

# هل أصبحت إعانات دعم المركبات الكهربائية أكثر تأثيراً بمرور الوقت؟

تمارا شيلدون وروبال دووا وعمر الحربي

## عن كابسارك

مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك) هو 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 كنصيحة أو دعوة لاتخاذ أي قرار. الآراء والأفكار الواردة هنا تخص الباحثين معدي الدراسة، ولا تعكس بالضرورة موقف المركز ووجهة نظره.

نستكشف من خلال هذا البحث مدى تطور التأثير والفعالية من حيث التكلفة للإعانات المالية للمركبات النظيفة بيئياً بمرور الوقت، حيث نقوم بدراسة حالة الإعانات الأمريكية للمركبات التي تعمل بالشحن الكهربائي خلال الفترة ما بين عامي 2011 و2017. ونصمم عمليات محاكاة افتراضية قائمة على نموذج اختيار المركبات، فضلاً عن استخدامنا لبيانات الاستطلاع السنوية لمُشتري المركبات الجديدة من أجل تقدير الحصة السنوية لعمليات شراء المركبات الكهربائية الناتجة عن الإعانات المالية. ومن ثم نحسب تكلفة كل مركبة كهربائية مبيعة، وتكلفة كل جالون بنزين تم توفيره (أي لم يتم استخدامه) نتيجة لتطبيق السياسة. كما نقدم مقاييس لُداء الإعانات حسب مستوى دخل المستهلك وطراز المركبة الكهربائية، وتشير النتائج التي توصلنا إليها إلى ما يلي:

أصبحت الإعانات الفيدرالية للمركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات أقل تأثيراً وأكثر تكلفة بمرور الوقت نظراً للوتيرة المتزايدة لإعانات دعم عمليات شراء هذا النوع من المركبات ذات الأسعار المرتفعة مثل مركبات شركة تسلا.

تعد إعانات المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات مقارنة بالمركبات الكهربائية الهجينة التي تعمل بالشحن الكهربائي والوقود (المركبات الهجينة) أكثر فعالية من حيث التكلفة وتدعم المستهلكين ذوي الدخل المحدود.

(2019a). وتجدر الإشارة إلى أن مثل هؤلاء المستهلكين يتمتعون بمرونة سعرية أقل للطلب (أي أنهم أقل حساسية وتأثراً بالأسعار) ولديهم تفضيلات قوية لهذه السيارات الكهربائية الفاخرة التي تعمل بالبطاريات (DeShazo, Sheldon, and Carson 2017).

كذلك تبحث هذه الدراسة بمزيد من التعمق والتفصيل في الإعانات الفيدرالية للمركبات الكهربائية من خلال استكشاف مدى تطور تأثيرها وفعاليتها من حيث التكلفة بمرور الوقت. ونقوم من أجل فهم هذا التطور، بتصميم عمليات محاكاة افتراضية تعتمد على نموذج اختيار المركبة ونستخدم بيانات الاستطلاع السنوية لمشتري المركبات الجديدة في الولايات المتحدة، بما فيها البيانات المتعلقة بمواصفات المركبة لسنوات الصنع للفترة ما بين 2011 إلى 2017. ومن ثم نقوم بتقدير حصة المركبات الكهربائية التي تم شراؤها كل عام والناجمة عن هذه الإعانات (أي المركبات التي لم يكن من الممكن شراؤها لولا وجود الإعانات)، ثم نقوم بحساب تكلفة كل مركبة كهربائية إضافية تم بيعها وتكلفة كل جالون من البنزين تم توفيره ولم يستخدم نتيجة لاتباع هذه السياسة. تعتبر هذه الدراسة على حد علمنا، الأولى من نوعها التي قامت بتقييم أداء إعانات المركبات الكهربائية بمرور الوقت، إضافة إلى تقديمها مقاييس أداء الإعانات وفقاً لمستوى دخل المستهلك وطرز المركبة الكهربائية. وقد يؤدي هذا التحليل الأكثر دقة إلى تحسين فهم صنّاع السياسات ومساعدتهم على صياغة سياسات اعتماد أكثر فاعلية للمركبات الكهربائية في المستقبل.

تشير نتائج تحليلنا إلى أن الإعانات الفيدرالية المقدمة للمركبات الكهربائية أصبحت أقل تأثيراً وأكثر تكلفة بمرور الوقت، حيث تتزايد وتيرة إعانات المركبات الكهربائية الأعلى سعراً العاملة بالبطاريات مثل مركبات شركة تسلا. كما تشير نتائجنا إلى أن إعانات المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات تعد أكثر تأثيراً وفعالية من حيث التكلفة، مقارنة بإعانات المركبات الكهربائية الهجينة. أو بعبارة أخرى، إن من غير المرجح

تم تطبيق العديد من صيغ إعانات المركبات الكهربائية في كافة أنحاء العالم سواء على مستوى الدول أو المستويات الفيدرالية والإقليمية، حيث تهدف هذه الإعانات إلى تعزيز استخدام المركبات الكهربائية للمساعدة في تقليل تلوث الهواء المحلي وانبعثات الغازات الدفيئة (Hardman 2019). ولقد بدأت الحكومة الفيدرالية الأمريكية بتطبيق إعانات المركبات الكهربائية في عام 2010، حيث تقدم الولايات المتحدة الأمريكية على وجه التحديد أئتمان ضريبة الدخل الفيدرالية بقيمة 7,500 دولار للمركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات، وما يصل إلى 7,500 دولار للمركبات الكهربائية الهجينة العاملة بالشحن الكهربائي. تعمل المركبات الكهربائية التي تستخدم البطاريات بالطاقة الكهربائية، في حين نجد أن المركبات الكهربائية الهجينة لها محرك كهربائي ومحرك احتراق داخلي، وبالتالي فإنها تعمل على البنزين والكهرباء معاً، كما تتوازن إعانات المركبات الكهربائية الهجينة مع سعة البطارية<sup>1</sup>.

من ناحية أخرى، تشير الأبحاث الحديثة إلى أن هذه السياسات أدت إلى زيادة مبيعات السيارات الكهربائية بنحو فعال في الولايات المتحدة الأمريكية، ولكن ذلك كان بتكلفة عالية إلى حد ما. إذ قدّر الباحثون Sheldon and Dua (2019a) أن تكلفة الإعانات الفيدرالية بلغت 36,000 دولار لكل عملية شراء للسيارات الكهربائية ناتجة عن الإعانات المقدمة لموديلات عام 2015، بينما استخدم (Li et al. (2017) البيانات المجمعة لمبيعات السيارات الكهربائية لتقدير أن 40% من مبيعات السيارات الكهربائية في الفترة ما بين عام 2011 إلى 2013 كانت نتيجة للإعانات الفيدرالية. ووجد Tal and Nicholas 2016 باستخدام نهج التفضيل المعلن أن أكثر من 30% من مبيعات السيارات الكهربائية الوطنية كانت نتيجة للائتمان الضريبي الفيدرالي. علاوة على ذلك، تظهر الأبحاث أن المستهلكين ذوي الدخل المرتفع غالباً ما يشترون السيارات الكهربائية ذات الأسعار المرتفعة التي تعمل بالبطاريات وعلى الرغم من ترحيب مثل هؤلاء المستهلكين بالإعانات إلا أنهم قد لا يحتاجون بالضرورة إليها للقيام بعمليات الشراء (Sheldon and Dua)

المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات بسبب قوة المخاوف المرتبطة بعمليات شرائها (مثل المخاوف بشأن المسافات التي تقطعها وقيمة إعادة بيعها أو متطلبات إعادة تزويدها بالوقود).

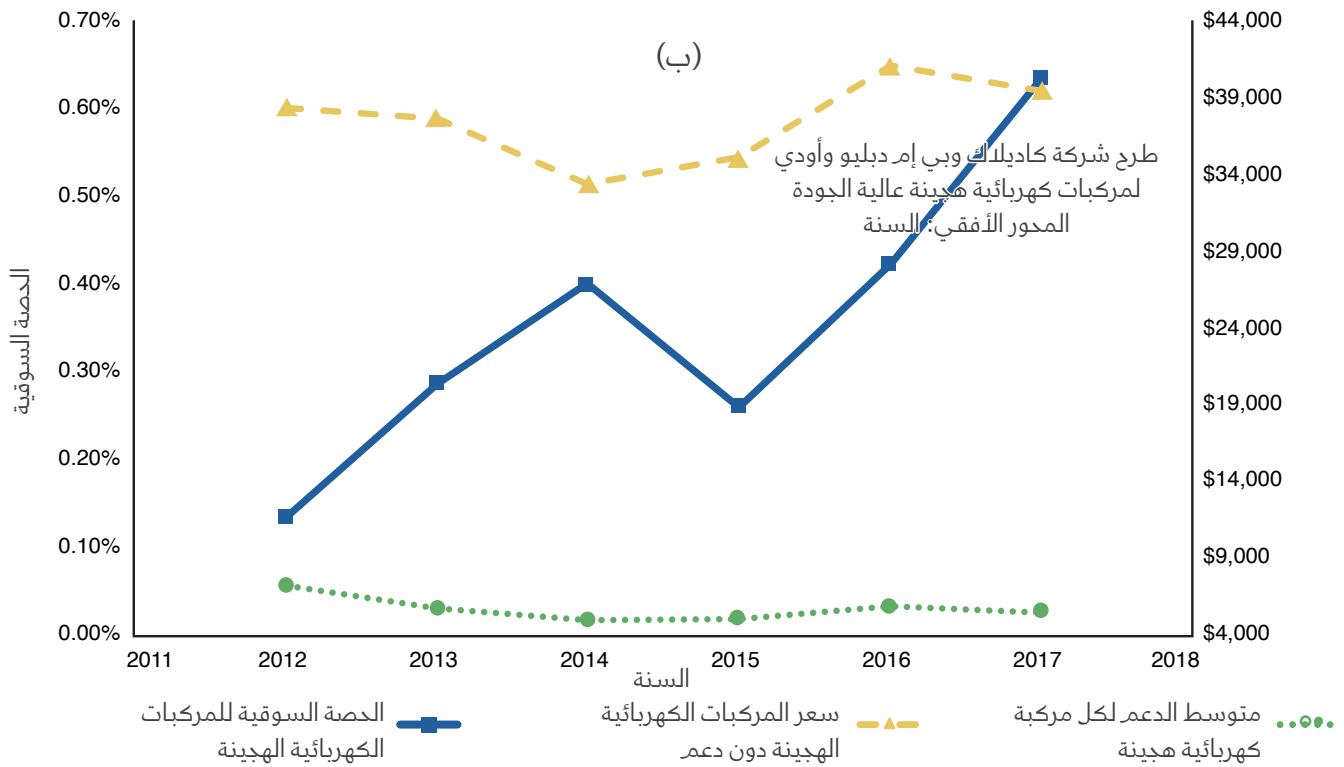
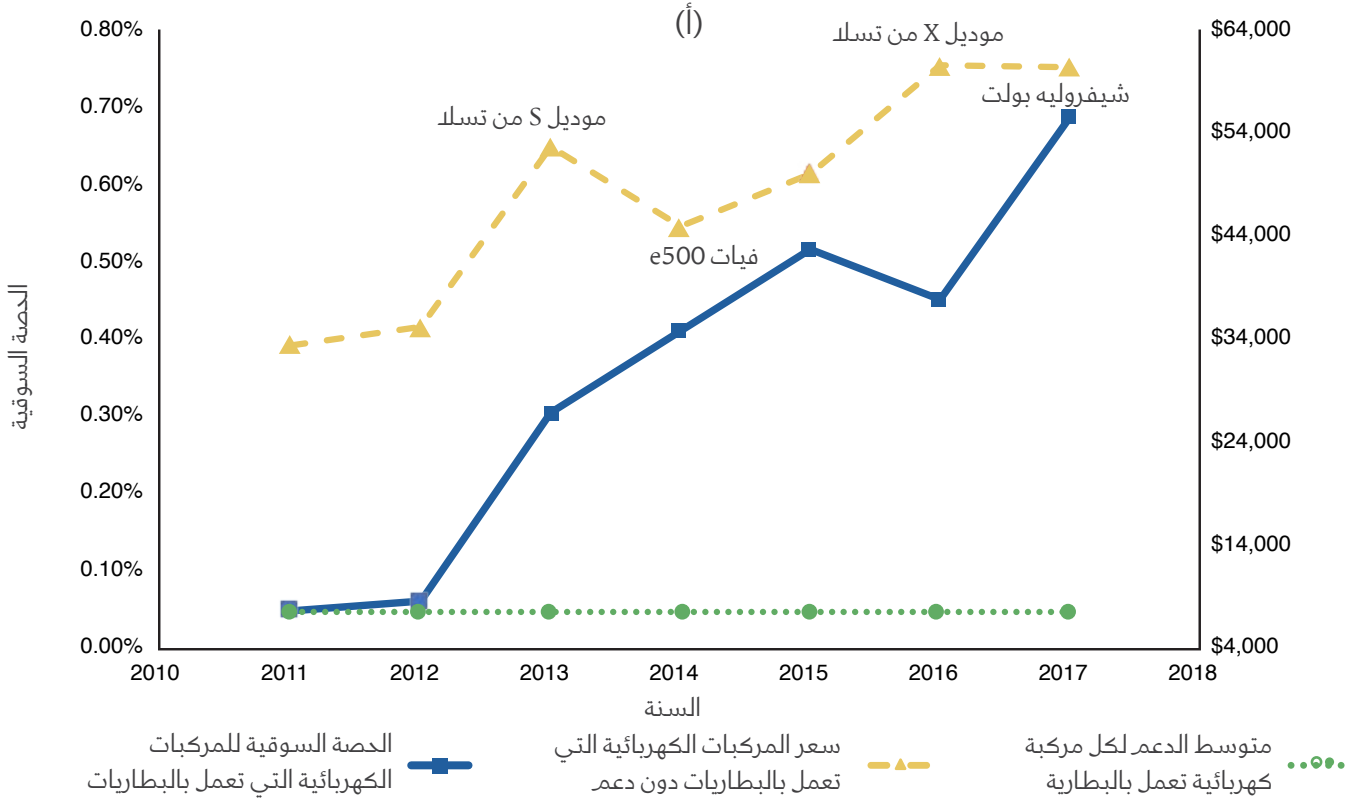
أن يقوم المشترون بشراء المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات دون إعانات، مقارنة بالمشتريين الذين يقومون بشراء المركبات الكهربائية الهجينة. وقد تكون الإعانات أكثر تأثيراً في تحفيز وتشجيع عمليات شراء

الواسعة في السوق. ويظهر الرسم البياني كذلك تطور متوسط السعر المرجح للمبيعات (أي دون أي إعانات) بمرور الوقت. ولقد شهد متوسط السعر المرجح لمبيعات المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات ارتفاعا ملحوظا نتيجة لطرح وشعبية الطرز الأعلى سعرا. كما تشمل طراز (S) لشركة تسلا في سنة الصنع 2013 و طراز (X) لشركة تسلا في سنة الصنع 2016 وشيفروليه بولت في سنة الصنع 2017. كذلك نلاحظ ارتفاع متوسط السعر المرجح لمبيعات المركبات غير الموصولة بالكهرباء خلال الفترة الزمنية نفسها من 29,500 إلى 33,800 دولار أمريكي. وعلى العكس من ذلك، انخفض متوسط السعر المرجح لمبيعات المركبات الكهربائية الهجينة للفترة من عام 2012 وحتى عام 2014 بسبب انخفاض سعر مركبة شيفروليه بولت الشهيرة. ومع ذلك، بدأ متوسط السعر المرجح لمبيعات المركبات الكهربائية الهجينة في الارتفاع بعد عام 2014 بسبب طرح المركبات الكهربائية الهجينة عالية الجودة. وتشمل طرز كاديلاك ELR و BMW i3 و BMW X5 و Audi A3 وغيرها. وأخيرا، تظهر الرسوم البيانية أن مبلغ الإعانات الفيدرالية المرجح لمبيعات السيارات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات ظل ثابتا عند سعر 7,500 دولار. ومع ذلك، فإن متوسط مبلغ الدعم بالنسبة للمركبات الكهربائية الهجينة اختلف بمرور الوقت بسبب طرح عدة طرز بسعات مختلفة للبطارية.

نحصل على البيانات المفصلة حول مبيعات المركبات الجديدة لسنوات الصنع للفترة ما بين 2011 و 2017 من شركة إستراتيجيك فيجن (-Strategic Vision Incor- ) ، ونقوم بتجميع البيانات على مستوى الطراز وسنة الصنع. تجدر الإشارة إلى أنه تم الحصول على هذه البيانات من استطلاع للأسر التي قامت بشراء مركبات جديدة في سنة الصنع المحددة. حيث تغطي بيانات الاستطلاع عينة تمثيلية كبيرة من سوق المركبات الجديدة في الولايات المتحدة الأمريكية، وقد تجاوز عدد الأشخاص الذي أجابوا على الاستطلاع 200,000 لكل سنة صنع. كما تحتوي مجموعة البيانات على أوزان تقابل نسبة إجمالي مشتري كل طراز وبنفس سنة الصنع على مستوى الدولة مقارنة بعدد الأشخاص الذين أجابوا على الاستطلاع واشتروا نفس الطراز وبنفس سنة الصنع. ونقوم بدمج بيانات المبيعات مع بيانات خصائص المركبة المأخوذة من المواقع الإلكترونية التالية: [edmunds.com](http://edmunds.com) و [cars.com](http://cars.com) و [iseecars.com](http://iseecars.com).

يوضح الرسم البياني (1) تطور حصص المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات والمركبات الكهربائية الهجينة في أسطول المركبات الجديدة في الولايات المتحدة الأمريكية خلال سنوات الصنع للفترة ما بين 2011 - 2017. تتوافق سنة الصنع 2011 مع طرح مركبة نيسان ليف (Nissan Leaf) في الولايات المتحدة الأمريكية، التي تعد أول المركبات الكهربائية ذات الجاذبية

الرسم البياني 1. الحصة السوقية والسعر المرجح للمبيعات (دون دعم) والدعم المرجح لمبيعات المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات (أ) والمركبات الكهربائية الهجينة (ب).



المصدر: تحليل كابسارك.

# المنهجية المتبعة في البحث

$Per$ : الأداء (القدرة الحصانية مقسومة على الوزن)

$Range$ : المسافة التي تقطعها المركبة

$S_i$ : مبيعات السنة السابقة (يتم استخدام مبيعات السنة الأولى للطرازات الجديدة الصنع التي لا تتوفر مبيعات السنة السابقة لها)

$\rho_x$ : الأسعار المرجحة لخصائص المركبة المعنية

أما بالنسبة للبيانات المفصلة على مستوى الأفراد، فنقوم بتقدير المواصفات البديلة لنموذج اللوغاريتم المشروط الذي يتضمن دالة المنفعة التالية التي تستخدم المعامل الخاص بالمجموعة  $\beta_g$  للسماح بالتفضيلات غير المتجانسة.

$$u_i = \beta_g CPPV_i d_g + ASC_i' \gamma + \varepsilon_i \quad (3)$$

يتم تحديد المتغيرات الجديدة في هذه الدالة على النحو التالي:

$d_g$ : مؤشر المجموعة للبيانات المفصلة على مستوى المستهلك

نقدر نموذج الاختيار باستخدام التقليل المكرر والمقيد على مرحلتين، كما حدده الباحثون Sheldon and Dua (2020)، ويمكننا توقع مبيعات المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات والمركبات الكهربائية الهجينة العاملة بالشحن الكهربائي مع الإعانات الفيدرالية وبدونها من خلال تطبيق نموذج الاختيار المقدر لكل سنة من سنوات العينة. فيما يتم قياس مدى تأثير السياسة من خلال نسبة المبيعات الإضافية المحددة كجزء من مبيعات جميع المركبات الكهربائية (سواء المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات أو تلك الهجينة العاملة بالشحن الكهربائي) الناتجة عن الإعانات، ويتم حساب هذا المقياس باستخدام الصيغة التالية:

نقوم بتقييم تطور أثر الإعانات الفيدرالية للمركبات الكهربائية العاملة بالشحن الكهربائي ومدى فاعليته من حيث التكلفة من خلال تصميم نموذج لاختيار المركبات وتجهيزه باستخدام بيانات المبيعات المجمعة والمفصلة في الولايات المتحدة الأمريكية. ومن ثم نستخدم النموذج المقدر للتنبؤ بالحصة السوقية للمركبات الكهربائية واستهلاك الأسطول للبنزين في ظل سيناريوهات الإعانات البديلة. ونراعي من بين هذه السيناريوهات، سيناريو يشتمل على الإعانات الحالية وآخر بدونها.

نقدر نموذج اختيار المركبة باستخدام إطار تعظيم المنفعة العشوائي متعدد المعايير لاتخاذ القرار، وذلك امثالاً لدراسة Sheldon and Dua (2020). إذ نقوم داخل هذا الإطار بتقدير نموذج اللوغاريتم المشروط، حيث يعمل هذا النموذج على تقييم احتمالية شراء المستهلك التمثيلي لمركبة معينة من بين المركبات المتوفرة في سنة صنع معينة كدالة لسلمات المركبة. ونقدر دالة اللوغاريتم المشروط حيث يتم تحديد منفعة  $u_i$  المستهلك الذي يختار مركبة في سنة الصنع  $i$  وفقاً لما يلي:

$$u_i = \beta CPPV_i + ASC_i' \gamma + \varepsilon_i \quad (1)$$

(2)

$$CPPV_i = \frac{\left( \frac{P_i}{P_{avg}} + \rho_{DPM} \frac{DPM_i}{DPM_{avg}} \right)}{\left( \frac{Per_i}{Per_{avg}} + \rho_{Range} \frac{Range_i}{Range_{avg}} + \rho_{Sln} \ln \left( \frac{S_i}{S_{avg}} \right) \right)}$$

تمت الإشارة إلى خصائص طراز وسنة الصنع  $i$ th على النحو التالي:

$CPPV$ : تكلفة كل قيمة متصورة

$P$ : السعر

$DPM$ : دولار لكل ميل (سعر الوقود مقسوم على الاقتصاد في وقود المركبة)



إذ إن:

$Cost\ Eff_{PEV}$ : فعالية التكلفة لدعم المركبات الكهربائية (سواء المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات أو المركبات الكهربائية الهجينة)

$\overline{Subsidy}$ : متوسط الدعم المرجح لمبيعات كل مركبة كهربائية.

$Sales_{PEV}^{Subsidy}$ : إجمالي مبيعات المركبات الكهربائية مع الدعم الموجود.

$Sales_{EV}^{No\ Subsidy}$ : إجمالي مبيعات المركبات الكهربائية دون دعم.

يعكس الإنفاق لكل جالون من البنزين المكافئ الذي تم توفيره المبلغ الذي تم إنفاقه لتوفير جالون واحد من البنزين المكافئ، ويتم حسابه بقسمة إجمالي الإنفاق على الإعانات على إجمالي جوالين البنزين المكافئ التي تم توفيرها. ويتم تعريف الكمية الأخيرة على أنها الفرق في استهلاك الأسطول للوقود في ظل وجود الإعانات الحالية وعدمها، ونفترض أن يكون عمر المركبة 16 عاما (Davis, Diegel, and Boundy 2013) وأن تقطع في المتوسط مسافة 11,500 ميل سنويا (FWHA 2019) عند حساب استهلاك الأسطول للوقود سنويا.

تكلفة كل جالون من البنزين المكافئ تم توفيره:

$Cost\ per\ gallon\ of\ gasoline\ equivalent\ saved =$

$$(6) \quad \frac{Sales_{PEV}^{Subsidy} * \overline{Subsidy}}{FFC_{Subsidy} - FFC_{No\ Subsidy}}$$

$$(7) \quad FFC = \frac{Sales * VMT * Veh\ Life}{FFE_{Pred}}$$

$Additional\ Sales\ Percentage_{PEV}$

$$= \frac{Sales_{PEV}^{Subsidy} - Sales_{PEV}^{No\ Subsidy}}{Sales_{PEV}^{Subsidy}} * 100,$$

(4)

إذ إن:

$Sales_{PEV}^{Subsidy}$ : إجمالي مبيعات المركبات الكهربائية (سواء المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات أو المركبات الكهربائية الهجينة العاملة بالشحن الكهربائي) مع الدعم الموجود.

$Sales_{PEV}^{No\ Subsidy}$ : إجمالي مبيعات المركبات الكهربائية (سواء المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات أو المركبات الكهربائية الهجينة العاملة بالشحن الكهربائي) دون إعانات.

نقيس فعالية التكلفة لدعم المركبات الكهربائية بطريقتين: الإنفاق لكل مركبة كهربائية إضافية تم بيعها والإنفاق لكل جالون تم توفيره من البنزين المكافئ، يعكس الإنفاق لكل مركبة كهربائية إضافية تم بيعها المبلغ الذي تم إنفاقه للتحفيز على بيع مركبة كهربائية إضافية. ويتم حسابه بقسمة إجمالي الإنفاق على الإعانات على إجمالي عدد مبيعات المركبات الكهربائية الإضافية، كما هو موضح في المعادلة الخامسة (5)، ومن ثم نقوم بقسمة بسط ومقام هذه المعادلة على إجمالي مبيعات المركبات الكهربائية في ظل الدعم الموجود. حيث تظهر هذه العملية أن مقياس فعالية التكلفة يساوي متوسط إعانة كل مركبة كهربائية مقسوما على نسبة المبيعات الإضافية. وبالتالي، إذا كانت إعانة كل مركبة كهربائية ثابتة، كما هو الحال في المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات، فستتناسب فعالية التكلفة عكسيا مع نسبة المبيعات الإضافية.

$$Cost\ Eff_{PEV} = \frac{Sales_{PEV}^{Subsidy} * \overline{Subsidy}}{Sales_{PEV}^{Subsidy} - Sales_{PEV}^{No\ Subsidy}}$$

(5)

$$= \frac{100 * \overline{Subsidy}}{Additional\ Sales\ Percentage_{PEV}}$$

<p>إذ إن:</p> <p><math>Sales_i</math>: إجمالي مبيعات المركبات الكهربائية <math>i</math>th (يشمل المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات والمركبات الكهربائية الهجينة)</p> <p><math>Discount_i</math>: الخصم المطبق على المركبات الكهربائية <math>i</math>th</p> <p><math>Subsidy_i</math>: دعم المركبات الكهربائية <math>i</math>th</p> <p><math>Price_i</math>: سعر المركبات الكهربائية <math>i</math>th (قبل أي دعم)</p>	<p>إذ إن:</p> <p><math>\overline{Subsidy}</math>: متوسط الدعم المرجح لمبيعات كل مركبة كهربائية</p> <p><math>Sales_{PEV}^{Subsidy}</math>: إجمالي مبيعات المركبات الكهربائية مع الدعم الحالي</p> <p><math>FFC</math>: إجمالي استهلاك الأسطول للوقود</p> <p><math>Sales</math>: إجمالي المبيعات السنوية للمركبات</p> <p><math>VMT</math>: الأميال التي تقطعها المركبات سنويا (التي تم افتراضها ب 11,500 ميل)</p> <p><math>Veh Life</math>: عمر المركبة (التي تم افتراضها ب 16 عاما)</p> <p><math>FFE</math>: المتوسط المتناسق للاقتصاد في وقود المركبات ويتم حسابه باستخدام الحصة السوقية المتوقعة من خلال نموذج اختيار المركبة</p> <p>وبحسب ما تمت الإشارة إليه مسبقا، فإن مبلغ الإعانات الفيدرالية لجميع أنواع المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات هو 7,500 دولار وتختلف الإعانات الفيدرالية للمركبات الكهربائية الهجينة بحسب سعة البطارية، ونحسب كذلك نسبة الإعانات (المعادلة 8) التي تعرف بأنها متوسط الخصم المرجح لمبيعات كل مركبة كهربائية، ويعرف الخصم بأنه عبارة عن الإعانات مقسومة على سعر المركبة.</p>
---	---

$$(8) \quad \text{Subsidy Percentage}_{PEV} = 100 * \frac{\sum_{i=1}^{n_{PEV}} Sales_i * Discount_i}{\sum_{i=1}^{n_{PEV}} Sales_i}$$

$$(9) \quad Discount_i = \frac{Subsidy_i}{Price_i}$$

وجود المزيد من مستخدمي المركبات الكهربائية الهجينة في مستوى أدنى من الهامش (DeShazo, Sheldon, and Carson 2017; Sheldon, DeShazo, and Carson 2017). وقد يكون تزايد أعداد مستهلكي المركبات الكهربائية الهجينة في المستوى ما دون الهامش بسبب المخاوف الكبيرة الناجمة عن شراء المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات، والتي تتضمن التوتر بشأن المسافة التي تقطعها المركبة وقيمة إعادة بيعها ومتطلبات إعادة تزويدها بالوقود (Dua and White 2020; Dua, White, and Lindland 2019).

وعلى الرغم من استعداد المزيد من المستهلكين لشراء المركبات الكهربائية الهجينة دون إعانات، إلا أنهم لا يزالون يستلمون هذه الإعانات. ومن غير المرجح أن يشتري المستهلكون المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات في ظل غياب الإعانات. وبالرغم من الاستعداد الكبير لشراء المركبات الكهربائية الهجينة، إلا أن التكلفة لكل عملية بيع إضافية للمركبات الكهربائية الهجينة كانت أعلى من تكلفة كل عملية بيع إضافية للمركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات في كل عام. ومع ذلك زادت تكلفة كل عملية بيع إضافية للمركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات من 12,000 دولار في عام 2011، إلى 17,500 في عام 2017. وفي المقابل انخفضت تكلفة كل عملية بيع إضافية للمركبات الكهربائية الهجينة مما يقارب 22,000 دولار في عام 2012، إلى أقل من 18,000 دولار في عام 2014، على الرغم من زيادتها بمقدار 1,000 دولار.

يعرض الجدول (1) المعاملات المقدره لكل سنة، ويمكن بحسب (Haaf et al. 2016) للعلاقة بين سمات المركبات المرصودة وغير المرصودة (مثل الثوابت النوعية البديلة) أن تقيس التجانس الداخلي والتحيز في معامل السمة المرصودة. كما يوضح الجدول (1) أن العلاقة بين تكلفة كل قيمة متصورة والثوابت النوعية البديلة تتراوح ما بين -0.18 و 0.14. وتشير الأحجام المنخفضة والعلامات غير المتسقة لتقديرات العلاقة إلى أن العلاقة ضعيفة عموماً. وبالتالي، فإن من غير المرجح أن يكون تحيز التقدير كبيراً، مما يشير إلى أن نهج المتغيرات المساعدة، مثل طريقة BLP ليس ضرورياً.

كذلك يوضح الرسم البياني (2) التأثير المقدر لسياسة الإعانات من حيث المبيعات الإضافية للمركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات والمركبات الكهربائية الهجينة، كما يكشف عن مدى فعالية تكلفة السياسة من حيث التكلفة لكل عملية بيع إضافية. كانت الإعانات الفيدرالية خلال كامل الفترة الزمنية للعينة أكثر تأثيراً على عمليات شراء المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات مقارنة بعمليات شراء المركبات الكهربائية الهجينة. الجدير بالذكر هنا، أن هذه الإعانات ساهمت فيما يتراوح ما بين 40 إلى 60% من عمليات شراء المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات وحوالي 30% فقط من عمليات شراء المركبات الكهربائية الهجينة. وقد يعزى هذا الاختلاف إلى أن عدداً كبيراً من المستهلكين لديهم منافع إيجابية أو قيم متوقعة أعلى للمركبات الكهربائية الهجينة مقارنة بالمركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات، مما يعني

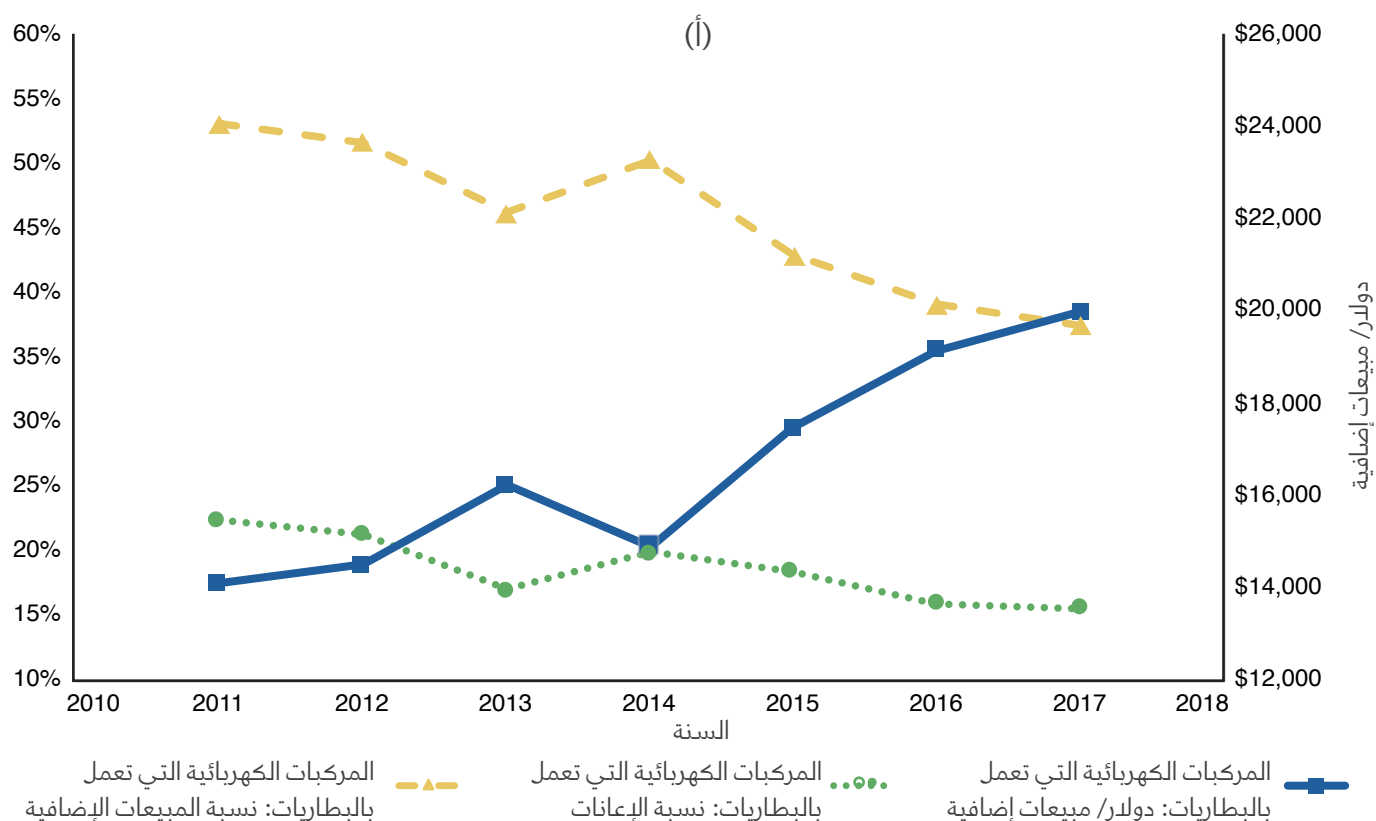
الجدول 1. نتائج تقدير اللوغاريتم المشروط.

Year	$\beta_g$	$\rho_{DPM}$	$\rho_{Range}$	$\rho_S$	$ASC_i$	العلاقة بين الثوابت النوعية البدلية وتكلفة كل قيمة متصورة
2011	-3.31*** (0.0018)	1.00	1.00	0.38	Y	0.13
2012	-4.33*** (0.0023)	0.68	0.91	0.35	Y	0.06
2013	-4.55*** (0.0024)	0.27	1.00	0.27	Y	-0.18
2014	-4.84*** (0.0020)	0.22	0.91	0.19	Y	0.12
2015	-3.95*** (0.0020)	0.29	0.75	0.15	Y	0.12
2016	-4.61*** (0.0023)	0.15	1.00	0.18	Y	0.14
2017	-4.46*** (0.0019)	0.35	1.00	0.26	Y	0.11

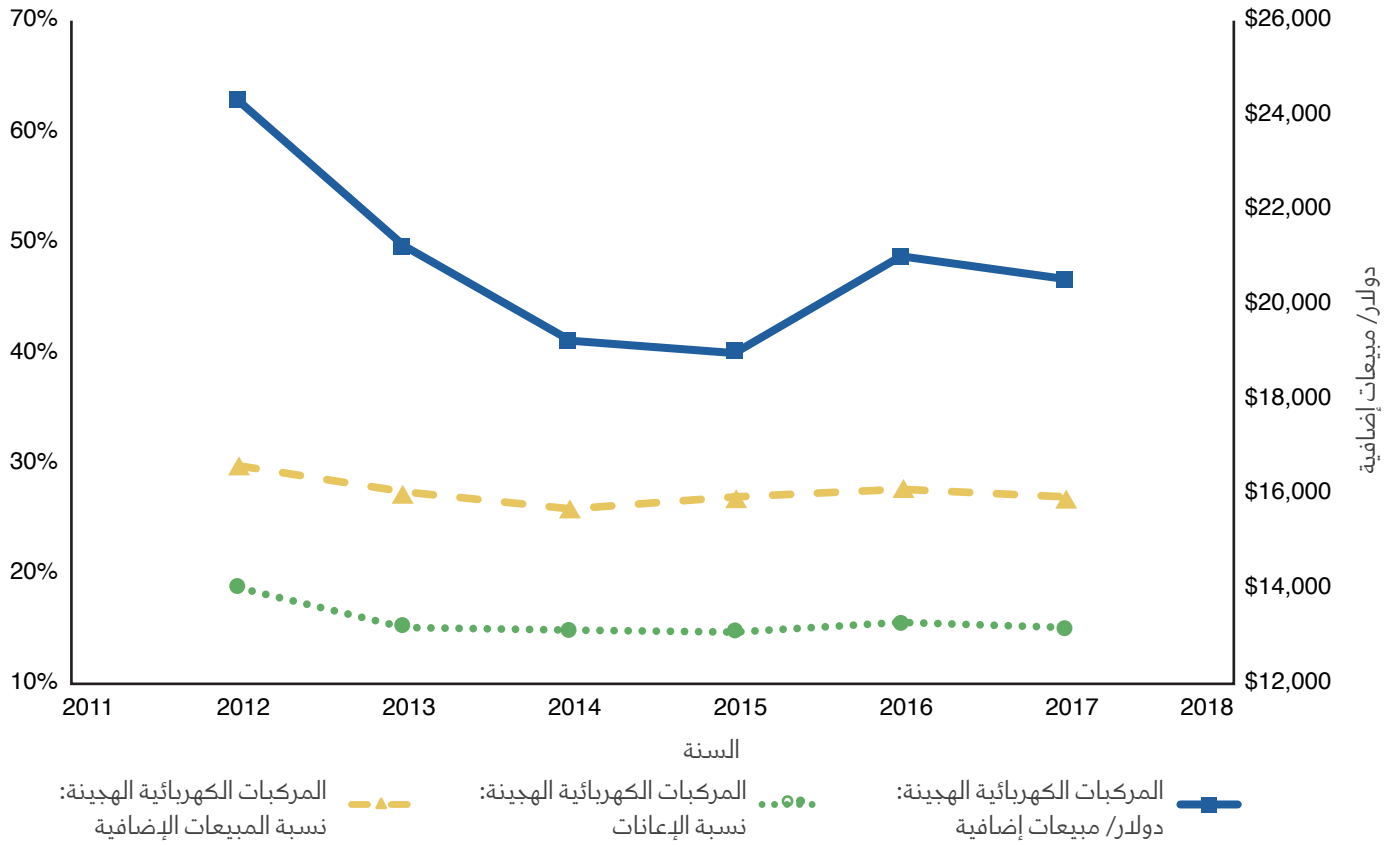
الأخطاء المعيارية موضحة بين قوسين \*\*\*  $p < 0.01$

المصدر: تحليل كابسارك.

الرسم البياني 2. تطور تأثير وفعالية تكلفة الإعانات الفيدرالية للمركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات (أ) والمركبات الكهربائية الهجينة (ب).



(ب)



المصدر: تحليل كابسارك.

نقوم من أجل اختبار هذه الفرضية بإجراء عمليات محاكاة منفصلة للسياسة للمستهلكين الذين يقل دخلهم أو يزيد عن المتوسط . ولقد جرى توضيح النتائج في الرسم البياني (3). غير أننا نجد أن الإعانات الفيدرالية تشجع على استخدام المركبات الكهربائية بصورة أكثر تأثيراً وفعالية من حيث التكلفة لأصحاب الدخل المنخفض. إذ تعتبر نسبة المبيعات الإضافية بالنسبة للمركبات الكهربائية الهجينة التي تعمل بالبطاريات والمركبات الكهربائية الهجينة أعلى بكثير للمستهلكين الذين يقل دخلهم عن المتوسط مقارنة بأولئك الذين يزيد دخلهم عنه. كما تقدر نسب المبيعات الإضافية المعنية بحوالي 70% مقابل 40% للمركبات الكهربائية الهجينة التي تعمل بالبطاريات وحوالي 40% مقابل 20% للمركبات الكهربائية الهجينة. وتعتبر تكاليف كل عملية بيع إضافية للمركبات الكهربائية بقيمة 10,000 دولار وللمركبات الكهربائية الهجينة

تظهر الأبحاث السابقة أن المستهلكين ذوي الدخل المرتفع غالباً ما يشترون المركبات الكهربائية الباهظة الثمن التي تعمل بالبطاريات. وعلى الرغم من أن هؤلاء المستهلكين يرحبون بالإعانات، إلا أنهم قد لا يحتاجونها بالضرورة لشراء المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات (Sheldon and Dua 2019a)، وهم يتمتعون بالمرونة السعرية الأقل للطلب (أي أنها أقل حساسية للأسعار) وبتفضيلات أقوى للمركبات الكهربائية عالية الجودة التي تعمل بالبطاريات (DeShazo, Sheldon, and Carson 2017). وبعبارة أخرى، أن من المرجح يشتري المستهلكون ذوو الدخل المرتفع المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات حتى وإن لم يتم توفير الإعانات لهم. وبالتالي، فإن من المرجح أن تقلل إعانات عمليات شراء المستهلكين ذوي الدخل المرتفع للمركبات باهظة الثمن من فعالية السياسة.

السياسة والارتفاعات المقابلة في تكلفتها. قد يكون هذا الانخفاض في أداء السياسة مع طرح هذه الطرز وزيادة حصة تسلا السوقية متوقعًا بسبب الانخفاض المقابل في نسبة الإعانات. بينما انخفضت نسبة الإعانات لأن نسبة الخصم على سعر المركبة نتيجة للإعانات أقل للمركبات الأعلى سعرًا منها بالنسبة للمركبات الأقل سعرًا. ونظرًا لارتفاع السعر المرجح لمبيعات المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات بمرور الوقت، بالتزامن مع طرح المركبات الكهربائية الأكثر تكلفة التي تعمل بالبطاريات، فقد ظل مبلغ الإعانات الفيدرالية ثابتًا عند 7,500 دولار، كما يوضح الرسم البياني (1). فعلى سبيل المثال، فإن الإعانات الفيدرالية البالغة 7,500 دولار توفر خصمًا بنسبة 25% لسيارة نيسان ليف التي تبلغ تكلفتها حوالي 30 ألف دولار، فيما توفر خصمًا بنسبة 10% فقط لسيارة تسلا طراز (S) التي تبلغ تكلفتها حوالي 75,000 دولار.

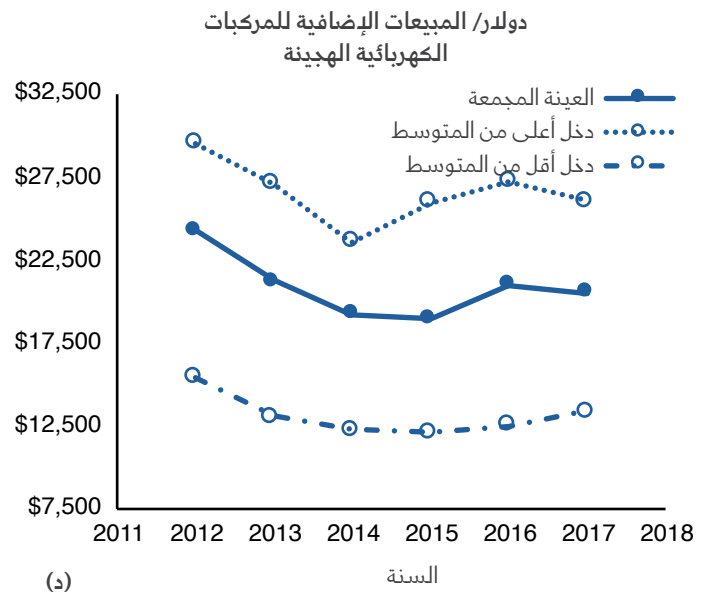
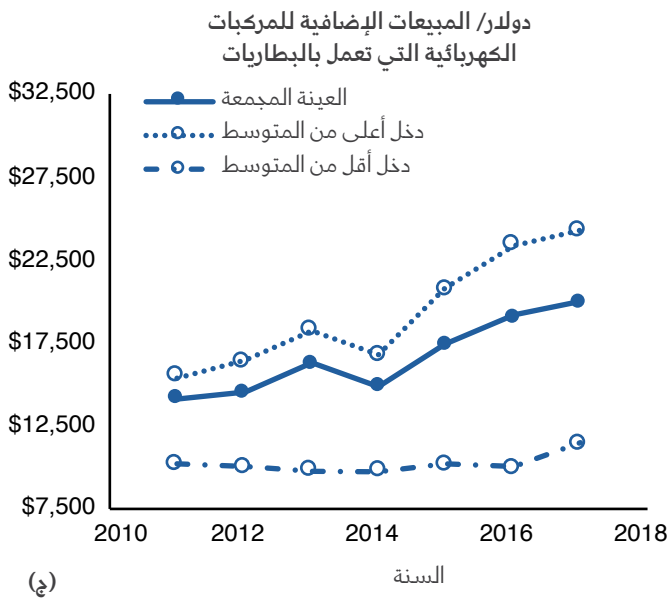
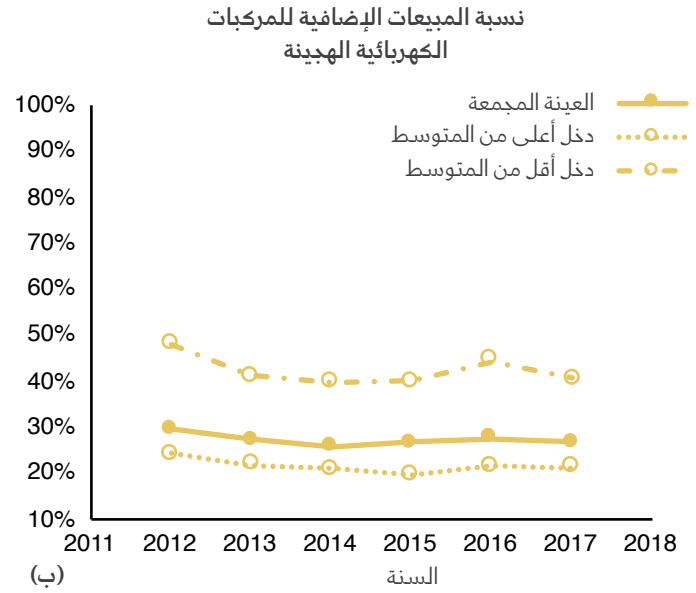
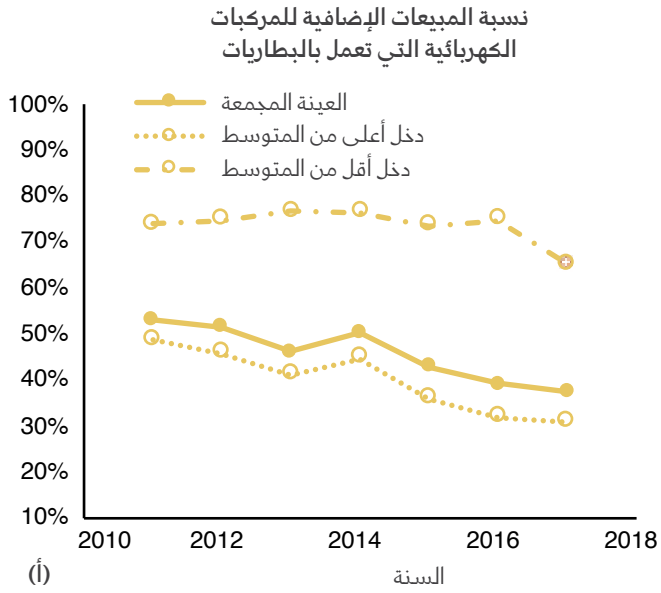
وعلى عكس إعانات المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات، تختلف إعانات المركبات الكهربائية الهجينة وفقًا لاختلاف سعة البطارية. وبالتالي، فإن لنسبة إعانات المركبات الكهربائية الهجينة مصدرين للاختلاف. يختلف السعر المرجح لمبيعات المركبات الكهربائية الهجينة ومبلغ الإعانات لكل مركبة مع الوقت بسبب طرح طرز مختلفة من المركبة بسعات متغيرة للبطاريات. وعلى غرار تأثير إعانات المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات، يرتبط تأثير إعانات المركبات الكهربائية الهجينة، الذي يتم قياسه على أنه نسبة المبيعات الإضافية، بنسبة إعانة المركبة. ومع ذلك، فإنه على عكس فعالية تكلفة إعانات المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات، لا تختلف فعالية تكلفة إعانات المركبات الهجينة عكسيًا مع تأثير الإعانات. ويرجع هذا الاختلاف إلى أن متوسط إعانة المركبة الكهربائية الهجينة لا يعد ثابتًا بمرور الوقت.

بقية 13,000 دولار أقل بكثير للمستهلكين ذوي الدخل الأقل مقارنة بأقرانهم من ذوي الدخل المتوسط. وتمثل هذه القيم تقريبًا نصف تكلفة كل عملية بيع مركبة كهربائية إضافية للمستهلكين الذين يزيد دخلهم عن المتوسط، ونلاحظ أيضًا تقارب الخطوط المجمعة التي تمثل كامل العينة من خطوط المستهلكين ذوي الدخل الأعلى من المتوسط نظرًا لقيام الكثير من هؤلاء المستهلكين بشراء السيارات.

ولشرح الاتجاهات العامة في الرسم البياني (3)، فإننا نحسب مقاييس أداء السياسة لثلاثة طرز شائعة من المركبات، هي: نيسان ليف (مركبة كهربائية تعمل بالبطارية)، وسيارة تسلا (مركبة كهربائية تعمل بالبطارية، بما في ذلك طرازي S و X) وسيارة شيفروليه فولت (مركبة كهربائية هجينة). ويوضح الرسم البياني (4) النسب المئوية للمبيعات الإضافية وتكاليف كل عملية بيع إضافية لهذه الطرز الثلاثة من المركبات، غير أن الجدير بالذكر هنا، أن سيارة نيسان ليف حققت أكبر مبيعات إضافية (حوالي 50%) نتيجة للإعانات الفيدرالية بالرغم من أن لديها أقل تكلفة لكل عملية بيع إضافية (حوالي 15,000 دولار). بينما ظلت مقاييس سياسة سيارة ليف مستقرة إلى حد ما بمرور الوقت، مما نتج عنه انخفاض المبيعات الإضافية لسيارة شركة تسلا (25% - 30%)، وبالتالي، فإن لهذه الطرز أعلى تكلفة لكل عملية بيع إضافية (حوالي 30,000 دولار). ولقد تحسنت مقاييس السياسة لسيارات تسلا في الفترة ما بين 2013 و 2014 وساءت بحلول عام 2014، ومن ثم وصلت لمرحلة الاستقرار في الفترات اللاحقة .

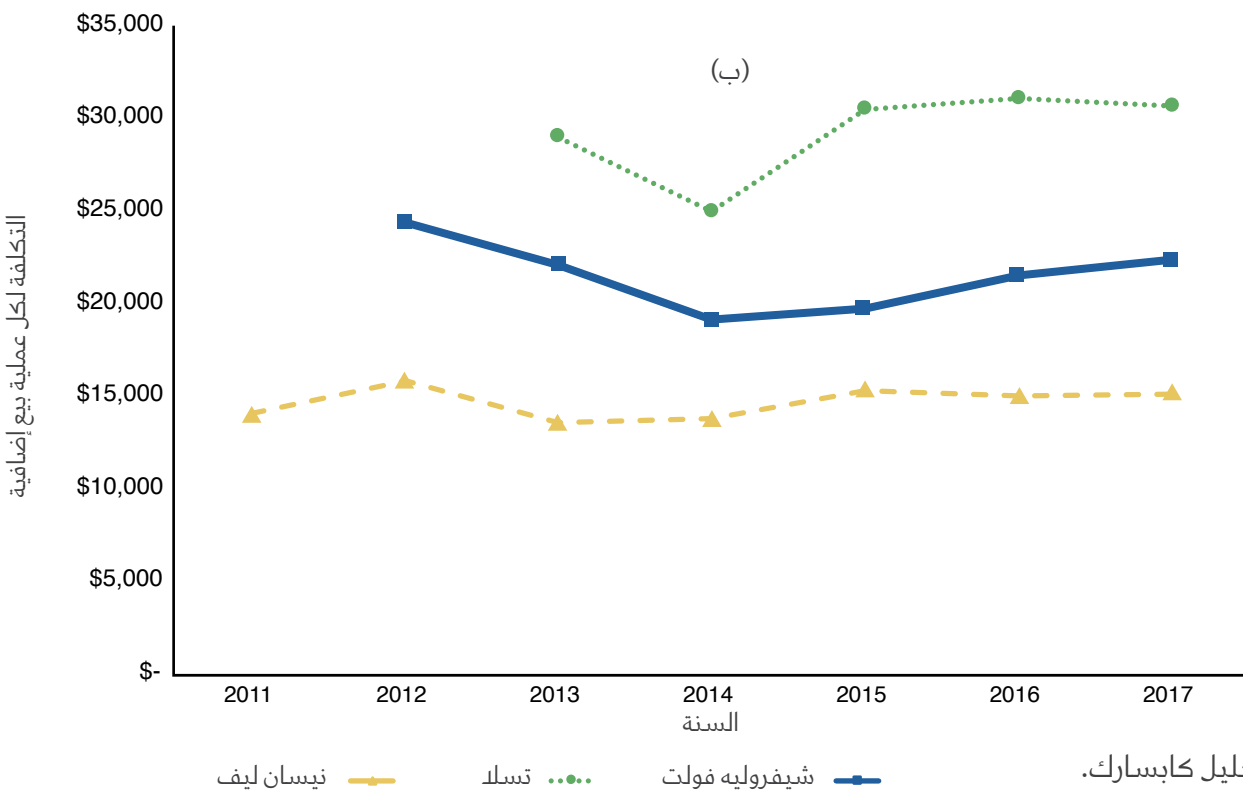
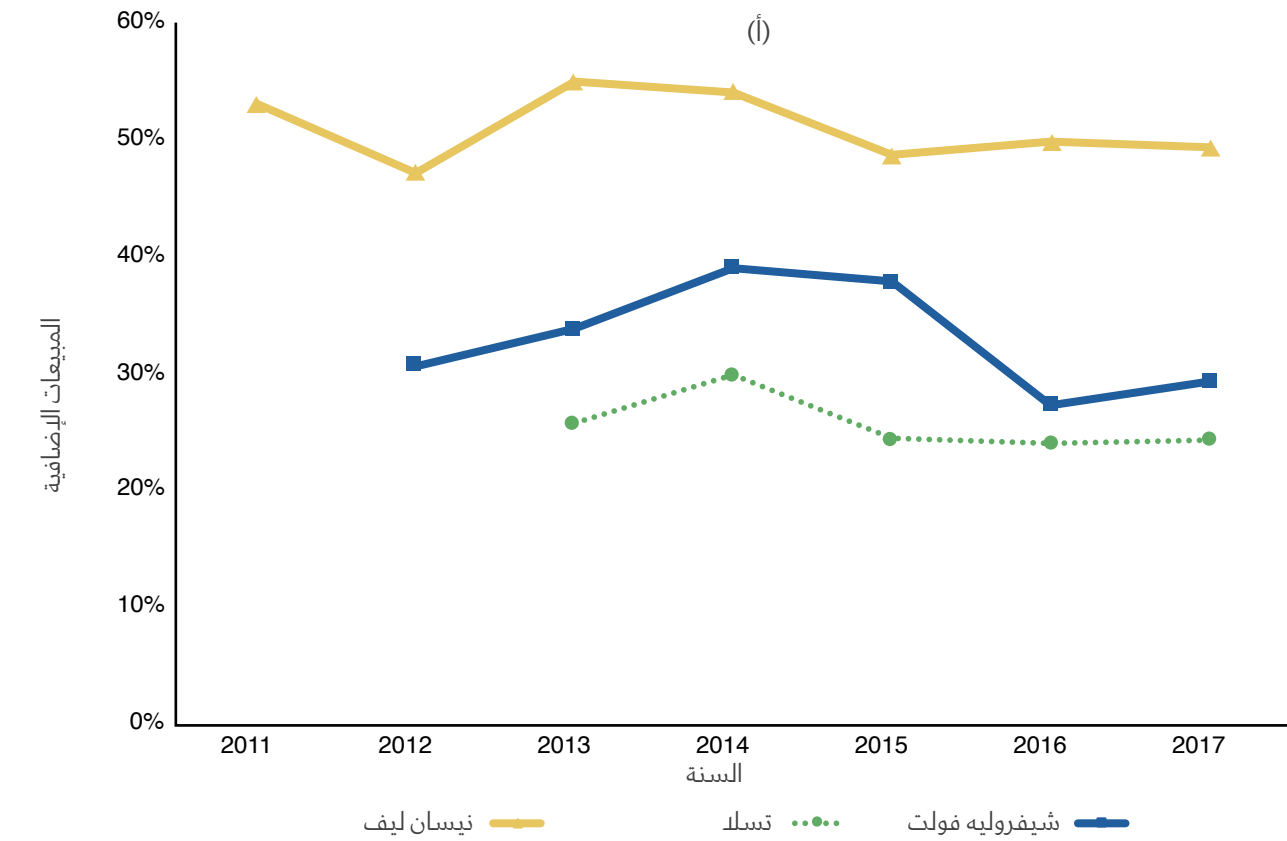
يتم تفسير انخفاض تأثير سياسة الإعانات الفيدرالية وفعاليتها من حيث التكلفة بالنسبة للمركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات جزئيًا من خلال طرح المركبات الكهربائية الأكثر تكلفة التي تعمل بالبطاريات وزيادة مبيعاتها، بما في ذلك سيارات شركة تسلا. إذ تم طرح طرز شركة تسلا (S و X) وشيفروليه بولت ذات الأسعار المرتفعة في سنوات التصنيع 2013 و 2016 و 2017 على التوالي. ترتبط عمليات الطرح بانخفاض تأثير

### الرسم البياني 3. تطور تأثير وفعالية تكلفة الإعانات الفيدرالية للمستهلكين ذوي الدخل الأقل من المتوسط والأعلى منه.



المصدر: تحليل كابسارك.

الرسم البياني 4. تطور تأثير الإعانات الفيدرالية (أ) وفعاليتها من حيث التكلفة (ب) لطرز معينة للمركبات.



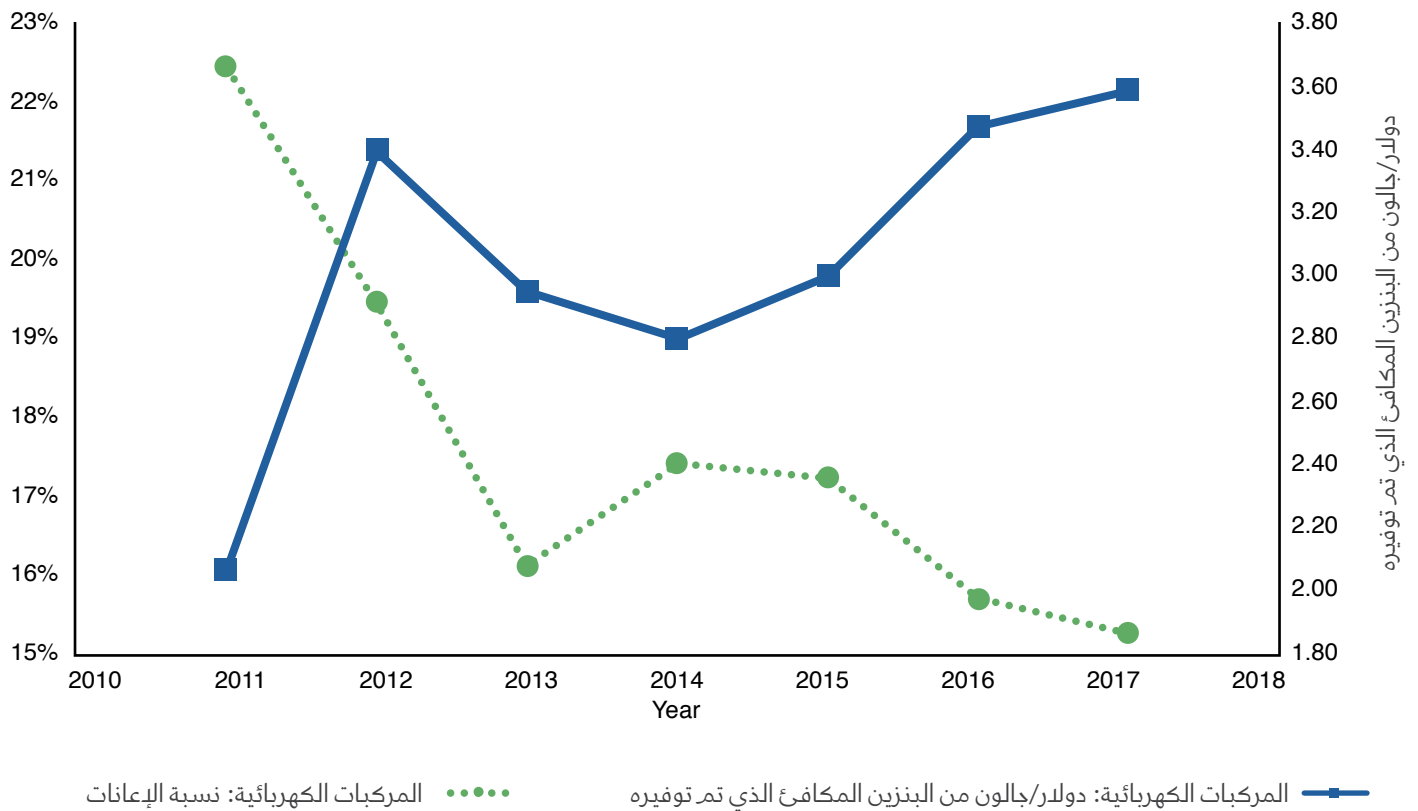
المصدر: تحليل كابسارك.



جالون إضافي من البنزين من خلال إعانات المركبات الكهربائية العاملة بالشحن الكهربائي في عام 2017. ولغرض المقارنة، كانت تكلفة البنزين في عام 2017 حوالي 2.40 دولارًا للجالون. واستنادًا إلى عوامل معادلة الغازات الدفيئة الصادرة عن وكالة حماية البيئة (EPA 2019)، تُترجم تكلفة السياسة لعام 2017 إلى 399 دولارًا/طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون الذي تم تجنبه. وتعتبر هذه التكلفة تقريبًا أعلى من التكلفة الاجتماعية للكربون. إلا أن فعالية السياسة من حيث التكلفة ترتبط ارتباطًا إيجابيًا بالتكلفة لكل عملية بيع إضافية للمركبات الكهربائية العاملة بالشحن الكهربائي، وارتباطًا سلبيًا بنسبة الإعانات المقدمة (أي متوسط نسبة الخصم المرجحة للمبيعات).

وأخيرًا، قد يتمثل هدف صناع السياسة في تعظيم الفوائد البيئية (أي الحد من تلوث الهواء المحلي والغازات الدفيئة) بدلاً من تعظيم اعتماد المركبات الكهربائية، وفقًا لميزانية السياسة. وفي هذه الحالة، يكون المقياس الأكثر صلة هو تكلفة السياسة بالدولار لكل جالون من البنزين المكافئ الذي تم توفيره من خلال اعتماد المركبات الكهربائية التي تعمل بالشحن الكهربائي (Sheldon and Dua 2018). ويوضح الرسم البياني (5) تطور فعالية الإعانات الفيدرالية من حيث التكلفة، كما تم قياسه من خلال توفير البنزين. وقد أصبحت الإعانات أكثر تكلفة بمرور الوقت، حيث تزامنت الذروة الأولى في عام 2012 مع طرح المركبات الكهربائية الهجينة. إذ تقدّر التكلفة من الناحية العددية بحوالي 3.20 دولارًا لتوفير

**الرسم البياني 5.** تطور فعالية تكلفة الإعانات الفيدرالية بقياسها من حيث تكلفة توفير جالون إضافي من البنزين من خلال دعم المركبات الكهربائية.



المصدر: تحليل كابسارك.

يحصل المستهلكون على الإعانة الكاملة أو مبلغ الدعم الكامل (على سبيل المثال: 7,500 دولار) إلا إذا دفعوا هذا المبلغ على الأقل كضرائب فيدرالية في سنة شراء السيارات الكهربائية. وفي حال كانت فاتورة الضرائب الفيدرالية أقل من مبلغ الإعانة، فلا يتم ترحيل الرصيد المتبقي إلى سنة مقبلة. وعلى الرغم من أن تحليلنا لا يفترض ضمناً أن يحصل جميع المستهلكين على كامل مبلغ الإعانات إلا أن بعض المستهلكين ذوي الدخل المنخفض قد يحصلون على جزء منه فقط. الجدير بالذكر هنا، أن دمج هذه الحقيقة سيؤثر على الأرقام المطلقة في عمليات المحاكاة بحسب مستوى الدخل. ومع ذلك، لن يتغير الأداء النسبي للإعانات بالنسبة للمستهلكين الذين يقل دخلهم عن المتوسط أو يزيد عنه.

تشير نتائجنا إلى أن سياسة الإعانات الفيدرالية الأمريكية للسيارات الكهربائية أصبحت أقل تأثيراً وأكثر تكلفة بمرور الوقت، ولتحسين مدى تأثير هذه السياسة وفعالية التكلفة، فيمكن لوضعي السياسات اعتماد تصميم دعم أكثر استهدافاً إذ يمكن على وجه التحديد خفض الإعانات أو إلغاؤها بالنسبة للمركبات الكهربائية ذات الأسعار المرتفعة، مثل طرز تسلا S و X، أو بالنسبة للمستهلكين من ذوي الدخل المرتفع (Sheldon and Dua 2019b). أدخلت كاليفورنيا تعديلات على إعاناتها لتطبق فقط على السيارات الكهربائية التي يقل سعرها عن 60 ألف دولار في ديسمبر 2019 (Hussain 2019). أما على المستوى الفيدرالي، فقد تم بالفعل تقييد إعانات طرز تسلا لأنه تم الوصول إلى سقف عمليات الشراء المؤهلة للحصول على الإعانات المخصص لكل شركة مصنعة والمحدد بعدد 200,000 عملية شراء (Lekach 2019). غير أن من المفارقات أن هذا السقف يعني أن مشتري سيارة تسلا طراز 3 الأقل سعراً، الذين ربما قد تأثروا بالإعانات الفيدرالية، لا يمكنهم الاستفادة منها. وتم بدلاً من ذلك، استخدام معظم إعانات الدعم الفيدرالي لمشتري طرز تسلا الأعلى سعراً، ولقد طالبت شركتي تسلا وجنرال موتورز بتمديد الإعانات الفيدرالية إلى ما يتجاوز هذا السقف إلا أن ذلك قوبل بتجاهل الكونجرس لطلبهما (Gardner 2019).

هناك عدة محاذير لنتائجنا، أولاً، قد يعزى الانخفاض العام في فعالية الإعانات الذي نلاحظه جزئياً إلى تغير تفضيلات المستهلكين ووعيهم. فعلى سبيل المثال، قد يكون المستخدمون الأوائل لهذه التكنولوجيا متشككين، وبالتالي فإن من غير المرجح أن يقوموا بشراء مركبة كهربائية دون أن تكون مشمولة بالإعانات. وفي المقابل، قد يكون المستخدمون اللاحقون الذين يتمتعون بالوعي والدراية أكثر استعداداً لشراؤها بغض النظر عن توفر الإعانات. ثانياً، على الرغم من أن الإعانات قد تبدو أقل فعالية من حيث التكلفة بالنسبة للإنفاق على كل عملية بيع إضافية للسيارات الكهربائية، أو لكل جالون من البنزين يتم توفيره، إلا أنه قد يتم تبريرها من خلال انتشار المعرفة (على سبيل المثال: التعلم بالممارسة). أخيراً، لا

<sup>1</sup> تبدأ إعانات المركبات الكهربائية الهجينة من 2,500 دولار، وتزيد بمقدار 417 دولار لأول 5 كيلوواط في الساعة من سعة البطارية وبمقدار 417 دولار لكل كيلوواط إضافي من السعة وبحد أقصى لا يتجاوز 7,500 دولار. ويمكن معرفة المزيد من التفاصيل حول هذا الموضوع في <https://www.irs.gov/businesses/irc-30d-new-qualified-plug-in-electric-drive-motor-vehicle-credit>. وبحسب موقع <https://www.fueleconomy.gov/feg/taxevb.shtml>، فإن سيارة تويوتا بايرس (Toyota Prius) الكهربائية الهجينة لسنوات الصنع من 2012 إلى 2015 مؤهلة للحصول على إعانة قدرها 2,500 دولار. وتعتبر سيارة فورد فيوجن إنرجي (Ford Fusion Energi) مؤهلة للحصول على إعانة تقدر بحوالي 4,000 دولار، في حين أن سيارة شيفروليه فولت المشهورة مؤهلة للحصول على إعانة كاملة مقدارها 7,500 دولار.

<sup>2</sup> يمكن الحصول على مزيد من المعلومات حول الاستطلاع بالتواصل مع شركة إستراتيجيك فيجن (Strategic Vision Incorporated) عبر زيارة الموقع الإلكتروني: [www.strategicvision.com](http://www.strategicvision.com).

<sup>3</sup> نقوم بتجميع بيانات مبيعات السيارات الجديدة المفصلة حسب سنة الصنع والطراز بشكل منفصل للمستهلكين ذوي الدخل الأقل من المتوسط والأعلى منه ومن لا دخل لهم. يمثل "متوسط الدخل" متوسط الدخل للعيينة التمثيلية لمشتري السيارات الجديدة، الذي يبلغ حوالي 90 ألف دولار. ومن الواضح أن هذا الدخل أكبر من متوسط الدخل لعامة سكان الولايات المتحدة الأمريكية. ومن ثم نقوم، بعد إنشاء مجموعات المستهلكين الثلاثة، بتقدير نموذج الاختيار لكل مجموعة. ولقد جرى توضيح نتائج تقدير النموذج في الجدول (A1) الوارد في الملحق. نستخدم في عمليات محاكاة السياسة النماذج المقدره للتنبؤ بإجمالي عمليات شراء كل مجموعة استهلاكية للمركبات الكهربائية سواء مع الإعانات الفيدرالية أو بدونها.

- Davis, Stacy C., Susan W. Diegel, and Robert G. Boundy. 2013. *Transportation Energy Data Book: Edition 34*. Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory. [https://cta.ornl.gov/data/editions/Edition34\\_Full\\_Doc.pdf](https://cta.ornl.gov/data/editions/Edition34_Full_Doc.pdf).
- DeShazo, J. R., Tamara L. Sheldon, and Richard T. Carson. 2017. "Designing Policy Incentives for Cleaner Technologies: Lessons from California's Plug-in Electric Vehicle Rebate Program." *Journal of Environmental Economics and Management* 84:18–43. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2017.01.002>
- 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* 13:1063–74. doi: [10.1007/s12053-020-09865-5](https://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>.
- Edmunds. 2010. "Depreciation Infographic: How Fast Does My New Car Lose Value?" <https://www.edmunds.com/car-buying/how-fast-does-my-new-car-lose-value-infographic.html>.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2019. "Greenhouse Gases Equivalencies Calculator – Calculations and References." <https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gases-equivalencies-calculator-calculations-and-references>.
- Federal Highway Administration (FHWA). 2019. "Annual Vehicle Distance Traveled in Miles and Related Data." <https://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/statistics/2017/vm1.cfm>.
- Gardner, Greg. 2019. "Tesla, GM Lose Bid to Raise Ceiling for Federal EV Tax Credit." *Forbes*, December 17. <https://www.forbes.com/sites/greggardner/2019/12/17/tesla-gm-lose-bid-to-raise-ceiling-for-federal-ev-tax-credit/#35fbbd77616f>.
- Haaf, C. Grace, W. Ross Morrow, Inês M.L. Azevedo, Elea McDonnell Feit, and Jeremy J. Michalek. 2016. "Forecasting Light-duty Vehicle Demand Using Alternative-specific Constants for Endogeneity Correction Versus Calibration." *Transportation Research Part B: Methodological* 84:182–210. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trb.2015.11.012>
- 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>.
- Hussain, Suhauna. 2019. "California Pulls Back Clean-vehicle Rebates to Point Them at Lower-income Buyers." *Los Angeles Times*, November 13. <https://www.latimes.com/business/autos/story/2019-11-13/california-pulls-back-clean-vehicle-rebates-to-point-them-at-lower-income-buyers>.
- Lekach, Sasha. 2020. "End of an Era: 2020 brings Tesla's Federal Tax Credit to Zero." Mashable, December 26. <https://mashable.com/article/tesla-federal-ev-tax-credit-runs-out-2020/>.
- Li, Shanjun, Lang Tong, Jianwei Xing, and Yiyi Zhou. 2017. "The Market for Electric Vehicles: Indirect Network Effects and Policy Design." *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 4(17):89–133. DOI: <https://doi.org/10.1086/689702>

Sheldon, Tamara L., J. R. DeShazo, and Richard T. Carson. 2017. "Demand for Battery-electric and Plug-in Hybrid Vehicles: Policy Lessons for an Emerging Market." *Economic Inquiry*, 55(2):695–713. DOI: <https://doi.org/10.1111/ecin.12416>

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. "Measuring the Cost-effectiveness of Electric Vehicle Subsidies." *Energy Economics* 84:104545. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104545>.

———. 2019b. "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>.

———. 2020. "Effectiveness of China's Plug-in Electric Vehicle Subsidy." *Energy Economics* 88:104773. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104773>.

Tal, Gil, and Michael Nicholas. 2016. "Exploring the Impact of the Federal Tax Credit on the Plug-in Vehicle Market." *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 2572:95–102. DOI: <https://doi.org/10.3141/2572-11>

الجدول أ1. نتائج تقدير اللوغاريتم المشروط باستخدام البيانات المفصلة.

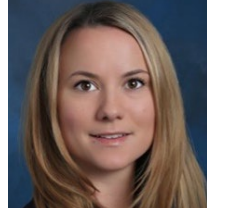
السنة	فئة المستهلك	$Q_g$	$\rho_{DPM}$	$\rho_{Range}$	$\rho_S$	$ASC_i$	العلاقة بين الثوابت النوعية البديلة وتكلفة كل قيمة متصورة
2011	دخل أقل من المتوسط	-4.82*** (0.0036)	1.00	1.00	0.38	Y	0.24
	دخل أعلى من المتوسط	-2.41*** (0.0023)					0.06
	دون دخل	-3.29*** (0.0042)					0.09
2012	دخل أقل من المتوسط	-6.76*** (0.0046)	0.68	0.91	0.35	Y	0.09
	دخل أعلى من المتوسط	-2.97*** (0.0029)					0.01
	دون دخل	-3.69*** (0.0051)					0.01
2013	دخل أقل من المتوسط	-7.29*** (0.0050)	0.27	1.00	0.27	Y	-0.18
	دخل أعلى من المتوسط	-3.02*** (0.0030)					-0.18
	دون دخل	-3.92*** (0.0060)					-0.30
2014	دخل أقل من المتوسط	-7.52*** (0.0041)	0.22	0.91	0.19	Y	0.11
	دخل أعلى من المتوسط	-3.41*** (0.0026)					-0.15
	دون دخل	-3.80*** (0.0044)					-0.13
2015	دخل أقل من المتوسط	-6.41*** (0.0039)	0.29	0.75	0.15	Y	0.13
	دخل أعلى من المتوسط	-2.48*** (0.0023)					0.05
	دون دخل	-3.13*** (0.0058)					0.05
2016	دخل أقل من المتوسط	-7.62*** (0.0047)	0.15	1.00	0.18	Y	0.12
	دخل أعلى من المتوسط	-2.81*** (0.0027)					0.03
	دون دخل	-4.02*** (0.0074)					0.05
2017	دخل أقل من المتوسط	-6.99*** (0.0042)	0.35	1.00	0.26	Y	0.14
	دخل أعلى من المتوسط	-3.02*** (0.0025)					0.04
	دون دخل	-4.26*** (0.0042)					0.07

\*\*\* p<0.01 الأخطاء المعيارية موضحة بين قوسين  
المصادر: الهيئة العامة للإحصاء (2018) وتحليل كابسارك

## نبذة عن المؤلفين

### تمارا شيلدون

باحث زائر في مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك) وأستاذ مساعد للاقتصاد في كلية دارلا مور للأعمال بجامعة ساوث كارولينا. تشمل اهتماماتها البحثية اقتصاديات البيئة والطاقة وكيف تتفاعل هذه المجالات مع السياسة العامة. حاصلة على درجة الدكتوراه في الاقتصاد من جامعة كاليفورنيا بسان دييغو.



### روبال دووا

زميل باحث في مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك) يعمل على سياسة تنظيم المركبات وأبحاث التنقل المشتركة من منظور المستهلك. حاصل على درجة الدكتوراه من جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية في المملكة العربية السعودية ودرجة الماجستير من جامعة بنسلفانيا في الولايات المتحدة الأمريكية والبيكالوريوس في التكنولوجيا من المعهد الهندي للتكنولوجيا بروروكي.



### عمر عبد الله الحربي

شغل عمر عبد الله الحربي منصب باحث زائر في مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك)، تركز أبحاثه على اختيار المستهلك للتقنيات البديلة وتأثيرات السياسة العامة. حاصل على درجة البكالوريوس في الهندسة الميكانيكية من جامعة ليفربول.



## نبذة تعريفية عن المشروع

أصبح الترويج لاعتماد المركبات التي تمتاز بالكفاءة في استهلاك الطاقة ضرورة أساسية في كل من الدول المتقدمة والنامية. ويشكل فهم تأثير العوامل المختلفة على معدلات اعتماد تلك المركبات العمود الفقري لأبحاث كابسارك في الطلب على المركبات الخفيفة، حيث تشمل هذه العوامل (1) العوامل المتعلقة بالمستهلك - التركيبة السكانية والسلوك والتخطيط النفسي (السيكوجرافية)، و (2) العوامل التنظيمية - السياسات والحوافز والخصومات والمزايا، و (3) العوامل الجغرافية الزمانية - تأثيرات الطقس والبنية التحتية والشبكة. يعمل فريقنا حاليًا على تطوير نماذج على مستويات مختلفة: نماذج على المستوى الجزئي باستخدام بيانات واسعة النطاق تشتمل على بيانات مشتري المركبات الجديدة، ونماذج على المستوى الكلي تستخدم بيانات اعتماد مجمعة لفهم العوامل المختلفة التي تؤثر على معدل اعتماد المركبات التي تمتاز بالكفاءة في استهلاك الطاقة وتوقعها.



[www.kapsarc.org](http://www.kapsarc.org)