخبراء يعتقدون أنه يجب التغلب على بعض العقبات لتسهيل التصنيع المحلي للمركبات الكهربائية وبطارياتها، وتشمل هذه العقبات تراجع الطلب المحلي على المركبات الكهربائية ونقص سياسات دعم التصنيع المواتية وعدم وجود سلاسل توريد محلية. كما تجدر الإشارة إلى أن الجهود جارية لتحفيز الطلب المحلي على المركبات الكهربائية، على النحو المبين في الفقرات السابقة. كذلك أشار هؤلاء الخبراء إلى أن تخفيض تكاليف الاستثمار الأولية وتوفير التخفيضات الضريبية تعتبر من أهم عوامل تمكين سياسة تصنيع المركبات الكهربائية. وقد وافق مجلس الوزراء الاتحادي الهندي في عام 2019 على برنامج تصنيع مرحلي لمكونات المركبات الكهربائية وبطارياتها في إطار المهمة الوطنية للتنقل التحويلي وتخزين البطارية (Union Cabinet 2019). ويهدف هذا البرنامج إلى دعم إنشاء مصانع ضخمة في الهند لتصنيع الخلايا والبطاريات كبيرة الحجم التي تتمتع بالقدرة التنافسية للتصدير بسعة إجمالية تبلغ 50 جيجا واط في الساعة (Y. Sharma 2020). كما ستعمل الحكومة الهندية على تحفيز الإنتاج المحلي للبطاريات ومكوناتها الفرعية. ويمكن للمصنعين أن يتوقعوا الحصول على حوافز تقارب 25 دولاراً أمريكياً لكل كيلو واط في الساعة (Kohli 2020). بالإضافة إلى ذلك، فإن العديد من الولايات بما فيها ولاية غوجارات وأندرا براديش وكارناتاكا وماهاراشترا تساند دعم رأس المال المقدم من الحكومة المركزية. وهذه الولايات على استعداد تام لدعم احتياجات البنية التحتية لهذه المصانع الضخمة من خلال تقديم الدعم للأراضي ورأس المال والمرافق (Kohli 2020).

أما في إطار معالجة النقص في سلسلة توريد مكونات المركبات الكهربائية وتشجيع الإنتاج المحلي عبر سلاسل القيمة، فإن الحكومة الهندية تعمل على تثبيت الواردات واسعة النطاق. فعلى سبيل المثال، تربط حوافز الحكومة المركزية بالنسبة للمصانع الضخمة بمستويات التوطين فيها. وستكون هذه الشركات تحديداً مؤهلة

(Bayer and Aklin (2020) مساهمة نظام تجارة الانبعاثات، بوصفه أكبر سوق للكربون في العالم، في خفض الانبعاثات بمعدل تراكمي بلغ 1.2 مليار طن متري في الفترة ما بين عامي 2008 و2016. وبلغ متوسط الخفض 5.4 مليون طن متري سنويا لكل دولة مشمولة. وتشير هذه المقارنات إلى أن بإمكان الهند أن تؤثر تأثيرا كبيرا على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العالم مقارنة بسيناريو بقاء الأمور على حالها من خلال تحقيق هدفها الطموح للمركبات الكهربائية.

الدفينة بمعدل أربعة ملايين طن متري سنويا مقارنة بسيناريو بقاء الأمور على حالها.³⁵

ولوضع هذا الخفض في سياقه الصحيح، أوردت الوكالة الدولية للطاقة (2019a) إجمالي انبعاثات الغازات الدفينة الناتجة عن حرق الوقود في 144 دولة. وكان إجمالي انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من قطاع النقل في 46 دولة منها أقل من 4 ملايين طن متري في عام 2017 (IEA 2019a). علاوة على ذلك، يقدر كل من

الموجودة في سوق السيارات الهندية والمصنعة محليا 84% (SIAM 2019)، كما يشار إلى أن العديد من طرز هذه السيارات مخصصة للسوق الهندية وغالبا ما تكون تكلفتها أقل من تلك المباعة في الدول الأخرى. فعلى سبيل المثال، تبلغ تكلفة السيارة الجديدة في المتوسط حوالي 12,000 دولار أمريكي في الهند بينما تبلغ تكلفتها حوالي 34,000 دولار أمريكي في الولايات المتحدة الأمريكية (IEA 2019b). وقد لا تكون الهند قادرة على الاعتماد على المركبات الكهربائية المستوردة من دول أخرى لأنه من المرجح أن تكلف المركبات المستوردة أكثر مما ينفقه المستهلكون الهنود في العادة.³⁶

وبالتالي فإن تطوير التصنيع المحلي للمركبات الكهربائية يعتبر أمرا بالغ الأهمية بالنسبة للهند لتحقيق أهدافها المتعلقة باستخدام الكهرباء في تشغيل المركبات. ويعترف الخبراء الذين شملتهم الدراسة بأن التصنيع المحلي للمركبات الكهربائية يعتبر مفتاح النجاح لسوق المركبات الكهربائية في الهند.

وبالنظر إلى هدف الهند الرامي لأن تصبح مركزا عالميا لتصنيع المركبات الكهربائية، فقد قمنا بالتأكيد على أربع عقبات رئيسة تحول دون تصنيع المركبات الكهربائية أشار إليها المشاركون في الاستطلاع. وتشمل هذه العقبات قلة طلب المستهلكين المحليين على المركبات الكهربائية، وعدم وضوح سياسات دعم التصنيع على المستويين الوطني و الولائي بالإضافة إلى نقص سلاسل التوريد المحلية لمكونات المركبات الكهربائية بما فيها البطاريات وصعوبة زيادة رأس المال لتطوير المركبات الكهربائية وتصنيعها. صنّف ما يتراوح ما بين 63% و 20% من المشاركين في الاستطلاع الحوافز التي تحد من تكاليف الاستثمار الأولية والتخفيضات الضريبية باعتبارها أهم عوامل تمكين للتصنيع المحلي.

يمكن للتحويل إلى المركبات الكهربائية أن يساعد الهند على تحقيق أهدافها الرامية إلى تحسين أمن الطاقة وخفض تلوث الهواء المحلي، وتقديم مساهماتها المحددة وطنيا في اتفاقية الأمم المتحدة لإطارية لتغير المناخ. وقد استخدمنا أداة استقصاء لقياس آراء الخبراء بشأن عوامل التعطيل والتمكين في الهند التي تلبى أهدافها بالنسبة للمركبات الكهربائية.

يعتقد معظم المشاركين (39 من أصل 51) أن الهند لن تحقق هدفها الطموح المتمثل في الوصول إلى حصص سوقية للمركبات الكهربائية بنسبة 30% بحلول عام 2030. ومع ذلك، لا يتوقعون أن تبتعد الهند كثيرا عن تحقيق هذا الهدف حيث إن إجمالي الحصة السوقية المتوقعة في عام 2030 يصل إلى 25% تقريبا. فضلا عن ذلك، يعتقد ثلث المشاركين (33%) أن تفويض المركبات الكهربائية يعد بمثابة مقياس السياسة الذي يمكنه مساعدة الهند على تحقيق هدفها بنحو أفضل. وكانت سياسة الضرائب والمساعدات ثاني أكثر مقياس تم اختياره (29%). ويعتقد قلة من المشاركين (6%) أنه سيتم تطبيق السياسة التي تحظر المبيعات الجديدة للمركبات التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي في الهند بحلول عام 2030.

كما قيم العدد الأكبر من المشاركين (63%) الأسعار الأولية المرتفعة للمركبات الكهربائية بوصفها العقبة الكبرى التي تحول دون اعتماد هذه المركبات، فيما اختار 20% من المشاركين عدم وجود منظومة عامة مناسبة للشحن. واختار 80% من المشاركين دعم شراء المركبات الكهربائية باعتباره أهم عامل تمكين لمعالجة الأسعار الأولية المرتفعة للمركبات الكهربائية. فضلا عن ذلك، يعتقد المشاركون أنه ينبغي التطرق إلى مسألة عدم توفر الأراضي وارتفاع إيجاراتها من أجل تأمين منظومة عامة مناسبة للشحن.

غالبا ما تتألف أسواق السيارات في بعض الدول من السيارات المستوردة بينما تبلغ نسبة السيارات

الكهربائية الهندية على النضوج. كما تجدر الإشارة إلى أنه لكل من الهند والأسواق الأكثر تقدماً بعض العقبات المشتركة التي تحول دون اعتماد المركبات الكهربائية وتشمل: التكاليف وفجوات البنية التحتية. ومع ذلك، فإن طرق ظهور هذه العوائق وإيجاد أفضل الحلول لها قد تختلف بين الهند والدول الأكثر تقدماً. وقد تكون عقبات أسعار الشراء أكثر شدة في الهند نظراً لكون دخل مشتري المركبات في الهند أقل مقارنة بنظرائهم في الدول الأكثر تقدماً. وتزيد حساسية الأسعار المرتفعة من الحاجة إلى خفض تكاليف البطاريات من خلال الوفورات الحجمية للتصنيع ونماذج الأعمال المبتكرة المستمدة من السياسات. فعلى سبيل المثال، تعمل الحكومة الهندية في الوقت الحالي على تطوير نموذج يعامل البطارية بوصفها خدمة. ثانياً، من المهم أيضاً التطرق إلى عقبات المنظومة العامة للشحن. إذ نجد أن نسبة كبيرة من سكان الهند، مقارنة بالدول المتقدمة، يعيشون في شقق أو مباني سكنية لا تتوفر فيها مواقف سيارات مخصصة لمنظومة الشحن. وسيطلب التغلب على هذه العقبات وغيرها لتحقيق هدف الهند المتمثل في الوصول إلى حصة سوقية للمركبات الكهربائية بنسبة 30% بحلول عام 2030، ضرورة وجود سياسات متعددة على المستويين الولائي والوطني.

ختاماً، يعتقد الخبراء أن بإمكان الهند تحقيق مكاسب مجتمعية متوسطة إلى عالية من خلال تحقيق أهدافها الطموحة، وأنها ستتمكن من تحقيق هذه المكاسب من خلال تحسين جودة الهواء على مستوى المدن وتوفير الوقود (البنزين والديزل)، وخفض انبعاثات الغازات الدفيئة وتقليل عمليات استيراد النفط الخام. استخدمنا في هذه الدراسة نموذج محاكي سياسة الطاقة في الهند لتقييم المكاسب المترتبة على تحقيق هدف الهند الطموح للمركبات الكهربائية مقارنة بسيناريو بقاء الأمور على حالها الذي يفترض أن تصل نسبة اعتماد المركبات الكهربائية في الهند إلى 21% بحلول عام 2030، في حين يفترض هدفها الطموح أن تصل نسبة الاعتماد إلى 30%. لا شك أن تحقيق الهند لهذا الهدف الطموح سيؤدي إلى خفض انبعاثات الغازات الدفيئة بمقدار أربعة ملايين طن متري إضافية سنوياً، فضلاً عن خفض واردات النفط الخام الهندية بمقدار 23.6 مليون برميل إضافية سنوياً في عام 2030.

الملاحظ في هذا الإطار، أن معظم البحوث الحالية حول اعتماد المركبات الكهربائية تصب تركيزها على الأسواق المتقدمة. لذا تسلط النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة الضوء على الحاجة إلى مراعاة العوامل المختلفة لمساعدة سوق المركبات

- 1 حدد كل من معهد الطاقة والموارد والمعهد الهندي للتكنولوجيا الواقع في مدينة كانبور بولاية أوتار براديش، أهم مصادر انبعاثات المواد الجسيمية في هواء الهند. وذكروا منها بترتيب تنازلي للمصادر، الصناعة والنقل والغبار والسكن وحرق مخلفات الزراعة (Mohanty 2020; IANS 2020).
- 2 تجدر الإشارة إلى أن جزءاً من واردات النفط يستخدم لتصدير الوقود.
- 3 تشير كلمة "محلي" هنا إلى سلاسل التوريد الأصلية أو المطورة على الصعيد المحلي، ولا تشير إلى الإمدادات المستوردة المتوفرة على الصعيد المحلي.
- 4 تتخذ معظم الدراسات التي تركز على الهند شكل تقارير إعلامية أو استشارية، وعلى حد علمنا، تعتبر هذه الدراسة التي بين أيدينا أول دراسة استقصائية تركز في فحواها على النظام البيئي الهندي للمركبات الكهربائية بالكامل.
- 5 يعد استخدام عينة غير عشوائية للحصول على بيانات المسح أحد محددات هذه الدراسة، حيث إنه قد يؤدي إلى تحيز في الاختيار. فضلاً عن أن الطبيعة النوعية لهذه الدراسة تشكل بعضاً من أوجه القصور. فربما قدم المشاركون إجابات غير دقيقة ولكنها مرغوبة اجتماعياً. وقد يكون البعض الآخر قد قدم عن عمد إجابات معينة للتأثير على نتائج الدراسة بما يصب في مصلحة قطاعه، لذا، فإننا نحاول معالجة هذه الأوجه من خلال تحليل إجابات المشاركين من القطاعين الربحي وغير الربحي بنحو منفصل.
- 6 نجد أن للخبراء من القطاعين الربحي وغير الربحي اعتقادات مختلفة من الناحية الإحصائية بشأن حصة المبيعات السنوية المتوقعة للمركبات الكهربائية في الهند بحلول عام 2030، فعلى وجه التحديد، تم رفض اختبار تساوي المتوسطات عند مستوى الدلالة الإحصائية 10%.
- 7 يتم حساب إجمالي الحصة السوقية المتوقعة من خلال حساب متوسط النطاق المحدد لكل مشارك، ومن ثم يتم حساب القيم المتوسطة وقيم الحد الأعلى والأدنى من خلال حساب القيم المتوسطة وقيم الحد الأعلى والأدنى المقابلة في جميع النطاقات المحددة.
- 8 لا تختلف مستويات أهمية "الحوافز المالية لخفض التكاليف الأولية" و"الأسعار الأولية الأعلى للمركبات الكهربائية" من الناحية الإحصائية عند مستوى الدلالة الإحصائية 10% عند مقارنتها على مقياس ليكرت.
- 9 تختلف توزيعات الإجابات من الناحية الإحصائية عن تلك المتعلقة بعوامل التمكين والتعطيل الأخرى، وقد أجرينا اختبارات تساوي المتوسطات لمقارنة توزيع إجابات "الحوافز المالية لخفض التكاليف الأولية" بكل عامل من عوامل التمكين الأخرى، وترفض هذه الاختبارات الفرضية الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 5%. ونقوم بالمثل بإجراء اختبارات تساوي المتوسطات التي تقارن توزيع إجابات "الأسعار الأولية الأعلى للمركبات الكهربائية" بعوامل التعطيل الأخرى. ويتم مجدداً، رفض الفرضية الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 5%.
- 10 يرفض اختبار تساوي المتوسطات الذي يقارن إجابات الخبراء من القطاعين الربحي وغير الربحي بالنسبة "للحوافز المالية لخفض التكاليف الأولية" الفرضية الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 5%.
- 11 لا يستطيع اختبار تساوي المتوسطات الذي يقارن إجابات الخبراء من القطاعين الربحي وغير الربحي فيما يتعلق "بالأسعار الأولية الأعلى للمركبات الكهربائية" رفض الفرضية الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 10%.

12 نجري اختبارات تساوي المتوسطات التي تقارن إجابات الخبراء لعامل التعطيل "عدم وجود منظومة للشحن" بكل عامل من عوامل التعطيل المتبقية، حيث ترفض هذه الاختبارات الفرضية الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 5%. وعندما نقارن إجابات الخبراء لعامل التعطيل "عدم وجود خيارات للمركبات الكهربائية" بإجاباتهم لكل عامل تعطيل متبقي، لا نستطيع رفض الفرضية الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 10%.

13 يرفض اختبار تساوي المتوسطات لإجابات الخبراء من القطاعين الربحي وغير الربحي فيما يخص "عدم وجود منظومة للشحن" الفرضية الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 5%.

14 نجري اختبار تساوي المتوسطات الذي يقارن إجابات عوامل التمكين "تكاليف التشغيل (الوقود) والصيانة الأقل" و "تكرار الحوافز المالية من امتلاك المركبات الكهربائية"، ويشار إلى أنه لا يمكن لهذا الاختبار رفض الفرضية الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 10%، فيما ترفض اختبارات تساوي المتوسطات للإجابات عن كل من عوامل التمكين والتعطيل المتبقية الفرضية الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 1%.

15 نقوم بإجراء اختبار تساوي المتوسطات الذي يقارن إجابات الخبراء من القطاعين الربحي وغير الربحي بالنسبة "لتكاليف التشغيل (الوقود) والصيانة الأقل" و "تكرار الحوافز المالية من امتلاك المركبات الكهربائية"، ولا نستطيع رفض الفرضية الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 10%.

16 نقوم بإجراء اختبارات تساوي المتوسطات التي تقارن تقييم الإجابات عن "عدم توفر الأراضي وارتفاع أسعار إيجاراتها" بتلك المتعلقة بعقبات البنية التحتية الأخرى، ويتم رفض الفرضيات الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 5%.

17 لا يمكن لاختبارات تساوي المتوسطات التي تقارن تقييمات الإجابة عن أزواج من هذه العوامل رفض الفرضيات الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 10%.

18 لا يمكن لاختبار تساوي المتوسطات لإجابات الخبراء من القطاعين الربحي وغير الربحي عن كل من هذه العوامل رفض الفرضية الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 10%.

19 لا يمكن لاختبارات تساوي المتوسطات التي تقارن توزيعات الإجابات عن هذه العوامل الفرضية الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 10%، ولا تختلف توزيعات الإجابة عن تفويض المركبات الكهربائية وإدراج المزيد من الائتمانات لمبيعات المركبات الكهربائية في معيار اقتصاد الوقود في المركبات الجديدة الناحية الإحصائية (عند مستوى الدلالة الإحصائية 10%).

20 نظرا لاتساق الإجابات على المستويين الوطني والولائي، يعتبر تطبيق تفويض المركبات الكهربائية كافيا على المستوى الوطني.

21 يظهر اختبار تساوي المتوسطات أن تقييم الإجابات لهذه العوامل المعنية لا يختلف من الناحية الإحصائية عند مستوى الدلالة الإحصائية 10%.

22 لا يمكن لاختبار تساوي المتوسطات الذي يقارن تقييم إجابات الخبراء من القطاعين الربحي وغير الربحي لهذا العامل رفض الفرضية الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 10%.

- 23 لا يمكن للاختبار تساوي المتوسطات الذي يقارن تقييم إجابات الخبراء من القطاعين الربحي وغير الربحي عن هذه العوامل رفض الفرضية الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 10%.
- 24 لا يمكن للاختبارات تساوي المتوسطات التي تقارن تقييم الإجابات لهذه العوامل رفض الفرضية الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 10%.
- 25 أما بالنسبة لتصنيع البطاريات، فتم اختيار "منح البحث والتطوير" باعتباره أهم عامل تمكين تلاه "حوافز تخفيض الضرائب"، ومع ذلك، يتم عكس ترتيب أهميتها بناء على الإجابات على مقياس ليكرت.
- 26 لا يمكن للاختبارات تساوي المتوسطات التي تقارن تقييم الإجابات لهذه العوامل المعنية رفض الفرضيات الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 10%.
- 27 يرفض اختبار تساوي المتوسطات الذي يقارن إجابات الخبراء من القطاعين الربحي وغير الربحي لهذا العامل الفرضية الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 10%.
- 28 لا يمكن للاختبار تساوي المتوسطات الذي يقارن إجابات الخبراء من القطاعين الربحي وغير الربحي رفض الفرضية الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 10%.
- 29 يرفض اختبار تساوي المتوسطات الذي يقارن تقييم الإجابات لهذين العاملين الفرضية الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 10%.
- 30 يرفض اختبار تساوي المتوسطات الذي يقارن إجابات الخبراء من القطاعين الربحي وغير الربحي المتعلقة بالخفض المتوقع لانبعاثات الغازات الدفيئة الفرضية الصفرية عند مستوى الدلالة الإحصائية 10%.
- 31 يعرض الجدول (أ1) في الملحق جدولاً زمنياً موجزاً لمبادرات سياسة الحكومة الهندية المركزية.
- 32 يتم تخصيص 4% من حوافز المرحلة الثانية لبرنامج الإسراع بمعدل اعتماد وتصنيع السيارات الهجينة والكهربائية للنفقات الإدارية، بما فيها جهود الدعاية.
- 33 يمكن على المستوى المركزي، تصنيف ثلاث أدوات للسياسة تتمثل في تفويضات المركبات الكهربائية ومعايير اقتصاد الوقود في المركبات الجديدة وحظر المبيعات الجديدة للمركبات التي تعمل بمحرك الاحتراق الداخلي، على أنها سياسات للقيادة والسيطرة. أما على مستوى الولايات، فتشمل سياسات القيادة والسيطرة تفويضات المركبات الكهربائية ومناطق الانبعاثات المنخفضة أو الصفرية وقيود لوحة ترخيص المركبة.
- 34 يتم تحقيق هذا الهدف باستخدام أداة سياسة تفويض مبيعات المركبات الكهربائية في نموذج محاكي سياسة الطاقة، حيث يتيح هذا الخيار في محاكي سياسة الطاقة وصول المركبات الكهربائية إلى نسبة ثابتة لمبيعات المركبات الجديدة بحلول سنة معينة (2030)، ويفترض محاكي سياسة الطاقة أن تزيد الحصة السوقية للمركبات الكهربائية خطياً في كل عام من الآن وحتى عام 2030.

35 يصل الخفض المقابل لواردات النفط الخام إلى حوالي 23.6 مليون برميل سنويا، كما أن من المتوقع أن يصل إجمالي الواردات الهندية من النفط الخام في عام 2030 إلى 3,992 مليون برميل يوميا بناء على سيناريو بقاء الأمور على حالها لمحاكي سياسة الطاقة.

36 تجدر الإشارة إلى أن الهند تفرض رسوما جمركية تصل إلى 40% على المركبات الكهربائية المستوردة للتشجيع على التصنيع المحلي (Ghosh and Bhaskar 2020).

- Aasness, Marie Aarestrup, and James Odeck. 2015. "The Increase of Electric Vehicle Usage in Norway—Incentives and Adverse Effects." *European Transport Research Review* 7(4):34. doi: <http://doi.org/10.1007/s12544-015-0182-4>
- Adepetu, Adedamola, and Srinivasan Keshav. 2017. "The Relative Importance of Price and Driving Range on Electric Vehicle Adoption: Los Angeles Case Study." *Transportation* 44(2):353–73. doi: <http://doi.org/10.1007/s11116-015-9641-y>
- Albrahim, Mohammed, Ahmed Al Zahrani, Anvita Arora, Rubal Dua, Bassam Fattouh, and Adam Sieminski. 2019. "An Overview of Key Evolutions in the Light-Duty Vehicle Sector and Their Impact on Oil Demand." *Energy Transitions* 3(1):81–103. doi: <http://doi.org/10.1007/s41825-019-00017-7>
- Alliance for an Energy Efficient Economy (AEEE). 2020. *Charging India's Two- and Three-Wheeler Transport*. Alliance for an Energy Efficient Economy. https://shaktifoundation.in/wp-content/uploads/2020/09/Full-Report_Charging-Indias-Two-Three-Wheeler-Transport.pdf
- Axsen, Jonn, Joseph Bailey, and Marisol Andrea Castro. 2015. "Preference and Lifestyle Heterogeneity among Potential Plug-in Electric Vehicle Buyers." *Energy Economics* 50:190–201. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.05.003>
- Axsen, Jonn, Patrick Plötz, and Michael Wolinetz. 2020. "Crafting Strong, Integrated Policy Mixes for Deep CO₂ Mitigation in Road Transport." *Nature Climate Change* 10(9):809–18. doi: <http://doi.org/10.1038/s41558-020-0877-y>
- Bansal, Prateek, and Kara M. Kockelman. 2017. "Indian Vehicle Ownership: Insights from Literature Review, Expert Interviews, and State-Level Model." Paper read at Journal of the Transportation Research Forum.
- Bayer, Patrick, and Michaël Aklin. 2020. "The European Union Emissions Trading System Reduced CO₂ Emissions Despite Low Prices." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117(16):8804–12. doi: <http://doi.org/10.1073/pnas.1918128117>
- BBC News. 2019. "India Turns to Electric Vehicles to Beat Pollution." *BBC News*, July 24. <https://www.bbc.com/news/world-asia-india-48961525>
- Belzer, Richard. 2007. "New Motor Vehicle Fuel Economy Standards - Part 2: CAFE as Command-and-control Regulation." *Neutral Source*, July 24. <http://neutralsource.org/archives/814>
- Berkeley, Nigel, David Jarvis, and Andrew Jones. 2018. "Analysing the Take up of Battery Electric Vehicles: An Investigation of Barriers amongst Drivers in the UK." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 63:466–81. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.06.016>
- Bernard, Steven, and Amy Kazmin. 2018. "Dirty Air: How India Became the Most Polluted Country on Earth." *Financial Times*, December 11. <https://ig.ft.com/india-pollution/>
- Bhalla, Pretty, Inass Salamah Ali, and Afroze Nazneen. 2018. "A Study of Consumer Perception and Purchase Intention of Electric Vehicles." *European Journal of Scientific Research* 149(4):362–8.

- Bhaskar, Utpal. 2017. "India's Electric Vehicle Drive: Challenges and Opportunities." *LiveMint*, November 16. Accessed September 15, 2020. <https://www.livemint.com/Industry/ji96zXi5dZz3L1XUSkiZxM/Indias-electric-vehicle-drive-Challenges-and-opportunities.html>
- Bjerkan, Kristin Ystmark, Tom E. Nørbech, and Marianne Elvsaas Nordtømme. 2016. "Incentives for Promoting Battery Electric Vehicle (BEV) Adoption in Norway." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 43:169–80. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2015.12.002>
- BP. 2016. "Back to the Future: Electric Vehicles and Oil Demand." Accessed September 14, 2020. <https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/speeches/back-to-the-future-electric-vehicles-and-oil-demand.html>
- Bureau of Energy Efficiency (BEE). 2019. *Propelling Electric Vehicles in India: Technical Study of Electric Vehicles and Charging Infrastructure*. Bureau of Energy Efficiency. <https://beeindia.gov.in/sites/default/files/2019%20-%20EY%20to%20BEE%20-%20Technical%20study%20on%20EVs%20%26%20Charging%20Infrastructure.pdf>
- Caperello, Nicolette, Kenneth Kurani, and Jennifer TyreeHageman. 2014. "I Am Not an Environmentalist Wacko! Getting from Early Plug-In Vehicle Owners to Potential Later Buyers." *Transportation Research Board 2015 Annual Meeting*. Transportation Research Board.
- Carley, Sanya, Saba Siddiki, and Sean Nicholson-Crotty. 2019. "Evolution of Plug-in Electric Vehicle Demand: Assessing Consumer Perceptions and Intent to Purchase over Time." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 70:94–111. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.04.002>
- Chaliawala, Nehal. 2020. "Government Allows Sale of Electric Vehicles without Batteries, Leaves Manufacturers Puzzled." *The Economic Times*, August 12. Accessed September 20, 2020. <https://economictimes.indiatimes.com/industry/auto/auto-news/government-allows-sale-of-electric-vehicles-without-batteries-leaves-manufacturers-puzzled/articleshow/77509605.cms>
- Choi, Dooyoung, and Kim K. P. Johnson. 2019. "Influences of Environmental and Hedonic Motivations on Intention to Purchase Green Products: An Extension of the Theory of Planned Behavior." *Sustainable Production and Consumption* 18:145–55. doi: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.02.001>
- Council on Energy, Environment and Water (CEEW). 2018. *India's Energy Transition: Subsidies for Fossil Fuels and Renewable Energy, 2018 Update*. International Institute for Sustainable Development. https://www.ceew.in/sites/default/files/IISD_CEEW_India_Energy_Transition_20Dec18.pdf
- . 2019. *India's Electric Vehicle Transition: Impact on Auto Industry and Building the EV Ecosystem*. <https://www.ceew.in/publications/india%E2%80%99s-electric-vehicle-transition>
- Cruze, Danny Cyril D. 2020. "Indian Govt to Allow Registration of Electric Vehicles without Batteries." *LiveMint*, August 12. Accessed September 20, 2020. <https://www.livemint.com/auto-news/indian-govt-to-allow-registration-of-electric-vehicles-without-batteries-11597243630452.html>
- de Haan, Peter, Michel G. Mueller, and Roland W. Scholz. 2009. "How Much Do Incentives Affect Car Purchase? Agent-Based Microsimulation of Consumer Choice of New Cars—Part II: Forecasting Effects of Feebates Based on Energy-Efficiency." *Energy Policy* 37(3):1083–94. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.11.003>

- Deloitte. 2019. *Recharging India's Electric Vehicle Ambition by Electrifying Public Transport*. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/in/Documents/public-sector/in-consulting-recharging-india-electric-vehicle-noexp.pdf>
- DeShazo, J. R. 2016. "Improving Incentives for Clean Vehicle Purchases in the United States: Challenges and Opportunities." *Review of Environmental Economics and Policy* 10(1):149–65. doi: <http://doi.org/10.1093/reep/rev022>
- Dogra, Sarthak. 2019. "Green Number Plates Are Now Mandatory For All Electric Vehicles And It Is All For Good." *IndiaTimes*, May 1. Accessed September 15, 2020. <https://www.indiatimes.com/auto/current/green-number-plates-are-now-mandatory-for-all-electric-vehicles-and-it-is-all-for-good-366403.html>
- Dombrowski, Uwe, and Christian Engel. 2013. After Sales Strategies for the Original Equipment Manufacturer of Electric Mobiles. In: Nee A., Song B., Ong SK. (eds) *Re-engineering Manufacturing for Sustainability*. Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-4451-48-2_57
- Dombrowski, Uwe, and Christian Engel. 2014. "Impact of Electric Mobility on the After Sales Service in the Automotive Industry." *Procedia CIRP* 16:152–7. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.022>
- Dua, Rubal, and Kenneth White. 2020. "Understanding Latent Demand for Hybrid and Plug-In Electric Vehicles Using Large-Scale Longitudinal Survey Data of US New Vehicle Buyers." *Energy Efficiency* 13(6):1063–74. doi: <http://doi.org/10.1007/s12053-020-09865-5>
- Dua, Rubal, Kenneth White, and Rebecca Lindland. 2019. "Understanding Potential for Battery Electric Vehicle Adoption Using Large-Scale Consumer Profile Data." *Energy Reports* 5:515–24. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.04.013>
- The Economic Times. 2019. "Can't Afford to Ban Vehicles Run on Fossil Fuel: Dharmendra Pradhan." *Economic Times*, July 17. Accessed September 15, 2020. <https://economictimes.indiatimes.com/industry/energy/oil-gas/cant-afford-to-ban-vehicles-run-on-fossil-fuel-dharmendra-pradhan/articleshow/70253705.cms>
- Energy Innovation, World Resources Institute. 2020. "India Energy Policy Simulator." <https://india.energypolicy.solutions/scenarios/home>
- Engel, Hauke, Russell Hensley, Stefan Knupfer, and Shivika Sahdev. 2018. *Charging Ahead: Electric-vehicle Infrastructure Demand*. <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Automotive%20and%20Assembly/Our%20Insights/Charging%20ahead%20Electric-vehicle%20infrastructure%20demand/Charging-ahead-electric-vehicle-infrastructure-demand-final.pdf>
- Ernst & Young. 2017. *Standing up India's EV Ecosystem - Who Will Drive the Charge?* [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-standing-up-Indias-ev-ecosystem-who-will-drive-the-charge/\\$File/EY-standing-up-Indias-ev-ecosystem-who-will-drive-the-charge.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-standing-up-Indias-ev-ecosystem-who-will-drive-the-charge/$File/EY-standing-up-Indias-ev-ecosystem-who-will-drive-the-charge.pdf)
- ET Bureau. 2019. "Won't Ban Petrol, Diesel Vehicles, Says Nitin Gadkari." *The Economic Times*, July 16. <https://economictimes.indiatimes.com/news/politics-and-nation/wont-ban-petrol-diesel-vehicles-says-nitin-gadkari/articleshow/70250904.cms>

- Franke, Thomas, Isabel Neumann, Franziska Bühler, Peter Cocron, and Josef F. Krems. 2012. "Experiencing Range in an Electric Vehicle: Understanding Psychological Barriers." *Applied Psychology* 61(3):368–91. doi: <http://doi.org/10.1111/j.1464-0597.2011.00474.x>
- Friedrich, Johannes, Mengpin Ge, and Andrew Pickens. 2017. *This Interactive Chart Explains World's Top 10 Emitters, and How They've Changed*. World Resources Institute. <https://www.wri.org/blog/2017/04/interactive-chart-explains-worlds-top-10-emitters-and-how-theyve-changed>
- Gai, Yijun, Laura Minet, I. Daniel Posen, Audrey Smargiassi, Louis-François Tétreault, and Marianne Hatzopoulou. 2020. "Health and Climate Benefits of Electric Vehicle Deployment in the Greater Toronto and Hamilton Area." *Environmental Pollution* 265:114983. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114983>
- Gallagher, Kelly Sims, Fang Zhang, Robbie Orvis, Jeffrey Rissman, and Qiang Liu. 2019. "Assessing the Policy Gaps for Achieving China's Climate Targets in the Paris Agreement." *Nature Communications* 10(1):1256. doi: <http://doi.org/10.1038/s41467-019-09159-0>
- Ganguly, Shreya. 2019. "Govt Scraps Policy Which Subsidises EVs and Taxes Polluting Vehicles." *Inc42*, March 5. Accessed September 20, 2020. <https://inc42.com/buzz/govt-scraps-policy-which-subsidises-evs-and-taxes-polluting-vehicles/>
- Ghosh, Malyaban. 2019. "Govt Steps on the Gas to Put India's EV Mission in Fast Lane." *LiveMint*, July 5. <https://www.livemint.com/budget/news/govt-steps-on-the-gas-to-put-india-s-ev-mission-in-fast-lane-1562350841874.html>
- Ghosh, Malyaban, and Utpal Bhaskar. 2020. "Budget 2020 Proposes Hike in EV Import Duty to Promote Domestic Manufacturing." *LiveMint*, February 1. <https://www.livemint.com/budget/news/budget-2020-proposes-hike-in-ev-import-duty-to-promote-domestic-manufacturing-11580557017403.html>
- Giansoldati, Marco, Adriana Monte, and Mariangela Scorrano. 2020. "Barriers to the Adoption of Electric Cars: Evidence from an Italian Survey." *Energy Policy* 146:111812. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111812>
- Government of India. 2020. "MoRTH Allows Sale and Registration of Electric Vehicles Without Batteries." *Press Information Bureau*, August 12. Accessed September 20, 2020. <https://pib.gov.in/PressReleaseDetailm.aspx?PRID=1645394>
- Government of National Capital Territory of Delhi. 2020. *Delhi Electric Vehicles Policy*. https://transport.delhi.gov.in/sites/default/files/All-PDF/Delhi_Electric_Vehicles_Policy_2020.pdf
- Greene, David L., Philip D. Patterson, Margaret Singh, and Jia Li. 2005. "Feebates, Rebates and Gas-guzzler Taxes: A Study of Incentives for Increased Fuel Economy." *Energy Policy* 33(6):757–75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2003.10.003>
- Günther, H. O., Matthias Kannegiesser, and Niels Autenrieb. 2015. "The Role of Electric Vehicles for Supply Chain Sustainability in the Automotive Industry." *Journal of Cleaner Production* 90:220–33. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.058>
- Guo, Chunlin, Jingjing Yang, and Lin Yang. 2018. "Planning of Electric Vehicle Charging Infrastructure for Urban Areas with Tight Land Supply." *Energies* 11(9):2314.

- Guo, Zhaomiao, and Yan Zhou. 2019. "Residual Value Analysis of Plug-in Vehicles in the United States." *Energy Policy* 125:445–55. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.10.023>
- Hall, Dale, and Nic Lutsey. 2017. *Emerging Best Practices for Electric Vehicle Charging Infrastructure*. International Council on Clean Transportation. https://theicct.org/sites/default/files/publications/EV-charging-best-practices_ICCT-white-paper_04102017_vF.pdf
- Hardman, Scott. 2019. "Understanding the Impact of Reoccurring and Non-financial Incentives on Plug-in Electric Vehicle Adoption – A Review." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 119:1–14. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.11.002>
- Hardman, Scott, and Daniel Sperling. 2020. *EV Uptake in the Transport Fleet: Consumer Choice, Policy Incentives and Consumer-Centric Business Models*. *Oxford Energy Forum*, 122 <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2020/07/OEF122.pdf>
- He, Hui, Lingzhi Jin, Hongyang Cui, and Huan Zhou. 2018. *Assessment of Electric Car Promotion Policies in Chinese Cities*. International Council on Clean Transportation. https://theicct.org/sites/default/files/publications/China_city_NEV_assessment_20181018.pdf
- Higueras-Castillo, Elena, Sebastian Molinillo, J. Andres Coca-Stefaniak, and Francisco Liébana-Cabanillas. 2019. "Perceived Value and Customer Adoption of Electric and Hybrid Vehicles." *Sustainability* 11(18):4956. <https://doi.org/10.3390/su11184956>
- Indian Council for Research on International Economic Relations (ICRIER). 2019. *Exploring Cost-reduction Strategies for Electric Vehicle (EV) Batteries*. <https://shaktifoundation.in/wp-content/uploads/2020/02/Exploring-Cost-Reduction-Strategies-For-Electric-Vehicle-EV-Batteries.pdf>
- Indian Institute of Technology (IIT) Madras & World Resources Institute (WRI) India. 2019. *A Guidance Document on Accelerating Electric Mobility in India*. Shakti Sustainable Energy Foundation. https://wri-india.org/sites/default/files/Accelerating%20electric%20mobility%20in%20India_WRI%20India_CBEEVIITM.pdf
- Indo-Asian News Service (IANS). 2020. "Stubble Burning Contributes Only 1% to Delhi's Pollution Menace." *IANS*, October 15. <https://energy.economictimes.indiatimes.com/news/oil-and-gas/stubble-burning-contributes-only-1-to-delhis-pollution-menace/78672186>
- International Council on Clean Transportation (ICCT). 2019. *Electric Vehicle Guidebook for Indian States*. https://theicct.org/sites/default/files/publications/India_EV_State_Guidebook_20191007.pdf
- . 2020. *Impacts of the Paris Low-emission Zone and Implications for Other Cities*. <https://theicct.org/publications/true-paris-low-emission-zone>
- International Energy Agency (IEA). 2019a. *CO2 Emissions from Fuel Combustion 2019 Highlights*. <https://webstore.iea.org/co2-emissions-from-fuel-combustion-2019-highlights>
- . 2019b. *Fuel Economy in Major Car Markets: Technology and Policy Drivers 2005-2017*. <https://www.iea.org/reports/fuel-economy-in-major-car-markets>

- International Renewable Energy Agency (IRENA). 2019. *Innovation Outlook: Smart Charging for Electric Vehicles*. International Renewable Energy Agency. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_Innovation_Outlook_EV_smart_charging_2019.pdf
- Jenn, Alan, Inês M. L. Azevedo, and Jeremy J. Michalek. 2016. "Alternative Fuel Vehicle Adoption Increases Fleet Gasoline Consumption and Greenhouse Gas Emissions under United States Corporate Average Fuel Economy Policy and Greenhouse Gas Emissions Standards." *Environmental Science & Technology* 50(5):2165–74. doi: <http://doi.org/10.1021/acs.est.5b02842>
- Jin, Lingzhi, and Peter Slowik. 2017. *Literature Review of Electric Vehicle Consumer Awareness and Outreach Activities*. International Council on Clean Transportation. https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/Consumer-EV-Awareness_ICCT_Working-Paper_23032017_vF.pdf
- Kah, Marianne. 2018. *Electric Vehicles and Their Impact on Oil Demand: Why Forecasts Differ*. https://energypolicy.columbia.edu/sites/default/files/pictures/CGEP_Electric%20Vehicles%20and%20Their%20Impact%20on%20Oil%20Demand-Why%20Forecasts%20Differ.pdf
- Kohli, Pranati Chestha. 2020. "Opportunities in EV Battery and Cell Manufacturing in India." *Invest India*, July 2. <https://www.investindia.gov.in/team-india-blogs/opportunities-ev-battery-and-cell-manufacturing-india>
- Krupa, Joseph S., Donna M. Rizzo, Margaret J. Eppstein, D. Brad Lanute, Diann E. Gaalema, Kiran Lakkaraju, and Christina E. Warrender. 2014. "Analysis of a Consumer Survey on Plug-in Hybrid Electric Vehicles." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 64:14–31. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.02.019>
- Li, Shanjun. 2018. "Better Lucky Than Rich? Welfare Analysis of Automobile Licence Allocations in Beijing and Shanghai." *The Review of Economic Studies* 85(4):2389–428. doi: <http://doi.org/10.1093/restud/rdx067>
- Li, Zhe, and Minggao Ouyang. 2011. "The Pricing of Charging for Electric Vehicles in China—Dilemma and Solution." *Energy* 36 (9):5765–78. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.05.046>
- Lieven, Theo. 2015. "Policy Measures to Promote Electric Mobility – A Global Perspective." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 82:78–93. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.09.008>
- Lu, Chao, Ke Rong, Jianxin You, and Yongjiang Shi. 2014. "Business Ecosystem and Stakeholders' Role Transformation: Evidence from Chinese Emerging Electric Vehicle Industry." *Expert Systems with Applications* 41(10):4579–95. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.01.026>
- Luthra, Parikshit. 2018. "Niti Aayog Explores Feebate Model to Promote Electric Vehicles." *CNBC*, December 4. Accessed September 20, 2020. <https://www.cnbc18.com/auto/niti-aayog-explores-feebate-model-to-promote-electric-vehicles-1579681.htm>

Lutsey, Nic. 2015. "Global Climate Change Mitigation Potential from a Transition to Electric Vehicles." *The International Council on Clean Transportation Working Paper* 2015-5.

Lutsey, Nic, Mikhail Grant, Sandra Wappelhorst, and Huan Zhou. 2018. *Power Play: How Governments Are Spurring the Electric Vehicle Industry*. <http://admin.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/Power%20play.pdf>

Ma, Shao-Chao, Ying Fan, and Lianyong Feng. 2017. "An Evaluation of Government Incentives for New Energy Vehicles in China Focusing on Vehicle Purchasing Restrictions." *Energy Policy* 110:609–18. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.07.057>

Melton, Noel, Jonn Axsen, and Barbar Moawad. 2020. "Which Plug-in Electric Vehicle Policies Are Best? A Multi-Criteria Evaluation Framework Applied to Canada." *Energy Research & Social Science* 64:101411. doi: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101411>

Merz, Klaus-Dieter, and J. M. Stevenson. 1995. "Progress in the Design and Development of Improved Lead/Acid Batteries for Electric Buses and Vans." *Journal of Power Sources* 53(2):317–21. doi: [https://doi.org/10.1016/0378-7753\(94\)01992-5](https://doi.org/10.1016/0378-7753(94)01992-5)

Ministry of Heavy Industries & Public Enterprises. 2018. *National Auto Policy*. <https://dhi.nic.in/writereaddata/UploadFile/National%20Automotive%20Policy%20Draft%20v2.pdf>

———. 2019a. *Expression of Interest Inviting Proposals for Availing Incentives under FAME India Scheme Phase II For Deployment of EV Charging Infrastructure Within Cities*. <https://dhi.nic.in/writereaddata/UploadFile/Revised-%20Expression%20of%20Interest.pdf>

———. 2019b. *Scheme for Faster Adoption and Manufacturing of Electric Vehicles in India Phase II (FAME India Phase II)*. <https://www.fame-india.gov.in/WriteReadData/userfiles/file/FAME-II%20Notification.pdf>

Mohanty, Prasanna. 2020. "Rebooting Economy 39: Why Nobody Questions Industries Polluting Delhi Air the Most?" *Business Today*, October 22. <https://www.businesstoday.in/opinion/columns/air-pollution-why-nobody-questions-industries-polluting-delhi-air-the-most-stubble-burning-dust-vehichles/story/419703.html>

Münzel, Christiane, Patrick Plötz, Frances Sprei, and Till Gnann. 2019. "How Large is the Effect of Financial Incentives on Electric Vehicle Sales? – A Global Review and European Analysis." *Energy Economics* 84:104493. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104493>

National Institution for Transforming India (NITI) Aayog. 2018. *Zero Emission Vehicles (ZEVs): Towards a Policy Framework*. New Delhi: NITI Aayog

National Institution for Transforming India (NITI) Aayog and Rocky Mountain Institute (RMI) India. 2017. *Valuing Society First: An Assessment of the Potential for a Feebate Policy in India*. New Delhi: NITI Aayog. https://niti.gov.in/writereaddata/files/document_publication/Valuing_Society_First_Feebates_Policy.pdf

———. 2019. *India's Electric Mobility Transformation: Progress to Date and Future Opportunities*. New Delhi: NITI Aayog. <https://rmi.org/wp-content/uploads/2019/04/rmi-niti-ev-report.pdf>

- Naumanen, Mika, Teuvo Uusitalo, Elina Huttunen-Saarivirta, and Robert van der Have. 2019. "Development Strategies for Heavy Duty Electric Battery Vehicles: Comparison between China, EU, Japan and USA." *Resources, Conservation and Recycling* 151:104413. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104413>
- Nicholas, Michael, and Dale Hall. 2018. *Lessons Learned on Early Electric Vehicle Fast-charging Deployments*. https://theicct.org/sites/default/files/publications/ZEV_fast_charging_white_paper_final.pdf
- Noel, Lance, Gerardo Zarazua de Rubens, Johannes Kester, and Benjamin K. Sovacool. 2020. "Understanding the Socio-technical Nexus of Nordic Electric Vehicle (EV) Barriers: A Qualitative Discussion of Range, Price, Charging and Knowledge." *Energy Policy* 138:111292. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111292>
- Ou, Shiqi, Xu Hao, Zhenhong Lin, Hewu Wang, Jessey Bouchard, Xin He, Steven Przesmitzki, Zhixin Wu, Jihu Zheng, Renzhi Lv, Liang Qi, and Tim J. LaClair. 2019. "Light-duty Plug-in Electric Vehicles in China: An Overview on the Market and Its Comparisons to the United States." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 112:747–61. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.06.021>
- Parkin, Benjamin. 2019. "India's Mahindra Calls for Urgent Shift to Electric Vehicles." *Financial Times*. <https://www.ft.com/content/9c460fcc-9f25-11e9-9c06-a4640c9feebb>
- Pereirinha, Paulo G., Manuela González, Isabel Carrilero, David Anseán, Jorge Alonso, and Juan C. Viera. 2018. "Main Trends and Challenges in Road Transportation Electrification." *Transportation Research Procedia* 33:235–42. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.10.096>
- Philip, Liljee. 2020. "Financing May Not Come Easy for Purchase of High-priced EVs." *Economic Times*, January 22. Accessed September 9, 2020. <https://economictimes.indiatimes.com/industry/auto/auto-news/financing-may-not-come-easy-for-purchase-of-high-priced-evs/articleshow/73514294.cms?from=mdr>
- Phule, Unmesh. 2019. "India's Feebate Policy on Hold as EV Plans to be Delayed Till General Elections." *ReviewTech*, March 6. Accessed September 20, 2020. <https://www.reviewtech.in/indias-feebate-policy-on-hold-as-ev-plans-to-be-delayed-till-general-elections/>
- Plötz, Patrick, Jonn Axsen, Simon A. Funke, and Till Gnann. 2019. "Designing Car Bans for Sustainable Transportation." *Nature Sustainability* 2(7):534–6. doi: <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0328-9>
- Rawat, Aman. 2020. "Govt to Set up 2,636 EV Charging Stations under FAME II." *Inc42*, January 3. <https://inc42.com/buzz/govt-to-set-up-2636-ev-charging-stations-under-fame-ii/>
- Razeghi, Ghazal, Marc Carreras-Sospedra, Tim Brown, Jack Brouwer, Donald Dabdub, and Scott Samuelsen. 2016. "Episodic Air Quality Impacts of Plug-in Electric Vehicles." *Atmospheric Environment* 137:90–100. doi: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.04.031>
- Schneiderei, Tina, Thomas Franke, Madlen Günther, and Josef F. Krems. 2015. "Does Range Matter? Exploring Perceptions of Electric Vehicles with and without a Range Extender among Potential Early Adopters in Germany." *Energy Research & Social Science* 8:198–206. doi: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.06.001>

- Schroeder, Andreas, and Thure Traber. 2012. "The Economics of Fast Charging Infrastructure for Electric Vehicles." *Energy Policy* 43:136–44. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.12.041>
- Sen, Burak, Mehdi Noori, and Omer Tatari. 2017. "Will Corporate Average Fuel Economy (CAFE) Standard Help? Modeling CAFE's Impact on Market Share of Electric Vehicles." *Energy Policy* 109:279–87. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.07.008>
- Senecal, P. K., and Felix Leach. 2019. "Diversity in Transportation: Why a Mix of Propulsion Technologies Is the Way Forward for the Future Fleet." *Results in Engineering* 4:100060. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2019.100060>
- Sharma, Nishant. 2020. "Industry Confused as India Takes the Battery out of EVs to Boost Demand." *BloombergQuint*, September 15. Accessed September 20, 2020. <https://www.bloombergquint.com/business/industry-confused-as-india-takes-the-battery-out-of-evs-to-boost-demand>
- Sharma, Yogima. 2020. "Niti Aayog Seeks Cabinet Nod for Battery Push." *The Economic Times*, January 24. <https://economictimes.indiatimes.com/news/economy/policy/niti-aayog-seeks-cabinet-nod-for-battery-push/articleshow/73569360.cms?from=mdr>
- Sheldon, Tamara L., and Rubal Dua. 2018. "Gasoline Savings from Clean Vehicle Adoption." *Energy Policy* 120:418–24. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.05.057>
- . 2019a. "Assessing the Effectiveness of California's "Replace Your Ride." *Energy Policy* 132:318–23. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.023>
- . 2019b. "Measuring the Cost-effectiveness of Electric Vehicle Subsidies." *Energy Economics* 84:104545. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104545>
- . 2020. "Effectiveness of China's Plug-in Electric Vehicle Subsidy." *Energy Economics* 88:104773. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104773>
- Sierzchula, William, Sjoerd Bakker, Kees Maat, and Bert van Wee. 2014. "The Influence of Financial Incentives and Other Socio-economic Factors on Electric Vehicle Adoption." *Energy Policy* 68:183–94. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.043>
- Skippon, Stephen, and Mike Garwood. 2011. "Responses to Battery Electric Vehicles: UK Consumer Attitudes and Attributions of Symbolic Meaning Following Direct Experience to Reduce Psychological Distance." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 16(7):525–31. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2011.05.005>
- Smart Electric Power Alliance (SEPA). 2019. *Preparing for an Electric Vehicle Future: How Utilities Can Succeed*. Smart Electric Power Alliance Electric Vehicle Working Group Distribution Planning Subcommittee. Accessed September 14, 2020. https://chanje.com/wp-content/uploads/2019/10/Preparing_for_an_Electric_Vehicle_Future_How_Utilities_Can_Succeed-SEPA-power-with-Dan-Wilson-lead-author-Oct-2019.pdf
- Society of Indian Automobile Manufacturers (SIAM). 2019. *SIAM Annual Report 2018-19*. Society of Indian Automobile Manufacturers. <http://www.siam.in/uploads/ar/21-21stAnnualReport2018-2019.pdf>

Soni, Yatti. 2019. "India Will Not Ban Petrol and Diesel Engines, Assures Nitin Gadkari." *Inc42*, January 24. <https://inc42.com/buzz/india-will-not-ban-petrol-and-diesel-engines-assures-nitin-gadkari/>

Springer India New Delhi. 2012. "Beyond the Plug: Finding Value in the EV Charging Ecosystem." *Auto Tech Review* 1(11):18–23. doi: <http://doi.org/10.1365/s40112-012-0170-1>

Sullivan, Gail M., and Anthony R. Artino Jr. 2013. "Analyzing and Interpreting Data from Likert-type Scales." *Journal of Graduate Medical Education* 5(4):541–2.

The Energy and Resources Institute (TERI). 2019. *Faster Adoption of Electric Vehicles in India: Perspective of Consumers and Industry*. The Energy and Resources Institute. <https://www.teriin.org/sites/default/files/2019-11/Faster%20adoption%20of%20electric%20vehicles%20in%20India.pdf>

Tietge, Uwe, Peter Mock, Nicholas Lutsey, and Alex Campestrini. 2016. *Comparison of Leading Electric Vehicle Policy and Deployment in Europe*. International Council on Clean Transportation. https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_EVpolicies-Europe-201605.pdf

Todd, Jennifer, Jess Chen, and Frankie Clogston. 2013. *Creating the Clean Energy Economy. Analysis of the Electric Vehicle Industry*. International Economic Development Council. http://large.stanford.edu/courses/2014/ph240/anderson-h1/docs/IEDC_Electric_Vehicle_Industry.pdf

Trivedi, Anjani. 2020. "The Latest Electric Car Hurdle: What If You Can't Resell It?" *Bloomberg*, July 29. Accessed September 14, 2020. <https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2020-07-29/better-batteries-drain-resale-value-from-today-s-electric-cars>

Union Cabinet. 2019. *National Mission on Transformative Mobility and Battery Storage Approved by Cabinet*. Press Information Bureau, Government of India. <https://pib.gov.in/PressReleaselframePage.aspx?PRID=1567807#:~:text=The%20Mission%20will%20define%20the,employment%20generation%20in%20the%20country>

U.K. Parliament. 2018. "Electric Vehicles: Driving the Transition." Accessed September 14, 2020. <https://publications.parliament.uk/pa/cm201719/cmselect/cmbeis/383/38308.htm>

U.S. Energy Information Administration (EIA). 2019. *What Countries Are the Top Producers and Consumers of Oil?* <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=709&t=6>

Vardhini C, Parvatha. 2019. "All You Wanted to Know about CAFE Regulations." *BusinessLine, The Hindu*, June 17. Accessed September 15, 2020. <https://www.thehindubusinessline.com/opinion/columns/slate/all-you-wanted-to-know-about-cafe-regulations/article28022174.ece#:~:text=CAFE%20regulations%20in%20India%20came,113%20gm%20per%20km%20thereafter.&text=CAFE%20regulations%20assume%20importance%20in,footprint%20of%20the%20auto%20industry>

Vassileva, Iana, and Javier Campillo. 2017. "Adoption Barriers for Electric Vehicles: Experiences from Early Adopters in Sweden." *Energy* 120:632–41. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.11.119>

Wangsness, Paal Brevik, Stef Proost, and Kenneth Løvold Rødseth. 2020. "Vehicle Choices and Urban Transport Externalities. Are Norwegian Policy Makers Getting It Right?" *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 86:102384. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102384>

Wu, Jingwen, Hua Liao, and Jin-Wei Wang. 2020. "Analysis of Consumer Attitudes Towards Autonomous, Connected, and Electric Vehicles: A Survey in China." *Research in Transportation Economics* 80:100828. doi: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100828>

Wu, Tian, Bohan Zeng, Yali He, Xin Tian, and Xunmin Ou. 2017. "Sustainable Governance for the Opened Electric Vehicle Charging and Upgraded Facilities Market." *Sustainability* 9(11):2126. <https://doi.org/10.3390/su9112126>

Zarazua de Rubens, Gerardo, Lance Noel, Johannes Kester, and Benjamin K. Sovacool. 2020. "The Market Case for Electric Mobility: Investigating Electric Vehicle Business Models for Mass Adoption." *Energy* 194:116841. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116841>

Zhang, Qi, Hailong Li, Lijing Zhu, Pietro Elia Campana, Huihui Lu, Fredrik Wallin, and Qie Sun. 2018. "Factors Influencing the Economics of Public Charging Infrastructures for EV – A Review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 94:500–09. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.06.022>

Zheng, Jihu, Xin Sun, Lijie Jia, and Yan Zhou. 2020. "Electric Passenger Vehicles Sales and Carbon Dioxide Emission Reduction Potential in China's Leading Markets." *Journal of Cleaner Production* 243:118607. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118607>

الشكل (أ1). الجدول الزمني لسياسة مبادرات الحكومة المركزية (المصدر: تحليل كابسارك).





نبذة تعريفية عن الباحثين

روبال دووا



زميل باحث في مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك)، يركز في أبحاثه على فهم قرارات المستهلكين لا سيما اختياراتهم للتقنيات الموفرة للطاقة، وخيارات التنقل في ظل سيناريوهات التكنولوجيا والسياسة البديلة. حصل روبال على درجة الدكتوراه في تصميم تطبيقات الطاقة والبيئة التي تستخدم الكربون المتقدم من جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية قبل انضمامه إلى كابسارك، وركز بشكل خاص على تخزين الطاقة واحتجاز الكربون والسُّبل الكفيلة بمعالجة هدر المياه بالإضافة إلى توليد الهيدروجين من تحليل الماء بوجود أشعة الشمس. عمل قبل التحاقه بكابسارك على مشروع ممول لصناعة أشباه الموصلات في جامعة بنسلفانيا، حيث طور إطار نمذجة متصلة لمحاكاة فيزياء تكون العيوب الدقيقة في بلورات السيليكون.

سكوت هاردمان



باحث متخصص في مركز أبحاث المركبات الهجينة والكهربائية التابع لمعهد دراسات النقل بجامعة كاليفورنيا ديفيس، يدور محور عمله حول اعتماد المستهلك للمركبات لكهربائية ومركبات خلايا الوقود والمركبات الآلية، سكوت حاصل على درجة الدكتوراه في خلايا وقود الهيدروجين واستخداماتها من جامعة برمنغهام بالمملكة المتحدة.

ياغافالك بهات



باحث مشارك في مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك)، تشمل اهتماماته البحثية تحليل سياسات الطاقة مع التركيز على بدائل الوقود وأثرها على أمن الطاقة، عمل باحثًا يقدم حلولاً للتنمية المستدامة وأنظمة الطاقة المتجددة غير المركزية للمناطق الريفية في شمال الهند، ياغافالك حاصل على درجة الماجستير في هندسة الطاقة المتجددة والإدارة من جامعة تيري بالهند.

ديمبي سونجا



شريك في معهد روكي ماونتن الهندي الذي يعرف اختصاراً باسم (RMI India) يتولى مسؤولية تنسيق الأنشطة في معمل التنقل الحضري (Urban Mobility Lab)، يعمل ديمبي حالياً بشكل وثيق مع الإدارات الحكومية والصناعية في عدة مدن هندية مثل دلهي وبونا لتعزيز حلول التنقل التحويلي، وتشمل مجالات اهتماماته البحثية النقل المستدام والتنقل الكهربائي وإدارة الموارد والمناقشات المفتوحة للسياسات العامة، كما أنه حاصل على درجة الماجستير في العلوم من كلية الدراسات المتقدمة التابعة لمعهد الطاقة والموارد الهندي.

نبذة عن المشروع

أصبح تشجيع اعتماد المركبات التي تمتاز بالكفاءة في استهلاك الطاقة ضرورة أساسية في السياسات العامة لكل من الدول المتقدمة والنامية، لا سيما وأن فهم مدى تأثير العوامل المختلفة على معدلات اعتماد هذه المركبات يعد بمثابة العمود الفقري للأبحاث التي يجريها مركز كابسارك في مجال الطلب على المركبات الخفيفة، وتشمل هذه العوامل (1) العوامل المتعلقة بالمستهلك - التركيبة السكانية والسلوكيات والتخطيط النفسي (السيكوجرافية) و (2) العوامل التنظيمية - السياسات والحوافز والحسومات والمزايا و (3) العوامل الجغرافية الزمانية - تأثيرات الطقس والبنية التحتية والآثار الشبكية. يعكف فريقنا في الوقت الراهن على وضع نماذج على مستويات مختلفة: نماذج على مستوى الاقتصاد الجزئي باستخدام بيانات واسعة النطاق تشتمل على بيانات مشتري المركبات الجديدة، ونماذج على مستوى الاقتصاد الكلي تستخدم بيانات الاعتماد المجمع لفهم الآثار المترتبة على عوامل مختلفة تؤثر على معدلات اعتماد المركبات التي تمتاز بالكفاءة في استهلاك الطاقة وتوقعها.



www.kapsarc.org