

دور نظرية الألعاب في تحديد الاستراتيجيات – نمذجة رياضية قياسية لمنافسة روسيا للو.م.أ.  
لتصدير الغاز الطبيعي

The Role of Game Theory in Defining Strategies - Standard .  
Mathematical Modeling of Russia's Competition for US National  
Gas Exports

محمد العوني<sup>1\*</sup>، بن مصطفى رم<sup>2</sup>، بن عياد محمد سمير<sup>3</sup>

<sup>1</sup> جامعة سعيدة – د. مولاي طاهر (الجزائر)، [laouni.mahmoud@univ-saida.dz](mailto:laouni.mahmoud@univ-saida.dz)

<sup>2</sup> جامعة تلمسان أبو بكر بلقايد (الجزائر)، [benmostefa-2018@hotmail.com](mailto:benmostefa-2018@hotmail.com)

<sup>3</sup> جامعة سيدي بلعباس جيلالي لباس (الجزائر)، [benayadsamir@yahoo.fr](mailto:benayadsamir@yahoo.fr)

تاريخ الارسال: 2020/12/01؛ تاريخ القبول: 2021/06/20؛ تاريخ النشر: 2021/06/30

**ملخص:** يهتم هذا العمل بدراسة أهمية نظرية الألعاب التي تهتم بالتفاعلات الإستراتيجية بين الأعوان و الذين يطلق عليه اللاعبون، أيضا باعتبارها أداة من أدوات التحليل الرياضي في حالات تضارب المصالح لاتخاذ القرارات المناسبة، و يتم تسليط الضوء كدراسة حالة على المنافسة بين روسيا و الولايات المتحدة في قطاع الغاز الطبيعي و بصفة خاصة مجال التصدير، و توصلت الدراسة إلى امكانية هيمنة روسيا حتى الأجل الطويل باستعمال هذه النظرية، من اجل ذلك قمنا باستعمال مختلف النماذج الخاصة بنظرية الألعاب لتبيان دور هاته الأخيرة في تحديد الإستراتيجيات و ذلك بالاستناد على توازن ناش لنماذج احتكار القلة حيث يتم التطرق لنموذج كورنو و نموذج ستاكيلبرغ، و من أجل النمذجة استعنا أيضا بالأسلوب القياسي الذي يساعد في تحديد المعلمات التي نحتاج إليها في التطبيق العملي و المعادلات الرياضية التي يتم التوصل إليها .

**الكلمات المفتاح:** نظرية الألعاب، الإستراتيجية، نماذج احتكار القلة، الغاز الطبيعي، توازن ناش

رموز تصنيف **jel**: C72

**Abstract:** This work is concerned with studying the importance of game theory, which is concerned with strategic interactions between agents, who are called players, also as a tool of mathematical analysis in cases of conflict of interest to take appropriate decisions.

It is highlighted as a case study on the competition between Russia and the United States in the natural gas sector, especially in the field of export, and the study found the possibility of Russia's dominance until the long term by using this theory.

For this, we have used various models of game theory to show the role of the latter in determining strategies, based on the Nash equilibrium of oligopolistic models, where the cornot model and the Stackelberg model are addressed, and for modeling we also used the standard method that helps determine the parameters that we need to it in the practical application and the mathematical equations that are reached.

**Keywords:** Game theory, strategy, oligopoly models, natural gas, Nash equilibrium

**Jel Classification Codes :** C72

### تمهيد :

تشير كلمة الألعاب "أو المباريات" إلى مواقف التنافس أو الصراع بين الخصوم الأذكياء ( أشخاص أو جماعات " ذوي الأهداف المتعارضة ، و كل لاعب يمتلك مجموعة من الإستراتيجيات المتاحة التي تكون معروفة لدى الخصم ( لكلا الطرفين المتنافسين ) لكن أي منهما لا يعرف بالضبط الإستراتيجية التي سوف يستخدمها المتنافس اتجاه الآخر ، و الهدف من نظرية المباراة هو تحديد أفضل إستراتيجية من قبل اللاعب و على افتراض أن خصمه عقلائي و رشيد و ذكي و سيقوم بتحركات مضادة ذكية<sup>1</sup>.

ما يلاحظ أن هذه النظرية اكتسبت أهمية بالغة بالاستعانة بها لتحديد الإستراتيجيات ، و لعل ما تشهده خارطة الغاز العالمية من تطور ملحوظ لا سيما مع بروز أطراف فاعلة في تصدير الغاز و الهيمنة على طرق العبور كالو.م.أ ، مع الإشارة ان روسيا تملك أكبر احتياطي عالمي من الغاز و تحتل الصدارة في التصدير ، لكن يلاحظ ان المنافسة تشتد خاصة في اختراق السوق الأوربي الذي يشهد ارتفاعا في مجال الطلب على الغاز الطبيعي .

من خلال هذا العمل سنحاول الإجابة على الإشكالية التالية:

• إلى أي مدى تساهم نظرية الألعاب في تحديد الإستراتيجية المثلى لروسيا لتصدير الغاز

مع الاخذ بعين الاعتبار منافسة الو.م.أ ؟

- من اجل ذلك تم صياغة الفرضيتين التاليتين:
- تحتل روسيا المركز الاول في تصدير الغاز الطبيعي ، لكن مع بروز الولايات المتحدة مؤخرا كأكبر منتج ستممكن من اختراق السوق الأوروبي و ممكن تنافس روسيا في مركزها من حيث التصدير .
- لا يمكن للولايات المتحدة أن تحترق السوق الأوروبي للغاز بفضل تبني روسيا استراتيجية طويلة المدى تمكنها من المحافظة على مرتبتها الأولى من حيث البلدان المصدرة للغاز .
- هناك عدة دراسات تمت الاستعانة فيها لنظرية الألعاب في تحديد الإستراتيجيات و نذكر على سبيل المثال لا على سبيل الحصر ما يلي:

**دراسة (علوي اسماعيل ، 2018 )** بعنوان " دور نظرية الألعاب في تحديد السلوك الاستراتيجي للمؤسسة الاقتصادية " حيث تم اسقاط هذه النظرية على قطاع خدمة الهاتف النقال في الجزائر بدراسة مختلف السلوكات الاستراتيجية التي يتبناها المتعاملون الثالث و تم الاعتماد في ذلك على مختلف الأساليب من بنها الاستمارة حيث تم ابراز حداثة هذه النظرية و أهميتها بالنسبة لهم من أجل البقاء و الإستمرارية في ظل المنافسة .

**دراسة (احمد عبد العزيز سوادي، لميعة باقر جواد ، 2012)** بعنوان " استخدام نماذج نظرية الألعاب في تحديد سياسات تعظيم الأرباح لشركتي بيبسي كولا، وكوكا كولا في محافظة بغداد ، حيث قام الباحثان بربط القياس الاقتصادي بهذه النظريات لتشمل كافة السياسات المتعددة المستعملة من تلك الشركات بعد أن كانت تعتمد على الكمية والسعر فقط وتم تطبيقها على شركتي بيبسي كولا وكوكا كولا في محافظة بغداد وتم بيان خطوات الحل للنماذج المقترحة قيد الدراسة وايجاد الحلول التي تعتبر نقاط التوازن بالنسبة للشركتين وفاقاً لمبدأ (ناش).

## I- الإطار المفاهيمي لنظرية الألعاب :

### **I.1- مفهوم نظرية الألعاب:**

إن نظرية الألعاب تطبق عموماً على العلاقات بين الوحدات المتنافسة المستقلة (أفراد أو منظمات) و يقصد بلفظ الألعاب (المباريات) بوجود صراع من نوع معين، حيث أن نجاح طرف معين يكون على حساب الطرف الآخر ومن وجهة نظر الأطراف المشتركة، فإن هذه النظرية تقوم على أساس أن الوصول إلى اتفاق معين (من بين مجموعة كبيرة جداً من الاتفاقات

البديلة) أفضل من عدم وجود أي اتفاق، وبالتالي من صالح هؤلاء أن يتعاونوا مع بعضهم البعض للوصول إلى قرار معين.

## 2.I - عناصر اللعبة: تتشكل اللعبة من عدة عناصر نذكرها فيما يلي :

- اللاعبون: و يقصد بهم الأشخاص الذين يشملهم موقف المباراة، و هم متخذي القرار.
- قواعد المباراة.
- نتائج المباراة.
- القيم التي يعطيها اللاعبون لكل نتيجة.
- العوامل التي يسيطر عليها اللاعبون.
- نوع وكمية المعلومات المتاحة وقت المباراة<sup>2</sup>.

تتخذ القرارات في حالة عدم التأكد عندما تؤدي فيها مجموعة البدائل غلى مجموعة من النتائج الممكنة و أن احتمالية حدوث هذه النتائج غير معروفة ، إن نظرية الألعاب تدخل ضمن هذا الإطار باعتبار أن كل لاعب يجهل حركة خصمه ، و لهذا فإن الهدف هو تخفيض حالة عدم التأكد من خلال مصفوفة العوائد ، و هناك من يصنف حالة رابعة لاتخاذ القرار و هي حالة الصراع و هم يدخلون نظرية الألعاب في هذا السياق.

## 3.I - مفاهيم أساسية:

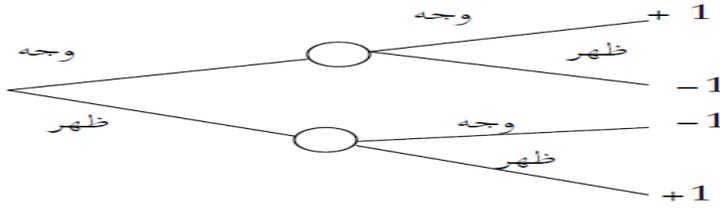
الإستراتيجية وتعبر عن السياسة المطلقة و هي خطة محددة مسبقا تصنف للاعب تحركاته و التحركات المضادة التي سيقوم بها خلال اللعبة ، و في مباريات المصفوفات نجد أن أي لاعب تكون له مجموعة محددة من السياسات المطلقة رغم أن عددهم قد يكون كبير.

مصفوفة العوائد: و هي جدول يبين فيه أرباح و خسائر كل لاعب وفقا للخطط و القرارات المختلفة ، و الجدول عادة يعد لصالح أحد اللاعبين فالمقدار الموجب ربحا له و المقدار السالب خسارة له و بالعكس.

شجرة المباراة : هي تمثيل تصوري لعلاقات و عناصر مشكلة القرار ، و هي تستخدم في حالة المخاطرة ، و شجرة المباراة هي شبيهة بشجرة القرار ، و لتوضيح كيفية استخدام هذه الشجرة نأخذ المثال التالي:

في مباراة لرمي قطعة نقدية بين للاعبين فإن كل لاعب له إستراتيجيتين ذات قرارين هما: وجه أو ظهر ، فاللاعب صاحب نفس الاختيار بعد رمي القطعة النقدية يفوز بنقطة واحدة و في نفس الوقت يخسر نقطة واحدة عندما لا يكون الاختيار نفسه ، و يمكن تصوير هذه الحالة بشجرة المباراة كما يلي<sup>3</sup> .:

الشكل 1 : شجرة المباراة



المصدر : حسين بلعجوز ، نظرية القرار مدخل إداري و كمي ، مرجع سابق ص

225

إذا افترضنا في نفس المثال السابق ، و عند رمي القطعة النقدية كانت النتيجة هي وجه و كانت قرارات كل لاعب كما هو موضح في الجدول التالي:

	المبلغ المدفوع	قرار كل لاعب
	B	A
1+ لصالح A	ظهر	وجه
1+ لصالح B و A	وجه	وجه
1+ لصالح B	وجه	ظهر
1+ لكل من B و A	ظهر	ظهر

و يمكن إعداد مصفوفة العوائد مع الأخذ بعين الاعتبار أنه في حالة تساوي المدفوعات ( ربح أو خسارة ) فإنه تعطى لها القيمة صفر .

		اللاعب B	
		ظهر	وجه
اللاعب A	وجه	0	+1
	ظهر	-1	0

و يمكن أن تظهر المصفوفة بالشكل التالي:

$$A \begin{matrix} & B \\ \begin{matrix} O \\ -1 \end{matrix} & \begin{matrix} +1 \\ O \end{matrix} \end{matrix}$$

#### 4.I- تاريخ وتأثير نظرية اللعبة:

وجدت هذه النظرية سنة 1920 من قبل الرياضيين Emile Borel ، و في سنة 1926 وضع الرياضي John Von Neumann برهان لنظرية Mini -Max Theorem و بذلك تم وضع الأساس النظري لها ، و في سنة 1944 تم إكمال العديد من جوانبها و وضع الهيكل التقليدي لها و ذلك في كتابه ( نظرية المباريات و السلوك الاقتصادي) <sup>4</sup> . أول مثال على تحليل اللعبة النظري بصفة رسمية هو دراسة احتكار الثنائي من قبل أنطوان كورنو COURNOT في سنة 1838، و في عام 1950، أظهر جون ناش أن الألعاب المحدودة لديها دائما نقطة توازن، حيث يملك جميع اللاعبين اختيار الإجراءات التي هي الأفضل بالنسبة لهم نظرا لاختيارات خصومهم ، ، كما، تم توسيع نظرية اللعبة نظريا وتطبيقها على مشاكل الحرب والسياسية منذ السبعينيات، بالإضافة إلى ذلك فقد وجدت تطبيقات في علم الاجتماع وعلم النفس، كما تلقت اهتماما خاصا في عام 1994 مع منح جائزة نوبل في الاقتصاد إلى جون ناش <sup>5</sup> .

#### II - نماذج احتكار القلة الخاصة بنظرية الألعاب:

نبرز فيما يلي بعض النماذج التي تحاول كل منها تصور سلوك اقتصادي معين للوحدات الإنتاجية التي تعمل في ظروف احتكار القلة ، أي إستراتيجية معينة ، و في ظل السوق تكون درجة التركيز أكبر منها في حالة المنافسة الكاملة و المنافسة الاحتكارية ، حيث يكون لكل وحدة إنتاجية نصيب ملموس في إنتاج السوق ، ومن ثم لا تستطيع أي وحدة إنتاجية إهمال تصرفات الوحدات الأخرى ، أي أن كل منها تأخذ تصرفات بعضها البعض في الاعتبار عند اتخاذ قراراتها. و هكذا نجد أن النماذج المختلفة التي سنعرضها يفترض كل منها سلوكا اقتصاديا مختلفا و كذلك ردود فعل مختلفة ، و لا شك أن هذا يؤثر على الأسعار و على المستهلكين في السوق. <sup>6</sup> ..

كما تسمى نماذج احتكار القلة هذه أيضا بنماذج المواقف المتقابلة ، حيث تكون حالة وسطية بين نماذج الاحتكار الكامل و نماذج التنافس الحر، و من أهمها نذكر: نموذج كورنو Cournot و نموذج فون ستاكلبرج Von Stacklberg .

## II - 1. نموذج كورنو Cournot:

تفترض نظرية كورنو ما يلي:

- كل وحدة إنتاجية تعمل على إنتاج الكمية التي تحقق لها أقصى أرباح ممكنة ( أي أنها تعمل على تعظيم أرباحها ) معتبرة أحجام إنتاج الوحدات الأخرى من المعطيات ، بمعنى أن إنتاج الآخرين بالنسبة لكل وحدة إنتاجية تعتبر ثابتة لا تتأثر بما يتخذه المنتج من قرارات.
- العرض الكلي محدد فضلا عن السعر يكون معروف و العرض يلي الطلب.
- العلاقة بين الكمية و السعر هي علاقة خطية ، حيث الكمية تتناسب عكسيا مع السعر ، أي أن زيادة السعر تؤدي إلى نقصان الكمية ، و العكس صحيح ، و يعبر عن ذلك بالشكل الموالي<sup>7</sup>:

$$p(R) = A - R \dots\dots\dots (1)$$

حيث:

R: الكمية الكلية المعروضة من الشركات المتكثرة.

A: ثابت يتم حسابه عن طريق البيانات المتوفرة.

P: السعر المعروض في السوق و هو متساوي لجميع الشركات المتكثرة .

و حيث أن :

الربح = العائد الكلي - التكاليف

$$\dots\dots\dots (2) \pi_i = PR_i - CiR_i$$

$$\dots\dots\dots (3) \sum R_i = R$$

حيث:

$\pi_i$  : ربح الشركة رقم i

Ri: الكمية التي تخصص إلى الشركة i

**Ci** : تكلفة الوحدة الواحدة للشركة رقم  $i$

و قصد تسهيل العمليات الحسابية ، افترض كورنو أن التكاليف الثابتة تساوي الصفر في هذا النموذج ، و تسعى كل شركة لتعظيم الربح الخاص بها من دون الالتفات إلى الشركات المنافسة ، فلو فرضنا أنه هناك شركتين فقط أي ( $i=1,2$ )

$$p(R) = A - R$$

$$\dots\dots\dots(4)\pi_1 = PR_1 - C_1R_1$$

$$\dots\dots\dots(5)\pi_2 = PR_2 - C_2R_2$$

و بعد تعويض هذه الفرضية بالمعادلتين (4) و (5) و اشتقاقها بالنسبة للكمية و مساواتها للصفر نحصل على:

$$\dots\dots\dots(6)R_1 = \frac{A - R_2 - C_1}{2}$$

$$\dots\dots\dots(7)R_2 = \frac{A - R_1 - C_2}{2}$$

و بعد حل المعادلتين (6) و (7) نحصل على متوازنة ناش l'équilibre de Nash

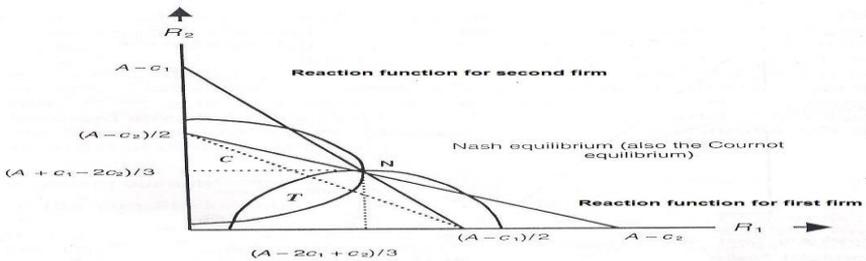
$$\dots\dots\dots(8)R_1 = \frac{A - 2C_1 + C_2}{3}$$

$$\dots\dots\dots(9)R_2 = \frac{A - 2C_2 + C_1}{3}$$

علما أن:

$$R = R_1 + R_2$$

الشكل 2 : متوازنة ناش لنموذج كورنو لشركتين محتكرتين



المصدر: احمد عبد العزيز سوادي، مرجع سابق ص 272

بحيث يمثل الشكل أعلاه، متوازنة ناش لنموذج كورنو و التي تقع إلى أعلى منطقة الحل المقبول الناتج عن التقاطع بين المنطقتين .

## II - 2. نموذج فون ستاكلبرج Von Stacklberg :

بافتراض وجود وحدتين إنتاجيتين تنشأ بينهما منافسة تؤدي إلى قيام إحداهما بدور الوحدة القائمة و الأخرى بدور الوحدة التابعة ، و لكل منهما اختيار الدور الذي تقوم به ، و ما أن يتحدد هذا الدور ، يكون على التابعة كما في حالة كورنو ، تحديد حجم الإنتاج الذي يحقق لها أقصى ربح ممكن آخذة إنتاج الأخرى كمعلمة ثابتة ، أما الوحدة القائمة ، فإنها تعلم أن الأخرى تتصرف كتابع و تقوم بتعظيم أرباحها على هذا الأساس فكل وحدة انتاجية إذن بعد أن يتحدد دورها كقائدة أو تابعة تحاول تعظيم ربحها على هذا الأساس<sup>8</sup>.

و بهذا يتم تطبيق هذه النظرية عندما تكون شركة رائدة ، وباقي الشركات تكون تابعة لها و تأخذ نفس العلاقة بين السعر و الكميات في نظرية كورنو.

أي أن الشركة الثانية تحدد الكمية التي ترغب في إنتاجها و التي سوف تكون قيد للشركة الأولى و بهذا سوف تكون الشركة الأولى هي الرائدة و الشركة الثانية هي تابعة لها ، و نحصل على نموذج برمجة لا خطية كما يلي:

$$\text{Max } \pi_1 = AR_1 - R_1^2 - R_1R_2 - C_1R_1$$

و القيد يكون هو المعادلة رقم (7) بحيث:

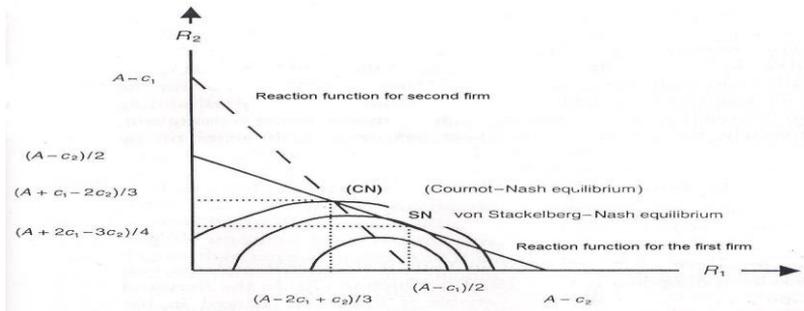
$$\text{S.T } R_2 = \frac{A - R_1 - C_2}{2}$$

و محل النموذج بطريقة التعويض المباشر و اشتقاق المعادلة بالنسبة إلى الكمية و مساواتها بالصفر نحصل على :

$$\dots\dots\dots(10) R_1 = \frac{A - 2C_1 + C_2}{2}$$

$$\dots\dots\dots(11) R_2 = \frac{A - 2C_1 + 3C_2}{4}$$

الشكل 3: توازن ناش لنموذج ستاكلبرج و توازن ناش لنموذج كورنو



المصدر: احمد عبد العزيز سوادى، مرجع سابق ص 272

بحيث يمثل الشكل أعلاه، متوازنة ناش لنموذج فون ستاكلبرج (SN) و متوازنة ناش لنموذج كورنو (CN) إذ تكون (SN) نقطة تماس المستقيم الممثل لردة فعل الشركة الأولى مع إحدى المنحنيات الديناميكية الممثل للشركتين الاحتكاريتين.<sup>9</sup>

### III- الطريقة و الأدوات :

من أجل نمذجة منافسة روسيا للوم.أ ، تم الاعتماد في هذه الدراسة على الأعمال التي قام بها كل من Jean-Pierre Hansen و Jacques Percebois سنة 2015 ، و ذلك بتطوير بعض النماذج الاقتصادية باستعمال مصطلحات الأمثلة و نظرية المباريات بهدف تقديم السلوك الاستراتيجي لمختلف المتعاملين .

تم استخدام طرق الأمثلة لتحديد الصيغ الرياضية و الاستناد إلى نماذج احتكار القلة خاصة نموذج كورنو و ستاكلبرج لتحديد توازن ناش في كل نموذج ، كما تم استعمال برنامج eviews للدراسة القياسية لتعدد المعلمات في دالة الطلب العكسي نظرا لحاجتنا إليها في المعادلات الرياضية المتوصل إليها و من أجل تطبيقنا الرقمي ، اخترنا وحدات مقاسة بالمليار متر مكعب Bcm ، للأحجام الخاصة بالغاز الطبيعي الذي تم تصديره و المتوقع و دولار لمليون وحدة الحرارية البريطانية \$/Mmbtu بالنسبة للأسعار .

### III- 1. فرضيات النموذج

قام الباحثان Jean-Pierre Hansen و Jacques Percebois من خلال هذه الدراسة بتجميع كل الأسواق الأوروبية في سوق واحد ، و بافتراض بأن الاستهلاك الأوروبي للغاز الطبيعي مرن مع الأسعار ، و بتحديد سنة مرجعية واحدة مثلا سنة 2020 و التي

تكون الولايات المتحدة فيها قدرة على اختراق السوق الأوربي ، و باستبعاد قيود الأحجام ( الإنتاج، النقل...الخ) و التغيرات الموسمية في الطلب (كمنشآت تخزين الغاز الطبيعي) ، العلاقة بين أسعار الغاز الطبيعي الأوربي p و الاستهلاك q معطاة بالمعادلة التالية :

$$p = a - bq \dots\dots\dots (11)$$

بحيث  $0 \leq a$  و  $0 \leq b$  هما المعلمتان المحددة لدالة الطلب العكسي للغاز الطبيعي ، و هذه المعلمتان هي خارجية في هذه الدراسة و التي ستكون محسوبة بطريقة إحصائية ، و يتمثل ثلاثة منتجين محتملين لتموين أوروبا : روسيا و التي سيتم فهرستها بالفهرس 1 ، و المومنين الآخرين العاديين للغاز التقليدي ( النرويج ، هولندا ، الجزائر ..) ، و التي يتم تجميعها في منتج بالفهرس 2 ، و الولايات المتحدة التي تباع غازها الصخري بالفهرس 3، و بافتراض ثبات مختلف التكاليف الحدية للتموين ( بما في ذلك الإنتاج و النقل) :  $C_1, C_2, C_3$  ، الأحجام المقترحة بالمنتجين الثلاثة يرمز لها على التوالي ب:  $X_1, X_2$  و  $X_3$  ، و يجعل فرضية بأن مختلف المنتجين يمارسون طاقة السوق على المستوى الأوربي قياسا بمعرفتهم دالة الطلب العكسي المعطاة بالمعادلة (1) و يشاركون بمختلف برامجهم لتعظيم الأرباح ، هذه الفرضية استعملت بشكل بارز في النماذج الغازية للمنافسة غير التامة و تم تبريرها بالتركيز القوي للاحتياطي<sup>10</sup> .

### III- 2. النموذج المرجعي : النموذج 0

النموذج المرجعي المستند عليه كمؤشر هو : فقط روسيا و المنتجين الآخرين المعتادين (المنتجين 1 و 2) يقومون بتموين الغاز الطبيعي ، بالنسبة للمنافسة فإن كل منتج ملزم باختيار الحجم للتموين بهدف تعظيم ربحه ( منافسة على الأحجام)، هذه الطريقة لنموذج المنافسة غير التامة مكيفة بصفة خاصة مع الأسواق الغازية .

الحجم الكلي المومون في السوق يكتب بالمعادلة التالية :

$$q = x1 + x2 \dots\dots\dots (12)$$

و السعر يكتب بالمعادلة التالية:

$$p = a - b(x1 + x2) \dots\dots\dots (13)$$

كل منتج يبحث لتعظيم ربحه من جانب واحد.

برنامج روسيا يكون على النحو التالي :

$$\text{Max } (a - b(x_1 + x_2)) \dots \dots \dots (14) \quad \text{St } x_1 \geq 0$$

و برنامج المنتج الثاني يكون على النحو التالي :

$$\text{Max } ((a - b(x_1 + x_2))x_2 - c_2x_2) \dots \dots \dots (15)$$

$$\text{St } x_2 \geq 0$$

و تم كتابة كل هدف منتج في كل مرة ، لحساب توازن ناش للسوق «l'équilibre de Nash de marché» ، هذه المرحلة ، تحل بالتزامن شروط الترتيب الأول للبرامج لتعظيم (14) و (15)، و التوازن يتحقق لما يكون المؤشر 0 يضاف لتوضيح بأنه هو الحل للنموذج 0 .

بحيث:

$$\dots \dots \dots (16) x_1^0 = \frac{a - 2c_1 + c_2}{3b}$$

$$\dots \dots \dots (17) x_2^0 = \frac{a - 2c_2 + c_1}{3b}$$

### III -3. روسيا في منافسة غير تامة مع الولايات المتحدة من نوع Cournot: النموذج 1

و هنا يتم إعادة أخذ نفس التشكيلة للنموذج 0 ، و لكن بافتراض بأن الولايات المتحدة تقرر اختراق نشاط التموين للسوق الأوروبي . الحجم الكلي الممون في السوق يكتب بالمعادلة التالية :

$$q = x_1 + x_2 + x_3 \dots (18)$$

$$P = a - b(x_1 + x_2 + x_3) \dots \dots (19)$$

كل منتج يبحث لتعظيم ربحه من جانب واحد.

برنامج روسيا يكون على النحو التالي :

$$\text{Max } (a - b(x_1 + x_2 + x_2))x_1 - c_1x_1 \dots (20)$$

و برنامج المنتج الثاني يكون على النحو التالي :

$$\text{Max } (a - b(x_1 + x_2 + x_3))x_2 - c_2x_2 \dots (21)$$

$$\text{St } x_2 \geq 0$$

و برنامج الولايات المتحدة يكون على النحو التالي :

$$\text{Max } (a-b(x_1+x_2+x_3))x_3-c_3x_2 \dots (22)$$

و توازن Nash يتحقق للأحجام التالية:

$$\dots (23) x_1^1 = \frac{a-3c_1+c_2+c_3}{4b}$$

$$\dots (24) x_2^1 = \frac{a-3c_2+c_1+c_3}{4b}$$

$$\dots (25) x_3^1 = \frac{a-3c_3+c_1+c_2}{4b}$$

### III- 4. روسيا في مركز الزعامة : النموذج 2

النموذج الأخير يعتبر أكثر خداعا من قبله لأنه يفترض مسبقا بأن روسيا تستحوذ على معلومة إضافية مقارنة بمنافسيها ، على حسب تركيبتها للتكاليف ، و عبارة أخرى ، بوضعيتها المهيمنة على السوق ( المبررة بقوتها الجيوسياسية )، روسيا تتوقع رد فعل من المنتجين الآخرين ، و متكامل لتحقيق هدفها الأمثل ، هذه الوضعية هي على العموم منمذجة بفعل المنافسة غير تامة من نوع ستاكلبرج Stackelberg ، أين تكون روسيا هي الزعيمة و المنتجين الآخرين ( و بالتحديد الولايات المتحدة ) هم تابعين و يتبارون بعد روسيا ، من حيث التفاعل الإستراتيجي ، نموذج ستاكلبرج يعطي إذا مزيدا من السلطة للزعامة من النموذج كورنو Cournot ، لأن في هذا الأخير اللاعبون يتعاملون في نفس الوقت .

إن نموذج ستاكلبرج يُحل بفعل الطريقة العكسية : حيث يتم حساب أولا دوال رد الفعل للتابعين بافتراض أن قرار الزعامة قد تم أخذه بعين الاعتبار في وقت موالي ، و بإدماج هذه الأخيرة في دوال هدف الزعامة لتحقيق الأمثلية.

-رد فعل التابعين يتم نمذجته كالتالي ( القرار  $x_1$  لروسيا ثابت ) :

برنامج المنتج الثاني هو التالي:

$$\text{Max } (a - b(x_1 + x_2 + x_3))x_2 - c_2x_2 \dots (26)$$

برنامج الولايات المتحدة (المنتج الثالث) هو التالي:

$$\text{Max } (a - b(x_1 + x_2 + x_3))x_3 - c_3x_3 \dots (27)$$

و يكون الحل كما يلي:

$$\dots \dots \dots (28) x_2(x_1) = \frac{a - x_1 - 2c_2 + c_3}{3b}$$

$$\dots \dots \dots (29) x_3(x_1) = \frac{a - x_1 - 2c_3 + c_2}{3b}$$

المعادلتين (18) و (19) تبينان أن الأحجام المختارة من طرف المنتجين 2 و 3 تعتمد بشكل واضح على قرار الزعامة  $x_1$ : و هذه هي دوال دوار رد الفعل للتابعين.

- في وقت ثاني، نكتب برنامج تعظيم الربح لروسيا كذلك:

$$\text{Max } (a - b(x_1 + x_2(x_1) + x_3(x_1)))x_1 - c_1x_1 \dots \dots \dots (30)$$

و الذي يحل بالتبسيط كما يلي:

$$\dots \dots \dots (31) x_1^2 = \frac{a + c_2 + c_3 - 3c_1}{2b}$$

و بتعويض المعادلة (21) في (18) و (19) نجد:

$$\dots \dots \dots (32) x_1^2 = \frac{a + c_2 + c_3 - 3c_1}{2b}$$

$$\dots \dots \dots (33) x_2^2 = \frac{a + 5c_2 + c_3 - 3c_1}{6b}$$

$$\dots \dots \dots (34) x_3^2 = \frac{a - 5c_3 + c_2 - 3c_1}{6b}$$

### III- 5. التطبيق الرقمي و الآثار الاقتصادية

نعلم أن العلاقة بين أسعار الغاز الطبيعي الأوربي  $p$  و الاستهلاك  $q$  معطاة بالمعادلة التالية :

$$(1) \dots \dots \dots p = a - bq$$

من أجل تطبيقنا الرقمي ، نختار وحدات مقاسة بالمليار متر مكعب Bcm ، للأحجام و دولار لمليون وحدة الحرارية البريطانية \$/Mmbtu بالنسبة للأسعار ، و المعطيات ( مصدر للسنة 2020) تتلخص كما يلي:

$$C1= 2.0 \$/Mmbtu \quad C2= 4.0 \$/Mmbtu$$

$$C3= 6.0 \$/Mmbtu \quad a = 80 \$/Mmbtu \quad b = 0.4 \$/Mmbtu/ Bcm$$

المعلمتين a و b مقدرتين لسنة 2020 على أساس المحيط الأوربي الشمالي الغربي .

#### الجدول (01): ملخص النتائج

الاستهلاك مليار م <sup>3</sup>	حصة السوق الأمريكي	حصة السوق الروسي	X3 مليار م <sup>3</sup>	X2 مليار م <sup>3</sup>	X1 مليار م <sup>3</sup>	النموذج
128.2	%0	%52	0	61.6	66.6	النموذج 0
142.5	%30	%37	42.5	47.5	52.5	النموذج 1
158.7	%15	%66	23.7	30.0	105	النموذج 2

المصدر: من إعداد الباحثين بناء على النتائج المتوصل إليها .

من خلال النتائج المتحصل عليها و الملخصة في الجدول أعلاه، تشير بأنه إذا تبنت روسيا إستراتيجية من نوع كورنو و التي تجعلها في نفس الوضعية بالنسبة لمنافسيها ، فإن دخول الولايات المتحدة في السوق يخفض كثيرا حصتها في السوق ، لأنها ستتغير من 52% حتى 37 % ، و في هذه الحالة ستربح الولايات المتحدة 30 % من السوق في أوروبا ، و من جانب آخر ، يتضح لنا بأنه إذا وضعت روسيا معلومة هيكله التكاليف للمتجبن الآخرين في السوق وكانت في وضعية الزعامة في السوق ، فإن الجميع يساهم في رد الفعل للمنافسة ، و تخفض بصفة معتبرة تأثير دخول الولايات المتحدة و التي لا تضع كذلك إلا 15% من السوق ، و هذه الإستراتيجية الأخيرة ممكن تفسيرها من المنطلق التالي: بتبني وضعية الزعامة ، ترفع روسيا بقوة عرض الغاز الطبيعي ( و الذي يفوق من 128 حتى 158 مليار م<sup>3</sup> بين النموذجين 0 و 2) بهدف تخفيض الأسعار و كنتيجة لذلك تجنب دخول الولايات المتحدة للسوق ، و هذه الإستراتيجية تكون ممكنة لروسيا لأن تكلفتها الحدية للإنتاج هي أقل بكثير ارتفاعا من تلك المتعلقة بإنتاج الغاز الصخري في الولايات المتحدة .

#### IV . النتائج و مناقشتها :

ما يميز هذه الدراسة عن الدراسات السابقة أنها بينت دور نظرية الألعاب في تحديد الإستراتيجيات في ظل المنافسة الاحتكارية و بين دولتين هما روسيا و الو.م.أ، فمن خلال العمل الذي تم تقديمه توصلنا إلى انه بالإمكان استعمال نظرية الألعاب في تحديد الاستراتيجيات الخاصة بتصدير الغاز الطبيعي لاسيما يتعلق بالطويلة الأجل حيث تم الاستنتاج أن روسيا بإمكانها الهيمنة على السوق الأوربي للغاز الطبيعي حتى في الأجل الطويل إذا تبنت نموذج ستاكلبرج و هو الأمر الذي تم توضيحه عن طريق هذه النظرية و هذه الإستراتيجية تفسرها بتبني روسيا لوضعية الزعامة لأن روسيا تمتلك مميزات خاصة لاسيما يتعلق بتكلفة نقل الغاز إلى السوق الأوربي ،حيث تستطيع أن ترفع بقوة عرض الغاز الطبيعي بهدف تخفيض الأسعار و كنتيجة لذلك تمنع دخول الولايات المتحدة للسوق ، لان تكلفة نقل الغاز من الو.م.أ مرتفعة مقارنة بروسيا و بالتالي فلا تستطيع عرض غازها في السوق الأوربي بتلك الأسعار التي يفرضه عرض الغاز الروسي .

#### الخلاصة:

من خلال هذا العمل نستخلص الدور الفعال لنظرية الألعاب في تحديد الإستراتيجيات حيث عند قيامنا بالتطبيق الرقمي للنظرية على نماذج احتكار القلة و تحديد توازن ناش بالإسقاط على استراتيجية التصدير للغاز الطبيعي الروسي المنافسة للإستراتيجية الو.م.أ.، بالرغم من افتراض التحركات المضادة و مختلف الفاعلين في السوق الأوربي ، كما تم خلال هذه النظرية معرفة الإستراتيجية التي تكون ممكنة لروسيا في ظل احتكار القلة و هيمنتها على المدى الطويل الأجل بافتراض تكلفتها الحدية للإنتاج التي هي أقل بكثير ارتفاعا من تلك المتعلقة بإنتاج الغاز الصخري في الولايات المتحدة ، و تم ذلك وفق النماذج المقترحة لتوازن ناش لنموذجي كورنو و ستاكلبرج حيث تطلب التطبيق تقدير المعلمات وفق دالة الطلب العكس و معرفة التكاليف الهامشية لكل مومن إلى أوروبا و ذلك حتى يتسنى حساب أحجام الإنتاج وفق كل نموذج في إطار المعادلات المتحصل عليها .

كما نشير أن قواعد اللعبة تستدعي دراسة المنافسة العالمية و هنا نشير إلى التوجه الجديد لإستراتيجية التصدير الروسية التي تسجل مشاريع هائلة لتجسيد خطوط جديدة و الوصول بأقل كلفة إلى الأسواق و المسارعة إلى إبرام العديد من العقود مع بلدان أخرى في آسيا كالصين مثلا ، بالإضافة إلى ذلك إمكانية دخول الغاز الصخري للو.م.أ إلى سوق الغاز، فلا بد من توخي الحذر فالموارد و إمكانيات الإنتاج ليست وحدها العامل المحدد لتصدير الغاز الطبيعي .

- ملاحق :

الجدول (1): سلسلة تطور أسعار و استهلاك الغاز الطبيعي في السوق الأوربي الفترة 1985-2015

السنوات	cif * الأسعار	الإستهلاك q ( مليار مترمكعب ( BCM )
1985	4,25	452,9
1986	3,93	471
1987	2,55	490,7
1988	2,22	493,9
1989	2,00	511,3
1990	2,78	538,6
1991	3,19	544
1992	2,69	522
1993	2,50	525
1994	2,35	512,4
1995	2,39	534
1996	2,46	574,3
1997	2,64	565,6
1998	2,32	573,6
1999	1,88	598,8
2000	2,89	612,7
2001	3,66	630,4
2002	3,23	634
2003	4,06	657,4
2004	4,32	671,6
2005	5,88	682,4
2006	7,85	674,7
2007	8,03	687,3
2008	11,56	699,2
2009	8,52	636,4
2010	8,01	685,2
2011	10,49	647,6
2012	10,93	638,5
2013	10,73	622,5
2014	9,11	579,6
2015	6,61	596,7

\* Source: 1984-1990 German Federal Statistical Office 1991-2014 German Federal Office of Economics

**Note:** Btu = British thermal units; cif = cost+insurance+freight (average prices).

الجدول (2): مخرجات برنامج **eviews**

Dependent Variable: Q

Method: Least Squares

Date: 08/26/20 Time: 14:17

Sample: 1 9

Included observations: 9

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	564.1394	46.99103	12.00526	0.0000
P	-1.582956	0.522952	-3.026964	0.0192
R-squared		0.566899	Mean dependent var	
Adjusted R-squared		0.505027	S.D. dependent var	
S.E. of regression		44.41833	Akaike info criterion	
Sum squared resid		13810.92	Schwarz criterion	
Log likelihood		-45.78240	Hannan-Quinn criter.	
F-statistic		9.162511	Durbin-Watson stat	
Prob(F-statistic)		0.019197	1.809265	

$$Q_t = \alpha + \beta P_t + \varepsilon_t$$

$$\dots(1) \quad Q_t = 564.14 - 1.58P_t + \varepsilon_t$$

(46.99) (-3.03)

(.) t Student

R<sup>2</sup>= 0.57

R<sup>2</sup> ajusté= 0.51

DW= 1.81

F. statistique= 9.16

$$d_2 = 1.32 < DW = 1.81 < 4 - d_2 = 2.68$$

- الهوامش والمراجع :

<sup>1</sup> حسين محمود الجنابي ، الأحدث في بحوث العمليات ، دار الحامد للشر و التوزيع، عمان، الأردن ، ط2010، ص 235

<sup>2</sup> ماضي محمد توفيق صالح حناوي محمد ، بحوث العمليات في تخطيط ومراقبة الانتاج، الدار الجامعية، الإسكندرية، 2006، ص342

<sup>3</sup> حسين بلعجوز ، نظرية القرار مدخل إداري و كمي ، مؤسسة الثقافة الجامعية ، الإسكندرية، 2008، ص 225

<sup>4</sup> حسين بلعجوز ، نظرية القرار مدخل إداري و كمي ، مرجع سابق ص 223

<sup>5</sup> Theodore L. Turocy, Bernhard von Stengel , **Game Theory**, CDAM Research Report LSE-CDAM-2001-09 October 8, 2001 p : 04

<sup>6</sup> نعمة الله نجيب ابراهيم، النظرية الاقتصادية الاقتصاد التحليلي الوحدوي، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، 2005

<sup>7</sup> أحمد عبد العزيز سوادى، استخدام نماذج نظرية الألعاب في تحديد سياسيات تعظيم الأرباح لشركتي بيبيسي كولا و كوكاكولا لمحافظة بغداد ، مجلة العلوم الاقتصادية و الإدارة ، العدد 66 المجلد 18 ، ص 270

<sup>8</sup> نعمة الله نجيب ابراهيم، النظرية الاقتصادية الاقتصاد التحليلي الوحدوي، مرجع سابق، ص 361

<sup>9</sup> أحمد عبد العزيز سوادى، استخدام نماذج نظرية الألعاب في تحديد سياسيات تعظيم الأرباح ، مرجع سابق ص : 273

<sup>10</sup> Hansen.Jean Pierre – Percebois.Jaques , **Energie ; Economie et politiques**, de boeck, 2<sup>e</sup> édition , Paris , 2015 , p ; 340-341