

نمذجة الطلب على الكهرباء في المملكة العربية السعودية: هل للتباينات المناخية أي أهمية؟

جيهن ميكايوف، وفخري حاسانوف، ووحيد أولغنجو،
ومحمد الشهري

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 2020 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.

توصلت الدراسة إلى أن الدخل، والأسعار، والسكان تعتبر المحركات الثلاثة الرئيسية للطلب على الكهرباء في كل منطقة رئيسة من مناطق المملكة العربية السعودية (الوسطى، والشرقية، والجنوبية، والغربية).

على الرغم من اختلاف التأثيرات بين المناطق، إلا أن المرونة التي تم تقديرها ذات دلالة إحصائية على المديين الطويل والقصير، وتحمل العلامات المتوقعة لجميع المناطق؛ حيث تتراوح مرونة الدخل ما بين (0.10 و 0.93)، وتتراوح المرونة السعرية ما بين (-0.61 و -0.06)، وتتراوح مرونة السكان ما بين (0.24 و 0.95) في جميع المناطق على المدى الطويل. أما على المدى القصير، فتتراوح مرونة الدخل ما بين (0.05 و 0.47)، وتتراوح مرونة الأسعار ما بين (-0.27 و -0.01)، ومرونة السكان ما بين (0.13 و 1.49) في جميع المناطق.

يمكن أن تعزى المرونة السعرية المنخفضة نسبياً في المنطقة الجنوبية إلى انخفاض مستويات الدخل في هذه المنطقة.

تشهد المنطقة الجنوبية هجرة أعداد كبيرة من السكان؛ حيث يعتبر معدل حالات الولادة المحرك الأساس للزيادة في عدد السكان، مما قد يفسر انخفاض مرونة السكان في المنطقة.

تعزى مرونة الدخل المنخفض في المنطقتين الجنوبية والشرقية إلى الخصائص الاقتصادية فيهما.

يجب أن تقدم النتائج الواردة في هذا التقرير رؤى لصناع السياسة حول مدى التأثير الإقليمي المحتمل على التغيرات في أسعار الكهرباء، والدخل، والأنماط السكانية.

وجود علاقات مختلفة بين استهلاك الكهرباء ومحركات الاستهلاك. ويعد قطاع الصناعة -على سبيل المثال- المحرك الأساس لاستهلاك الكهرباء في المنطقة الشرقية، بينما في المنطقة الغربية التي تقع فيها مدينتي مكة المكرمة والمدينة المنورة يعتبر السكان في الغالب المحرك الأساس لاستهلاك الكهرباء (SAMA 2019). ثالثاً: سيكون لتنفيذ المشروعات الكبيرة المذكورة أنفاً تأثيراً ملحوظاً على الطلب الإقليمي للكهرباء. أخيراً: يوضح التحليل الأخير تباين ردود أفعال المناطق المختلفة التي تناولتها الدراسة مع اتجاه إصلاحات أسعار الكهرباء، وهو أحد المبادرات الرئيسية لبرنامج تحقيق التوازن المالي ضمن برامج الرؤية السعودية 2030 (Alyamani et al. 2019).

يشكل تحليل الطلب على الكهرباء في المملكة العربية السعودية على المستوى الإقليمي إضافة جديدة ومهمة إلى الدراسات العلمية السابقة، وذلك على النحو التالي:

أولاً: يوجد وفقاً لمعلوماتنا عدد قليل جداً من الدراسات التي تطرقت إلى العوامل المحددة للطلب على الكهرباء على المستوى الإقليمي في المملكة، حيث قام الباحثون (Alyamani et al. 2019) بدراسة الجوانب الإقليمية لاستهلاك الكهرباء، كما قاموا بالبحث في الاستهلاك السكني للكهرباء وإجراء تحليل وصفي له. بينما قام الباحث (Diabi, 1998) بدراسة إجمالي استهلاك الكهرباء في المناطق الخمس التشغيلية للشركة السعودية للكهرباء في الفترة ما بين (1980-1992م)، واستندت هذه الدراسة إلى التحليل المقطعي الزمني الذي يختلف عن تحليل السلاسل الزمنية الذي استخدمناه في هذا البحث. بالإضافة إلى ذلك فإن الباحث (Diabi) لم يتناول بالدراسة التكاملي والتكامل المشترك، والخصائص الأخرى للبيانات المستخدمة، مثل التبعية المقطعية المتقاطعة التي يمكن أن تتسبب في حدوث مشكلات كبيرة مثل التحيز والتناقض، وبالتالي فإنها تقدم توصيات سياسية مضللة. ودراستنا هذه تبحث بالتفصيل الطلب على الكهرباء على المستوى الإقليمي المفضل، الذي

تمثل الطاقة عاملاً أساسياً مشتركاً لجميع الأنشطة التجارية والترفيهية؛ لذا يعتبر إجمالي الطلب على الطاقة مؤشراً هاماً يساعد على تفسير أنماط التنمية الاقتصادية في الدولة، ويعد تحديد وفهم العوامل المحددة الرئيسة للطلب على الكهرباء أمراً بالغ الأهمية لتحقيق الازدهار الاقتصادي المنشود في أي دولة؛ حيث يؤثر توافر الكهرباء الموثوقة تأثيراً مباشراً على آفاق التنمية الاقتصادية. ولقد أصبح فهم الأنماط الحالية والمتوقعة للطلب على الكهرباء في المملكة العربية السعودية في الوقت الراهن أكثر أهمية من ذي قبل، بالتزامن مع وجود مشاريع ضخمة جارية في المملكة العربية السعودية، وتطبيق برنامج تطوير الصناعة الوطنية والخدمات اللوجستية (NIDLP 2019) الذي يعد أحد برامج الرؤية السعودية 2030.

ونظراً لأهمية البحث في العوامل المحددة للطلب الكلي على الكهرباء في المملكة، فقد تم التطرق إلى هذا الموضوع في المنشورات العلمية الموجودة إلى حد ما (Atalla and Hunt [2016], inter alia).

يتمثل الهدف من هذا البحث في فهم العوامل المحددة التي تشكل استهلاك الكهرباء بمرور الوقت في المناطق الوسطى، والشرقية، والجنوبية، والغربية من المملكة العربية السعودية، وتقديم توصيات للسياسات ذات الصلة. وتمثل هذه المناطق الأربع المناطق التشغيلية للشركة السعودية للكهرباء، وبذلك فإن مجموع استهلاك الطاقة الكهربائية في هذه المناطق يساوي إجمالي استهلاك الكهرباء في المملكة.

توجد عدة أسباب دفعتنا لإجراء تحليل لاستهلاك الكهرباء على المستوى الإقليمي، نجلها فيما يلي:

أولاً: يعد البعد الإقليمي أمراً بالغ الأهمية بسبب الاختلافات في أنماط الطقس -وما يترتب عليها من اختلافات في أحجام الطلب على الكهرباء- في جميع أنحاء الدولة. ثانياً: يختلف توزيع الأنشطة السكنية والتجارية والصناعية بين المناطق، مما قد يشير إلى

تستخدم هذه الدراسة منهجية التكامل المشترك وتصحيح خطأ التوازن (ECM) لتوضيح مرونة الأسعار والدخل الديموغرافية على المديين الطويل والقصير للطلب الإقليمي على الكهرباء، ولقد توصلت الدراسة إلى أن الدخل، والسعر، والسكان تعتبر المحركات الرئيسية للطلب على الكهرباء على المستوى الإقليمي كما هو متوقع من الناحية النظرية. وعلى الرغم من اختلاف التأثيرات باختلاف المناطق، إلا أن المرونة المقدره تعتبر ذات دلالة إحصائية على المديين الطويل والقصير، وتتضمن العلامات المتوقعة لجميع المناطق. وتتراوح مرونة الدخل ما بين (0.10 و 0.93)، ومرونة الأسعار ما بين (-0.61 و 0.06)، ومرونة السكان ما بين (0.24 و 0.95) على المدى الطويل في جميع المناطق. أما على المدى القصير فتتراوح مرونة الدخل بين (0.05 و 0.47) ومرونة الأسعار بين (-0.27 و -0.01) ومرونة السكان بين (0.13 و 1.49) في جميع المناطق. كما تعد معاملات سرعة التكيف (SoA) التي تم الحصول عليها مهمة في جميع الحالات، مما يشير إلى أن الانحرافات في المدى القصير من العلاقة على المدى الطويل تلتقي مجدداً بمسار التوازن، ويلخص الجدول (1) مرونة الطلب على الكهرباء على المديين القصير والطويل بحسب المنطقة.

يأخذ في الاعتبار خصائص سلوك الطلب على الكهرباء في المنطقة. ويراعي هذا البحث أيضاً تأثير العوامل الديموغرافية التي قد تلعب أدواراً هامة في تشكيل الطلب على الكهرباء. كما تستخدم هذه الدراسة البيانات الحديثة، التي تمكننا جزئياً من التعرف على تأثير الإصلاحات المستمرة لأسعار الطاقة وتأثير بيئة أسعار النفط المنخفضة على طلب الكهرباء.

تعمل المملكة العربية السعودية في الوقت الراهن على التحول من بيئة تحظى بدعم كبير لأسعار الكهرباء إلى بيئة تعتمد على أسعار السوق؛ وذلك من خلال التخلص التدريجي من هذا الدعم، لذا فإن من المهم دراسة تأثير هذا التحول من منظور إقليمي، وستساعد النتائج التي تتوصل إليها هذه الدراسة في الوصول إلى فهم أفضل للتأثير الإقليمي لسيناريوهات سياسات الأسعار المختلفة والتغيرات في السكان والدخل على طلب الكهرباء.

ولا شك أن النتائج الواردة في هذه الدراسة ستكون مفيدة أيضاً في تحديد المناطق التي تحتاج إلى دعم لتخفيف بعض الصعوبات المالية المرتبطة بارتفاع أسعار الكهرباء، ومقدار الدعم المطلوب¹.

الجدول (1). المرونة على المديين القصير والطويل بحسب المنطقة

المتغير التابع: الطلب على الكهرباء بحسب المنطقة					
المناطق التشغيلية للشركة السعودية للكهرباء					
	الغربية	الجنوبية	الشرقية	الوسطى	
الدخل	(0.159, 0.471)	(0.075, 0.221)	(0.054, 0.182)	(0.152, 0.414)	المدى القصير
	(0.426, 0.470)	(0.120, 0.360)	(0.102, 0.204)	(0.403, 0.931)	المدى الطويل
السعر	(-0.103, -0.029)	(-0.274, -0.150)	(-0.234, -0.088)	(-0.079, -0.013)	المدى القصير
	(-0.607, -0.427)	(-0.132, -0.060)	(-0.628, -0.356)	(-0.580, -0.362)	المدى الطويل
السكان	(0.338, 0.600)	(0.755, 1.485)	(0.168, 0.412)	(0.128, 0.616)	المدى القصير
	(0.776, 0.840)	(0.335, 0.645)	(0.771, 0.947)	(0.243, 0.661)	المدى الطويل

البيانات، ويتم عرض نتائج التقديرات في القسم (5)، أما القسم (6) فيناقش النتائج الرئيسية التي توصلت إليها الدراسة، ويختتم القسم (7) الدراسة ويوضح الآثار المترتبة على السياسات، حيث يتم ربط نتائجنا ببيئة السياسات الحالية.

وقد تم تصميم الجزء المتبقي من البحث على النحو التالي: يستعرض القسم (1) الدراسات العلمية السابقة المتعلقة بنمذجة الطلب على الكهرباء في المملكة العربية السعودية، بينما يلخص القسم (2) الإطار النظري، أما القسم (3) فيصف بإيجاز المنهجية المستخدمة في هذا البحث، ويعرض القسم (4)

مراجعة الدراسات العلمية السابقة

(Matar 2017) و (Matar and Anwer 2017) النهج المعتمد على المحاكاة عند دراسة استهلاك الكهرباء؛ حيث أُنْتُكشِف فيهما أثر التغيرات في أسعار الكهرباء في المملكة على الاستهلاك السكني للكهرباء في الفترة ما بين عامي 2011 و 2015م. ولقد أُجريت عمليات المحاكاة في كلتا الدراستين باستخدام نموذج توازن جزئي قائم على التطوير، غير أن هؤلاء الباحثين لم يوضحوا تأثيرات الدخل، والتأثيرات الديموغرافية، ولم يتطرقوا كذلك إلى أي مرونة بسبب طبيعة هذه الدراسات.

ولأن تركيز هذا القسم ينصب على دراسات الاقتصاد القياسي-التي تعكس طبيعة هذا البحث- فإننا سنستعرض الدراسات العلمية الموجودة مع التركيز على نوع البيانات المستخدمة، ومنهجية الاقتصاد القياسي، والمواصفات المستخدمة، والتحليل التجريبي المُطبق (على سبيل المثال: ما إذا كانت الدراسة قد تناولت الخصائص العشوائية للبيانات أم لا).

إننا نعمل كذلك على مقارنة مواصفات النموذج بالمواصفات القياسية على النحو المتبع في نظرية الاقتصاد القياسي، مما يتطلب أن نأخذ في الاعتبار تأثيرات الدخل، والأسعار، والسكان (inter alia [2019]); Beenstock [1986]; Liddle and Lung [2010]; Hasanov [2010] Dalziel &). ويعد هذا أمراً هاماً لأن نتائج الدراسات التي لا تتناول جميع العوامل قد تحتوي على بعض التحيزات لمتغيرات محذوفة، وقد أظهرت بعض الدراسات-مثل دراسة الباحثين (Alabbas & Nyangon 2016)- أن الطقس يعتبر أحد العوامل المحددة الهامة في الاستهلاك السكني للكهرباء.

وقامت بعض الدراسات بالبحث في طلب القطاع الصناعي على الكهرباء في المملكة، حيث قام الباحث (Al-sahlawi 1999) باستخدام إجمالي بيانات السلاسل الزمنية، في حين استخدم الباحثون (Eltony 1993) و (Liddle & Lung 2010) البيانات المقطعية على مستوى الدولة، لكنهم لم يذكروا

نسلط الضوء في هذا القسم على بعض الاتجاهات الأساسية للدراسات العلمية السابقة المتعلقة بالاستهلاك السكني، والصناعي، والكلي للكهرباء في المملكة العربية السعودية. وقد قامت دراستان فقط بتحليل الاستهلاك الإقليمي للكهرباء في المملكة، إحداهما دراسة حديثة أجراها الباحثون (Alyamani et al. 2019). تطرقت إلى مناقشة الجوانب الإقليمية لاستهلاك الكهرباء في القطاع السكني بالمملكة، والأخرى قام بها الباحث (Diabi 1998) لدراسة إجمالي استهلاك الكهرباء في المناطق التشغيلية الخمس للشركة السعودية للكهرباء، وذلك باستخدام البيانات للفترة الواقعة بين (1980 و 1992م). ونظراً لقدم هذه الدراسة فإن نتائجها قد لا تعكس سلوك الطلب الحالي على الكهرباء؛ ويعود ذلك إلى التغيرات الكبيرة في التنمية الاقتصادية للبلاد، كما أن الباحث (Diabi 1998) يستخدم تقنيات التقدير المقطعي دون إجراء تحليل التكامل والتكامل المشترك، ولم يتناول التبعية المقطعية المحتملة في المناطق. وهذه القيود ربما تؤدي إلى نتائج تقديرية متحيزة، وبالتالي التوصل إلى استنتاجات مضللة.

استخدمت الدراسات التي بحثت في استهلاك الكهرباء مجموعة واسعة من التقنيات التحليلية التي لا تعد بالضرورة كمية أو سليمة من منظور الاقتصاد القياسي، غير أننا توصلنا إلى دراسات ركزت على التحليل النوعي، وتحليل السببية لجرانجر، والمحاكاة بناءً على نماذج التحسين ومجموعة من أساليب تقدير الاقتصاد القياسي.

وقد أُجريت على سبيل المثال تحليل نوعي بواسطة الباحث (Jun 2013) الذي وصف ببساطة تنبؤات الطاقة في المملكة العربية السعودية، إضافة إلى تحليل الباحثين (Alrashed & Asif 2014) الذين قاموا بإجراء دراسة تحليلية حول الاستهلاك السكني للكهرباء (REC) في المنطقة الشرقية.

كما تجسد الدراستان اللتان قام بهما الباحثون

المدى القصير والطويل لطلب القطاع السكني على الكهرباء بمعدلات نحو 0.13 (0.70) و-0.10 (0.50) على التوالي، إلا أن هذه الدراسة لم توضح أيضاً الآثار الديموغرافية، واستخدمت كلتا الدراستين طريقة المربعات الصغرى العادية ولم تأخذ في الاعتبار خصائص التكامل-والتكامل المشترك للمتغيرات.

ومن ناحية أخرى استخدم الباحثان (Atalla & Hunt 2016) النموذج الهيكلي للسلاسل الزمنية (STSM) والبيانات في الفترة من عام (1985 حتى 2012م) لدراسة استهلاك القطاع السكني للكهرباء في مجلس التعاون الخليجي. وعلى عكس الدراسات الأخرى التي تم اختبارها حتى الآن، نجد أن هذه الدراسة قد تطرقت إلى العوامل الثلاثة المطلوبة لتوضيح استهلاك القطاع السكني للكهرباء، كما استخدم الباحثان متغيرات درجة حرارة التبريد والتدفئة كمؤشرات للأحوال الجوية، ووجدوا أن معدلات المرونة على المدى الطويل في المملكة العربية السعودية هي: (0.48) لمرونة الدخل، و(-0.16) لمرونة الأسعار، و(0.80) لمرونة السكان، وهو ما يمثل التأثير الديموغرافي. وقد استنتجت الدراسة أيضاً أن مرونة الأسعار ومرونة السكان على المدى القصير هي (-0.16 و 4.20) على التوالي، في حين لا يؤثر الدخل على الطلب في المدى القصير.

أما الباحث (Hasanov et al 2017) فقد استخدم نموذج تصحيح الخطأ والبيانات المقطعية لعدد من الدول المصدرة للنفط -بما فيها المملكة العربية السعودية- وذلك لدراسة العلاقة بين الناتج المحلي الإجمالي، واستهلاك القطاع السكني للكهرباء، والاستثمار الأجنبي المباشر، والتوظيف. وقد كانت إحدى النتائج الرئيسية التي توصل إليها هي أن استخدام نظرية جرانجر يسبب استهلاك القطاع السكني للكهرباء على المدى القصير.

كذلك قامت عدة دراسات أخرى بنمذجة إجمالي استهلاك الكهرباء في المملكة العربية السعودية، حيث استخدم

التقديرات الخاصة بالمملكة العربية السعودية. وبينما قام الباحث (Al-sahlawi 1999) بدراسة الدخل فقط، قام الباحثان (Eltony & Mohammad 1993) بدراسة الدخل والأسعار. أما الباحثان (Liddle & Lung 2010) فقد قاما بدراسة معدلات التحضر فقط، والباحث (Hasanov 2019) في الآونة الأخيرة درس العوامل المحددة لطلب القطاع الصناعي على الكهرباء في المملكة العربية السعودية من خلال تحليل المحركات الأساسية لاستهلاك الكهرباء في القطاع الصناعي بالمملكة.

وقد تكون نتائج الدراسات التي لا تراعي تأثيرات الدخل والأسعار والسكان -كما أسلفنا- متحيزة، فالدراسات الأربع المذكورة أعلاه لا تأخذ في الاعتبار هذه العوامل الثلاثة، وقد تحتوي على بعض التحيزات نتيجة لذلك. علاوة على هذا لم يقيم الباحثون (Al-sahlawi 1999) و(Eltony & Mohammad 1993) بدراسة خصائص التكامل والتكامل المشترك للمتغيرات الواردة في تحليلهم قبل استخدام تقدير المربعات الصغرى العادية (OLS)، لذلك قد تكون نتائجهم متحيزة من منظور الانحدار الزائف، بالإضافة إلى ذلك فإن كلتا الدراستين قديمة جداً، وقد تُظهر البيانات الحديثة اختلاف العلاقات بين المتغيرات موضع الاهتمام.

وبعد ذلك نوجه تركيزنا على الدراسات الرئيسية حول طلب القطاع السكني على الكهرباء، حيث أن بعض هذه الدراسات تركز على مجلس التعاون الخليجي باعتباره منطقة، دون التركيز على المناطق داخل المملكة العربية السعودية كما نفعل في هذه الدراسة. وقد كانت الدراسة الأولى التي وصلنا إليها هي دراسة الباحثين (1993 Eltony & Mohammad)، فقد بحثوا في طلب القطاع السكني على الكهرباء لمجموعة من دول مجلس التعاون -بما فيها المملكة العربية السعودية- حيث وجدوا أن مرونة الدخل والأسعار على المدى الطويل تتراوح ما بين (0.20 و-0.14) على التوالي، غير أن هذه الدراسة لم توضح الآثار الديموغرافية. وفي دراسة أخرى قدّر الباحث (Al-sahlawi 1999) مرونة الدخل والأسعار على

(1980-1992م) ولخمس مناطق في المملكة (هي الوسطى، والغربية، والشرقية، والجنوبية، والشمالية)، وقارنت الدراسة بين نتائج طرق التقدير المختلفة (المربعات الصغرى العادية، ونموذج الانحدار الذاتي الزمني والمترباط مقطعيًا [CHTA]، ونموذج الانحدار الذاتي الزمني للتباين المقطعي [CCTA]، والأثر الثابت [FE]، والأثر العشوائي [RE]، وتقدير الاحتمال الأقصى [MLE]) واستخدمت الدراسة كذلك معدل التحضر لتوضيح تأثيرات الدخل والأسعار والديموغرافية. ولقد أشارت الدراسة إلى أن مرونة الدخل في المملكة على المدى الطويل تتراوح ما بين (0.11 إلى 0.49)، ومرونة الأسعار التي تتراوح ما بين (-0.14 إلى 0.00)، ومرونة التحضر التي تتراوح ما بين (0.93 إلى 1.30). وقد تراوحت المرونة المقابلة على المدى القصير للدخل ما بين (0.05 إلى 0.33)، وللأسعار ما بين (-0.12 إلى 0.00)، وللتحضر ما بين (0.62 إلى 1.10).

وخلاصة القول، أن هناك عدد من الدراسات التي تطرقت إلى الاستهلاك السكني والصناعي والإجمالي للكهرباء في المملكة العربية السعودية، إلا أنه وبحسب معلوماتنا فإنه لا توجد دراسات حديثة حول إجمالي استهلاك الكهرباء على المستوى الإقليمي داخل المملكة، ووفقاً لهذه الحقيقة نجد أن الدراسة الحالية تهدف إلى البحث في العوامل المحددة للطلب على الكهرباء في المملكة العربية السعودية على المستوى الإقليمي باستخدام مختلف تقنيات التكامل المشترك.

الباحث (Al-Faris 2002) نهج نموذج متجه تصحيح الخطأ (VECM) والبيانات اعتباراً من عام (1970 إلى 1997م)، وذلك للوصول إلى مرونة الدخل ومرونة الأسعار على المدى الطويل (والقصير) للمملكة التي تراوحت ما بين 0.05 (1.65) و-0.04 (1.24) على التوالي. بينما قام الباحثان (Narayan & Smyth 2009) باستخدام البيانات من عام (1974-2002م) وطريقة المربعات الصغرى العادية المعدلة بالكامل (FMOLS)، وذكر أن مرونة الدخل على المدى الطويل لاستهلاك الكهرباء في المملكة تساوى (-3.07)، فضلاً عن أن هذا البحث لا يوضح ولا يفسر ما توصل إليه من نتائج حول مرونة الدخل السلبية غير المعتادة بدرجة كبيرة.

ويستخدم الباحثون (Liddle and Lung, 2010)، و(Karanfil and Li 2015)، و(Mohammadi & Amin 2015) نموذج تصحيح الخطأ والبيانات المقطعية لكثير من الدول -بما فيها المملكة- لدراسة العلاقة السببية بين إجمالي استهلاك الكهرباء والتحضر. ولقد توصل هؤلاء إلى أن نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي ونظرية جرانجر للتحضر يشكلان إجمالي استهلاك الكهرباء للفرد. وبالمثل توصل الباحثون (Salahuddin et al 2015) من خلال استخدام البيانات المقطعية لدول مجلس التعاون الخليجي إلى أن نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي ونظرية جرانجر يشكلان إجمالي استهلاك الكهرباء للفرد، وذكروا أن مرونة الدخل على المدى الطويل هي (0.41).

كما قام الباحث (Diabi 1998) بتحليل إجمالي الاستهلاك الإقليمي للكهرباء في المملكة العربية السعودية بناءً على البيانات المقطعية للفترة

يزيد الطلب على الكهرباء عند زيادة الدخل والسكان، في حين تؤثر الزيادة في الأسعار بشكل سلبي على طلب الكهرباء. وعلى هذا النحو تكون العلامات المتوقعة للمعاملات α_1 و α_2 موجبة، بينما من المتوقع أن تكون α_3 سالبة.

ونلاحظ أن جميع المتغيرات المفصلة أعلاه بصورة خوارزمية، وبالتالي تمثل معاملات المرونة التي توضح النسبة المئوية للتغير في استخدام الكهرباء كنتيجة للتغير بنسبة 1% في المتغير المعني.

نستخدم في هذه الدراسة الصيغة القياسية التي أشار إليها نهج جانب العرض والطلب وإطار العشوائية على إطار السكان، والرفاهية، والتكنولوجيا الناجمة عن الانحدار (STIRPAT):

استخدام الكهرباء = F (الأسعار والدخل والسكان)

يمثل استخدام الكهرباء إجمالي الطلب الإقليمي على الكهرباء، فيما يمثل الدخل مؤشر الدخل، ويمثل السكان عدد السكان في منطقة معينة، وتمثل الأسعار السعر الحقيقي للكهرباء.

لذا يمكن صياغة العلاقة الوظيفية على النحو التالي:

استخدام الكهرباء = $\alpha_0 + \alpha_1$ الدخل + α_2 السكان + α_3 السعر

أما بالنسبة إلى تمارين التكامل المشترك، فقد استخدمنا اختبار انجل-جرانجر للتكامل المشترك (1987)، ونظراً لاستخدام الأساليب والاختبارات الاقتصادية القياسية آنفة الذكر على نطاق واسع ومعرفة الباحثين بها، فإننا لا نتطرق إليها بشيء من الوصف في هذا البحث، ويمكن للقراء المهتمين الرجوع إلى دراسات الباحثين (Saikkonen 1992)، و (Stock & Watson 1993) لمعرفة المزيد عن المربعات الصغرى العادية الديناميكية، والرجوع إلى دراسة الباحثين (Phillips & Hansen 1990) لمعرفة المزيد عن طريقة المربعات الصغرى العادية المعدلة بالكامل، كما يمكنهم كذلك الرجوع إلى دراسة الباحث (Park 1992) للاطلاع على المزيد عن منهجية انحدار التكامل المشترك المعياري.

تستخدم هذه الدراسة أساليب التكامل المشترك، مثل طريقة المربعات الصغرى العادية الديناميكية (DOLS)، وانحدار التكامل المشترك المعياري (CCR)، والمربعات الصغرى العادية المعدلة بالكامل لتقدير العلاقات طويلة المدى بين المتغيرات المراد دراستها. ولتقدير المرونة على المدى القصير وسرعة التكيف، استخدمنا منهجية تصحيح الخطأ في إطار استراتيجية النمذجة من العام إلى الخاص (Campos, Ericsson and Hendry 2005; Hendry, Johansen, and Santos 2008; Doornik and Hendry 2018; Doornik 2009; Doornik and Hendry 2009)، ونظراً لاستخدامنا بيانات السلاسل الزمنية، فإنه ينبغي اختبار المتغيرات لمعرفة خصائص التكامل، وقد استخدم اختبار جذر الوحدة (Dickey-Fuller 1981) لهذا التمرين.

انكماش الناتج المحلي الإجمالي من الهيئة العامة للإحصاء (GaStat 2018). ويمثل السعر الاسمي للكهرباء السعر الكلي أو السعر المطبق على نطاق المملكة، حيث أن المملكة العربية السعودية لا تطبق أسعاراً مختلفة للكهرباء على مناطقها.

ويمثل الدخل الناتج المحلي الإجمالي والدخل المتاح للإنفاق (DI) بالمليون ريال سعودي بأسعار عام 2010م، وقد تم الحصول على بيانات الناتج المحلي الإجمالي من الهيئة العامة للإحصاء (GaStat 2018)، كما قام الباحثون في مركز كابسارك بحساب بيانات الدخل المتاح للإنفاق.

يقصد بالسكان السكان الإقليميون مقدرين بالأشخاص كمؤشر للعوامل الديموغرافية، وقد تم تجميع هذه البيانات من بيانات مناطق المملكة الثلاثة عشر التي وفرتها مؤسسة النقد العربي السعودي (SAMA 2019).

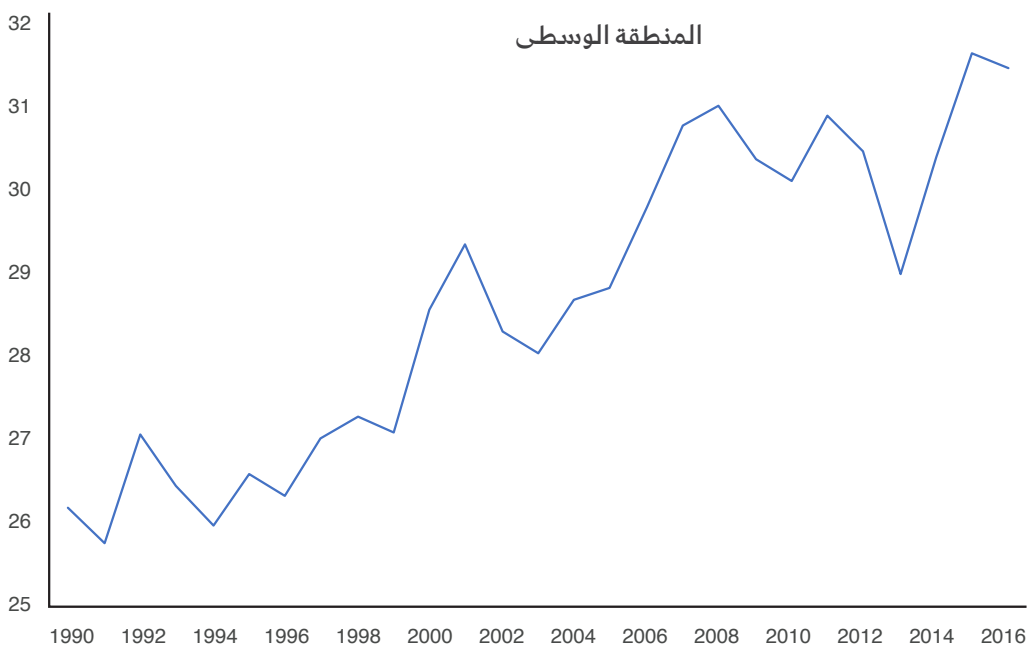
يوضح الشكل (1) الحصص الوطنية لاستهلاك كل منطقة من مناطق المملكة للكهرباء.

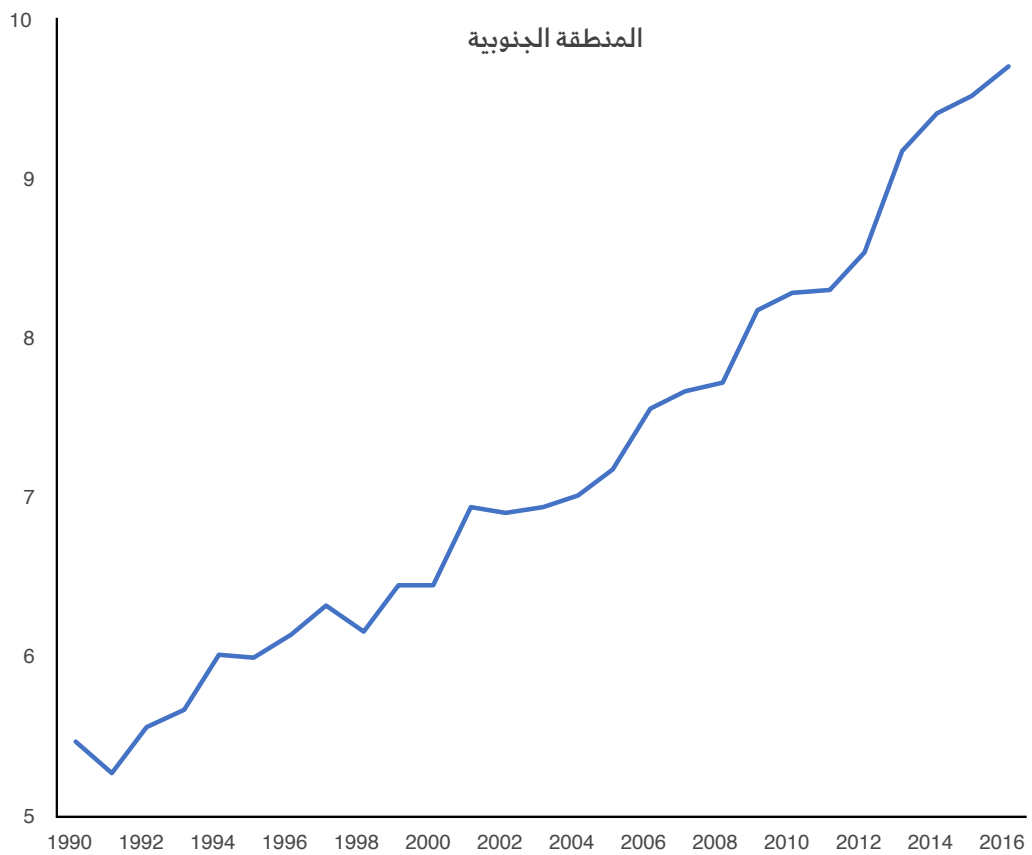
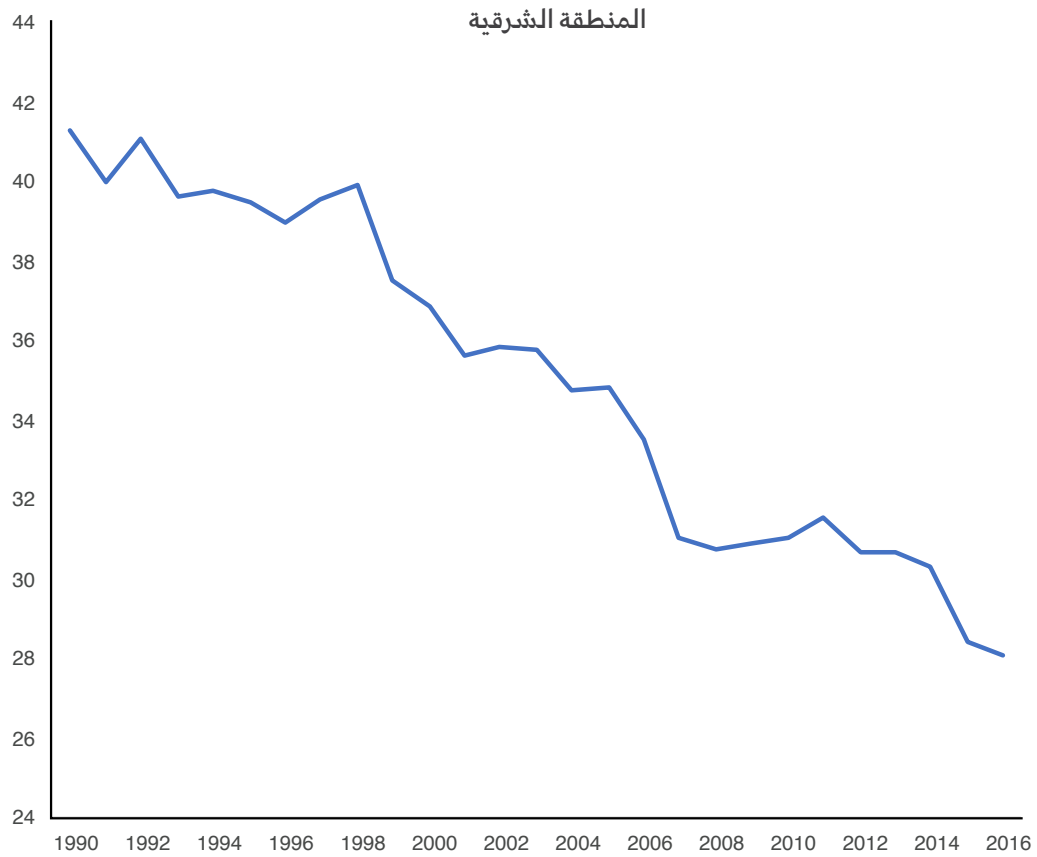
نصف في هذا القسم البيانات المستخدمة في التحليل، بما فيها الإحصائيات الوصفية والخصائص الفنية للبيانات. كما تستخدم الورقة بيانات السلسلة الزمنية السنوية للعينات للفترة من (1990 إلى 2016م) التي تم اختيارها بناءً على مدى توافر البيانات، ونوضح أدناه البيانات المستخدمة في هذه الدراسة:

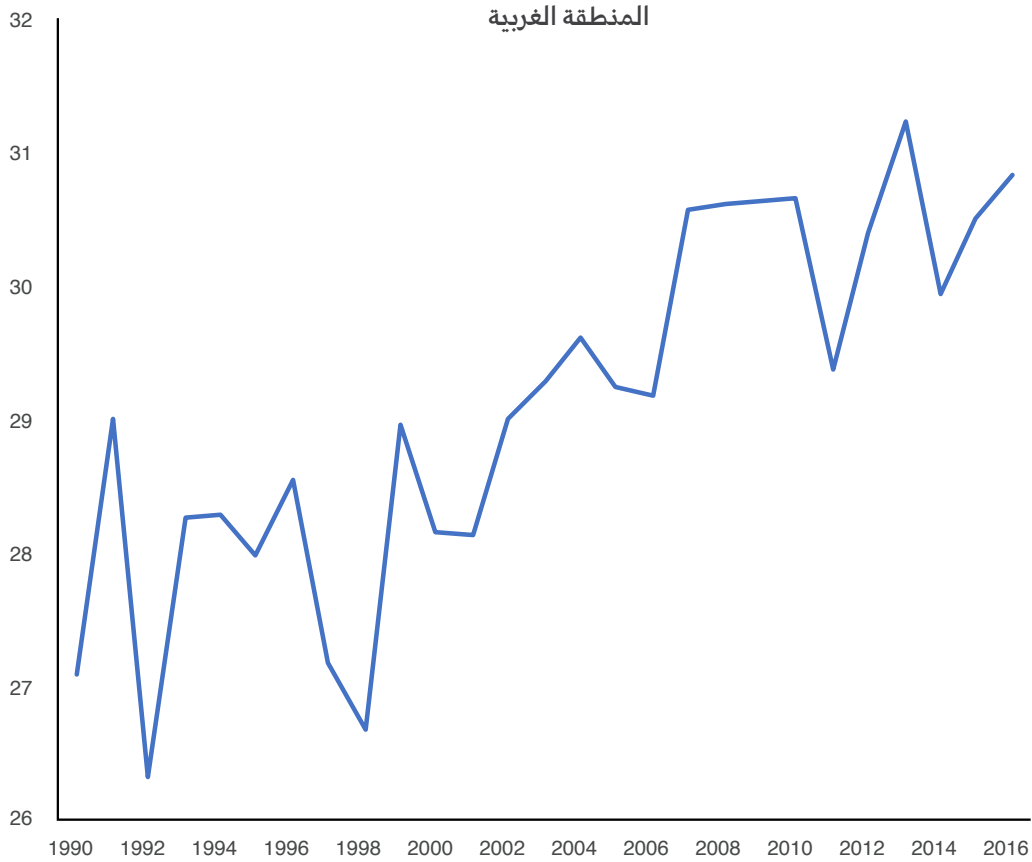
يمثل استخدام الكهرباء الاستهلاك الإقليمي للكهرباء في كل المناطق الأربعة، ويقاس بوحدة الميجاواط في الساعة، وتم الحصول على بياناته من الشركة السعودية للكهرباء.

يمثل السعر متوسط السعر الإقليمي الحقيقي المرجح للكهرباء بالريال السعودي للطن من النفط المكافئ (المرجح بناءً على أنواع الاستهلاك الإقليمية)، ويتم استخدام مؤشر أسعار المستهلك (مؤشر 2010 = 100)، وقيم معامل انكماش الناتج المحلي الإجمالي (PGDP) (2010 = 100) لتحويل أسعار الكهرباء الاسمية إلى قيم حقيقية. وقد تم الحصول على بيانات مؤشر أسعار المستهلك من مؤسسة النقد العربي السعودي (SAMA 2017)، فيما تم الحصول على بيانات معامل

الشكل (1). حصص الطلب الإقليمي على الكهرباء من إجمالي الطلب بالنسبة المئوية (%)







أما من الناحية النظرية، فيمكن إجراء التحليل على المدى الطويل في خوارزميات أو مستويات، ونختار خاصية (خوارزمية-خوارزمية) لسهولة التفسير والتوافق مع الدراسات العملية الموجودة (للسماح بإجراء مقارنات أسهل مع الدراسات السابقة والمستقبلية).

وكما يتضح من الشكل (1) فإن حصة استهلاك الكهرباء تعد الأكبر في المنطقة الشرقية في أوائل عام 1990م، ولكنها تراجعت بمرور الوقت حتى أصبحت قريبة من مستويات استهلاك المنطقتين الوسطى والغربية في السنوات الأخيرة.

نتائج التقديرات التجريبية

نتائج اختبار جذر الوحدة

[I(1)]، غير أن هنالك احتمال لوجود علاقة التكامل المشترك، وبالتالي يمكننا المضي قدماً في الخطوة التالية واختبار المتغيرات لمعرفة الاتجاه المشترك، وسيعرض القسم التالي نتائج تحليل التكامل المشترك.

نتائج اختبار التكامل المشترك

لاختبار وجود علاقة التكامل المشترك-أي ما إذا كانت المتغيرات تشترك في الاتجاه الشائع على المدى الطويل- استخدمنا اختبار أنجل-جرانجر للتكامل المشترك (EG)، وقد أوردنا النتائج التي توصلنا إليها في الجدول (3).

تكمن الأهمية الأساسية في التعامل مع الخصائص العشوائية للمتغيرات كما هو معتاد في الدراسات العلمية السابقة؛ ولذلك تم استخدام اختبار ديكي-فولر الموسع لجذر الوحدة (ADF) لكل متغير في المستويات والاختلافات الأولية، حيث يؤخذ في اختبار جذر الوحدة (الحد الأقصى للتباطؤ باعتباره اثنين)، ويتم اختيار التباطؤ الأمثل بناءً على معيار معلومات شوارتز (SIC)، ويوضع (الجدول "2") نتائج اختبارات جذر الوحدة.

ويمكننا بناءً على النتائج الموضحة في الجدول (2) أن نستنتج أن جميع المتغيرات متكاملة في الترتيب الأول.

الجدول (2). نتائج اختبار ديكي-فولر الموسع لجذر الوحدة.

الاختلاف الأول	المستوى	المتغيرات (خوارزمية)	المنطقة
-4.269***	-0.948	النتائج المحلي الإجمالي	الوطنية
-5.147***	-0.138	di	
-4.962***	-0.976	dele_coa	الوسطى
-4.514***	-1.274	pele_coa	
-5.618***	-0.271	pop_coa	
-4.403***	-1.576	dele_eoa	الشرقية
-4.465***	-1.782	pele_eoa	
-3.806***	-0.582	pop_eoa	
-6.994***	-0.903	dele_woa	الغربية
-4.438***	-1.898	pele_woa	
-4.668***	-0.139	pop_woa	
-5.110***	-0.444	dele_soa	الجنوبية
-4.534***	-1.327	pele_soa	
-4.476***	-0.670	pop_soa	

ملاحظة: dele = الطلب على الكهرباء، و COA = المنطقة التشغيلية الوسطى، و EOA = المنطقة التشغيلية الشرقية، و SOA = المنطقة التشغيلية الجنوبية، و WOA = المنطقة التشغيلية الغربية، و pop = السكان، و pele = سعر الكهرباء، و *** = مرتفع عند مستوى 1٪، ويتم اختيار حالة تعارض واحدة فقط بناءً على التحليلات.

الجدول (3). نتائج اختبار التكامل المشترك.

المنطقة التشغيلية الغربية		المنطقة التشغيلية الجنوبية		المنطقة التشغيلية الشرقية		المنطقة التشغيلية الوسطى	
القيمة الاحتمالية	القيمة	القيمة الاحتمالية	القيمة	القيمة الاحتمالية	القيمة	القيمة الاحتمالية	القيمة
0.040**	-4.168	0.037**	-5.273	0.226	-3.598	0.013**	-5.413
0.033**	-21.866	0.000***	-60.934	0.189	-18.136	0.000***	-561.841

إحصائية تاو للاختبار

انجل-جرانجر

إحصائية صفرية

لاختبار انجل-جرانجر

ملاحظة: قيم P الاحتمالية هي قيم ماكينتون الاحتمالية (1996). ** و *** تعني رفض القيمة الصفرية لعدم وجود تكامل مشترك عند مستويات 5% و 1% على التوالي.

وجود علاقة التكامل المشترك عند مستوى الأهمية 8.5%، ويمكننا بالنظر إلى نتائج الاختبارات المستخدمة أن نستنتج وجود علاقة طويلة المدى لجميع المناطق.

نتائج التقديرات على المدى الطويل

يمكننا بعد استنتاج وجود علاقة التكامل المشترك بين المتغيرات، أن نفسر نتائج التقديرات على المدى الطويل الموضحة في الجدول (4) بحيث لا تكون خاطئة. ولإعطاء فكرة عن التأثيرات من حيث نطاقات الحجم، فقد أشرنا إلى نسبة 95% لفترات الثقة المتعلقة بالمعاملات/

وكما يوضح الجدول، وجدنا دليلاً قاطعاً على التكامل المشترك لجميع المناطق باستثناء المنطقة الشرقية، فبالنسبة للمناطق الثلاث الأخرى كانت جميع القيم الاحتمالية من اختبارات انجل-جرانجر أقل من مستوى 5%؛ مما يؤكد وجود علاقة تكامل مشترك عند مستوى الأهمية البالغ 5%. وبغية البحث بشكل موسع في وجود علاقة طويلة المدى في المنطقة الشرقية، استخدمنا اختبار إضافة المتغير (VAT) للتكامل المشترك الذي اقترحه بارك (1990)، وهو ينص على وجود التكامل المشترك كفرضية صفرية. وكانت إحصائية الاختبار (4.932) والقيمة الاحتمالية (0.085)، مما يشير إلى

الجدول (4). نتائج التقديرات على المدى الطويل.

المناطق				المنددر
المنطقة التشغيلية الغربية	المنطقة التشغيلية الجنوبية	المنطقة التشغيلية الشرقية	المنطقة التشغيلية الوسطى	
(0.426, 0.470)	(0.120, 0.360)	(0.102, 0.204)	(0.403, 0.931)	الدخل*
(-0.607, -0.427)	(-0.132, -0.060)	(-0.628, -0.356)	(-0.580, -0.362)	الأسعار
(0.776, 0.840)	(0.335, 0.645)	(0.771, 0.947)	(0.243, 0.661)	عدد السكان

ملاحظة: (i) تمثل المنطقة التشغيلية الوسطى والشرقية والجنوبية والغربية على التوالي، و * للمنطقتين الوسطى والجنوبية، يستخدم الناتج المحلي الإجمالي كمقياس للدخل. وبالنسبة للمنطقتين الشرقية والغربية، يتم استخدام الدخل المتاح للإنفاق كمؤشر للدخل. الأرقام بين القوسين هي 99% فترة الثقة لقيم المرونة التي تم إيجادها.

ما بين (-0.607 إلى -0.060) في جميع المناطق. ويدل تأثير السكان على التشابه الكبير بين المناطق، حيث تتراوح مرونة السكان ما بين (0.243 إلى 0.947).

نتائج التقديرات على المدى القصير

قمنا بتطبيق استراتيجية النمذجة من العام إلى الخاص على منهجية تصحيح الخطأ لتحديد العلاقة لكل منطقة، حيث بدأنا بالمواصفات العامة لمنهجية تصحيح الخطأ التي تتضمن حد تصحيح الخطأ (ECT)، والقيم المتزامنة لجميع المتغيرات المستقلة، ومتباطئان من جميع المتغيرات. ومن ثم نستبعد المتغيرات من التحليل بناءً على الاختبار المقترح في المنهجية، وبذلك نخلص لاستنتاج الخصائص النهائية قصيرة المدى (Campos, Ericsson and Hendry [2005], inter alia).

المرونة المقدر، ويوفر مقدر الثقة المزيد من المعلومات حول الجودة التمثيلية للمعامل المقدر ويوضح حدود هذا التأثير.

تظهر نتائج التقديرات الموضحة في الجدول (4) أن تأثيرات الدخل والأسعار والسكان بالنسبة لجميع المناطق ذات أهمية اقتصادية؛ لأنها تأخذ العلامات الصحيحة وذات الدلالة الإحصائية عند مستوى 1%. وكما يتضح من الجدول نجد أن مرونة الدخل للطلب على الكهرباء تختلف باختلاف المناطق، مما يدل على وجود سلوك أكثر استقراراً في المنطقة الغربية، ونطاقات أكثر اتساعاً في المنطقة الوسطى. ونجد أن أعلى مستوى لمرونة الدخل في المنطقة الوسطى، في حين أن أدنى مستوى لها في المنطقة الشرقية. ونجد بصفة عامة أن مرونة الدخل تتراوح ما بين (0.102 إلى 0.931) في جميع المناطق. كما نلاحظ أن مرونة الأسعار للطلب على الكهرباء تتراوح

الجدول (5). نتائج التقديرات على المدى القصير.

المناطق					
الجنوبية	الغربية	الشرقية	الوسطى	المتغير التابع	
(-1.318, -0.924)	(-0.984, -0.746)	(-0.892, -0.532)	(-0.293, -0.151)	فترة تصحيح الخطأ	***
(0.159, 0.471)	(0.075, 0.221)	(0.054, 0.182)	(0.152, 0.414)	الدخل	**
(-0.103, -0.029)	(-0.274, -0.150)	(-0.234, -0.088)	(-0.079, -0.013)	الأسعار	*
(0.338, 0.600)	(0.755, 1.485)	(0.168, 0.412)	(0.128, 0.616)	السكان	*
(0.118, 0.386)				المتغير التابع (-1)	
	(-0.212, -0.078)			الدخل (-1)	**
				الأسعار (-1)	
	(-1.399, -0.839)		(-0.552, 0.134)	السكان (-1)	***
				الاختبارات (قيم الاحتمالية)	
0.400	0.067	0.062	0.344	الارتباط التسلسلي (مضاعف لاجرانج)	
0.300	0.522	0.856	0.850	اختبار المعيارية (خاركي-بيرا)	
0.873	0.484	0.870	0.636	اختبار وايت للتغيرات اللإرادي	
0.942	0.133	0.153	0.471	اختبار رمزي لخطأ مواصفات معادلة الانحدار	

ملاحظة: *** يعني رفض النظرية الصفرية عند مستوى الأهمية 1%، و 5%، و 10%. وتوجد جميعها في المتغيرات التابعة ما عدا فترة تصحيح الخطأ فهي موجودة في المتغيرات المستقلة.

النهائية تأثير ذا أهمية اقتصادية أو دلالة إحصائية على استهلاك الكهرباء في جميع المناطق، وينطبق الأمر نفسه على القيم المتزامنة لجميع المحركات، أي الدخل، والأسعار، والسكان.

تعتبر معاملات سرعة التكيف-معامل فترة تصحيح الخطأ- التي تم تقديرها ذات دلالة إحصائية وسلبية في جميع المناطق، مما يؤكد وجود علاقة مستقرة بين المتغيرات على المدى الطويل.

غير أننا لم نتطرق إلى النماذج العامة غير المقيدة في هذا البحث نظراً لعدم وجود مجال كاف لذلك، ويمكن الحصول عليها من المؤلفين عند الطلب. ويوضح الجدول (5) أدناه خصائص منهجية تصحيح الخطأ النهائية، ونتائج الاختبار لما بعد التقدير.

يوضح الجدول (5) المواصفات النهائية قصيرة المدى التي تجتاز جميع الاختبارات التشخيصية والتوصيف الخاطئ، وبالتالي تكون النتائج قابلة للتفسير. ولم يكن لجميع المنحدرات المتبقية في منهجية تصحيح الخطأ

نقدم في هذا القسم، النتائج والتحليلات الرئيسية التي توصلنا إليها من تحليلنا للطلب الإقليمي على الكهرباء، وقد تم تلخيص النتائج الرئيسية في الجدولين (4 و5)، حيث يوضح الجدول (4) المرونة المقدرة على المدى الطويل لكل منطقة، بينما يوضح الجدول (5) المرونة على المدى القصير.

تتراوح مرونة الدخل على المدى الطويل كما هو موضح في الجدول (4) ما بين (0.10 إلى 0.93) في جميع المناطق، بينما تتراوح مرونة الأسعار على المدى الطويل ما بين (-0.61 إلى -0.06)، وتتراوح مرونة السكان على المدى الطويل ما بين (0.24 إلى 0.95). وتتوافق هذه النتائج مع توقعاتنا بإيجابية مرونة الدخل والسكان وسلبية مرونة الأسعار التي ناقشناها في قسم الإطار النظري، وتعتبر مرونة الدخل على المدى الطويل أقل مما توصل إليه الباحث (Al-Faris 2002)، وهي الدراسة الوحيدة المخصصة لإجمالي الطلب على الكهرباء في المملكة بعد عام 2000م، ويبدو أنها كانت أكبر بـ(1.65) من الحجم المتوقع، ولهذا فإنه من المنطقي أن نجد أن مرونة الدخل أقل من نتيجة الباحث (Al-Faris 2002). ويتوافق نطاق مرونة الأسعار على المدى الطويل مع توقعات الدول النامية، فعلى سبيل المثال قام الباحثان (Atalla & Hunt 2016) بتقدير مرونة الأسعار على المدى الطويل للطلب السكني بحوالي (-0.16) وهي مدرجة في فترة الثقة. ولأن الدراسات السابقة قد بحثت في نمذجة الطلب على الكهرباء على المستوى الوطني؛ فإن نتائجنا تعتبر غير قابلة للمقارنة مباشرة، فالمرونة تمثل على مستوى الدولة المتوسط على المستوى الوطني، في حين أن المناطق الإقليمية تأخذ في الاعتبار المزايا الخاصة بكل منطقة.

ويعد الطلب على الكهرباء في المنطقة الوسطى الأكثر تأثراً بتغيرات الدخل، مع وصول مرونة الدخل إلى (0.93) (ما يمثل الحد الأعلى لفترة الثقة)، فيما تعتبر المنطقة الشرقية الأكثر تأثراً بالتغيرات في السكان؛ حيث أن المرونة السكانية في الطلب على الكهرباء تعد الأكبر عند (0.95) (ما يمثل الحد الأعلى لفترة الثقة).

كذلك تعتبر المنطقة الغربية الأكثر تأثراً بتغيرات الأسعار مع وصول مرونة الأسعار إلى (-0.61) (ما يمثل الحد الأدنى لفترة الثقة). وقد اخترنا المنطقة الغربية نظراً لوجود فترة ثقة أضيق مقارنة بالمنطقة الشرقية. وبمقارنة حجم المرونة لكل منطقة نجد أن للدخل التأثير الأكبر على طلب الكهرباء في المنطقة الوسطى، وللسكان التأثير الأكبر في المنطقة الشرقية، وللأسعار التأثير الأكبر في المنطقة الغربية.

وعند مقارنة المرونة بين المناطق من حيث القيمة المطلقة، فإننا نلاحظ أن مرونة الأسعار تعتبر الأدنى في المنطقة الجنوبية (0.13)، الحد الأدنى لفترة الثقة، وأن مرونة السكان تعتبر الأدنى في المنطقتين الوسطى والجنوبية، وأن مرونة الدخل الأدنى في المنطقتين الشرقية والجنوبية. ونستعرض أدناه مبررات الوصول إلى هذه النتائج بناءً على الخصائص الإقليمية.

نعتقد أن انخفاض مرونة الأسعار في المنطقة الجنوبية كان نتيجة لانخفاض مستويات الدخل فيها (GaStat 2018)، وكذلك يعتبر استهلاك الكهرباء فيها معتدلاً وأمثلاً بسبب انخفاض مستويات الدخل، وليس هناك مجال كبير لتقليل الاستهلاك بسبب ارتفاع الأسعار، ولعل ما يعزز وجهة النظر هذه انخفاض مرونة الدخل للمنطقة الجنوبية.

ولشرح مرونة السكان الإقليمية يجب التأكيد على أن اتجاهات السكان موضحة من خلال أنماط الهجرة والمواليد والوفيات، ويمكن تفسير انخفاض مرونة السكان في المنطقة الجنوبية من خلال النمو السكاني الناتج عن زيادة نسبة المواليد، حيث يكثر انتقال البالغين لمناطق أخرى بحثاً عن فرص اقتصادية أفضل. ويستهلك الأطفال الصغار كميات أقل من الكهرباء مقارنة مع البالغين، وبالتالي فإن انخفاض مرونة السكان في الجنوب ربما يرجع إلى نمو السكان الناجم عن زيادة نسبة المواليد. كذلك يمكن تفسير مرونة الدخل المنخفض في المنطقتين الجنوبية والشرقية من خلال الخصائص الاقتصادية لهما حيث نجد أن المنطقة الشرقية تعج

بالصناعات، لذلك تعتبر مرونة الدخل المنخفضة منطقية بسبب ارتفاع مستويات الدخل، ومن أقل الاحتمالات أن تؤثر التغييرات في الدخل على مستوى استهلاك الكهرباء عندما تكون مستويات الدخل مرتفعة (Chang et al. [2016], inter alia). ومما لا يدعو للدهشة أن مرونة الدخل منخفضة في المنطقة الجنوبية بالتزامن مع انخفاض مستويات الدخل، ويمكن تفسير ذلك من خلال النهج المعتدل لاستهلاك ذوي الدخل المحدود للكهرباء، مما يجعل المستهلكين أقل تأثراً بتغيرات الدخل. وقد يكون الطلب على سلعة معينة ترفاً لأولئك الذين يحظون بمستويات معينة من الدخل، وكما ذكر الباحثون (Chang 1980, 1977)، و (Chang & Hsing 1991) تبدأ مرونة الدخل في النمو بسرعة عند هذا المستوى، وقد تصبح أكبر من الوحدة، وبعد الوصول إلى مستوى معين من الدخل، تتوقف الزيادة الإضافية في الدخل

عن المساهمة في زيادة الاستهلاك بنفس المعدل، وبالتالي فإن مرونة الدخل لتلك السلعة المحددة تقل تبعاً لذلك، ولا تتغير المرونة بدرجة كبيرة بسبب الزيادات الكبيرة في الدخل. لذلك من المتوقع أن تكون مرونة الدخل منخفضة لبعض مستويات الدخل الأدنى والأعلى، ويمكن أن تكون مرونة الدخل قريبة أو أعلى من وحدة مستويات الدخل التي تقع بين النطاقين الأعلى والأدنى، وقد استنتج الباحثان (Chang & Hsing 1991) هذه النقطة أيضاً لاستهلاك القطاع السكني للكهرباء في الولايات المتحدة الأمريكية، فيما قام الباحثون (Chang et al 2016) بتلخيص استهلاك الكهرباء لمجموعة من الدول. ويمكن في هذا الصدد تفسير مرونة الدخل المنخفض في المنطقتين الشرقية والجنوبية وفقاً للنقاط المذكورة أعلاه.

الاستنتاجات والآثار المترتبة على السياسات

وأخيراً تظهر النتائج التي توصلنا إليها أن زيادة الدخل (النواتج المحلي الإجمالي، والدخل المتاح للإنفاق) تؤدي إلى زيادة استهلاك الكهرباء، والعكس صحيح. وتثبت هذه النتيجة أن الكهرباء تعد سلعة عادية من منظور الدخل، غير أنه من المهم ملاحظة وجود الاختلافات الكبيرة في مرونة الدخل بين المناطق، حيث تتراوح الفروق بينها من (0.7) في المنطقة الوسطى إلى (0.2) في المنطقة الشرقية، مما يدل على أهمية مراعاة الاختلافات في الدخل بحسب المنطقة عند تطوير السياسات الخاصة بقطاع الكهرباء.

تبين النتائج التي توصلنا إليها باختصار- خصائص العوامل المحددة الإقليمية للطلب على الكهرباء في المملكة العربية السعودية، وتمثل آثار السياسات التي تمت مناقشتها أعلاه مساهمتنا في مناقشة السياسات الحالية في المملكة العربية السعودية.

كما أن هناك مجالاً لإجراء المزيد من البحوث التي تقوم بتحليل الطلب الإقليمي على الكهرباء بحسب نوع المستهلك، مما يسمح لصنّاع السياسات بمعرفة أنواع المستهلكين المحركين للطلب على الكهرباء بحسب المنطقة، وتوضيح سلوك الطلب.

تناولنا في هذه الدراسة تأثير الأسعار والدخل والسكان (مؤشرات التأثيرات الديموغرافية) على طلب الكهرباء في المناطق التشغيلية الوسطى، والشرقية، والجنوبية، والغربية للشركة السعودية للكهرباء، وتعتبر هذه الدراسة على حد علمنا أول دراسة للسلسلة الزمنية تبحث في العوامل المحددة للطلب الإقليمي على الكهرباء في المملكة العربية السعودية. وتظهر النتائج التي توصلنا إليها أن الكهرباء تعد سلعة عادية من منظور السعر والدخل في جميع المناطق، وأن النمو السكاني يؤثر إيجاباً على طلب الكهرباء.

ومن ناحية أخرى تظهر النتائج التجريبية أن تقديرات مرونة الأسعار الإقليمية على المدى الطويل تبلغ حوالي (-0.5) في ثلاث مناطق و(-0.1) في منطقة واحدة، مما يقودنا إلى الاستنتاج بأن التغييرات في أسعار الكهرباء تعتبر إشارة سوقية فعالة ولها تأثير على طلب الكهرباء.

تساعد الاختلافات الإقليمية في المرونة صنّاع السياسات على فهم التأثير الإقليمي المحتمل للتغييرات في أسعار الكهرباء، بالإضافة إلى أن التأثيرات الإقليمية التي تم تقديرها للتغييرات في أسعار الكهرباء تمكّنهم من تحقيق التوازن بين الرغبة في تشجيع استهلاك الكهرباء بكفاءة- من خلال التحول إلى نظام تسعير قائم على السوق بأسعار أعلى- والتأثير السلبي لزيادة الأسعار، وسيطلب تحقيق ذلك التوازن من صنّاع السياسات تحديد المستوى المناسب من الدعم الأسري والصناعي اللازم لتخفيف التأثير السلبي لتغييرات الأسعار.

يتطلب التأثير القوي للسكان على الطلب الإقليمي للكهرباء من الحكومات إيلاء اهتمام خاص بالسياسات التي تؤثر على التوزيع الكلي والإقليمي للسكان، التي تؤثر بدورها على التوزيع الكلي والإقليمي للطلب على الكهرباء، ويعتبر ذلك أمراً بالغ الأهمية للتخطيط الفعال لشبكات التوليد، والنقل، والتوزيع في جميع أنحاء المملكة. وتعد رسوم العمالة الوافدة التي تم فرضها مؤخراً مثلاً على السياسات التي لديها القدرة على تغيير ديناميكيات السكان الحالية.

¹ سيوفر التحليل الإقليمي لكل فئة من فئات مستهلكي الكهرباء مزيدًا من التحليلات حول تأثير ارتفاع أسعار الكهرباء على الفئات المختلفة للمستهلكين، ويسمح باتباع نهج دعم أكثر استهدافًا، غير أنّ هذا يتجاوز نطاق تحليلنا. وتجدر الإشارة إلى أنّ المؤلفين يعملون حاليًا على هذا التحليل.

² تم تحويل قيم الأسعار الاسمية إلى أسعار حقيقية باستخدام معامل انكماش الناتج المحلي الإجمالي للمنطقتين الوسطى والجنوبية، ومؤشر أسعار المستهلك للمنطقتين الشرقية والغربية، اعتمادًا على السعر الانكماش الذي كانت نتائجه مهمه اقتصاديًا وذات دلالة إحصائية.

- Alabbas, Nabeel, and Joseph Nyangon. 2016. "Weather-based Long-term Electricity Demand Forecasting Model for Saudi Arabia: A Hybrid Approach Using End-use and Econometric Methods for Comprehensive Demand Analysis." In *34th United States Association for Energy Economics/ International Association for Energy Economics North American Conference, Tulsa, Oklahoma, October 23-26*.
- Al-Faris, Abdul Razak F. 2002. "The Demand for Electricity in the GCC Countries." *Energy Policy* 30(2): 117-124. [https://doi.org/10.1016/s0301-4215\(01\)00064-7](https://doi.org/10.1016/s0301-4215(01)00064-7)
- Alrashed, Farajallah, and Muhammad Zahid Asif. 2014. "Trends in Residential Energy Consumption in Saudi Arabia with Particular Reference to the Eastern Province." *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems* 2(4): 376-387. <https://doi.org/10.13044/j.sdewes.2014.02.0030>
- Alyamani, Ryan, Abdulelah Darandary, Jeyhun I. Mikayilov, and Fakhri J. Hasanov. 2019. Residential Electricity Price Reforms: Are Different Income Groups and Regions Impacted Equally? KAPSARC. <https://www.kapsarc.org/research/publications/residential-electricity-price-reforms-are-different-income-groups-and-regions-impacted-equally/>.
- Al-Sahlawi, Mohammed A. 1999. "Electricity Planning with Demand Estimation and Forecasting in Saudi Arabia." *Energy Studies Review* 9:82-88. <https://doi.org/10.5547/issn0195-6574-ej-vol11-no1-10>
- Atalla, Tarek, and Lester Hunt. 2016. "Modelling Residential Electricity Demand in the GCC Countries." *Energy Economics* 59:149-158. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.07.027>
- Beenstock, Michael, and Alan Dalziel. 1986. "The Demand for Energy in the U.K.: A General Equilibrium Analysis." *Energy Economics* 8(2): 90-98. [https://doi.org/10.1016/0140-9883\(86\)90033-2](https://doi.org/10.1016/0140-9883(86)90033-2)
- Campos, Julia, Neil R. Ericsson, and David F. Hendry. "General-to-specific modeling: an overview and selected bibliography." FRB International Finance Discussion Paper 838 (2005). <https://doi.org/10.17016/ifdp.2005.838>
- Chang, Hui. S. 1977. "Functional Forms and the Demand for Meat in the United States." *Review of Economics and Statistics* 59:355-9. <https://doi.org/10.2307/1925054>
- . 1980. "Functional Forms and the Demand for Meat in the United States: A Reply." *Review of Economics and Statistics* 62:148-50. <https://doi.org/10.2307/1924287>
- Chang, Hui S., and Yu Hsing. 1991. "The Demand for Residential Electricity: New Evidence on Time-Varying Elasticities." *Applied Economics* 23:1251-1256. <https://doi.org/10.1080/00036849100000165>
- Chang, Yoosoon, Yongkok Choi, Chang S. Kim, Isaak Miller, and Joon Y. Park. 2016. "Disentangling Temporal Patterns in Elasticities: A Functional Coefficient Panel Analysis of Electricity Demand." *Energy Economics* 60:232-243. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.10.002>
- Diabi, Ali 1998. "The Demand for Electric Energy in Saudi Arabia: An Empirical Investigation." *OPEC Review* 22(1): 13-29. <https://doi.org/10.1111/1468-0076.00039>
- Dickey, David A, and Wayne F. Fuller. 1981. "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root." *Econometrica* 49:1057-72. <https://doi.org/10.2307/1912517>
- Doornik, Jurgen A. 2009. "Autometrics." Chapter 4 in *The Methodology and Practice of Econometrics: A Festschrift in Honour of David F. Hendry*, edited by J. L. Castle and N. Shephard, 88-121. Oxford: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199237197.003.0004>
- Doornik, Jurgen A., and David F. Hendry. 2009. *Modelling Dynamic Systems: PcGive 13*. London: Timberlake Consultants Press.
- . 2018. *Empirical Econometric Modelling, PcGive 15*. London: Timberlake Consultants Ltd.
- Eltony, Mohammed N., and Yousuf H. Mohammad. 1993. "The Structure of Demand for Electricity in the Gulf Cooperation Council Countries." *Journal of Energy Development* 18(2): 213-221.
- Engle, Robert F., and Clive W. J. Granger. 1987. "Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing." *Econometrica* 55:251-276. <https://doi.org/10.2307/1913236>
- Hasanov, Fakhri J., Cihan Bulut, and Elchin Suleymanov. 2017. "Review of energy-growth nexus: A panel analysis for ten Eurasian oil exporting countries." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 73, 369-386. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.140>

- Hasanov, Fakhri J. 2019. "Theoretical Framework for Industrial Electricity Consumption Revisited: Empirical Analysis and Projections for Saudi Arabia." KAPSARC Discussion Paper. <https://doi.org/10.30573/ks--2019-dp66>
- Hendry, David F., Soren Johansen, and Carlos Santos. 2008. "Automatic Selection of Indicators in a Fully Saturated Regression." *Computational Statistics* 33:317-335; erratum, 337-339. <https://doi.org/10.1007/s00180-008-0112-1>
- General Authority for Statistics (GaStat). 2018. "Household Income and Expenditure Survey, 2018." Accessed January 14, 2020. <https://www.stats.gov.sa/en/37>.
- . 2018. "Gross Domestic Product." <https://www.stats.gov.sa/en/823>
- Jun Hagihara, 2013. "Saudi Arabia's Domestic Energy Situation and Policy: Focusing on Its Power Sector." *Kyoto Bulletin of Islamic Area Studies* 6:107-135.
- Karanfil, Fatih, and Yuanjing Li. 2015. "Electricity Consumption and Economic Growth: Exploring Panel-specific Differences." *Energy Policy* 82:264-277. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.12.001>
- Liddle, Brantley, and Sidney Lung. 2010. "Age Structure, Urbanization, and Climate Change in Developed Countries: Revisiting STIRPAT for Disaggregated Population and Consumption-related Environmental Impacts." *Population and Environment* 31(5): 317-343. <https://doi.org/10.1007/s11111-010-0101-5>
- Lopez-Ruiz, Hector G., Jorge Blazquez, and Fakhri Hasanov . 2019. "Estimating the Saudi Arabian Regional GDP Using Satellite Nighttime Light Images." KAPSARC Discussion Paper.
- Matar, Walid. 2017. "A Look at the Response of Households to Time-of-use Electricity Pricing in Saudi Arabia and Its Impact on the Wider Economy." *Energy Strategy Reviews* 16:13-23. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2017.02.002>
- Matar, Walid, and Murad Anwer. 2017. "Jointly Reforming the Prices of Industrial Fuels and Residential Electricity in Saudi Arabia." *Energy Policy* 109:747-756. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.07.060>
- Mohammadi, Hassan, and Modhurima Amin. 2015. "Long-run Relation and Short-run Dynamics in Energy Consumption–Output Relationship: International Evidence from Country Panels with Different Growth Rates." *Energy Economics* 52:118-26. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.09.012>
- Narayan, Paresh K., and Russell Smyth. 2009. "Multivariate Granger Causality between Electricity Consumption, Exports and GDP: Evidence from a Panel of Middle Eastern Countries." *Energy Policy* 37(1): 229-236. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.08.020>
- National Industrial Development and Logistics Program (NIDL). 2019. Accessed September 11, 2019. <https://vision2030.gov.sa/en/programs/NIDL> ().
- Park, Joon Y. 1990. "Testing for Unit Roots and Cointegration by Variable Addition." In *Advances in Econometrics*, Vol. 8, edited by G. F. Rhodes and T. B. Fomby, 107-133. Greenwich, CT: JAI Press.
- . 1992. "Canonical Cointegrating Regressions." *Econometrica* 60:119-143. <https://doi.org/10.2307/2951679>
- Phillips, Peter B., and Bruce E. Hansen. 1990. "Statistical Inference in Instrumental Variables Regression with I(1) Processes." *Review of Economic Studies* 57:99-125. <https://doi.org/10.2307/2297545>
- Saikkonen, Pentti. 1992. "Estimation and Testing of Cointegrated Systems by an Autoregressive Approximation." *Econometric Theory* 8(1): 1-27. <https://doi.org/10.1017/s0266466600010720>
- Salahuddin Mohammad, Jeff Gow, and Ilhan Ozturk. 2015. "Is the Long-run Relationship between Economic Growth, Electricity Consumption, Carbon Dioxide Emissions and Financial Development in Gulf Cooperation Council Countries Robust?" *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 51:317-26. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.005>
- Saudi Arabian Monetary Authority (SAMA). 2019. "Annual Statistics: Cost of Living Index by Divisions." <http://www.sama.gov.sa/en-US/EconomicReports/Pages/YearlyStatistics.aspx>.
- Stock, James H., and Mark W. Watson. 1993. "A Simple Estimator of Cointegrating Vectors in Higher Order Integrated Systems." *Econometrica* 61:783-820. <https://doi.org/10.2307/2951763>

نبذة عن المؤلفين

جيهن ميكايوف

زميل باحث في مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك)، وتشمل اهتماماته البحثية الأساسية على سبيل المثال لا الحصر: الاقتصاد القياسي التطبيقي للسلاسل الزمنية، واقتصاديات الطاقة والبيئة والتنمية المستدامة. وهو حاصل على درجة الدكتوراه في الرياضيات التطبيقية.



فخري حاسانوف

زميل باحث يتولى إدارة مشروع نموذج "كابسارك" الاقتصادي القياسي المخصص للطاقة العالمية، وتتعدد اهتماماته وخبراته البحثية ما بين نمذجة الاقتصاد القياسي والتنبؤ به، وإنشاء نماذج الاقتصاد القياسي الكلي واستخدامها لأغراض السياسة العامة واقتصاديات الطاقة، مع التركيز بصفة خاصة على دراسة البلدان الغنية بالموارد الطبيعية. وهو حاصل على درجة الدكتوراه في الاقتصاد.



وحيد أولغنجو

مدير التحليل التقني والاقتصادي بقسم السياسات والتخطيط الاستراتيجي في وزارة الطاقة بالمملكة العربية السعودية، وهو حاصل على درجة الدكتوراه في الاقتصاد.



محمد الدثهري

يشغل منصب رئيس تخطيط الشبكة بإدارة تخطيط التشغيل والتوليد في الشركة السعودية للكهرباء، وهو حاصل على درجة الماجستير في الهندسة.



نبذة تعريفية عن المشروع

يتمثل الهدف من مشروع نموذج "كابسارك" الاقتصادي القياسي المخصص للطاقة العالمية التابع لمركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (KGEMM) في تطوير أداة لتحليل السياسات المحلية، تتناول بالدراسة آثار السياسات المحلية، والصدمات العالمية في الطاقة والاقتصاد على المملكة العربية السعودية. وعادة ما تركز النماذج المتاحة بصفة عامة على الاقتصاد العالمي والمساهمين الرئيسيين في الناتج المحلي الإجمالي العالمي، وذلك باستخدام التمثيل المبسط للاقتصادات الرئيسة المصدرة للنفط والغاز بما فيها المملكة العربية السعودية بغية جذب تدفقات الطاقة إلى النظام العالمي.

يقوم المشروع بتطوير وتحسين النموذج الموضح أعلاه للأغراض التالية:

تقديم تمثيل أفضل للاقتصاد السعودي من خلال مراعاة الحقائق النمطية له.

تزويد فريق البحث في مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك) وأصحاب المصلحة بنموذج للاقتصاد الكلي القياسي، الذي يتميز بقدرته على تقييم آثار خيارات السياسات المختلفة -إصلاحات أسعار الطاقة وتغيرات السياسة المالية وخلافها- على اقتصاد المملكة العربية السعودية، ويتمتع هذا النموذج أيضاً بالقدرة على تحليل الوضع الراهن والمسارات المستقبلية لمؤشرات الاقتصاد الكلي القياسي ومؤشرات الطاقة.



www.kapsarc.org