Using Markov chains to forecast the exports of Iraqi crude oil

استعمال سلاسل ماركوف للاستشراف عن صادرات النفط العراقي

م.د. نازك جعفر صادق / كلية الادارة والاقتصاد / جامعة بغداد

الباحث / سعد عبيد جميل

OPEN ACCESS

P - ISSN 2518 - 5764
E - ISSN 2227 - 703X

Received:25/4/2019
Accepted: 15/7/2019

مستخلص البحث

تم في هذا البحث التطرق لموضوع الاستشراف بالتغيرات الحاصلة على قيمة صادرات النفط العراقي الخام للمدة من 2019 – 2025م وذلك باستعمال سلاسل ماركوف الانتقالية بالاعتماد على بيانات السلسلة الزمنية للمدة من كانون الثاني 2011 – تشرين الثاني 2018م وهي بيانات حقيقية تم الحصول عليها من البيانات المنشورة للجهاز المركزي للإحصاء العراقي ووزارة النفط العراقية علماً بأن النتائج التي تم التوصل اليها تدل على الاستقرار بقيمة صادرات النفط الخام وفقاً للبيانات التي تم تحليلها والمذكورة في ملحق البحث.

المصطلحات الرئيسة للبحث/ استعمال سلاسل ماركوف.

Journal of Economics and Administrative Sciences
2019; Vol. 25, No.115
Pages: 474- 490

1. مقدمة

لم تحدد الدراسات داخل اي مجتمع من مجتمعات مختلفة على مجرد معرفة واقع المجتمع وتحليله وايجاد نتائج هذا التحليل بل اصبحت مهتمة بشؤون المستقبل ووضع الخطط والدراسات اللازمة من اجل تنمية عمل الاقتصاد والاستثمار مثلا ، ويكون ذلك بالاعتماد على المعلومات المتوفرة عن الحالة قيد الدراسة ويمكن تحقيق ذلك عن طريق ما يعرف بالاستشراف باعتبار الاستشراف من اهم الطرائق والوسائل الاحصائية التي تفسر سلوك التغيرات التي تطرأ على الظاهرة قياساً بعامل (وحدة) الزمن وبما ان قيمة بيع النفط الخام المصدر له اهمية كبيرة كونه اكبر الثروات التي يعتمد عليها من اجل بناء الموازنات ودخوله في شتى مفاصل الحياة وان النفط هو الثروة المهمة والتي تشكل نسبة 95% من موارد موازنة العراق الحالية.

2. أهمية البحث:

ان المشكلة الرئيسية التي يعالجها البحث هي الوقوف على العوامل المؤدية الى تراجع اسعار صادرات النفط الخام وتبيان ما تأول اليه الاحداث الخارجية والداخلية واثرها على انخفاض او ارتفاع اسعار صادرات النفط.

3. هدف البحث:

يهدف البحث الى تقدير اسعار صادرات النفط العراقي الخام للسنوات من 2019-2025 م وذلك من خلال:

أ- معرفة مقدار الزيادة او النقصان في اسعار صادرات النفط الخام لكل شهر من اشهر السنة ومعرفة سلوك اسعار الصادرات النفطية (الزيادة، النقصان، الاستقرار).

ب- معرفة العوامل المؤثرة على اسعار صادرات النفط الخام.

ت- تهيئة الامكانات والخطط اللازمة لمعالجة المشكلات التي من المحتمل ان يواجها قطاع النفط في المستقبل اعتمادا على الاسعار التي تم الاستشراف لها .

4. حدود البحث

تتمثل حدود البحث في:

أ- الحدود الزمنية: وتغطي قيمة صادرات النفط الخام العراقي بملايين الدولارات للمدة الزمنية من عام كانون الاول 2011م الى تشرين الثاني 2018 مقسمة بشكل شهري عددها (95 شهر).

ب- الحدود المكانية: تم تطبيق الانموذج على بيانات النفط العراقي الخام والمصدر من جميع الموانئ العراقية.

5. عمليات ماركوف (Markov Processes)

ان العملية التصادفية $\{X_t | t \in T\}$ تدعى بعملية ماركوف اذا كان الاحتمال الشرطي لـ X(t) لمجموعة معطاة من القيم X(t-n) ،--------، X(t) ، X(t) يعتمد فقط على X(t-n) لأي مجموعة من الفترات الزمنية $t_0 < t_1 < \cdots < t_n$ اي انه يحقق المعادلة الاتية :-

$$P [X(t_n) \leq x_n | X(t_{n-1})=x_{n-1} ، X(t_{n-2})=x_{n-2} ، ----------، X(t_0) =x_0]$$
$$= P [X(t_n) \leq x_n | X(t_{n-1})=x_{n-1}] \quad \dots (1)$$

اي ان عملية ماركوف (Markov Process) تتكون من مجموعة من الحالات ويجب ان تكون الظاهرة في حالة من الحالات . وان احتمال الانتقال الى حالة معينة في المستقبل يعتمد على حالتها في الحاضر ولا يعتمد على حالتها في الفترات الماضية ، هذا الشرط يدعى بخاصية ماركوف ، اي ان احتمالات الانتقال تحقق المعادلة رقم (1). هناك اربعة انواع اساسية لعمليات ماركوف وذلك بالاعتماد على طبيعة فضاء الحالة (State Space) وطبيعة فضاء المعلمة (الوقت) (Parameter Space) وهي كالاتي :-

1- سلاسل ماركوف ذات فضاء معلمة متقطع وفضاء حالة متقطع .
2- سلاسل ماركوف ذات فضاء معلمة متقطع وفضاء حالة مستمر .
3- عمليات ماركوف ذات فضاء معلمة مستمر وفضاء حالة متقطع.
4- عمليات ماركوف ذات فضاء معلمة مستمر وفضاء حالة مستمر.

وعليه عندما يكون فضاء المعلمة متقطع في هذه الحالة تدعى عمليات ماركوف بسلاسل ماركوف (Markov Chains) اما عندما يكون فضاء المعلمة مستمر في هذه الحالة تدعى بعمليات ماركوف (Markov Processes) سوف نعتمد في دراستنا على فضاء المعلمة المتقطع [4].

6. سلاسل ماركوف Markov Chains

تعتبر سلاسل ماركوف من أدوات بحوث العمليات التي تعمل على تحليل الاتجاهات الحالية لبعض المتغيرات للتنبؤ بسلوكها في المستقبل، أي تعتبر وسيلة يتم من خلالها تحليل التغيرات الحالية التي تطرأ على المتغير العشوائي من اجل الاستشراف بالتغيرات المستقبلية لذلك المتغير.

إن اغلب النظم شائعة الاستعمال في تطبيقات الحياة العملية، تمتاز بخاصية كون إن حالة الظاهرة قيد التحليل في الزمن الحاضر والزمن الماضي هي التي تحدد حالتها في المستقبل، وربما قد تدخل في ذلك أيضا عوامل أخرى وحسب الحالة المدروسة .

إن ما يهمنا في هذه الفقرة عدد لا يستهان به من تلك النظم والتي تُخضع عدد واسع من الظواهر والتطبيقات للنمذجة والتحليل، وتلك النظم هي التي تتميز بخاصية انه إذا عُلمت حالة الظاهرة في الزمن الحاضر فانه سوف لن يكون هناك أي تأثير لحالات الظاهرة في الزمن الماضي على ما يجري لها في المستقبل.

إن النظم التي تهمنا والتي تمتلك تلك الخاصية، هي ما تدعى بسلاسل ماركوف (Markov Chains)، وتعرف سلاسل ماركوف (Markov Chains) التي يرمز لها اختصاراً (MC) على أنها سلسلة من الحالات التي تمر بها الظاهرة خلال فترة زمنية معينة أو سلسلة من المواقع التي يمر بها جسم متحرك خلال فترة زمنية مختلفة .

فضلاً عن انه يمكن تعريفها أنها عملية عشوائية متقطعة الزمن يتميز كل متغير عشوائي (X_t) فيها بارتباطه بالمتغير السابق له مباشرة (X_{t-1}) وبتأثيره على المتغير اللاحق (X_{t+1}) فقط، ومن هنا أطلق على هذه العملية اسم "سلسلة" لتعلق كل متغير بجواره المباشر فقط .

إن سلاسل ماركوف ذات حيز الحالة المتقطع يعتبر جزء حيوي من عمليات ماركوف كونه يشمل اغلب التطبيقات [5].

7. المصفوفة الانتقالية (Transition matrix)

هي مصفوفة مربعة من درجة (n×n) وعناصرها غير سالبة وان مجموع كل صف فيها يساوي الواحد الصحيح أي $\sum P_{ij} = 1$

$$p = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{n1} & p_{n2} & \cdots & p_{nn} \end{bmatrix} \quad \ldots(2)$$

إن العناصر(P_{ij}) المكونة لمصفوفة الاحتمالات الانتقالية $P = [\ P_{ij}\ ]$ لسلاسل ماركوف تمثل احتمالات الانتقال من الحالة (i) إلى الحالة (j) بخطوة واحدة أو مدة زمنية واحدة فإذا أردنا إيجاد قيمة احتمال انتقال الظاهرة من الحالة (i) إلى الحالة (j) وبعدد محدود من الخطوات أو المدد الزمنية مقداره (m) فيكون لدينا p_{ij}^{m} إذ إن :

$$p_{ij}^{m} = p\{x_{n+m} = j | x_n = i\} \quad \dots (3)$$

إذ إن :

P_{ij}:- يمثل الاحتمالات الانتقالية خلال (m) من الخطوات ، وأن ما ورد في العلاقة رقم (3) إذ $(n, m \in N)$ فيكون :-

$$p^{(n+m)} = p^n p^m \quad \dots (4)$$

إذ إن :

$(p^{(n+m)})$: تمثل مصفوفة الاحتمالات الانتقالية لسلاسل ماركوف بعد (m+n) من الخطوات ، أما العنصر الواقع في الصف (i) والعمود (j) من المصفوفة $p^{(n+m)}$ فيكون :-

$$p^{(n+m)} = \sum p_{ih} p_{hi} \quad \dots (5)$$

لكل $n > 0$ ، m

إن المعادلة رقم (5) تدعى معادلة جابمان – كولمكروف (Chapman Kolommogrov Equation) ، وان هذه المعادلة تعرّف :

$P_{ij} : n \geq 0 \; , i \; , j \geq 0 = P$

(العملية في الحالة i والحالة j بعد n من الاحتمالات الانتقالية)

وتُعد معادلة جابمان – كولمكروف (c -k) طريقة لحساب n من الخطوات للاحتمالات الانتقالية p_{ij}^{n}، لنفرض P مصفوفة الاحتمالات الانتقالية لـ n من الخطوات ، لذا فان معادلة (c-k) تعطى كما في المعادلة رقم (4) فتكون نتيجتها كالآتي [6]:

$$p^{(n)} = p^{(n-1)} . p^{(1)} = p . p . p \dots p = p^{(n)} \quad \dots (6)$$

8. تحليل ماركوف Markov Analysis

يعرف تحليل سلسلة ماركوف على انه العملية التي يتم بها تحليل التغيرات الحالية لمتغير عشوائي معين من اجل الاستشراف بالتغيرات والاحداث المستقبلية لهذا المتغير، وقد ارتبطت سلاسل ماركوف في فرضية الثبوتية (periodic) في الفيزياء ، ودراسة حركة جزيئات الغاز (الحركة البراونية) في اناء مغلق ثم الاستشراف بحركة هذه الجزيئات في المستقبل ، ومن الأمور المهمة التي يجب توافرها لتحليل سلاسل ماركوف هو تحقق بعض المواصفات المهمة وكما يلي: [7]

أولاً: الاستقرارية Stationarity

تتميز العمليات التصادفية عن بعضها البعض بمواصفات وفروض قد تجعلها تنفع لهذا الجانب التطبيقي أو ذاك كما ان هناك بعض الجوانب التطبيقية يمكن وصفها ومعالجتها خلال أكثر من عملية تصادفية وهذا بالطبع هو وقف على المراد من تلك الجوانب التطبيقية وهدف الباحث منها .

إذن مفهوم الاستقرارية (Stationarity) يعني بشكل عام عدم حدوث اي تغير بالصفات الإحصائية للعملية العشوائية بدرجة أو أخرى خلال التغير بالزمن .

ثانياً: حالة الثبات Steady state

حالة الثبات تتضح عندما تستمر العملية التصادفية لفترة زمنية طويلة إذ تستقر نسبة عدد الزيارات لكل حالة عند قيمة معينة ، تدعى بالاحتمالات المستقرة لتلك الحالة أي انه يظهر سلوك P_{ij} عندما $n \rightarrow \infty$ لذلك فان التوزيع المستقر يعرف كالآتي :

المتجه الاحتمالي $u^{(s)} = \left(u_1^{(s)}, u_2^{(s)}, \dots, u_n^{(s)}\right)$ الذي يحقق $u^{(s)} p^* = u^{(s)}$ بأنه توزيع مستقر للعملية التصادفية (Stationary distribution).

عندما P تكون مصفوفة الاحتمالات الانتقالية لسلاسل ماركوف وذات n من الحالات المنتهية فأن :

$$\lim_{m\to\infty} p^{(m)} = u = \begin{bmatrix} \underline{u} \\ \underline{u} \\ \underline{u} \end{bmatrix} \qquad \dots (7)$$

إذ إن المتجه الاحتمالي الوحيد :-

$$\underline{u} = (u_1, u_2, \cdots, u_n) \qquad \sum \underline{u} = 1\,, \quad 0 < u_j < 1$$

$$\sum \underline{u} = 1\,, \quad up = u\,, pu = u \qquad \dots (8)$$

ويمثل التوزيع المستقر للعملية.

أي انه إذا اقتربت m من مالا نهاية فان احتمالات الانتقال ذات m من الخطوات P_{ij} ستعتمد على الحالة الأخيرة وليس الحالة الابتدائية ، وهذا يعني انه وبعد عدد كبير من المحاولات تصل السلسلة إلى حالة الاستقرار (Stationary).

إذ إن :

u مصفوفة صفوفها متماثلة وكل صف منها هو المتجه u ، والمتجه الاحتمالي u يمثل كما ذكرنا آنفاً التوزيع المستقر للعملية . إذ إن : من العلاقة رقم (7)

$$\lim_{m\to\infty} p^m = u$$

$$\lim_{m\to\infty} p^{m+1} = u \dots \lim_{m\to\infty} p^m . p^* = u$$

$$\left(\lim_{m\to\infty} p^m\right) p^* = u \dots u . p^* = u$$

وبالمثل:

$$\lim_{m\to\infty} p^{m+1} = \lim_{m\to\infty} p^m . p^* \dots . p^* \left(\lim_{m\to\infty} p^m\right)$$

$$p^*(u) = u$$

9. الاستقلالية لمصفوفة ماركوف Independent for Markov Matrix

إن الاحتمالات الانتقالية خلال (n) من الخطوات يمكن الحصول عليها من ضرب المصفوفة (P) في نفسها لعدد (n) من المرات وبسبب استقلالية المتغير $X_{(n+1)}$ عن المتغيرات $X_0, X_1, \dots, X_n$ بالفرض:

من تعريف سلسلة ماركوف نجد ان { $X_n : n \geq 0$ } تمثل هذه السلسلة بالمصفوفة الانتقالية آلاتية:

$$p = \begin{bmatrix} p_0 & p_1 & p_2 & \cdots \\ p_0 & p_1 & p_2 & \cdots \\ p_0 & p_1 & p_2 & \cdots \end{bmatrix} \qquad \dots (9)$$

نلاحظ أن جميع صفوف المصفوفة (P) متطابقة ، وان $P_m = P$ لجميع قيم $m \geq 1$.
من جانب آخر إذا كانت $P(i, j) = P_j$ لجميع قيم ($i, j \in I$) أي أن صفوف المصفوفة (P) كافة متطابقة فانه يعني أن المتغيرات العشوائية المنفصلة (المتقطعة) ومن تعريف الاستقلالية ، مستقلة وهي حالة خاصة من سلسلة ماركوف.

$$X_0, X_1, \dots, X_n \qquad \dots (10)$$

ولها توزيع عام هو $\{ P(i, j) \in I \}$ وان سلاسل ماركوف ما هي إلا سلسلة من المتغيرات العشوائية إذ إن لكل $(n \in N)$ فان الحالة المستقبلية $X_{(n+1)}$ تكون مستقلة عن الحالات السابقة

$$X_0, X_1, \dots, X_{n-1}$$

بشرط أن تكون الحالة الحالية (X_n) معروفة [8].

10. تقدير الاحتمالات الانتقالية لسلاسل ماركوف باستعمال طريقة الامكان الاعظم

Transitional Probabilities Estimation of Markov Chains by using Maximum likelihood (ML)

تعتبر إحدى الطرائق المهمة في النظرية الإحصائية عند تقدير المعالم لأنها تعطي للباحث التقدير الذي له أعظم احتمال ، وتستعمل هذه الطريقة لتقدير الاحتمالات الانتقالية للسلسلة الزمنية الجزئية، وان هذه السلسلة يكون انتقال الظاهرة فيها ملاحظ ويمكن القول بتعبير اخر هي نوع من البيانات التي يمكن معرفة كيفية الانتقال من الحالة (i) في الوقت (t) إلى الحالة (j) في الوقت (t+1) ويمكننا تطبيقها في حالة كون احتمالات الانتقال في السلسلة معلومة.

نفترض أن هناك عينة تتألف من عدد من المشاهدات على شكل سلسلة ماركوف وبافتراض أن العدد $n_i(0)$ يمثل العناصر المشاهدة في الحالة (i) عند الوقت (t=0) إذ تشير العناصر المشاهدة إلى سلسلة من الحالات عند الوقت (T---2، 1، t =0) وعليه فان عملية ماركوف في حالة الاستقرارية تكون بالشكل الآتي:-

$$pr(x_0, x_1, x_2, \dots, x_T) = pr(x_0) \prod_t pr(x_t / x_{t-1}) \qquad \dots\dots(11)$$

ليكن $n_{ij}(t)$ يمثل عدد العناصر المشاهدة لكل $(X_t = j, X_{t-1} = i)$ وان :-

$$n_{ij} = \sum_t n_{ij}(t) \qquad \dots\dots(12)$$

إن الاحتمال المعبر عنه في المعادلة رقم (11) يمكن كتابته على شكل تناسبي كما يلي:

$$pr(x_0, x_1, x_2, \dots, x_T) = pr(x_0) \prod_{i,j} p_{ij}^{nij} \qquad \dots\dots(13)$$

وكما أوضح (كودمان وأندرسون) Coodman and Anderson ((1957 فإن صيغة n_{ij} تمثل مجموعة إحصاءه كافية (Set of Sufficient Statistic) وان توزيع $n_{ij}(t)$ يمكن الحصول عليه باعتبار

$$n_i(t-1) = \sum_j n_{ij}(t)$$

من المشاهدات الموزعة لتوزيع متعدد الحدود (Multinomial Distribution) باحتمال p_{ij} فإن دالة الكثافة الاحتمالية (p.d.f) لـ $n_{ij}(t)$ هي:

$$pr\left(n_{11}(t), n_{12}(t), \ldots, / n(0)' \; p_{11}, \ldots\right) \qquad \ldots.(14)$$

$$= \prod_t \left(\prod_i \left[\frac{n_i(t-1)!}{\prod_j n_{ij}(t)!} \prod_j p_{ij}^{nij(t)} \right] \right) \qquad \ldots.(15)$$

$$= \left[\prod_{t,i} \frac{n_i(t-1)!}{\prod_j n_{ij}(t)!} \right] \left[\prod_{i,j} p_{ij}^{\sum t \; nij(t)} \right] \qquad \ldots.(16)$$

$$= \left[\prod_{t,i} \frac{n_i(t-1)!}{\prod_j n_{ij}(t)!} \right] \left[\prod_{i,j} p_{ij}^{nij} \right] \qquad \ldots..(17)$$

إذ ان $n(0)' = [n_1(0), n_2(0), \ldots, n_r(0)]$ هو متجه اذ ان عناصره تمثل الإعداد في الحالات عندما $t = 0$.

وبإعطاء مشاهدات لـ $n_{ij}(t)$ لكل (j،i،t) نستطيع الحصول على مقدرات احتمالات انتقالية مستقرة (p_{ij}) من خلال تعظيم دالة الإمكان الأعظم (14) مع الأخذ بنظر الاعتبار إن (p_{ij}) يحقق شرط المجموع أي أن :

$$\sum p_{ij} = 1 \qquad j = 1,2,\ldots,n \qquad \ldots..(18)$$

وبأخذ اللوغاريتم لطرفي المعادلة (17) وتوظيف الشرط (18) باستخدام مضاعفات لانغرانج (Langrangian Multipliers) يمكن الحصول على دالة لانغرانج كالآتي :

$$\log \; pr(x_0, x_1, \ldots, x_T / n) - \sum_i \lambda_i \left(\sum_j p_{ij} - 1 \right) \qquad \ldots..(19)$$

or

$$\log\left(\prod_{ij} p_{ij}^{nij} \right) - \sum_i \lambda_i \left(\sum_j p_{ij} - 1 \right) + c$$

إذ أن c الثابت يمثل :

$$C = \log \prod_{t.i} \left(n_i(t-1)! / \prod_j n_{ij}(t)! \right)$$

طالما إننا نعتبر أن n_i (0) غير عشوائي، نحصل على دالة الإمكان الأعظم للمعادلة (19) بأخذ المشتقة الجزئية بالنسبة لـ P_{ij} ولـ (λ_i) على التوالي :

$$\left[\frac{\partial}{\partial p_{ij}}\right]\left[\sum_i \sum_j n_{ij} \log p_{ij} - \sum_i \lambda_i \left(\sum_j p_{ij} - 1\right)\right] = \frac{n_{ij}}{p_{ij}} - \lambda_i = 0 \qquad \ldots(20)$$

$$\left[\frac{\partial}{\partial \lambda i}\right]\left[\sum_i \sum_j n_{ij} \log p_{ij} - \sum_i \lambda_i \left(\sum_j p_{ij} - 1\right)\right] = \sum_j p_{ij} - 1 = 0 \qquad \ldots.(21)$$

ومن المعادلة رقم (20) يتم إعادة كتابة المساواة الموجودة على الطرف الأيمن من المعادلة وكما يلي :

$$n_{ij} = \lambda_i p_{ij} \qquad \ldots..(22)$$

وعليه

$$\sum n_{ij} = \lambda_i \sum p_{ij}$$

وبأخذ مجموع (p_{ij}) أي $\sum p_{ij} = 1$ يكون لدينا:-

$$\lambda_i = \sum_j n_{ij} \qquad \ldots..(23)$$

وبتعويض المعادلة رقم (23) في المعادلة رقم (20) وبإيجاد حل (p_{ij}) نحصل على مقدرة إمكان أعظم عليا هي:-

$$p_{ij} = n_{ij} \Big/ \sum_j n_{ij} \geq 0 \qquad \ldots.(24)$$

وطالما أن n_{ij} يكون دائما غير سالب فان مقدرة الإمكان الأعظم تكون غير سالبة أيضا .

11. الجانب التطبيقي

عرفت حضاراتنا القديمة النفط من خلال ما طفا منه على سطح الأرض ، واستعملته شعوب وادي الرافدين ووادي النيل في البناء وغير ذلك من الاستعمالات البدائية ظل استعمال النفط على هذا الحال الى ان تم التوصل إلى طرائق استخراجه من باطن الأرض على النحو الذي يستخرج فيه الماء ، وذلك في منتصف القرن التاسع عشر في الولايات المتحدة الأمريكية، يذكر ان النفط سيظل موجودا في باطن الارض طالما بقي كوكب الارض، وانه لن ينضب الا بفنائها، وذلك على الرغم من عدم قدرة العالم حتى الان على الالمام بكل عوامل واسباب تكون النفط في باطن الارض ، وهذا يعني ان اية منطقة فوق الارض يمكن ان يكون في باطنها نفط. غير ان تضاريس الارض الخارجية والباطنية تجعل استخراج النفط سهلاً في مناطق وصعباً او مستحيلاً في مناطق اخرى . وكلما تقدمت العلوم والتكنولوجيا ، كلما اصبح استكشاف النفط واستخراجه اكثر احتمالا فبعد استنفاذ مخزون النفط القريب من القشرة الارضية، تصبح عملية استخراج النفط من الاعماق اكثر صعوبة وتعقيداً واكثر تكلفة ، ولذلك فان المعلومات المتوفرة عن النفط في الوقت الحاضر، تنقسم الى ثلاث مستويات: مخزون مؤكد في آبار محفورة، مخزون شبه مؤكد في مواقع لم يتم حفرها ومخزون محتمل بعيد الامد، وهذا المخزون بكل مستوياته يتوزع تحت مختلف مناطق العالم بدرجة او بأخرى وقد جرى التقليد الحديث على تقسيم المناطق النفطية وفقا للتقسيمات الجيوسياسية في العالم، فبرزت اسماء الدول التي تم

اكتشاف النفط في اراضيها، وذلك على الرغم من حقيقة ان الدراسة الجغرافية المحضة هي الاساس في هذا المجال. [16]

ويعتبر العراق هو واحد من اهم الدول المصدرة الى النفط الخام ومن اهم اعضاء منظمة النفط العالمية الدائميين (الاوبك) ويلعب العراق دوراً كبيراً في سوق النفط العالمية بسبب كميات النفط المنتج وجودته ، كما وان للنفط دور هام في موازنة العراق المالية اذ يعتبر المصدر الاساس للموزانة العراقية اذ يشكل النفط قرابة 90% من قيمة الموازنة لذلك فأن اي تغيير يطرأ على سعر النفط الخام المصدر سيؤدي الى انخفاض كبير في موازنة العراق والتي تعتمد بشكل كبير عليه لذلك فأن دراسة حالات التغير في اسعار صادرات النفط لها الدور الكبير في وضع خطط وسياسات لتلافي اي انخفاض مفاجئ في اسعار صادرات النفط العالمية بشكل عام والنفط العراقي بشكل خاص لذلك جاءت فكرة دراسة الاستشراف باسعار الصادرات النفطية العراقية باستخدام سلاسل ماركوف الانتقالية والتي سيتم من خلالها تحليل البيانات الاحصائية. [16]

قد اعتمد البحث على بيانات حقيقية شهرية تمثل قيمة صادرات النفط العراقي الخام بـ (ملايين الدولارات) للمدة من (كانون الثاني 2011م الى تشرين الثاني 2018م) اي عددها (95 شهر) والتي تم الحصول عليها من بيانات منشورة لوزارة التخطيط العراقية/الجهاز المركزي للإحصاء ووزارة النفط العراقية، وكان الغرض من التحليل الاحصائي للبيانات الحقيقية هو الاستشراف بقيمة صادرات النفط الخام العراقي للسنوات 2019-2025 لتكون هناك صورة واضحة لدى متخذ القرار لأتخاذ كل التدابير اللازمة لتحقيق الهدف المرجو منها ، وقد تم استعمال البرامج التالية: (WinQSB و MATLAB و Gretl و Excel) لمعرفة نتائج التحليل المطلوب.

رسم بيانات السلسلة الزمنية باستخدام برنامج (Gretl)

يلاحظ من خلال رسم السلسلة الزمنية اعلاه استقرار قيمة صادرات النفط العراقي الخام خلال المدة من 2011م الى منتصف العام 2014م ومن ثم بدأت قيمة صادرات النفط تتذبذب وتنخفض بشكل واضح وحاد وتستمر بهذا الوضع من نهاية العام 2014م ووصولاً الى عام 2018م ومن ثم تبدأ بالارتفاع التدريجي وتفسير هذا الانخفاض الحاد الذي حدث في منتصف العام 2014م يرجع الى عدة اسباب ابرزها:

1- الاحداث الارهابية التي شهدتها مناطق شمال وغرب العراق والتي تسببت بتوقف صادرات النفط من هذه المناطق.
2- الانخفاض الذي طرأ على اسعار النفط العالمي بسبب وفرة النفط المصدر.
اما الارتفاع التدريجي الذي حصل نهاية العام 2017 فهذا كان مرتبط بالتالي:
1- الانتصار الذي حققه العراق على التنظيمات الارهابية التي سيطرت على الحقول النفطية في شمال وغرب العراق.
2- الارتفاع الذي طرأ على اسعار النفط العالمية.

11-1. بيانات البحث وآلية العمل

البيانات المدروسة تمثل اسعار صادرات النفط العراقي الخام والتي تمثل (95 شهر) وجميعها بقيمة (مليون دولار) ونظراً لكبر حجم هذه الاسعار سيتم تصنيف هذه الاسعار الى اربع حالات وبالتصنيفات التالية:

الحالة	التصنيف	اسعار الصادرات بين	
انخفاض حاد	C_0	3499	2000
انخفاض	C_1	5499	3500
استقرار	C_2	7499	5500
ارتفاع	C_3	9000	7500

وبعد اجراء التصنيف كان عدد القيم:

- البيانات ضمن التصنيف الاول (C_0) عددها (8).
- البيانات ضمن التصنيف الثاني (C_1) عددها (28).
- البيانات ضمن التصنيف الثالث (C_2) عددها (35).
- البيانات ضمن التصنيف الرابع (C_3) عددها (24).

11-2. مصفوفة الاحتمالات الانتقالية Transition Probability Matrix

ان مصفوفة الاحتمالات الانتقالية هي نتاج لقيم الصادرات الشهرية للنفط العراقي الخام والذي هو موضوع البحث وذلك لان اساس التحليل في سلاسل ماركوف هو تكوين اعداد المصفوفة في بادئ الامر ومن ثم تقدير هذه المصفوفة والتي تمثل الاحتمالات الانتقالية والتي سنرمز لها اختصاراً $\hat{p}$ وان $\hat{p} = [\hat{p}_{ij}]$ وعليه فان شكل مصفوفة الاحتمالات الانتقالية ستكون:

$$\hat{P} = \begin{array}{c} \\ C_0 \\ C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} C_0 & C_1 & C_2 & C_3 \end{array} \\ \begin{bmatrix} p_{00} & p_{01} & p_{02} & p_{03} \\ p_{10} & p_{11} & p_{12} & p_{13} \\ p_{20} & p_{21} & p_{22} & p_{23} \\ p_{30} & p_{31} & p_{32} & p_{33} \end{bmatrix} \end{array} \quad \ldots (25)$$

حالة الانخفاض الحاد		حالة الانخفاض	
انخفاض حاد بعد انخفاض حاد	p_{00}	انخفاض بعد انخفاض حاد	p_{10}
انخفاض حاد بعد انخفاض	p_{01}	انخفاض بعد انخفاض	p_{11}
انخفاض حاد بعد استقرار	p_{02}	انخفاض بعد استقرار	p_{12}
انخفاض حاد بعد ارتفاع	p_{03}	انخفاض بعد ارتفاع	p_{13}
حالة الاستقرار		حالة الارتفاع	
استقرار بعد انخفاض حاد	p_{20}	ارتفاع بعد انخفاض حاد	p_{30}
استقرار بعد انخفاض	p_{21}	ارتفاع بعد انخفاض	p_{31}
استقرار بعد استقرار	p_{22}	ارتفاع بعد استقرار	p_{32}
استقرار بعد ارتفاع	p_{23}	ارتفاع بعد ارتفاع	p_{33}

3-11.**التقدير بالإمكان الأعظم** (MLE)

لغرض تكوين مصفوفة الانتقال نستعين بالمصفوفة (A) وهي مشابهة للمصفوفة ($\hat{p}$) من حيث الانتقال إلا إن مكوناتها تمثل عدد الحالات التي انتقلت حالات قيم الصادرات فيها والبالغ عددها اربع حالات وليس الاحتمالات فضلاً عن أنها تمثل الحالات التي تم أخذها للدراسة والمتمثلة بقيم صادرات النفط الخام والمتمثلة بالمصفوفة A والتي تمثل الحالات الاربعة (الارتفاع، الاستقرار، الانخفاض والانخفاض الحاد) وهي بالشكل التالي:

$$A = \begin{array}{c} \\ C_0 \\ C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} C_0 & C_1 & C_2 & C_3 \end{array} \\ \begin{bmatrix} c_{00} & c_{01} & c_{02} & c_{03} \\ c_{10} & c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{20} & c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{30} & c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{bmatrix} \end{array} \quad \ldots (26)$$

أذ ان c_{ij} يمثل عدد الحالات التي انتقلت قيمة صادرات النفط الخام من الحالة (i) الى الحالة (j) (ويمكن ان يكون الانتقال الى نفس الحالة i=j).

نبدأ الآن بكتابة حالات الانتقال الموجودة في بيانات البحث وكالتالي:

$$A = \begin{array}{c} \\ C_0 \\ C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} C_0 & C_1 & C_2 & C_3 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 5 & 3 & 0 & 0 \\ 3 & 24 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 26 & 7 \\ 0 & 0 & 7 & 17 \end{bmatrix} \end{array} \begin{array}{c} \text{sum} \\ 8 \\ 28 \\ 34 \\ 24 \end{array} \quad \ldots (27)$$

ومن خلال تطبيق المعادلة رقم (24) على المصفوفة رقم (34) بإستعمال برنامجي WinQSB و MATLAB، نحصل على المصفوفة الانتقالية التالية:

$$\hat{P} = \begin{array}{c} \\ C_0 \\ C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} C_0 & C_1 & C_2 & C_3 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0.6250 & 0.3750 & 0.0000 & 0.0000 \\ 0.1071 & 0.8571 & 0.0357 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0294 & 0.7647 & 0.2059 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.2917 & 0.7083 \end{bmatrix} \end{array} \quad \ldots (28)$$

وبإيجاد التوزيع المستقر للمصفوفة رقم (36) عن طريق استخدام برنامجي WinQSB و MATLAB، حصل الاستقرار في الخطوة رقم (218) بعد ان تساوت المصفوفة في الخطوة (217) مع الخطوة (2018) وكما يلي:

$$U_{ij} = \begin{bmatrix} 0.0851 & 0.2979 & 0.3617 & 0.2553 \\ 0.0851 & 0.2979 & 0.3617 & 0.2553 \\ 0.0851 & 0.2979 & 0.3617 & 0.2553 \\ 0.0851 & 0.2979 & 0.3617 & 0.2553 \end{bmatrix}$$

وعليه فأن متجه التوزيع المستقر سيكون هو :

$$U_j = [0.0851 \quad 0.2979 \quad 0.3617 \quad 0.2553]$$

وعليه نلاحظ زيادة في حالة الاستقرارية اذ بلغت نسبة الزيادة (0.3617) وانخفاض في حالة الانخفاض الحاد اذا بلغت (0.0851).

1.12 الاستنتاجات

1- من خلال ملاحظة متجه التوزيع المستقر وعلى المدى البعيد ستكون هناك حالة من الاستقرار في قيمة صادرات النفط العراقي الخام وبلغت نسبة الزيادة (0.3617).

2- تغير كبير وواضح في حالة الانخفاض الحاد الي رافقت قيم الصادرات النفطية للنفط العراقي الخام اي انها بدأت تقل عن قيمة الانخفاض الحاد وتتجه صوب الاستقرار وكانت النسبة هي (0.0851).

3- ان هناك فوارق بسيطة بين نسبة الارتفاع والانخفاض الاعتيادي وكان الفارق بينهما بنسبة 4%.

4- يلاحظ مما تقدم ومن خلال رسم بيانات السلسلة الزمنية ان نسبة الانخفاض الحاد للمدة من 2011 الى منتصف العام 2014 وهي التي رافقت سيطرة (ارهابيي داعش) على مناطق من شمال وغرب العراق والتي كانت تضم عدد من الابار المنتجة للنفط، وكذلك تضم منافذ تصدير النفط الى دول العالم والتي قللت من كميات النفط العراقي المصدر.

5- ان نسبة الانخفاض الحاد رافقها ايضاً انخفاض كبير في سعر برميل النفط العالمي والتي جاءت بسبب زيادة في كميات النفط المصدر عالمياً وبالتالي شكل ذلك احد العوامل التي ادت الى انخفاض حاد في قيمة صادرات النفط، خلال المدة من (2014 الى 2016).

2.12 التوصيات

1. من خلال هذه البحث والنتائج التي تم التوصل اليها نوصي بإستعمال سلاسل ماركوف للتنبؤ بما ستؤول اليه قيم صادرات النفط العراق الخام وكذلك كميات النفط المنتج.
2. في هذا البحث تم اعتماد تقدير الامكان الاعظم لتقدير القيم ويمكن استعمال طرق تقدير اخرى كطريقة المربعات الصغرى الاعتيادية ومن ثم مقارنتها مع طريقة الامكان الاعظم والتي بدورها قد تكون طريقة اخرى سريعة لمعرفة القيم الاستشرافية .
3. القيام بفتح منافذ تصديرية للنفط وطرق بديلة تكون بدائل تسمح باستمرار تصدير النفط في شتى الظروف السلبية (لا سامح الله).

المصادر

1- الشمرتي، حامد سعد نور والحارثي، عبد الرحيم خلف راهي، "العمليات العشوائية فرضياتها وتطبيقاتها"، الجامعة المستنصرية، الطبعة الاولى، 2017.

2- العذاري، فارس مسلم والوكيل، علي عبد الحسين "العمليات التصادفية"، جامعة بغداد، مطبعة جامعة الموصل، 1991.

3- مسلم، باسم شليبه وجميل، سعد عبيد وفاضل، احمد سعد، "استخدام نماذج ARIMA للتنبؤ بكميات الطاقة الكهربائية لمحافظة واسط"، مجلة الكوت للعلوم الاقتصادية والادارية، العدد 10 ، 2012.

4- علي، عمر عبد المحسن ومحمد، احمد عادل، "الاستشراف في التغيرات الحاصلة على مصروفات الموازنة باستعمال سلاسل ماركوف مع تطبيق عملي"، مجلة دراسات محاسبية ومالية-العدد 18، 2012.

5- السعدي، خليل برهان الدين فرمان، " تقلبات سعر صرف الدينار العراقي للمدة من عام 1996 لغاية منتصف عام 2005 والاستشراف بسعره في المستقبل باستخدام سلاسل ماركوف " كلية الإدارة والاقتصاد – جامعة بغداد – 2007 .

6- الشمرتي، حسنين خليل عبد الله ، " تحليل بيانات الهطول في العراق باستخدام سلاسل ماركوف" ، كلية العلوم – الجامعة المستنصرية – 2008 .

7- العلي ،ابراهيم وعكروش ، محمد و معلا ، احمد " تحليل حركة السوق باستخدام سلاسل ماركوف- دراسة تطبيقية على الشركات التالية (شركة غزل حماة – شركة غزل جبلة – الوليد للغزل بحمص "، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية المجلد (31) العدد (1) 2009 .

8- السعيدي، أسماء حسين سمير، " تقدير الاحتمالات الانتقالية لسلاسل ماركوف المنتهية غير المستقرة " كلية الإدارة والاقتصاد – الجامعة المستنصرية – 2002 .

9- الحمداني، احمد شهاب، " الاستشراف بسكان العراق حسب المحافظات باستخدام أسلوب ماركوف للهجرة الداخلية "، كلية الإدارة والاقتصاد – جامعة بغداد ، 1995.

10- المشهداني ، كمال ، وشمخي ، عدنان، "دراسة في استخدام سلاسل ماركوف في بناء نماذج تنقلات الطلبة في معاهد الادارة- الكرخ /الرصافة – المعهد التكنلوجي بغداد" 1990 .

11- الوردي، عدنان هاشم، "اساليب الاستشراف الاحصائي طرق وتطبيقات"، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة البصرة، مطبعة دار الحكمة، 1990.

12- بري، عدنان ماجد عبد الرحمن، "طرق الاستشراف الاحصائي"، الجزء الاول، قسم الاحصاء وبحوث العمليات، جامعة الملك سعود، 2002.

13- Box G، Jenkins G، (1970) "Time Series Analysis ،Forecasting and Control " San Francisco : Holden-Day.

14- Shhui Deng and Bin Liu " Modeling and Forecasting demand for money in China ،(1999) :co integration and nonlinear analysis " Journal of Annals Operations Research Vol. 87 pp 177-189.

15- Abraham Tamir "Application of Markov Chains in chemical Engineering" ،1998، pp. 28-29.

16- الموقع الالكتروني للجهاز المركزي للإحصاء: http://cosit.gov.iq

17- الموقع الالكتروني لوزارة النفط العراقية: https://oil.gov.iq

الملاحق

قيم صادرات النفط العراقي الخام ولمدة (95) شهر بقيمة (مليون دولار)

السنوات / الاشهر	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ك2	6081.60	7122.80	7667.10	7073.40	3257.63	2260.90	5002.329	6772.23
شباط	6063.70	6595.40	7639.10	8000.50	3401.70	2249.10	4499.81	5762.17
اذار	7169.10	8472.20	7772.10	7507.10	4477.78	2893.90	4766.063	6435.21
نيسان	7341.70	8794.20	7764.40	7581.80	4791.59	3364.50	4606.968	6501.70
ايار	7470.30	7830.50	7477.80	8077.20	5446.91	3751.50	4623.177	7550.78
حزيران	7173.40	6486.70	6799.10	7470.36	5289.41	3828.60	4144.392	7263.56
تموز	7310.60	7577.70	7271.90	7742.00	4840.27	3802.00	4400.077	7532.50
اب	7123.70	8446.30	8356.40	7172.00	3948.48	3927.60	4637.611	7735.55
ايلول	6619.10	8371.70	6511.00	6916.20	3724.87	3842.60	4866.241	7919.85
ت1	6742.20	8578.20	7160.30	6189.70	3289.64	4426.10	5488.863	7908.50
ت2	6833.00	8201.00	7324.60	5238.40	3660.39	4216.40	6021.113	6195.35
ك1	7060.90	7551.00	7470.70	5161.10	2929.52	5059.70	6503.692	

البرنامج المستخدم لحساب التوزيع المستقر المكتوب بلغة (MATLAB)

MARO.m*

```
clc
clear
for i=1:218;
a=[5 3 0 0;3 24 1 0;0 1 26 7;0 0 7 17];
s=sum(a,2);
a(1,:)=a(1,:)/s(1);
a(2,:)=a(2,:)/s(2);
a(3,:)=a(3,:)/s(3);
a(4,:)=a(4,:)/s(4);
a;
p=a^i
end
```

نتائج حساب التوزيع المستقر بلغة (ATLAB)

```
p =

    0.0851    0.2979    0.3617    0.2553
    0.0851    0.2979    0.3617    0.2553
    0.0851    0.2979    0.3617    0.2553
    0.0851    0.2978    0.3617    0.2553

p =

    0.0851    0.2979    0.3617    0.2553
    0.0851    0.2979    0.3617    0.2553
    0.0851    0.2979    0.3617    0.2553
    0.0851    0.2978    0.3617    0.2553

p =

    0.0851    0.2979    0.3617    0.2553
    0.0851    0.2979    0.3617    0.2553
    0.0851    0.2979    0.3617    0.2553
    0.0851    0.2979    0.3617    0.2553

p =

    0.0851    0.2979    0.3617    0.2553
    0.0851    0.2979    0.3617    0.2553
    0.0851    0.2979    0.3617    0.2553
    0.0851    0.2979    0.3617    0.2553
```

حساب التوزيع المستقر باستخدام برنامج (WinQSB)

From \ To	c0	c1	c2	c3
c0	0.625000	0.375000	0.000000	0.000000
c1	0.107143	0.857143	0.035714	0.000000
c2	0.000000	0.029412	0.764706	0.205882
c3	0.000000	0.000000	0.291667	0.708333
Initial Prob.				
State Cost				

Markov Process for Specific Periods

Specify the initial state probabilities and enter the number of time periods from now [i.e., initial], then press the OK button. The resulted state probabilities will be shown in the right column. You may press the Steady State button to obtain the steady state result.

0.255317

State	Initial State Probability	Resulted State Probability
c0	0.250000	0.085107
c1	0.250000	0.297875
c2	0.250000	0.361700
c3	0.250000	0.255317

The number of time periods from initial: Steady state

Expected cost or return: 0

Using Markov chains to forecast the exports of Iraqi crude oil

Abstract

In this paper, the topic of forecasting the changes in the value of Iraqi crude oil exports for the period from 2019 to 2025, using the Markov transitional series based on the data of the time series for the period from January 2011 to November 2018, is real data obtained from the published data of the Central Agency Of the Iraqi statistics and the Iraqi Ministry of Oil that the results reached indicate stability in the value of crude oil exports according to the data analyzed and listed in the annex to the research.

Keywords: **Using Markov chains**