

موازنة أسواق النفط العالمية وفهم حالة الاستلام المؤجل (الكونتانجو) والمخزونات: الطبيعة المتغيرة لأسواق النفط العالمية

جينيفر كونسيدين، وعبدالله الدايل

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.

النقاط الرئيسية

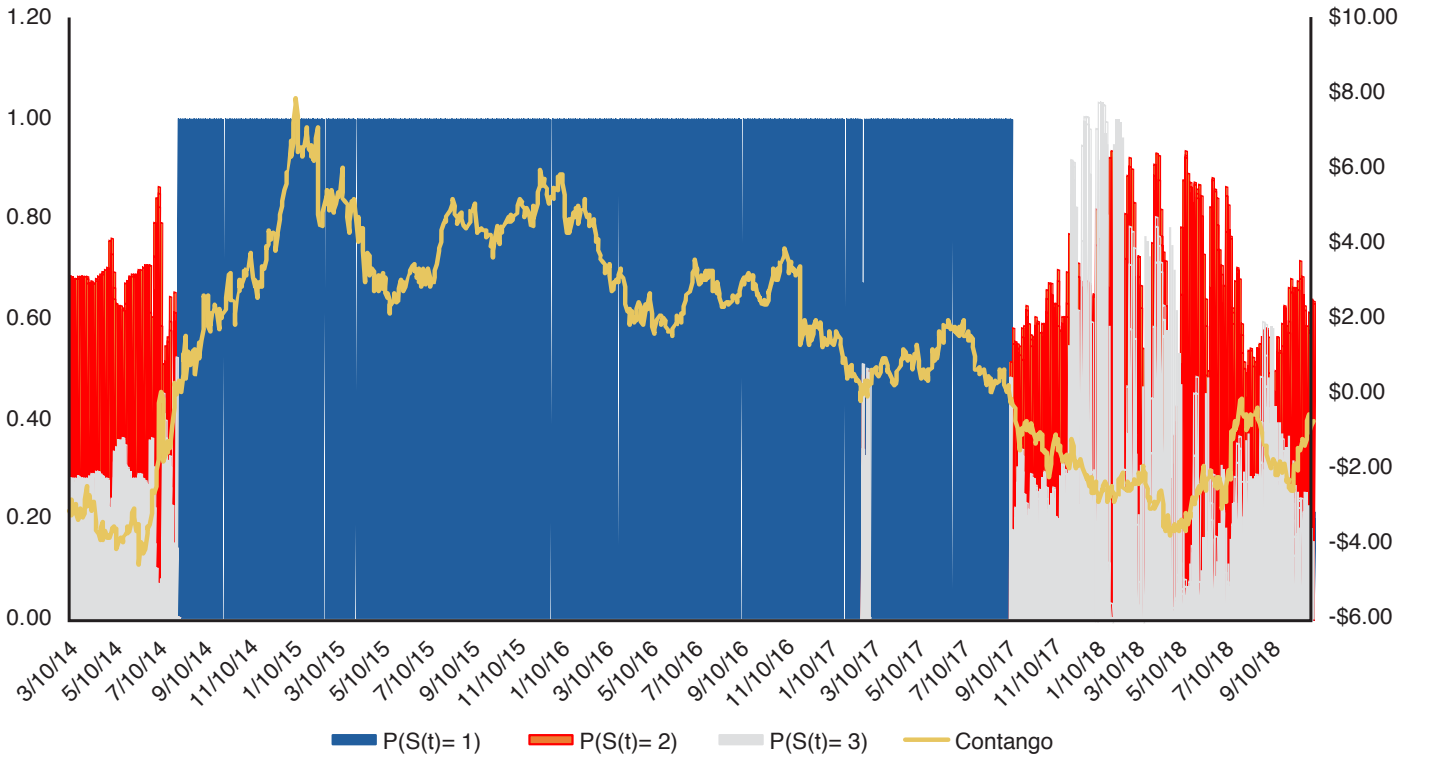
بالنظر إلى الطبيعة المتقلبة لأسواق النفط العالمية وحساسيتها تجاه الصدمات الجيوسياسية والاقتصادية، فإنه في أي وقت قد يكون هناك سوق نفط متوازن، أو فائض، أو نقص في إمدادات النفط الخام. ويمكن أن يؤدي اقتراح وجود تغيرات في العرض والطلب والمخزونات النفطية في هذه البيئة الديناميكية إلى حدوث ردة فعل للسعر وإعادة موازنة لاحقة لأسواق النفط العالمية.

تبحث هذه الورقة في العلاقة الديناميكية بين فارق أسعار العقود الآجلة والأسعار الفورية -الأساس- والمخزونات. صمم الأساس على أنه عملية ماركوف للتحويل بناءً على الحالة الراهنة، مما يساعد على تحديد عدد الأنظمة التي تحكم ديناميكيات مخزونات النفط العالمية وهيكل السوق. وتظهر نتائجنا أن هناك ثلاث حالات منفصلة للسوق، وهي الاستلام المؤجل (الكونتانجو)، والميل إلى التراجع، والتراجع الحاد (الرسم البياني 1).

يؤكد التحليل على النظرية العامة للتخزين والتي تشير إلى وجود علاقة إيجابية بين مستوى الاستلام المؤجل والمخزونات.

إن للتغيرات في مخزونات النفط الخام تأثير بالغ على هيكل السوق عندما تكون الأسعار في حالة تراجع. ويتمشى هذا مع النظرية التقليدية للتخزين التي تتوقع أنه إذا كانت المخزونات في حالة شح الإمداد، سيزيد انخفاض المخزونات من عائد الملاءمة، مما يؤدي إلى انخفاض أسعار العقود الآجلة وحدث تحركات كبيرة في الأساس.

الرسم البياني 1. احتمالية التواجد في حالة معينة مقابل مستوى الاستلام المؤجل.



Where $P(S(t))$ is the filtered probability of being in regime t , for $t=1,2$ and 3 .

Note: The filtrations are used to model the information that is available at a given point in time.

المصدر: حسابات كابسارك، 2019م.

عندما تكون المخزونات عند مستويات منخفضة بما فيه الكفاية، تكون الأسعار متقلبة، ويمكن أن تكون علاوة المخاطرة أعلى من عائد الملاءمة، مما يؤدي إلى إيجاد علاقة سلبية بين الاستلام المؤجل والمخزونات. وبعبارة أخرى، يمكن أن تزيد المخزونات عندما ينخفض مستوى الاستلام المؤجل.

يُظهر سوق النفط التقلب الأكبر خلال فترات التراجع الحاد؛ ويعزى ذلك إلى ارتباط الميل إلى التراجع عمومًا بالمخزونات المتوفرة في الوقت المناسب أو انخفاض مستويات التخزين، ويمكن أن يكون حساسًا تجاه الصدمات أو التطورات الجديدة في الأسواق.

وتشير النتائج إلى أن أوبك تقوم بدور كبير في موازنة أسواق النفط العالمية، ويمكن أن تؤدي زيادة حصص الإنتاج عندما تكون مستويات المخزون منخفضة إلى انخفاض الأسعار الفورية، مما يعيد الأسعار إلى حالة الاستلام المؤجل ويمنع الفترات العصيبة لتقلب الأسعار والميل إلى التراجع.

المؤجل 3.20 دولارًا أمريكيًا للبرميل.

- يكون التوزيع منحرفًا بصورة إيجابية بسيطة ولكنه عام.
- يكون قلب السوق متوسطًا.

الميل إلى التراجع:

- يكون الأساس سالبًا، وتبلغ قيمة وضع الميل إلى التراجع 2.43- دولارًا أمريكيًا للبرميل.
- يكون التوزيع منحرفًا بصورة سلبية بسيطة ولكنه عام.
- يكون قلب السوق منخفضًا.

التراجع الحاد:

- يكون الأساس سالبًا، وتبلغ قيمة وضع التراجع الحاد 2.67- دولارًا أمريكيًا للبرميل.
- يكون التوزيع منحرفًا بصورة إيجابية.
- يكون قلب السوق عاليًا.

يؤكد التحليل النظرية العامة للتخزين (Fama and French 1987) التي تشير إلى العلاقة السلبية بين قيمة خيارات فارق السعر للتخزين والمخزونات. وتشير النتائج التجريبية لهذه الدراسة إلى أن هيكل السوق حساس تجاه مستويات المخزون، وأن للتغيرات في مخزونات النفط الخام تأثير بالغ على هيكل السوق عندما تكون المخزونات في حالة ميل إلى التراجع. ويتوافق ذلك مع النظرية التقليدية للتخزين التي تتوقع أن يؤدي انخفاض المخزونات إلى زيادة عائد الملاءمة، مما ينتج انخفاضًا في أسعار العقود الآجلة بالنسبة إلى الأساس والتحركات الكبيرة فيه.

تشير النظرية العامة للتخزين إلى أن مستوى المخزونات يعتبر العامل الرئيس في تحديد هيكل منحني العقود الآجلة للنفط -أو الأساس- بمرور الوقت. ويمثل الأساس الاختلاف ما بين سعر النفط في سوق العقود الآجلة وسعر النفط في السوق الفورية. ويتبع باعتباره مؤشرًا لتحركات السعر مستقبلاً ديناميكية مختلفة عندما تكون المخزونات في حالة شح أو فائض في العرض. ويعني ذلك أن هناك العديد من حالات السوق المختلفة التي تعكس أحوال سوق النفط الخام الأساسية المختلفة.

يتناول هذا البحث الطبيعة المتغيرة لحالات السوق وتأثيراتها على صنّاع السياسة. وسوف نجيب عن الأسئلة التالية:

ما خصائص السوق التي تحدد حالة السوق التي نعيشها؟ وهل هناك أكثر من حالة سوق تحكم التغيرات في مستوى مخزونات النفط الخام؟ وهل هناك مسار مستقر بين حالات السوق المختلفة؟

ما مدى زيادة أو انخفاض المخزونات حتى يمكننا القول بأن الأسواق مستقرة؟

نستخدم عملية ماركوف للتحويل بناءً على الحالة الراهنة لنمذجة العلاقة المعقدة بين مخزونات النفط الخام العالمية وهيكل السوق. ويُعرّف "هيكل السوق" في هذه الدراسة بأنه الأساس والدرجة المقابلة للاستلام المؤجل أو الميل إلى التراجع في السوق. وتظهر النتائج أن هناك ثلاث حالات مختلفة ومحددة للسوق تحكم التغيرات المحتملة في مستوى مخزونات النفط الخام وهي الاستلام المؤجل، والميل إلى التراجع، والتراجع الحاد.

وتتمثل خصائصها الرئيسة فيما يلي:

الاستلام المؤجل:

- يكون الأساس موجبًا، وتبلغ قيمة وضع الاستلام

علاقة إيجابية ما بين المخزونات وقيمة خيارات فارق السعر (هيكل السوق). وتشير نتائج هذا البحث إلى أن أوبك تقوم بدور كبير في موازنة أسواق النفط العالمية. ويمكن أن تؤدي زيادة حصص الإنتاج -عندما تكون مستويات المخزونات منخفضة- إلى انخفاض الأسعار الفورية، مما يعيد الأسعار إلى حالة الاستلام المؤجل ويمنع الفترات العصيبة لتقلب الأسعار والميل إلى التراجع في أسواق النفط.

ملاحظة: عرّف مصطلح هيكل السوق بأنه الأساس والدرجة المقابلة للاستلام المؤجل أو الميل إلى التراجع؛ وذلك لتحقيق الغرض من هذه الدراسة.

ويمكن تحديد ما إذا كان هناك مسار مستقر بين حالات السوق من خلال البحث المفصل في احتمالات التحول. فعندما تكون السوق في حالة ميل إلى التراجع، فإن انعكاس اتجاه السعر -وتحديدًا الزيادة في مستوى الاستلام المؤجل- يؤدي إلى زيادة احتمالية التحول من حالة الميل إلى التراجع إلى التراجع الحاد والتقلب العالي. ويشير ذلك -إلى جانب التقلب الحاد في أسعار النفط والفترة الزمنية الوجيهة المستغرقة في التراجع الحاد- إلى أن التحول إلى التراجع الحاد يعتبر شديد التقلب.

وعندما تكون المخزونات عند مستويات منخفضة بما يكفي وتكون الأسعار متقلبة، يمكن أن تكون علاوة المخاطرة أكبر من عائد الملاءمة، مما يؤدي إلى إيجاد

النفط الخام عبر الزمن وفي مختلف حالات السوق (Considine, Galkin and Aldayel, 2020). ويتطرق هذا البحث إلى الطبيعة المتغيرة لهذه العلاقات وتأثيراتها على صناعات السياسة. ونستخدم عدة سيناريوهات لتغيرات السوق -فرط العرض أو الطلب- للإجابة عن الأسئلة التالية:

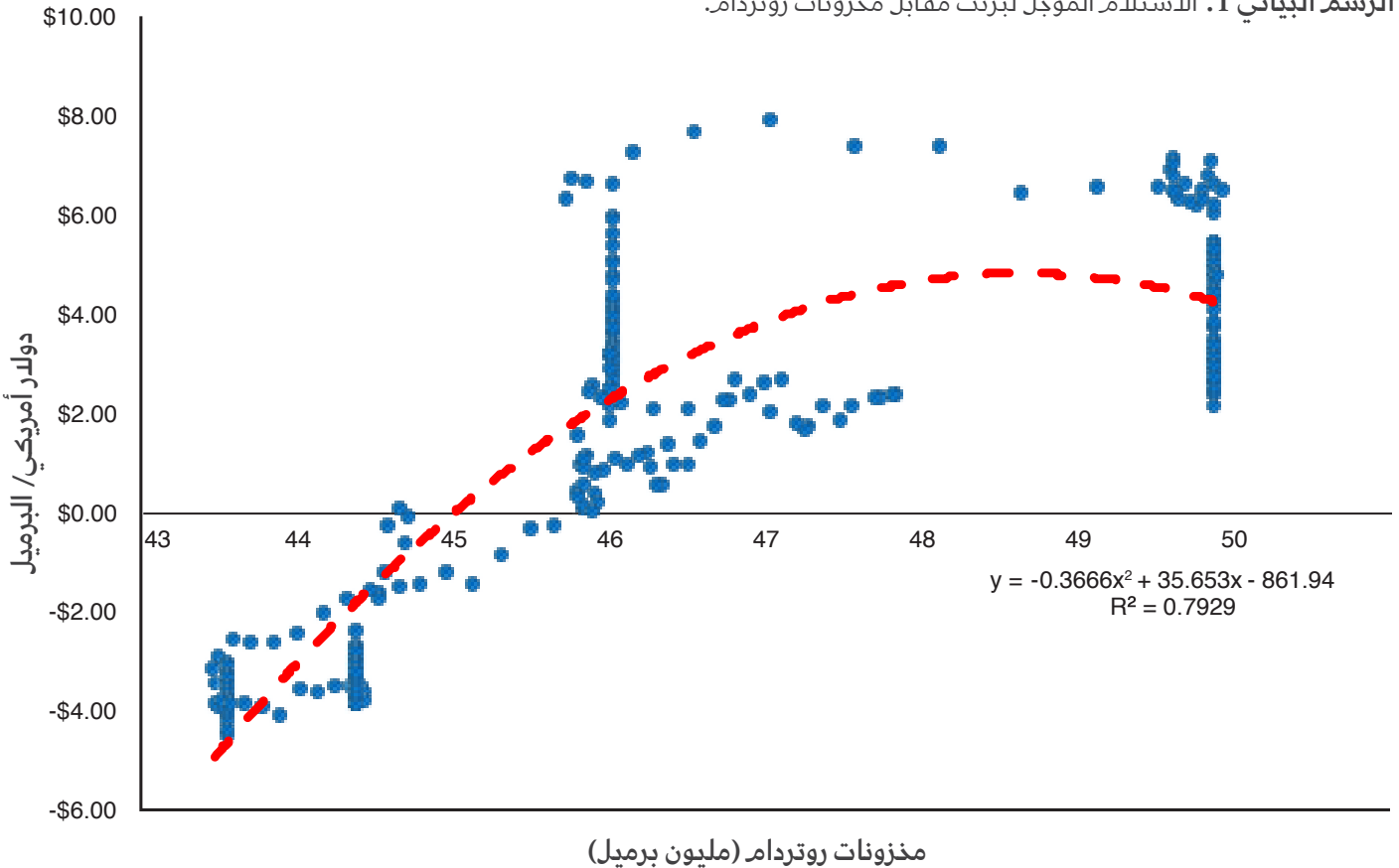
ما الخصائص التي تحدد حالة السوق التي نعيشها؟ وهل هناك أكثر من حالة للسوق تحكم التغيرات المحتملة في مخزونات النفط الخام؟ وهل هناك مسار مستقر بين حالات السوق المختلفة؟

ما مدى زيادة أو انخفاض مخزونات النفط الخام حتى يمكننا القول بأن الأسواق مستقرة؟

بالنظر إلى الطبيعة المتقلبة لأسواق النفط وحساسيتها تجاه الصدمات الجيوسياسية والاقتصادية، فإنها قد تكون في وقت معين جيدة التوازن، أو يكون لديها فائض أو نقص في العرض. ويمكن لمقترح التغيرات في حركتي العرض والطلب على النفط والمخزونات في هذه البيئة الديناميكية أن يحدث ردة فعل للسعر، وإعادة موازنة لاحقة لأسواق النفط العالمية. وتعتبر العواقب المحتملة لأي اضطراب اقتصادي أو سياسي محدد غير واضحة، ويبدو أنها تعتمد على أحوال السوق والطبيعة الفعلية لصدمة العرض أو الطلب في ذلك الوقت.

ويوضح الرسم البياني (1) العلاقة النوعية بين هيكل السوق، والاستلام المؤجل، ومخزونات

الرسم البياني 1. الاستلام المؤجل لبرنت مقابل مخزونات روتردام.



خط الاتجاه المتوقع: الاستلام المؤجل = y ، مخزونات = x ، عدد الملاحظات = 550، $R^2=0.386$. تمثل هذه العينة بيانات الأقمار الصناعية اليومية للفترة ما بين 2014/03م و2018/10م، $y = -5E-12x^2 + 1E-05x - 6.7599$. تم اختيار خط الاتجاه (المنحنى) لتقديم أفضل ما يتناسب مع البيانات. المصدر: بيانات الأقمار الصناعية لشركة أوربيتال إنسايتس، وبلومبيرغ، وحسابات كابسارك.

ونختبر أيضًا ما إذا كان لمستوى مخزونات النفط الخام أي تأثيرات على احتمالية دخول أسواق النفط العالمية في إحدى الحالات الثلاث والبقاء فيها.

تنقسم الدراسة إلى ثلاثة أقسام. يقدم الأول " هيكل السوق ومخزونات النفط الخام: علاقة معقدة" موجزًا عن نظرية التخزين المعاصرة، ومراجعة للمؤلفات العلمية.

ويصف الثاني " البيانات والمنهجية" البيانات المستخدمة في التحليل وبناء المتغيرات الرئيسية، بما فيها مستوى المخزونات، وهيكل السوق، وقيمة خيارات فارق السعر.

ويعرض الثالث " النتائج التجريبية" نتائج التحليل الإحصائي واختبارات المتانة. ومن ثم تلخص الخاتمة النتائج، وتحدد المجالات لإجراء البحوث المستقبلية.

تشير النظرية العامة للتخزين إلى أن مستوى المخزونات يعتبر عاملاً رئيسًا لتحديد هيكل السوق -أو الأساس- بمرور الوقت. ومن المتوقع أن يتبع سعر الظل للمخزونات أو الأساس ديناميكية مختلفة عندما يكون هناك شح في عرض المخزونات، مما يشير إلى عدد من الحالات المختلفة التي تعكس مختلف الأحوال الأساسية على أسواق النفط الخام.

يتناول هذا البحث العلاقة الديناميكية بين أسعار العقود الآجلة، وفرق السعر الفوري (الأساس)، ومخزونات النفط الخام. وتتم نمذجة الأساس على أنه عملية ماركوف للتحويل بناءً على الحالة الراهنة التي تساعد في تحديد عدد الحالات التي تحكم ديناميكيات مخزونات النفط العالمية وهيكل السوق.

تعرف هذه الدراسة مصطلح 'هيكل السوق' بأنه الأساس والدرجة المقابلة من الاستلام المؤجل أو الميل إلى التراجع. ويعكس هذا التعريف فرضية كفاءة السوق التي تنص على أن أسعار الأسواق الفورية والآجلة تعكس بالكامل جميع المعلومات المتوفرة حول سلعة ما، بما في ذلك جميع العوامل المؤثرة في العرض، والطلب، ومستوى المنافسة في السوق.

وسعر الظل عبارة عن مصطلح مستخدم في علم الاقتصاد للإشارة إلى سعر عنصر ما لا يتم تسعيره أو بيعه بالضرورة في السوق، أو عندما يكون سعر عنصر ما غير واضح. ويستخدم لتقييم الأصول غير الملموسة أو الكشف عن السعر الحقيقي لسلعة غير معروفة في الوقت الراهن ويصعب حسابها، مثل التخزين. وتتم معظم صفقات حفظ المخزونات من خلال عقود أو اتفاقيات ثنائية لا تنشر للعامة.

هيكل السوق ومخزونات النفط الخام: علاقة معقدة

الملاءمة مع انخفاض مستويات المخزون ولكن بمعدل متناقص. وعندما تكون المخزونات في حالة شح وندرة، فمن المرجح أن تكون عائدات الملاءمة الهامشية أعلى من عائدات الملاءمة، وسيكون الأساس سلبياً (ميل إلى التراجع). ومع ارتفاع مستوى المخزونات، تنخفض عائدات الملاءمة لتصل إلى مستويات أقل من تكلفة النقل، ويصبح الأساس إيجابياً (الاستلام المؤجل) (Fattouh 2009; Pindyck 2004).

فعندما يكون النفط الخام ضرورياً لإنتاج البنزين في المصافي -على سبيل المثال- تصبح هناك علاقة سلبية بين مستوى المخزونات وعائد الملاءمة الهامشي، للاحتفاظ بالبرميل العيني -المادي- للنفط. وعندما تكون المخزونات مرتفعة، ستكون إمدادات النفط الخام جاهزة ومتوفرة لإنتاج البنزين. ويعكس هذا عدم ملاءمة الاحتفاظ بالبراميل العينية -المادية- عندما توشك صهاريج التخزين على الوصول إلى طاقتها الاستيعابية الكاملة. وتمثل عائدات الملاءمة مجمل هذه العلاقة لجميع الشركات في الصناعة.

جرى توثيق العلاقة بين هيكل السوق ومخزونات النفط الخام بشكل جيد. وبحسب النظرية التقليدية للتخزين -وفي ظل الأحوال الطبيعية للسوق- فإنه عندما يكون سوق النفط الخام متوازناً، تكون الأسعار عموماً في حالة الاستلام المؤجل. ويمثل السعر الذي تزيد به العقود الآجلة عن السعر الفوري تكاليف تخزين سلعة ما، بما في ذلك تكاليف المستودعات، وتكاليف الفائدة المهدرة، وعائد الملاءمة للمخزونات (Fama and French 1987). وعندما لا يكون هذا هو الحال، ويتم تداول أسعار العقود الآجلة دون السعر الفوري، يمكن القول بأن السوق في حالة ميل إلى التراجع. وتحفظ الشركات بمخزونات محدودة أو متوفرة في الوقت المناسب وتميل إلى زيادة الإنتاج لتلبية الطلب (Working 1933; Brennan 1958; Telser 1958).

وباختصار، تتنبأ النظرية التقليدية للتخزين بوجود علاقة إيجابية بين المخزونات والأساس (أو تكلفة النقل)، أو وجود علاقة سلبية بين عائدات الملاءمة الهامشية والمخزونات. وتعتبر العلاقة ديناميكية وتتغير بحسب الظروف في أسواق النفط العالمية. وتنخفض عائدات

العائد الميسر: فائدة -أو تكلفة- تعود إلى مالك الأصل العيني -المادي- مثل برميل النفط الخام، لا لعقد آجل. ويعكس ملاءمة امتلاك السلعة المادية، التي تعتبر مدخلاً لإنتاج سلعة أخرى مثل البنزين، أو لتلبية الزيادة غير المتوقعة في الطلب. ويمكن للعائد أن يعكس قدرة المنتجين على الوفاء بالالتزامات التعاقدية وتقليل الاضطرابات الناتجة عن صدمات العرض، من بين مزايا أو تكاليف أخرى.

تشير تكلفة النقل إلى إجمالي التكاليف المتكبدة نتيجة الاحتفاظ بالنفط الخام في وحدة تخزين أو صافي عائد نقل الأصل الأساسي. وتشمل تكلفة النقل المصروفات المادية لتخزين سلعة في فترة زمنية معينة، إضافة إلى التكاليف التي تشمل الفوائد على السندات، وحسابات الوساطة، والقروض، وتكاليف الفرص البديلة المصاحبة للعقد.

هيكل السوق ومخزونات النفط الخام: علاقة معقدة

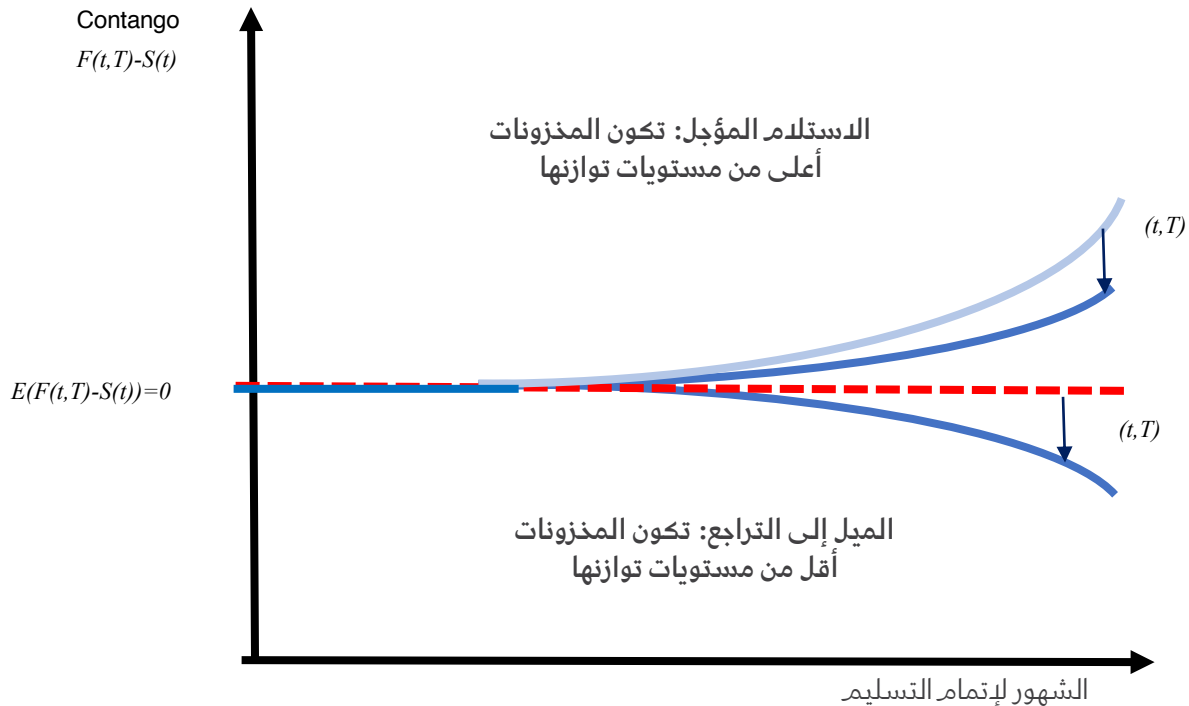
الاستلام المؤجل $F(t,T) - S(t)$ حتى تعود السوق إلى توازنها (Bailey and Chan 1993; Fama and French 1987). ويمكن توضيح الميل إلى التراجع من خلال حصول مشتري العقود الآجلة على علاوة مخاطرة إيجابية عندما يتم تداول أسعار العقود الآجلة دون السعر الفوري.

يمكن توسعة النظرية لتشمل تأثيرات التحوط من مخاطر سعر السلع وتكاليف التخزين. فعندما يكون التخزين باهظ الثمن، يمكن للوكلاء الاقتصاديين خفض مستوى الخطر بامتلاك عقود شراء النفط الخام بغرض التحوط. والتحوط بشكل فعال من تكاليف التخزين، بدلاً من بيع عقود بيع المخزونات. يشجع التحوط من تكاليف إنتاج النفط الخام على تحيز الأسعار إلى الأعلى، أو الاستلام المؤجل في سوق العقود الآجلة، بينما يشجع التحوط من ارتفاع تكاليف التخزين على تحيز الأسعار إلى الأسفل أو الميل إلى التراجع (Hirshleifer 1989).

وتشير نظرية بديلة إلى أن الأساس -الفرق بين سعر العقود الآجلة والسعر الفوري- يمكن تفسيره من حيث علاوة المخاطرة والتنبؤ بأسعار النفط الآجلة Bailey and Chan 1993. وتعكس علاوة المخاطرة جميع العوامل المنهجية المؤثرة في أسعار العقود الآجلة، بما فيها صدمات العرض والطلب، والمخاطر السياسية، وصافي ضغط التحوط Hicks 1939.

يوضح الرسم البياني (2) نظرية علاوة مخاطرة التخزين، فعندما يكون الفرق بين سعر العقود الآجلة والسعر الفوري $F(t,T) - S(t)$ أعلى من أفضل توقعات الصناعة للسعر الآجل $E(F(t,T) - S(t))$ ، بالإضافة إلى مقياس التعويض عن خطر الاحتفاظ برميل النفط أو العقد الآجل $\pi(t,T)$ ، عندها ستدفع لشراء برميل من الخام - في السوق المادية أو الآجلة- وستبيع بعقد آجل، وستكون المخزونات أعلى من مستويات توازنها. وسيعمل شراء النفط الفوري وبيع العقود الآجلة على خفض مستوى

الرسم البياني 2. نظرية علاوة مخاطرة التخزين.



المصدر: كابسارك 2019م.

أنه خيار توقيت ضمني. ويمكن للوكيل الاقتصادي الذي يمتلك عقد شراء للنفط الخام أن يقرر تخزين السلعة، حيث سيتم تسعيرها باعتبارها أصلًا عاديًا، وسيعكس السعر الآجل التكلفة الإجمالية للتخزين. ويمكن للوكيل بدلًا من ذلك أن يقرر استخدامها أو بيعها في السوق الفورية. ويتم تسعير السلعة في هذه الحالة باعتبارها سلعة استهلاكية، وسيعكس السعر الآجل العائد الميسر (Routledge, Seppi and Spatt 2000; Deaton and Laroque 1990).

وتشير هذه الصيغ مرة أخرى إلى أن مستوى المخزونات يعتبر العامل الرئيس لتحديد هيكل السوق -أو الأساس- بمرور الوقت. ومن المتوقع أن يتبع سعر الظل للمخزونات -أو الأساس- ديناميكية مختلفة عندما تكون المخزونات في حالة شح العرض، مما يشير إلى عدد من "أنظمة الأسعار" المختلفة التي تعكس الأحوال الأساسية المختلفة على أسواق النفط الخام. وتطرق Fattouh 2009 إلى هذا التأكيد في بحثه "اختلاف الأساس ودور المخزونات: أدلة من سوق النفط الخام" وتوصل إلى حالتين متميزتين للسوق. تتميز الأولى بتقلب أسعار منخفض عندما تكون السوق في حالة الاستلام المؤجل، وحالة بديلة تتميز بتقلب عال عندما تكون السوق في حالة الميل إلى التراجع (Fattouh 2009). وتعتمد هذه الطريقة على نهج نمذجة ماركوف للتحوّل الذي يمكن توسعته ليشمل الموسمية والقفزات في عملية تسعير العقود الآجلة مختلفة الاستحقاقات (Leonhardt, Ware and Zagst 2017).

وفي دراسة "نمذجة الديناميكيات غير الخطية لسوق عقود النفط الآجلة" الأحدث، يستخدم آيبن كوي نموذج ماركوف للانحدار الذاتي للتحوّل بهدف البحث في فترات الركود والنمو لأسواق العقود الآجلة للنفط. وتوصلت الدراسة إلى أن أسعار العقود الآجلة للنفط تتبع نمطًا لا خطيًا يمكن تقسيمه بدقة إلى ثلاث حالات متميزة (Koy 2017):

1. الميل الطفيف إلى التراجع، مع تقلب عال.

ويقترح Larson (1991) صيغة لا خطية مشابهة للنظرية، بافتراض أن يكون الأساس أو سعر الظل للمخزونات محددًا في المخزونات:

"مثلما يتضمن سعر خيار الشراء علاوة بناء على تقلب الأسعار، يتضمن سعر الظل للمخزونات علاوة تشتت مصاحبة لعنصر غير مخطط له من المخزونات. وعندما تكون مستويات المخزون منخفضة، تزيد قيمة العلاوة لتصل إلى نقطة يتم فيها الاحتفاظ بالمخزونات لمواجهة الانخفاض الكامل المتوقع للسعر". (Larson 1991).

وقد أظهرت عدد من الدراسات أن النهج القائم على الخيارات لنماذج تقييم التخزين يتفوق على التكلفة التقليدية لنماذج النقل وعائدات الملاءمة (Omura and West 2015). وتقوم هذه الدراسات بنمذجة العائد الميسر على أنه خيار مالي للشراء يمتلك قيمة في أوضاع السوق المعرّض لصدمات العرض (Milonas and Thomadakis 1997; Heinkel, Howe, and Hughes 1990). وكالسابق، تقدم القيمة الإيجابية للخيار التي تزيد مع التقلب تفسيرًا للميل إلى تراجع أسعار العقود الآجلة للنفط الخام (Heaney 2002; Sorensen 2002).

وفي حين تعتمد معظم هذه الدراسات على خيار فارق السعر الزمني، تشير الصيغة البديلة إلى أن نهج خيار فارق السعر القائم على المكان يُحسّن من دقة النماذج التي تحدد العلاقة الكمية بين هيكل السوق والمخزونات. ويرجع ذلك إلى أن هذه المنهجية تستخدم جميع المعلومات في المنحنيات الآجلة لكل خام منافس محتمل، وبالتالي دمج المزيد من المعلومات حول توقعات السوق، ومراعاة التقلب الضمني لأسعار السلعة في جميع سلاسل المنحنيات الآجلة. يرجى الرجوع إلى Con-sidine and Galkin 2019.

وقد تعرضت النظرية التقليدية للتخزين إلى النقد لكونها ناتجة عن تحليل اقتصادي قياسي بحت، بدلًا من النظرية الاقتصادية التقليدية ونماذج التحسين التنافسية. ويقوم نهج التوقعات العقلانية البديل بنمذجة العائد الميسر على

2. الاستلام المؤجل الطفيف، مع تقلب منخفض.

3. التراجع الحاد، مع تقلب عالٍ.

وفي حين أن جميع هذه الدراسات تشير - في الواقع - إلى وجود علاقة كمية محددة جيداً بين مستوى المخزونات والأساس، تعتبر الطبيعة الفعلية لهذه العلاقة غير واضحة، وقد تتغير في فترات زمنية مختلفة بحسب هيكل السوق في وقت التنبؤ.

يتناول هذا البحث العلاقة الديناميكية بين هيكل السوق والمخزونات باستخدام نهج خيار فارق السعر المكاني. ويستخدم نهج خيار فارق السعر مجموعة بيانات أكثر اكتمالاً، تشمل عدداً من منحنيات العقود الآجلة وتكاليف النقل لأنواع الخام المنافسة ذات الصلة، ونتيجة لذلك يمكن عرضه لتحسين دقة نماذج التخزين الكمية (Considine and Galkin 2019). وتمت نمذجة هيكل السوق -على غرار عملية ماركوف للتحويل- بناءً على الحالة الراهنة التي تسمح لنا بتحديد عدد الحالات التي تحكم ديناميكيات مخزونات النفط العالمية.

على كلتا مجموعتي البيانات من محطة بلومبيرغ (Bloomberg 2019). وكان تاريخ الانتهاء الذي وقع عليه الاختيار لخيارات فارق السعر شهرًا واحدًا من تاريخ التقييم.

حسبت تكاليف الشحن باستخدام أسعار الشحن الفورية الأسبوعية المستمدة من بحث كلاركسونز (2019) لناقلات النفط الخام التي تسير بمسارات متشابهة أو متطابقة. وتم استكمال تكاليف الشحن الأسبوعية الناتجة بالدولار الأمريكي للبرميل الواحد، للحصول على القيم اليومية باستخدام عملية ضرب الشريحة التكميلية في برنامج EViews. وبالنسبة لحسابات تكلفة النقل، استخدمنا بديل تكلفة رأس المال نفسه لتقدير عائد الملاءمة.

يرجى الرجوع إلى الملحقين (أ) و (د) للحصول على وصف مفصل لمصادر البيانات والمعادلات المستخدمة في التقديرات المحددة لهذه الدراسة.

يقدم هذا القسم وصفًا للبيانات المستخدمة في التحليل وبناء المتغيرات الرئيسية، بما في ذلك القياس البسيط للاستلام المؤجل، والمخزونات، وقيمة خيارات فارق السعر. ونعمل على تقدير هذه المتغيرات -المحركات الرئيسية لمخزونات النفط الخام- على أساس يومي لروتريدام ولأنواع الخام المنافسة من ثمانية مراكز تخزين عالمية واقعة في موانئ بحرية رئيسية، تشمل الفجيرة في الإمارات العربية المتحدة، وجام نجر في الهند، وكاغوشيما في اليابان، وميناء لوزيانا النفطي البحري في الولايات المتحدة الأمريكية، ونيغبو في الصين، وخليج سالدانها في جنوب أفريقيا، وميناء سنغافورة في دولة سنغافورة، وأولسان في كوريا الجنوبية. وبالنسبة لميناء لوزيانا النفطي البحري -حيث تتوفر معدلات التخزين اليومية- نضيف معدل التخزين الشهري في يوم معين إلى تكاليف التسليم. ويتضمن الملحق (أ) وصفًا أكثر تفصيلًا للمتغيرات الرئيسية، والاستلام المؤجل، ومستوى المخزونات، وقيمة الخيارات الحقيقية. يرجى الرجوع إلى (Considine and Galkin 2019)

تم استخدام قيم العقود الآجلة اليومية لشهرين وتسعة أشهر الخاصة بمعيار برنت لمتغير الاستلام المؤجل (Bloomberg 2019). وقامت شركة أوربيتال إنسايت بتوفير بيانات المخزون اليومية (2019).

وتم الحصول على كل من الأسعار الفورية لجميع أنواع الخام المستخدمة في التحليل من محطة بلومبيرغ (Bloomberg 2019)، وتكاليف الشحن من بحث كلاركسونز (2019). وقمنا بتطبيق العديد من أسعار فائدة البنوك المركزية الوطنية، السارية اعتبارًا من يوم معين لفترة التقدير -من 21 ديسمبر 2015م وحتى 25 يناير 2019م- كبديل لتكلفة رأس المال. وتم الحصول على هذه الأسعار من مواقع البنوك المركزية الوطنية ذات الصلة، ومن تريامي ميديا (2019). وبالنسبة لهولندا، استخدمنا سعر سندات ذات قيمة صغيرة دون فوائد لسنة واحدة، أما اليابان، فقد قمنا باستخدام سعر الفائدة ما بين بنوك لندن على الين الياباني. وتم الحصول

تم توضيح نتائج تحليل ماركوف للتحويل بناء على الحالة الراهنة باستخدام المعادلة 1 في الجداول (1) و(2) و(3) وتم ذكرها بالتفصيل في الملحق (د). وكما هو متوقع، يتوصل النموذج إلى دليل واضح للحالات الثلاثة المتميزة وهي: الحالة الأولى (الاستلام المؤجل)، والحالة الثانية (الميل إلى التراجع)، والحالة الثالثة (التراجع الحاد).

في الحالة الأولى، الاستلام المؤجل: يكون متوسط قيمة الاستلام المؤجل 2.98 دولاراً أمريكياً، وهناك احتمالية بنسبة 90% للقيم المتراوحة ما بين 0.43 و5.66 بالدولار الأمريكي. ويبلغ الانحراف المعياري للسلسلة الزمنية لحالة الاستلام المؤجل 1.69 دولاراً أمريكياً.

في الحالة الثانية، الميل إلى التراجع: تبلغ قيمة الميل إلى التراجع -2.43 دولاراً أمريكياً، ويصل الانحراف المعياري المقدر للحالة الثانية إلى 0.41 دولاراً أمريكياً. وتعتبر هذه الحالة الأكثر استقراراً من حيث التقلب.

في الحالة الثالثة، التراجع الحاد: تبلغ قيمة التراجع الحاد -2.67 دولاراً أمريكياً، وهناك احتمالية بنسبة 40% بأن يكون مستوى التراجع أقل من -2.50 دولاراً أمريكياً للبرميل. ويبلغ الانحراف المعياري 8.70 دولاراً أمريكياً، وهو الأعلى في الحالات الثلاثة للسوق.

وبالمختصر، يظهر هيكل السوق تقلباً أكبر عندما تكون السوق في الحالة الثالثة وهي التراجع الحاد. ويرجع ذلك لكون التراجع مرتبباً في العادة بالمخزونات المتوفرة في الوقت المناسب، أو مستويات المخزون المنخفضة. ويمكن أن يكون حساساً تجاه الصدمات أو التطورات الجديدة في السوق.

نفترض لتحديد العلاقة بين هيكل السوق والمخزونات معادلة الانحدار التالية لهيكل السوق حسب قياسها، باستخدام قيمة خيارات فارق السعر (المتغير التابع) المفروضة على المخزونات والمتغيرات الصورية الموسمية. ونستخدم البيانات اليومية للفترة من 10 مارس 2014م حتى 30 نوفمبر 2018م. وجرى استخدام هذا الإطار الزمني الأقصر لاستيعاب التأخير في الإبلاغ عن بيانات المخزون.

$$MS_t = \alpha_0 + \beta_1 \Delta Inv_t + \sum_i^N (\gamma_{i_t} * D_{i_t}) + \varepsilon_t \quad 1$$

حيث أن:

$MS_t \equiv$ هيكل السوق المحدد بواسطة قيمة خيارات فارق السعر.

$\Delta Inv_t \equiv$ مخزونات روتردام بحسب بلاغات شركة أوريبتال إنسايت.

$D_{i_t} \equiv$ متجه المتغيرات الصورية، ويشمل المتغيرات الصورية الموسمية الشهرية، والمتغير الصوري للعامين 2014م و2015م لاستيعاب تطور عملية جمع البيانات من شركة أوريبتال إنسايت.

$\alpha_0, \beta_1, \gamma_{i_t} \equiv$ المعايير المقدرة.

قدرت المعادلة باستخدام تحليل ماركوف للتحويل بناءً على الحالة الراهنة. وتُستخدم نماذج ماركوف لوصف الأوضاع التي يتغير فيها سلوك المتغيرات -أو العمليات العشوائية- من حالة إلى أخرى. ويجسد النموذج سلوك «متغير الحالة» الذي لا يمكن مراقبته مباشرة (s_t)، مثل الركود أو الكساد في نمو الناتج المحلي الإجمالي. وسوف تكون متغيرات الحالة لصناعة النفط التي لا يمكن مراقبتها حالة لفرط العرض (سوق تتسم بزيادة العرض)، أو لفرط الطلب (سوق تتسم بانخفاض العرض)، أو لتوازن أسواق النفط العالمية.

الجدول 1. نتائج عملية ماركوف للتحويل بناءً على الحالة الراهنة.

المتغير	المعامل	الخطأ المعياري	إحصاء Z	الاحتمالية
الحالة الأولى ΔInv_t	-0.5444	0.2194	-2.4812	0.0131
الحالة الثانية ΔInv_t	-2.0745	0.4857	-4.2715	0.0000
الحالة الثالثة	1.9793	0.3849	5.1426	0.0000

المصدر: حسابات كابسارك.

الجدول 2. احتماليات التحويل المتغيرة زمنياً لماركوف والفترات الزمنية المتوقعة.

احتماليات التحويل المتغيرة زمنياً				
$P(i, k) = P(s(t) = k \mid s(t-1) = i)$				
الصف = i والعمود = j				
3	2	1		
0.2447	0.0872	0.6681	1	المتوسط
0.6662	0.2859	0.0479	2	
0.2683	0.0636	0.6681	3	

المصدر: حسابات كابسارك.

يوضح الرسم البياني (3) الاحتمالية المرشحة للتواجد في الحالات (1) و(2) و(3)، ومستوى الاستلام المؤجل في أسعار خام برنت. تتراوح احتمالية التواجد في حالة معينة من (0) إلى (1) وهي موضحة في المحور الرأسي الأيسر. ويتراوح مستوى الاستلام المؤجل أو الميل إلى التراجع ما بين 4.5 و7.9 دولاراً. أمريكياً، وهو موضع في المحور الرأسي الأيمن. وتم توضيح احتمالية الأسواق المتواجدة في الحالة الأولى (الاستلام المؤجل) باللون الأزرق، واحتماليات الأسواق المتواجدة في الحالة الثانية (الميل إلى التراجع) والحالة الثالثة (التراجع الحاد) باللونين الأحمر والرصاصي. كما تم توضيح مستوى الاستلام المؤجل (التراجع) بخط أصفر.

في تحليل ماركوف للتحويل بناءً على الحالة الراهنة، تقيس احتماليات التحويل احتمالية الانتقال من حالة إلى الحالة التي تليها، مثلًا، احتمالية الانتقال من حالة الاستلام المؤجل إلى حالة الميل إلى التراجع. ونشير إلى أن متوسط قيمة احتماليات التحويل موضع في الجدول (2). وتتشابه هذه النتائج مع تلك التي تم الحصول عليها من Fattouh 1999 والتي تظهر أنه من المرجح أن يبقى الأساس في حالة الاستلام المؤجل $P(1,1)=0.6681$ ، أو أن ينتقل من مرحلة التراجع الحاد إلى مرحلة الاستلام المؤجل $P(3,1)=0.6681$ ، بدلاً من الانتقال من حالة الاستلام المؤجل إلى مرحلة التراجع الحاد $P(1,3)=0.2447$. وكان نظام السوق غالباً في حالة الاستلام المؤجل خلال الفترة محل الدراسة، وهو أمر لا يدعو للدهشة. وتبلغ الفترة الزمنية المتوقعة للميل إلى التراجع خمسة أيام، وللتراجع الحاد ثلاثة أيام طوال فترة المراقبة.

وتعتبر المعاملات المقدره لنموذج ماركوف للتحويل بناءً على الحالة الراهنة مهمة من الناحية الإحصائية عند مستوى الثقة 1%. ومن غير المستغرب أن تختلف حساسية هيكل السوق -التي تم قياسها من خلال التغيرات في قيمة الخيارات- للتغيرات في المخزونات بشكل كبير بين الحالات. وتبلغ المعاملات المقدره للحالات الثلاث:

(1) 0.54 للاستلام المؤجل.

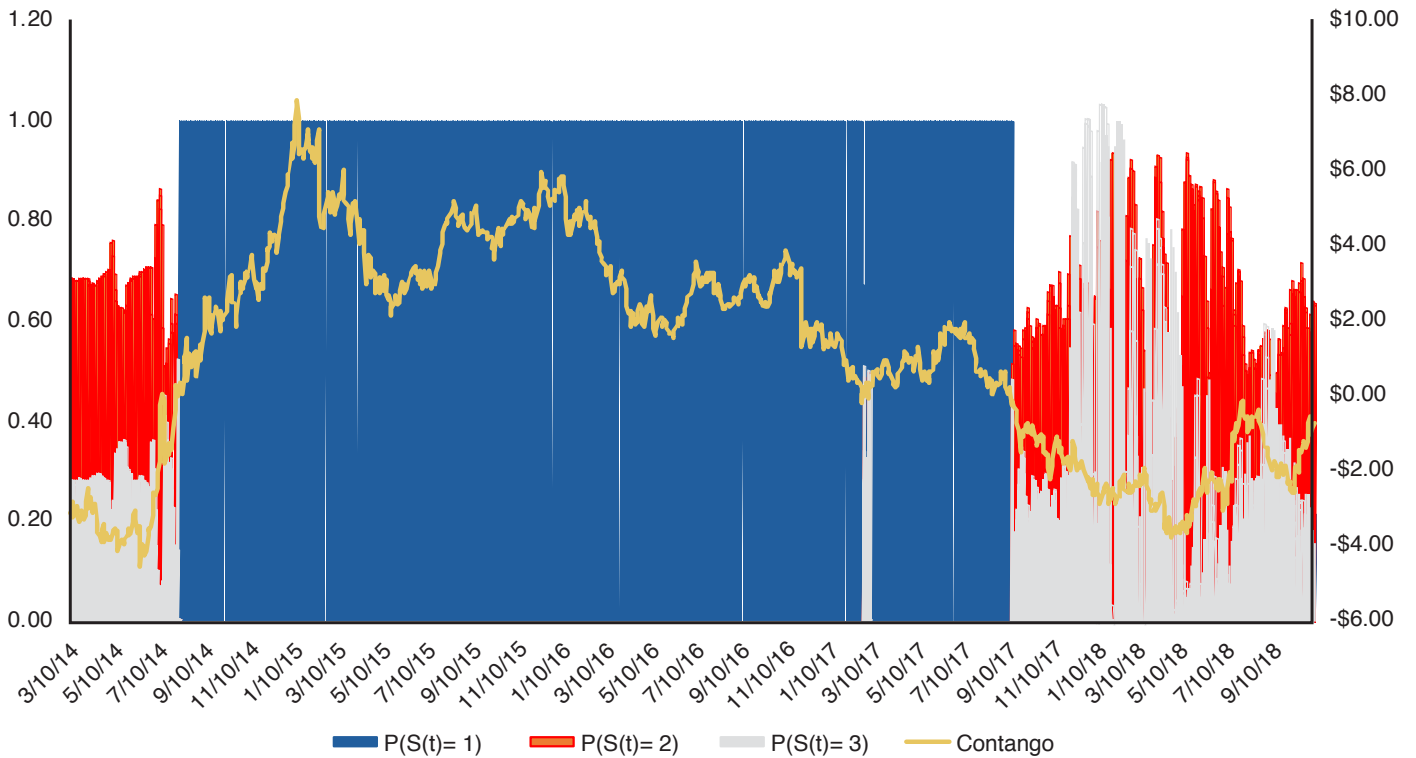
(2) -2.07 للميل إلى التراجع.

(3) 1.98 للتراجع الحاد.

وكما هو متوقع، يتم توضيح تقديرات تحليل ماركوف للتحويل بناءً على الحالة الراهنة لهيكل السوق في الثلاث حالات، كما تم قياسها باستخدام قيمة خيارات فارق السعر، من خلال المستوى الحقيقي للأساس أو الاستلام المؤجل في السوق. وتتطابق احتمالية تواجد السوق في الحالة الأولى تمامًا مع القيمة الفعلية للأساس. ويوضح النموذج الفترات الطويلة للاستلام المؤجل في السوق، والانتقالات ما بين الميل إلى التراجع (منخفضة التقلب) والفترات الحادة للميل إلى التراجع (عالية التقلب). ولقد جرى توضيح وضع الرجوع إلى حالة الاستلام المؤجل في نهاية فترة العينة (أكتوبر 2019).

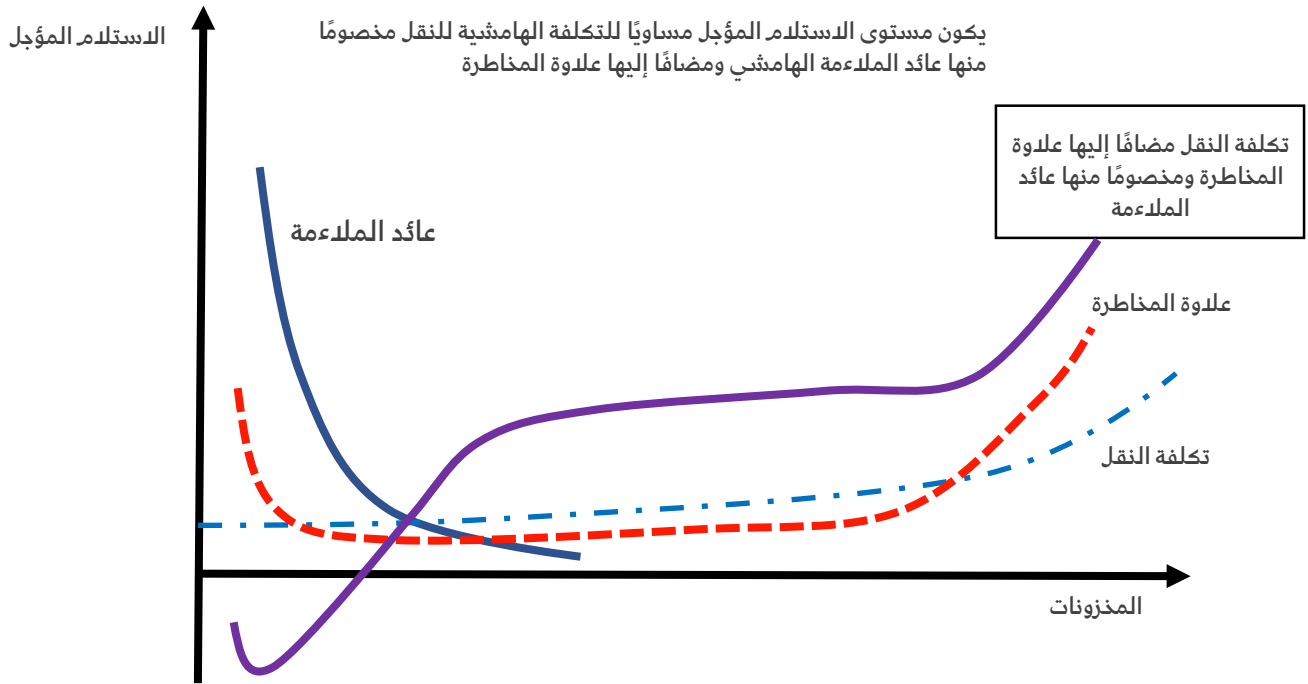
وكما هو متوقع، يختلف مستوى المخزونات بصورة واضحة بين الحالات الثلاث. ويقدر المتوسط ومستوى المخزونات بحوالي 61.36 مليون برميل في الحالة الأولى، و58.10 مليون برميل في الحالة الثانية، و60.10 مليون برميل في الحالة الثالثة.

الرسم البياني 3. احتمالات الحالة المرشحة.



المصدر: حسابات كابسارك.

الرسم البياني 4. النظرية العامة للتخزين.



المصادر: Brennan 1958، وكابسارك.

من خلال الاختلاف البسيط عن نظرية علاوة المخاطرة للتخزين التي تقترح أن تكون علاوة المخاطرة في أوقات انخفاض مستويات التخزين ومستويات الارتفاع الحادة للقلب مرتفعة بما يكفي للحث على زيادة مستوى الأساس عندما ترتفع المخزونات (يرجى الرجوع إلى الرسم البياني 4). ويدعم هذا النتائج التي تم الحصول عليها من (Wei and Zhu (2008)، والتي تشير إلى أن "تحديد عائد الملاءمة يتوافق بشكل كبير مع النظريات الاقتصادية، بيد أن الأدلة حول تحديد علاوة المخاطرة تعتبر مختلطة".

تعتبر المخزونات مرتفعة في حالة الاستلام المؤجل، وهناك حافز بسيط للاحتفاظ بالمزيد من المخزونات. وبذلك يكون عائد الملاءمة أقل - أو صفرًا - كما هو الحال مع تقلب أسعار النفط الخام الذي يشير إلى انخفاض علاوة المخاطرة. وتعكس تكلفة الاحتفاظ بالمخزونات في هذه الحالة تكاليف التخزين والنقل فقط، التي تعتبر أقل حساسية تجاه التغيرات في المخزونات مقارنة بعائد الملاءمة.

إن للتغيرات في مخزونات النفط الخام تأثير بالغ على هيكل السوق عندما تكون المخزونات في حالة ميل إلى التراجع. ويتوافق ذلك مع النظرية التقليدية للتخزين التي تتوقع أنه عندما تصبح المخزونات في حالة شح العرض سيزيد انخفاض المخزونات من عائد الملاءمة، مما ينتج انخفاضاً في أسعار العقود الآجلة وحدوث تحركات كبيرة في الأساس.

ملاحظة: تنص النظرية العامة للتخزين على أن العائد الهامشي للتخزين - مستوى الاستلام المؤجل أو أساس العقود الآجلة - مساوٍ للتكلفة الهامشية للنقل مخصصاً منها عائد الملاءمة الهامشي، مضافاً إليها علاوة المخاطرة (Brennan 1958).

يشير نموذج ماركوف للتحويل بناءً على الحالة الراهنة في الفترات الحادة للميل إلى التراجع والتقلب العالي إلى وجود علاقة إيجابية بين هيكل السوق والتغيرات في مستوى المخزونات، ويدل عادة على وجود تغير في اتجاه حركة الأساس من الانخفاض إلى الارتفاع. ويمكن تفسير ذلك

الجدول 3. معايير مصفوفة التحويل للتحول بناءً على الحالة الراهنة.

معايير مصفوفة التحويل				
الاحتمالية	إحصاء z	الخطأ المعياري	المعامل	المتغير
0.9973	0.003352	133510.3	447.5613	P11-CONTANGO__BRENT
0.5898	0.539143	0.909485	0.490343	P12-CONTANGO__BRENT
0.6817	-0.410159	57.10263	-23.42116	P21-CONTANGO__BRENT
0.6694	-0.426965	57.10312	-24.38101	P22-CONTANGO__BRENT
0.9924	0.009482	41003.48	388.7821	P31-CONTANGO__BRENT
0.0003	3.578721	0.20128	0.720326	P32-CONTANGO__BRENT

المصدر: حسابات كابسارك.

الجدول 4. احتمالية التواجد في إحدى حالات السوق مقابل مستوى المخزونات.

الحالة الأولى: الاستلام المؤجل				
الاحتمالية المتغيرة زمنياً للبقاء في الحالة الأولى				
الاحتمالية	الإحصاء t	الخطأ المعياري	المعامل	المتغير
0.0002	-3.7108	1.0890	-4.0412	الثابت
0.0062	2.7410	0.0190	0.0520	المخزونات

الحالة الثانية: الميل إلى التراجع				
الاحتمالية المتغيرة زمنياً للبقاء في الحالة الثانية				
الاحتمالية	الإحصاء t	الخطأ المعياري	المعامل	المتغير
0.4301	0.7893	5.2469	4.1415	الثابت
0.0011	-3.2706	0.0904	-0.2956	المخزونات

الحالة الثالثة: التراجع الحاد				
الاحتمالية المتغيرة زمنياً للبقاء في الحالة الثالثة				
الاحتمالية	الإحصاء t	الخطأ المعياري	المعامل	المتغير
0.5445	0.6063	5.0248	3.0464	الثابت
0.0013	-3.2240	0.0867	-0.2796	المخزونات

المصدر: حسابات كابسارك.

وأخيراً، نختبر فرضية أن يؤثر مستوى المخزونات على احتمالية التواجد في كل حالة من حالات السوق. ولتحقيق ذلك نقوم بنمذجة احتماليات البقاء في حالة معينة كدالة لوجستية لمستوى المخزونات. وتعتبر المعاملات المقدره لمتغير المخزون في كل حالة مهمة من الناحية الإحصائية عند مستوى 1%. وكما هو متوقع، فإن الزيادة في مستوى المخزونات يزيد من احتمالية البقاء في الحالة الأولى وهي الاستلام المؤجل. وبالمثل، فإن انخفاض مستوى المخزونات يزيد من احتمالية البقاء في حالة الميل إلى التراجع. وتتماشى هذه النتائج مع التوقعات المسبقة وتتفق مع النظرية العامة للتخزين.

تشير النتائج إلى أن مستوى الاستلام المؤجل ليس له تأثير كبير على احتماليات التحول لمعظم الحالات. ويعتبر الاستثناء الوحيد من هذه القاعدة العامة هو التحول من الحالة الثانية (الميل إلى التراجع) إلى الحالة الثالثة (التراجع الحاد). وفي هذه الحالة، يزيد التغير في اتجاه حركة سعر الأساس -زيادة في مستوى الاستلام المؤجل- من احتمالية الانتقال من (حالة الميل إلى التراجع) إلى (التراجع الحاد والتقلب العالي). ويعتبر المعامل المقدر البالغ 0.72 مهماً عند مستوى 1%. وتتوافق هذه النتيجة مع نظرية التخزين من حيث أن الزيادة في تقلب الأساس سيزيد كلاً من علوة المخاطرة وقيمة خيارات التخزين.

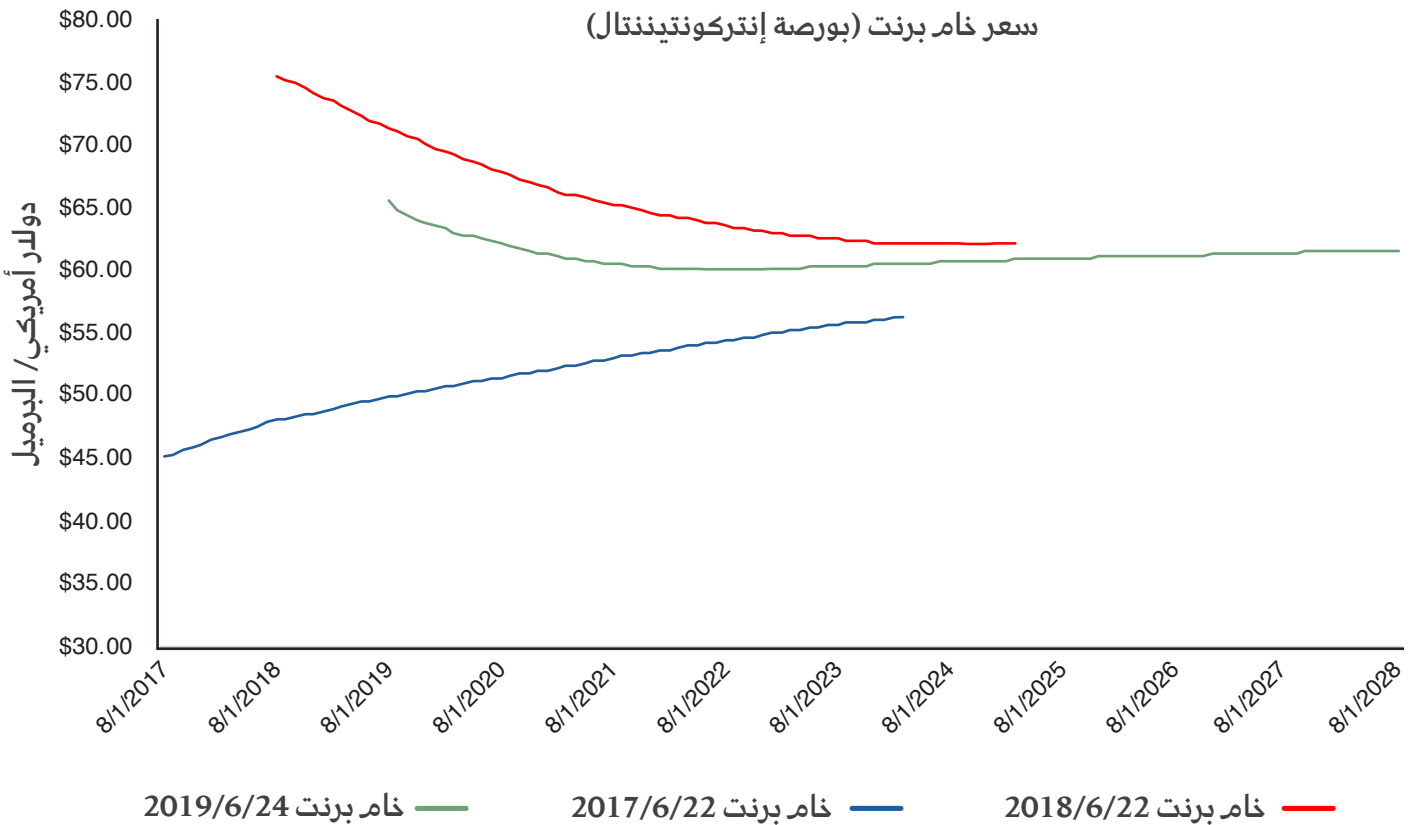
المخزونات يعتبر عاملاً أساسياً في تحديد هيكل السوق -أو الأساس- بمرور الوقت. ومن المتوقع أن يتبع سعر الظل للمخزونات -أو الأساس- ديناميكية مختلفة عندما تكون المخزونات في حالة شح العرض، مما يشير إلى وجود عدد من "أنظمة الأسعار" المختلفة التي تعكس الظروف الأساسية المختلفة على أسواق النفط الخام.

تظهر نتائجنا أن هناك ثلاث حالات للسوق متميزة وموضحة جيداً، تحكم التغيرات المحتملة في مستوى مخزونات النفط الخام، وهي: الاستلام المؤجل، والميل إلى التراجع، والتراجع الحاد.

شهدت السنوات القليلة الماضية تبايناً كبيراً في منحنيات العقود الآجلة، والانتقالات من حالة الميل إلى التراجع إلى الاستلام المؤجل والعكس. وكان ذلك في المقام الأول بسبب العوامل الأساسية التي تواجه أسواق النفط العالمية، بما فيها ظهور النفط الصخري في الولايات المتحدة الأمريكية، والحروب التجارية العالمية، وإعادة التفاوض بشأن الاتفاقيات التجارية الكبرى، وزيادة التوترات الجيوسياسية في منطقة الشرق الأوسط وتحديدًا في مضيق هرمز (الرسم البياني 5).

تشير النظرية التقليدية للتخزين إلى أن مستوى

الرسم البياني 5. من الميل إلى التراجع إلى الاستلام المؤجل والعكس.



المصادر: بلومبيرغ وكابسارك.

وتتمثل خصائصها الرئيسية فيما يلي:

1. الاستلام المؤجل:

• أساس إيجابي: يبلغ متوسط قيمة الاستلام المؤجل 2.98 دولارًا أمريكيًا، ويُقدر الوضع بنحو 3.20 دولارًا أمريكيًا.

• توجد احتمالية بنسبة 90% للقيم المتراوحة ما بين 0.43 و5.66 دولارًا أمريكيًا.

• يوجد انحراف إيجابي طفيف ولكنه موزع بشكل متساو إلى حد ما. يصل الانحراف إلى 0.2786 وبالتالي يعتبر التوزيع متماثلًا إلى حد ما.

• تقلب متوسط: يبلغ الانحراف المعياري للسلسلة الزمنية لحالة الاستلام المؤجل 1.69 دولارًا أمريكيًا.

2. الميل إلى التراجع

• أساس سلبي: تبلغ قيمة وضع الميل إلى التراجع 2.43 - دولارًا أمريكيًا.

• يوجد انحراف سلبي طفيف، إلا أنه موزع بشكل متساو إلى حد ما. يبلغ الانحراف 0.2824- وبذلك يكون للبيانات انحراف سلبي طفيف ولكنه متماثل.

• تقلب منخفض: يصل الانحراف المعياري المقدر للحالة الثانية إلى 0.41 دولارًا أمريكيًا. وتعتبر هذه الحالة الأكثر استقرارًا من حيث التقلب.

3. التراجع الحاد

• أساس سلبي: تبلغ قيمة وضع التراجع 2.67- دولارًا أمريكيًا.

• توجد احتمالية بنسبة 40% لأن يصبح مستوى التراجع أقل من 2.50- دولارًا أمريكيًا للبرميل.

• انحراف إيجابي: يقدر الانحراف بـ 0.8853، وبالتالي يكون للبيانات انحراف إيجابي مختلف.

• تقلب عال: يصل الانحراف المعياري إلى 8.70 دولارًا أمريكيًا، ويعتبر الأعلى من بين الحالات.

وتعتبر الإجابة عن سؤال عما إذا كان هناك مسار استقرار بين الحالات أكثر تعقيداً، ولكن يمكن الحصول عليها من خلال البحث المفصل في احتماليات التحول. ونجد أن مستوى الاستلام المؤجل ليس له تأثير كبير على احتماليات الانتقال لمعظم الحالات. ومع ذلك عندما يكون السوق في حالة ميل إلى التراجع-تراجع في اتجاه السعر أو زيادة في مستوى الاستلام المؤجل- تزيد احتمالية الانتقال من حالة الميل إلى التراجع إلى التراجع الحاد والتقلب العالي. ويشير هذا -إلى جانب التقلب الحاد في أسعار النفط، والفترة الوجيهة المستغرقة في حالة التراجع الحاد- إلى أن التحول إلى حالة التراجع الحاد يعتبر عالي التقلب.

ويمكن الإجابة عن السؤال الأخير حول مستوى ارتفاع أو انخفاض المخزونات قبل أن يقال بأن السوق في حالة استقرار أو في حالة الاستلام المؤجل من خلال مراقبة متوسط مستوى المخزونات في كل حالة. وبحسب ما تمت الإشارة إليه أعلاه، يقدر متوسط مستوى المخزونات بحوالي 61.36 مليون برميل في الحالة الأولى، و58.10 مليون برميل في الحالة الثانية، و60.10 مليون برميل في الحالة الثالثة. وباستخدام بيانات التخزين في الفترة من عام 2016م وحتى الآن، توجد احتمالية بنسبة 69.7% للتواجد في حالة الاستلام المؤجل المستقرة إذا كانت المخزونات تزيد عن 60 مليون برميل.

يسوغ وصف السياسة إجراء المزيد من البحوث لتحديد علاوة المخاطرة والعلاقة المعقدة بين مستوى المخزونات وهيكل السوق.

ويمكن أن تركز البحوث المستقبلية على تحديد الحالات، والمحركات الرئيسية وحساسيتها لعدد من العقد الكبرى واستهلاك وتخزين النفط الخام العالمي (إلى جانب روتردام) وأنواع الخام البديلة (إلى جانب برنت). وسوف يساعد هذا على تحديد الاختلافات الإقليمية، وإيجاد صورة أكثر شمولاً لسوق النفط العالمي.

يوفر النهج الذي تم تطويره في هذه الدراسة أداة للمشاركين في السوق وصناع السياسة يمكن استخدامها لتتبع التطورات في سوق النفط العالمي، وتقييم مجموعة متنوعة من السيناريوهات المستقبلية المحتملة. ويمكن لكبار المنتجين والمصدرين تحديدًا تقدير كمية الخام التي يجب تخزينها (تسليمها) لموقع معين بهدف إحداث تحول في حالة سوق النفط. وبالنسبة للمصدرين، يمكن لذلك أن يقدم تقديرًا ممتازًا للشحنات الإضافية التي يمكنهم تسليمها لأي موقع محدد دون التسبب في إحداث ضغط كبير على الأسعار. وبالنسبة لأولئك المهتمين بموازنة سوق النفط - أوبك مثلًا - يقدم هذا النهج مقياسًا أكثر دقة للعرض الإضافي المطلوب لإعادة السوق إلى وضع التوازن والاستقرار.

وتجدر الإشارة إلى أن مستوى المخزونات لا يبدو بفاعلية مستوى الاستلام المؤجل من حيث تفسير استقرار أسواق النفط العالمية. ففي الحالة الأولى، هناك احتمالية بنسبة 40% لأن تكون المخزونات أقل من 60 مليون برميل، ولكن هناك فرصة بنسبة 5% لأن يكون مستوى الاستلام المؤجل أقل من 0.43 دولارًا أمريكيًا، وفرصة بنسبة 15.5% لأن يكون التقلب أعلى من 1.4، وهو متوسط مستوى التقلب المتوقع في حالة التراجع الحاد غير المستقرة.

ومن غير المستغرب أن يؤكد تحليلنا النظرية العامة القائلة بأن هناك علاقة سلبية بين قيمة خيارات فارق سعر التخزين والمخزونات. بالإضافة إلى ذلك، تشير النتائج التجريبية إلى أن المستويات الحقيقية للمخزونات لها تأثيرات كبيرة على حساسية هيكل السوق تجاه التغيرات في مستويات المخزونات. وتحديدًا، تمتلك التغيرات في مخزونات النفط الخام تأثيرًا كبيرًا على هيكل السوق عندما تكون المخزونات في حالة ميل إلى التراجع. ويتماشى هذا مع النظرية التقليدية للتخزين التي تتوقع أنه إذا كانت المخزونات في حالة شح العرض، سيعمل انخفاض المخزونات على زيادة عائد الملاءمة، مما يؤدي إلى انخفاض أسعار العقود الآجلة وحدوث تحركات كبيرة في الأساس.

يمكن لعلاوة المخاطرة أن تكون أعلى من عائد الملاءمة، مما يؤدي إلى إيجاد علاقة إيجابية بين المخزونات وقيمة خيارات فارق السعر (هيكل السوق) عندما تكون المخزونات عند مستويات منخفضة بما يكفي، وتكون الأسعار متقلبة. وتشير النتائج إلى أن أوبك تقوم بدور كبير في موازنة أسواق النفط العالمية. ويمكن لزيادة حصص الإنتاج عندما تكون المخزونات في مستويات أقل تحديدًا أن تخفض الأسعار الفورية، مما يعيد الأسعار إلى حالة الاستلام المؤجل ويحول دون الفترات الحادة لتقلب الأسعار والميل إلى التراجع.

- Bailey, Warren, and K. C. Chan. 1993. "Macroeconomic Influences and the Variability of the Commodity Futures Basis." *The Journal of Finance* 48 (2): 555–73. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1993.tb04727.x>.
- Bazzi, Marco, Francisco Blasques, Siem Jan Koopman, and Andre Lucas. 2017. "Time-Varying Transition Probabilities for Markov Regime Switching Models." *Journal of Time Series Analysis* 38 (3): 458–78. <https://doi.org/10.1111/jtsa.12211>.
- Bekiros, Stelios D., and Alessia Paccagnini. 2015. "Macroprudential Policy and Forecasting Using Hybrid DSGE Models With Financial Frictions and State Space Markov-Switching TVP-VARS." *Macroeconomic Dynamics* 19 (7): 1565–92. <https://doi.org/10.1017/S1365100513000953>.
- Bergmeir, Christoph, Isaac Triguero, Daniel Molina, José Luis Aznarte, and José Manuel Benitez. 2012. "Time Series Modeling and Forecasting Using Memetic Algorithms for Regime-Switching Models." *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems* 23 (11): 1841–47. <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2012.2216898>.
- Brennan, M.J. 1958. "The Supply of Storage." *The American Economic Review* 48: 50–72.
- Considine, Jennifer, Philipp Galkin, and Abdullah Aldayel. 2020. "Market Structure, Inventories and Oil Prices: An Empirical Analysis." KAPSARC Discussion Paper. <https://www.kapsarc.org/research/publications/market-structure-inventories-and-oil-prices-an-empirical-analysis/>
- Deaton, Angus, and Guy Laroque. 1990. "On the Behavior of Commodity Prices." SSRN Scholarly Paper ID 269628. Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=269628>.
- Diebold, Francis X., and Atsushi Inoue. 1999. "Long Memory and Structural Change." SSRN Scholarly Paper ID 267789. Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=267789>.
- Fama, Eugene F., and Kenneth R. French. 1987. "Commodity Futures Prices: Some Evidence on Forecast Power, Premiums, and the Theory of Storage." *The Journal of Business* 60 (1): 55–73.
- Fattouh, Bassam. 2009. "Basis Variation and the Role of Inventories: Evidence from the Crude Oil Market." *Oxford Institute for Energy Studies WPM* 38 (January): 23.
- Filardo, Andrew J. 1994. "Business-Cycle Phases and Their Transitional Dynamics." *Journal of Business and Economic Statistics* 12 (3): 299–308. <https://doi.org/10.2307/1392086>.
- Heaney, Richard. 2002. "Approximation for Convenience Yield in Commodity Futures Pricing." *The Journal of Futures Markets*, August 13. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/fut.10036>.
- Heinkel, Robert, Maurine Howe, and John Hughes. 1990. "Commodity Convenience Yields as an Option Profit." *Journal of Futures Markets*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/fut.3990100508>.
- Hicks, J.R. 1939. *Value And Capital*. Second Edition. Oxford: Oxford University Press/Oxford Institute for Energy Studies. <https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.223876/page/n3>.
- Hirshleifer, David. 1989. "Futures Trading, Storage, and the Division of Risk: A Multiperiod Analysis." *Economic Journal* 99 (397): 700–719.
- Koy, Ayben. 2017. "Modelling Nonlinear Dynamics of Oil Futures Market." *Economic Research in Finance* (March). https://www.researchgate.net/publication/315728754_Modelling_Nonlinear_Dynamics_of_Oil_Futures_Market.
- Kucher, Oleg, and Alexander Kurov. 2014. "Business Cycle, Storage, and Energy Prices." *Review of Financial Economics* 23 (4): 217–26. <https://doi.org/10.1016/j.rfe.2014.09.001>.
- Larson, Donald F. 1991. *Copper and the Negative Price of Storage*. World Bank Publications.
- Leonhardt, Daniel, Antony Ware, and Rudi Zagst. 2017. "A Cointegrated Regime-Switching Model Approach with Jumps Applied to Natural Gas Futures Prices." *Risks* 5 (3): 48. <https://doi.org/10.3390/risks5030048>.
- Milonas, Nikolaos T., and Stavros B. Thomadakis. 1997. "Convenience Yields as Call Options: An Empirical Analysis." *Journal of Futures Markets* 17 (1): 1–15. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9934\(199702\)17:1<1::AID-FUT1>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9934(199702)17:1<1::AID-FUT1>3.0.CO;2-P).

- Omura, Akihiro, and Jason West. 2015. "Convenience Yield and the Theory of Storage: Applying an Option-Based Approach." *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 59 (3): 355–74. <https://doi.org/10.1111/1467-8489.12092>.
- Pindyck, Robert S. 2004. "Volatility and Commodity Price Dynamics." *Journal of Futures Markets* 24 (11): 1029–47. <https://doi.org/10.1002/fut.20120>.
- Press, William H., ed. 1996. *FORTTRAN Numerical Recipes*. 2nd ed. Cambridge, U.K. and New York: Cambridge University Press.
- Sorensen, Carsten. 2002. "Modeling Seasonality in Agricultural Commodity Futures." *Journal of Futures Markets*, March. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/fut.10017>.
- Telser, Lester G. 1958. "Futures Trading and the Storage of Cotton and Wheat." *Journal of Political Economy* 66. https://econpapers.repec.org/article/ucpjpolec/v_3a66_3ay_3a1958_3ap_3a233.htm.
- Wei, Song Zan Chiou, and Zhen Zhu. 2006. "Commodity Convenience Yield and Risk Premium Determination: The Case of the U.S. Natural Gas Market." *Energy Economics*, no. 28: 523–34. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2005.10.002>
- Working, Holbrook. 1933. "Price Relations Between July And September Wheat Futures At Chicago Since 1885." *Wheat Studies* 09 (06). <https://ideas.repec.org/a/ags/frisws/142876.html>.

الملحق أ: البيانات والمتغيرات الرئيسية

بيانات المخزون: مرشحات سافيتسكي غولاي (Savitzky-Golay) الرقمية لتجانس البيانات

استخدم تحليل (المخزونات) البيانات اليومية للمخزون من 18 سبتمبر 2013م وحتى 25 يناير 2019م. وتمثل السلسلة الزمنية المستخدمة كميات التخزين اليومية في سطح الخزان العائم بروتردام التي قدمتها شركة أوربيتال إنسايت (2019).

تم استخدام مرشح سافيتسكي غولاي لتصفية الضوضاء التي أحدثتها عملية جمع بيانات الأقمار الصناعية وزيادة نسبة الإشارة إلى الضوضاء (Press 1996). ويظهر الرسم البياني (أ. 1) السلسلة الزمنية الناتجة، والمخزونات المتجانسة باستخدام مرشح سافيتسكي غولاي (SG_ROV).

المعادلة العامة لمرشح سافيتسكي غولاي موضحة كما يلي:

$$Filtx_t = \frac{1}{h} \left[\sum_{i=-\frac{n_p-1}{2}}^{\frac{n_p-1}{2}} (a_i x_{t-i}) \right]$$

حيث أن:

$Filtx_t$ = القيمة المرشحة لـ x_t

h = موضع في الجدول أ. 4

a_i = معاملات كثيرات الحدود

n_p = عدد نقاط البيانات المستخدمة للتجانس

x_t = السلسلة الزمنية غير المرشحة

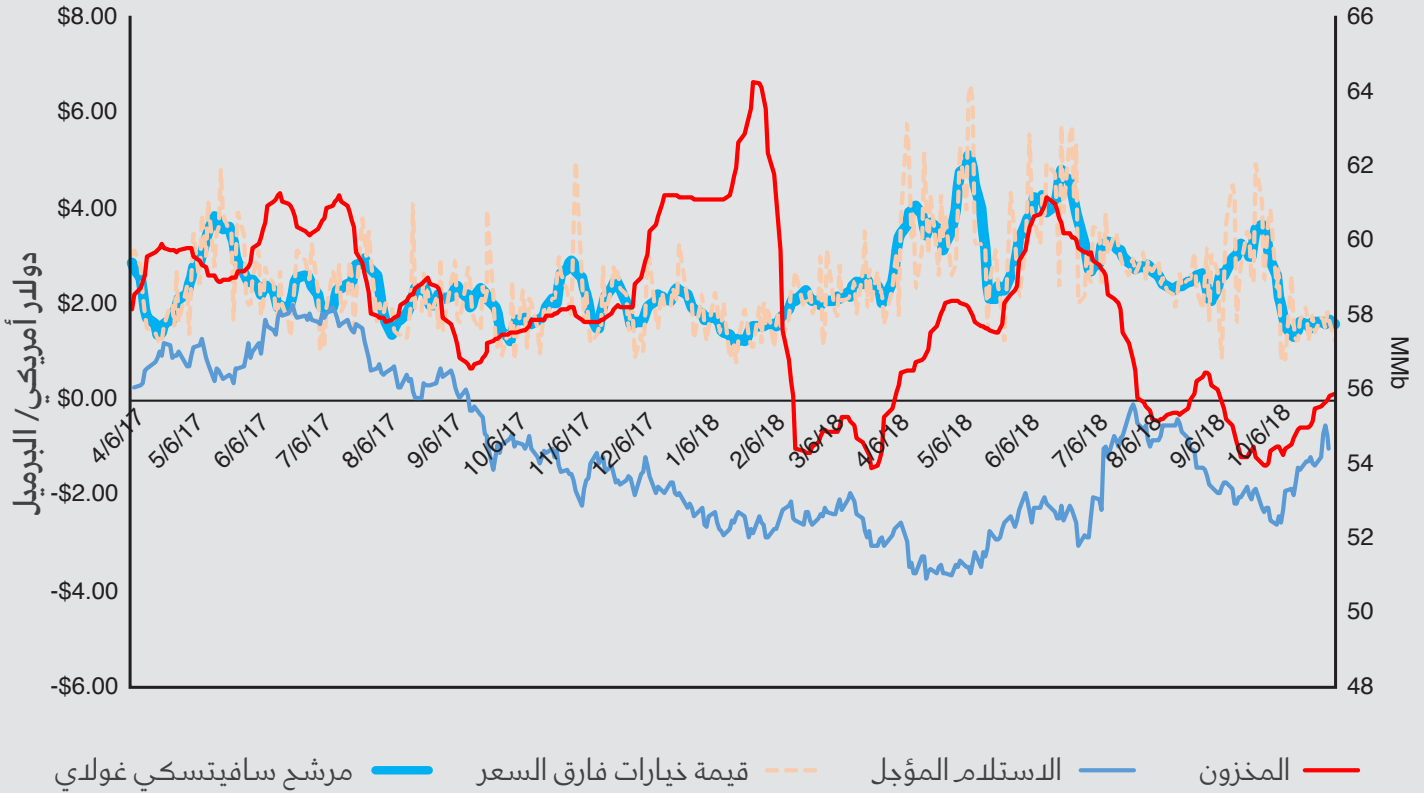
يتم حساب قيمة خيارات فارق السعر وفقاً للمنهجية الموضحة في (Considine, Galkin and Aldayel (2020)، واستناداً إلى البيانات اليومية الواردة من شركة أوربيتال إنسايت لروتردام. تم استخدام مرشح سافيتسكي غولاي مرة أخرى لمجانسة البيانات وزيادة نسبة الإشارة إلى الضوضاء (Press 1996). فضلاً عن ذلك، تم حساب متغير الاستلام المؤجل باستخدام القيم اليومية للعقود الآجلة لمعيار برنت لفترة شهرين وتسعة أشهر والتي تم الحصول عليها من محطة بلومبيرغ (Bloomberg 2019).

الملحق أ: البيانات والمتغيرات الرئيسية

ووضحت السلسلة الزمنية المستخدمة في هذا التحليل -من 6 أبريل 2017م إلى 29 نوفمبر 2018م- في الرسم البياني (أ.1)، بما فيها مجموعات البيانات الأولية والمتجانسة.

الرسم البياني أ.1 المخزونات، والاستلام المؤجل، وقيم خيارات فرق السعر.

البيانات الأولية مقابل البيانات المتجانسة



المصادر: شركة أوريبتال إنسايت، وبلومبيرغ، وحسابات كابسارك.

الملحق ب: إحصائيات موجزة

يوضح الجدول (ب 1) بعض الإحصائيات الأساسية لمخزونات النفط الخام، وقيمة خيارات فارق السعر للسلسلة الزمنية اليومية الممتدة في الفترة من 10 مارس 2014م حتى 30 نوفمبر 2018م.

يعتبر متوسط المخزونات وخيار فارق السعر إيجابيًا وله انحرافات معيارية عالية جدًا. ويعتبر انحراف خيار فارق السعر إيجابيًا، مما يشير إلى وجود ذيل ثقيل أيمن. بينما يعتبر انحراف المخزونات سلبياً، مما يشير إلى ذيل ثقيل أيسر.

وبالنسبة لجميع السلاسل الزمنية يعتبر التفرطح مرتفعاً، مما يشير إلى توزيعات ذات ذيل ثقيل لجميع المتغيرات. ويرفض اختبار خاركي-بيرا النظرية الصفيرية التي تنص على توزيع أي من السلاسل الزمنية بصورة طبيعية.

الجدول ب. 1 إحصائيات موجزة للسلسلة الزمنية اليومية.

الخيار فارق السعر	المخزونات	
2.7735	56.1516	المتوسط
2.5612	58.2295	الوسيط
6.5948	65.0878	الحد الأعلى
-0.0921	43.4588	الحد الأدنى
1.1137	6.5167	الانحراف المعياري
0.5570	-0.6311	الانحراف
3.2327	2.0291	التفرطح
62.9153	123.2032	خاركي-بيرا
0.0000	0.0000	الاحتمالية
3233.9540	65472.7900	المجموع
1444.9330	49474.2100	إجمالي الانحرافات المربعة
1166	1166	الملاحظات

ملاحظة: تمت مقارنة خيار فارق السعر وقيم المخزونات وتصفيتهما من الضوضاء باستخدام مرشح سافيتسكي غولاي الموصوف في الملحق أ.

المصدر: حسابات كابسارك.

وفيما يتعلق بالسلاسل الزمنية لكل من المخزونات وخيار فارق السعر، يعتبر التفرطح مرتفعاً، مما يشير إلى وجود توزيعات ذات ذيل ثقيل لجميع المتغيرات.

الملحق ج: اختبارات جذر الوحدة

تتمثل الخطوة الأولى لتحليل الاقتصاد القياسي في إجراء اختبارات جذر الوحدة لجميع المتغيرات. ويوضح الجدول (ج.1) نتائج هذه الاختبارات لمستوى مخزونات النفط الخام، وقيمة خيارات فارق السعر للبيانات اليومية للفترة من 10 مارس 2014م حتى 30 نوفمبر 2018م. وتم اختيار أطوال التباطؤ للاختبارات ديكي وفولر الموسعة وفقاً لمعيار معلومات شوارتز. وتظهر النتائج أن لمتغير المخزون جذور وحدة عند مستويات الأهمية 1%، و5%، و10%.

أخذ الاختلاف الأول لمتغير المخزون وإعادة اختبار السلسلة الزمنية قبل إدراجها في تحليل الانحدار. وإضافة إلى ذلك، تم التوصل إلى أن الاختلاف الأول لمتغير المخزون كان ثابتاً عند مستويات الأهمية 1%، و5%، و10%.

تشير نتائج متغير خيارات فارق السعر إلى أنه يمكننا رفض النظرية الصفرية لجذر الوحدة عند مستوى الأهمية 5%.

اليومي	المخزونات	خيار فارق السعر	القيم الحاسمة	اختبارات ديكي وفولر الموسعة	نقطة مئوية
اختبار ديكي الموسع	-2.0065	-4.0761	1% level	-3.4358	-3.4357
الاحتمالية	0.2842	0.0011	5% level	-2.8638	-2.8638
اختبار فيليبس وبيرون	-1.9802	-5.6618	10% level	-2.5680	-2.5680
الاحتمالية	0.2958	0.0000			

ملاحظة: تمثل القيم المسجلة لإحصائيات الاختبار واحتمالية الفرضية الصفرية لجذر الوحدة.

*قيم الاحتمالية في اختبار الجهة الواحدة (الذيل الواحد) لماكينون (1996).

المصدر: حسابات كابسارك

الملحق د: المنهجية والنتائج التجريبية المفصلة

نفترض معادلة الانحدار التالية لهيكل السوق، كما تم قياسها بواسطة قيمة خيارات فارق السعر (المتغير التابع) المفروضة على المخزونات والمتغيرات الصورية الموسمية، وذلك لتحديد العلاقة بين هيكل السوق والمخزونات باستخدام البيانات اليومية في الفترة من 10 مارس 2014م حتى 30 نوفمبر 2018م.

تتبع معادلة الانحدار ما قام به كل من (Omura and West (2015), Kucher and Kurov (2014), Fattouh (2009) and Considine, Galkin and Aldayel (2020)، وهي موضحة كما يلي:

$$MS_t = \alpha_0 + \beta_1 \Delta Inv_t + \sum_i^N (\gamma_{i_t} * D_{i_t}) + \varepsilon_t \quad 1.د$$

حيث أن:

$MS_t \equiv$ هيكل السوق كما حددته قيمة خيار فارق السعر.

$\Delta Inv_t \equiv$ مخزونات روتردام بحسب شركة أوربيتال إنسايت.

$D_{i_t} \equiv$ متجه المتغيرات الصورية، بما في ذلك المتغيرات الصورية الموسمية الشهرية، والمتغير الصوري للفترة من عام 2014م حتى عام 2015م لاستيعاب تطور عملية جمع البيانات من شركة أوربيتال إنسايت.

$\alpha_0, \beta_1, \gamma_{i_t} \equiv$ المعايير المقدرة.

تم تقدير الانحدار لحالات السوق المختلفة باستخدام نموذج ماركوف للتحويل بناءً على الحالة الراهنة، حيث يتم استخدام نماذج ماركوف لوصف الظروف التي يتغير فيها سلوك المتغيرات أو العمليات العشوائية من حالة إلى أخرى. ويوضح النموذج سلوك "متغير الحالة" الذي لا يمكن مراقبته مباشرة (s_t)، مثل الركود أو الكساد في نمو الناتج المحلي الإجمالي. وفيما يتعلق بصناعة النفط، تعتبر متغيرات الحالة التي لا يمكن مراقبتها حالة من فرط العرض (سوق تتسم بزيادة العرض)، أو فرط الطلب (سوق تتسم بانخفاض العرض)، أو من توازن أسواق النفط العالمية.

$$p(MS_t | Inv_t; D_t; s_t) = \begin{cases} p(MS_t | Inv_t; D_t; \theta_1) & \text{if } s_t = 1 \\ p(MS_t | Inv_t; D_t; \theta_2) & \text{if } s_t = 2 \\ p(MS_t | Inv_t; D_t; \theta_3) & \text{if } s_t = 3 \end{cases} \quad 2.د$$

حيث أن:

$\theta_m \equiv \alpha_{0m}, \beta_{1m}, \gamma_{im}$ المعايير المقدرة المرتبطة بالحالة m ، مع ثلاث حالات فريدة ومختلفة (1 و2 و3). يتطور متغير الحالة بحسب عملية سلسلة ماركوف. وهذا يعني أن احتمالية التواجد في حالة معينة -أو حالة سوق النفط- في الفترة t تعتمد فقط على حالة سوق النفط في الوقت ($t-1$)، وليس في أي وقت آخر ($t-2$) أو ($t-3$).

تمتلك عملية سلسلة ماركوف لسوق النفط احتماليات التحول التالية:

$$P(|s_t = 1|s_{t-1} = 1) = p_{11}$$

$$P(|s_t = 1|s_{t-1} = 2) = p_{12}$$

$$P(|s_t = 1|s_{t-1} = 3) = p_{13}$$

$$P(|s_t = 2|s_{t-1} = 1) = p_{21}$$

$$P(|s_t = 2|s_{t-1} = 2) = p_{22}$$

$$P(|s_t = 2|s_{t-1} = 3) = p_{23}$$

$$P(|s_t = 3|s_{t-1} = 1) = p_{31}$$

$$P(|s_t = 3|s_{t-1} = 2) = p_{32}$$

$$P(|s_t = 3|s_{t-1} = 3) = p_{33}$$

3.د

حيث يمثل p_{ij} احتمالية البقاء في الحالة i ، بالنظر إلى أن السوق العالمية للنفط كانت في حالة i في الفترة الأخيرة. ويمثل p_{ij} احتمالية تحول الأسواق إلى الحالة i ، بالنظر إلى أن السوق العالمية للنفط كانت في حالة j في الفترة الأخيرة.

وفي حين تفترض بعض التمثيلات أن تكون احتمالية التحول ثابتة، يظهر أن هذا افتراض مقيد للغاية بالنسبة لأسواق الطاقة. وإننا نسمح باختلاف احتماليات التحول مع الوقت (Bazzi et al. 2017; Diebold and Inoue 1999; Filardo 1994; Fattouh 2009).

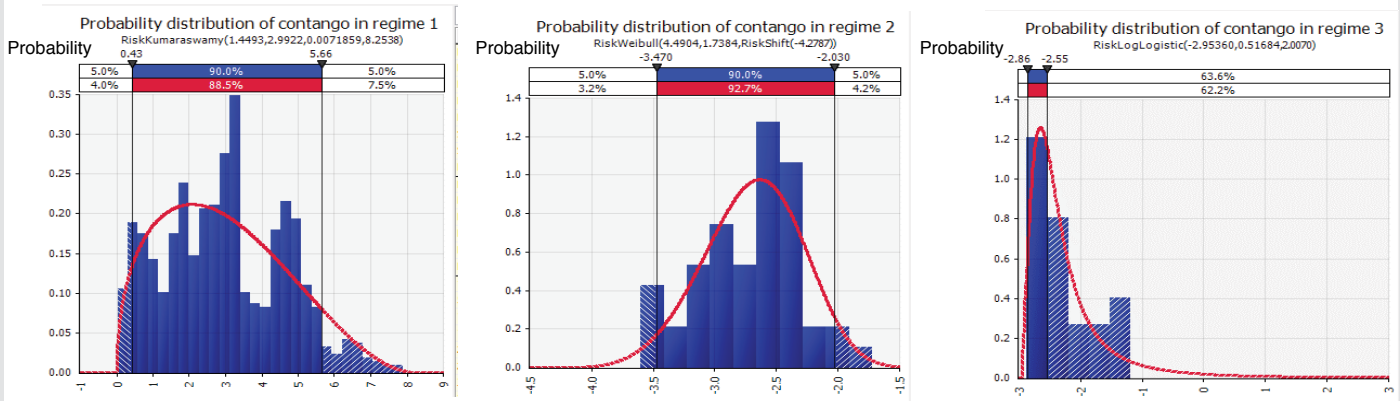
وتعتبر احتمالية التحول من حالة إلى أخرى في هذه الصيغة دالة لمستوى الاستلام المؤجل في أسواق النفط العالمية. ويعتبر مستوى الاستلام المؤجل (c_{t-1}) للأسعار خام برنت متجهًا شريطيًا يحتوي على معلومات اقتصادية حيوية تؤثر على احتماليات التحول.

$$P(|s_t = i|s_{t-1} = j) = p_{ij(c_{t-1})} \text{ for } i = 1,2,3, \text{ and } j = 1,2,3. \quad 4.د$$

يتم تقدير معايير هيكل ماركوف للتحول في المعادلة (د.4) باستخدام انحدار ماركوف للتحول بناءً على الحالة الراهنة، بطريقة تحسين لا خطية تستخدم خوارزمية برودن وفليتشر وغولدفارب وشانو، وخطوات ماركواردت لتقدير جميع معايير النظام اللاخطي المعقد في نفس الوقت.

ملاحظة: تنتمي طريقة برودن وفليتشر وغولدفارب وشانو إلى الطرق الشبيهة لطرق نيوتن، وهي مجموعة من أساليب التحسين التي تبحث عن نقطة استقرار لدالة ما (يفضل أن تكون دالة قابلة للمفاضلة باتصال لمرتين) (Bergmeir et al. 2012; Bekiros and Paccagnini 2015).

الرسم البياني د.1. توزيع احتمالية الاستلام المؤجل في الحالات الثلاث.



المصادر: حسابات كابسارك وPalisade @Risk.

تم توضيح نتائج تحليل ماركوف للتحويل بناءً على الحالة الراهنة بالتفصيل في الجدولين (د.1) و (د.2). وكما هو متوقع، يتوصل النموذج إلى دليل واضح للحالات الثلاث المتميزة: الحالة الأولى (الاستلام المؤجل)، والحالة الثانية (الميل إلى التراجع)، والحالة الثالثة (التراجع الحاد). ونشير إلى أنه يتم اختيار توزيعات الاحتمالية للأساس، أو مستوى الاستلام المؤجل في الحالات الثلاث من بين عدد من توزيعات الاحتمالية الممكنة وفقاً لإحصاء اختبار أندرسون دارلينغ، وجرى توضيحها في الرسم البياني (د.1).

يبلغ متوسط قيمة الاستلام المؤجل في الحالة الأولى 2.98 دولاراً أمريكياً، ويقدر الوضع بـ 3.20 دولاراً أمريكياً. وهناك احتمالية بنسبة 90% للقيم المتراوحة ما بين 0.43 و5.66 دولاراً أمريكياً. ويرجع التوزيع المقدر إلى كوماراسوامي، بانحراف معياري يبلغ 1.69 دولاراً أمريكياً. وتبلغ قيمة وضع الاستلام المؤجل في الحالة الثانية وهي الميل إلى التراجع -2.43 دولاراً أمريكياً، ويعتبر توزيع الاحتمالية طبيعياً. ويبلغ الانحراف المعياري المقدر للحالة الثانية 0.41 دولاراً أمريكياً. وتعتبر هذه الحالة الأكثر استقراراً من حيث التقلب. ويعتبر التوزيع المقدر في الحالة الثالثة -التراجع الحاد- لوجستية لوغاريتمية، ويصل الوضع إلى -2.67 دولاراً أمريكياً، وهناك احتمالية بنسبة 40% بأن يصبح مستوى الاستلام المؤجل أقل من -2.50 دولاراً أمريكياً للبرميل. ويبلغ الانحراف المعياري 8.70 دولاراً أمريكياً، ويعتبر الأكبر حتى الآن.

يقدر التباين في شروط الخطأ لنموذج ماركوف للتحويل بناءً على الحالة الراهنة بـ 1.56 في الحالة الأولى، و1.12 في الحالة الثانية، و2.30 في الحالة الثالثة. وبالمختصر، يظهر الأساس تقلباً أكبر عندما تكون السوق في الحالة الثالثة وهي التراجع الحاد. ويرجع ذلك إلى ارتباط التراجع عمومًا بالمخزونات المتوفرة في الوقت المناسب أو مستويات المخزون المنخفضة.

وتعتبر المعاملات المقدره لنموذج ماركوف للتحويل بناءً على الحالة الراهنة مهمة من الناحية الإحصائية عند مستوى الثقة 1%. ومن غير المستغرب أن تكون هناك حساسية لهيكل السوق -حسب قياسها باستخدام قيمة الخيارات- تجاه التغيرات في المخزونات بين حالات السوق. وتبلغ المعاملات المقدره للحالات الثلاثة: -0.54 لحالة الاستلام المؤجل، و-22.07 لحالة الميل إلى التراجع، و 1.98 لحالة التراجع الحاد.

الملحق د: المنهجية والنتائج التجريبية المفصلة

الجدول د. 1 نتائج عملية ماركوف للتحويل بناءً على الحالة الراهنة.

الاحتمالية	إحصاء z	الخطأ المعياري	المعامل	المتغير
				الحالة الأولى
0.0131	-2.4812	0.2194	-0.5444	ΔInv_t
				الحالة الثانية
0.0000	-4.2715	0.4857	-2.0745	ΔInv_t
				الحالة الثالثة
0.0000	5.1426	0.3849	1.9793	ΔInv_t
				الشائع
0.0000	26.0820	0.1504	3.9217	DUMMY2
0.0000	23.4567	0.1299	3.0460	DUMMY3
0.0000	25.0631	0.1303	3.2648	DUMMY4
0.0000	23.4038	0.1282	2.9996	DUMMY5
0.0000	23.6836	0.1262	2.9896	DUMMY6
0.0000	18.1583	0.1263	2.2934	DUMMY7
0.0000	20.5398	0.1270	2.6081	DUMMY8
0.0000	21.2006	0.1288	2.7311	DUMMY9
0.0000	18.5486	0.1260	2.3364	DUMMY10
0.0000	16.5682	0.1434	2.3764	DUMMY11
0.0008	3.3513	0.0733	0.2456	DUMMYORB
0.0000	9.7076	0.0212	0.2057	LOG(SIGMA)
1.1140		المتغير التابع للانحراف المعياري	2.7741	متوسط المتغير التابع
1797.2360		مجموع المربعات المتبقية	1.2501	الخطأ المعياري للانحدار
-1908.2460		الاحتمالية اللوغاريتمية	3.3120	معيار معلومات أكايكي

المصدر: حسابات كابسارك.

الجدول 2. د. احتماليات ماركوف للتحويل المتغير زمنيًا والفترات الزمنية المتوقعة.

احتماليات التحويل المتغيرة زمنيًا				
$P(i, k) = P(s(t) = k \mid s(t-1) = i)$				
z = العمود i / الصف				
3	2	1		
0.2447	0.0872	0.6681	1	المتوسط
0.6662	0.2859	0.0479	2	
0.2683	0.0636	0.6681	3	
3	2	1		
0.3516	0.1354	0.4709	1	الانحراف المعياري
0.4696	0.4093	0.0934	2	
0.3861	0.1106	0.4709	3	
الفترات المتوقعة المتغيرة زمنيًا				
3	2	1		
3.1206	5.3316		NA	المتوسط
3.9702	9.2946		NA	الانحراف المعياري

المصدر: حسابات كابسارك.

الجدول 3. د. معايير ماركوف لمصفوفة التحويل بناءً على الحالة الراهنة.

معايير مصفوفة التحويل				
الاحتمالية	إحصاء z	الخطأ المعياري	المعامل	المتغير
0.9973	0.0034	133510.3000	447.5613	P11-CONTANGO__BRENT
0.5898	0.5391	0.9095	0.4903	P12-CONTANGO__BRENT
0.6817	-0.4102	57.1026	-23.4212	P21-CONTANGO__BRENT
0.6694	-0.4270	57.1031	-24.3810	P22-CONTANGO__BRENT
0.9924	0.0095	41003.4800	388.7821	P31-CONTANGO__BRENT
0.0003	3.5787	0.2013	0.7203	P32-CONTANGO__BRENT

المصدر: حسابات كابسارك.

نبذة عن المؤلفين

جينيفر كونسيدين

باحث زائر في كابسارك، وزميل باحث أول في مركز دراسات سياسات وقوانين الطاقة والبتروول والثروة المعدنية في داندي باسكتلندا. قادت في السابق عددًا من المشاريع التي تتضمن تسعير الخيارات، وتقييم الخيارات الحقيقية للأصول المادية، بما في ذلك مرافق توليد الكهرباء وشركات التخزين وأنابيب الغاز الطبيعي وعقودها، وإدارة المخاطر وأساليب التحوط، واستراتيجيات التداول لمجموعة متنوعة من السلع بما في ذلك الغاز الطبيعي، والكهرباء، والنفط الخام.



عبدالله الدايل

محلل أبحاث في برنامج الأسواق والتنمية الصناعية، يركز في تحليلاته على أسواق النفط وسياسات الطاقة. وقد أكمل تدريبه في مركز هاليبرتون للبحث والتطوير في الظهران بالمملكة العربية السعودية قبل التحاقه بالمركز.



نبذة تعريفية عن المشروع

إن الهدف من هذا المشروع هو تقديم لمحة عن المخزونات العالمية للنفط في وقت معين، وتحديد ما إذا كان بالإمكان اعتبار الأسواق العالمية أو الإقليمية متوازنة. وسوف يساعد هذا على تحديد الفائض أو النقص في إمدادات النفط الخام والمخزونات المحتملة على المستوى العالمي أو الإقليمي، والذي يمكن أن يؤدي إلى إيجاد ردة فعل للسوق وإعادة التوازن للأسواق النفط العالمية.

كان من الممكن أن يتغير مستوى توازن مخزونات النفط العالمية "موازنة السوق" بشكل كبير في العقود الأخيرة بسبب عوامل مختلفة تشمل: (أ) ثورة النفط الصخري واستجابة إمدادات النفط الصخري السريعة الناتجة للتغيرات في أسعار النفط العالمية، (ب) توسع مصافي النفط العالمية ومراكز الاستهلاك، (ج) بناء احتياطي نفطية استراتيجية في الدول غير الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية. لذلك فإن القدرة على تحديد المستويات المثلى للمخزون التي من شأنها إعادة التوازن للأسواق النفط العالمية في ظل هذا النموذج الجديد للسوق تعد ضرورية. ويهدف المشروع إلى الإجابة عن الأسئلة التالية:

1. ما مدى ارتفاع مستويات المخزون قبل أن تصبح أسواق النفط العالمية في مرحلة فرط العرض؟
2. هل تعتبر مستويات المخزون الحالية مرتفعة لدرجة أنها عرضت السوق لخطر صدمة أسعار أخرى؟



www.kapsarc.org