تطبيق الأساليب الكمّية (التمهيد الأسي وسلاسل ماركوف) في التخطيط الاستراتيجي للقوى العاملة على مستوى مركب GP1-Z بسوناطراك.

The application of quantitative methods (exponential smoothing and Markov chains) in strategic workforce planning at the level of the GP1-Z complex in Sonatrach.

عشوي رغدة رشا[1]
مخبر Poldeva ،جامعة أبي بكر بلقايد بتلمسان –الجزائر
raghdaracha.achoui@univ-tlemcen.dz

موسلم حسين
مخبر Poldeva ،جامعة أبي بكر بلقايد بتلمسان –الجزائر
hocine.mouslim@univ-tlemcen.dz

تاريخ الاستلام: 2023/06/13 *تاريخ القبول: 03 /2023/09* *تاريخ القبول: 11 /2023/11*

ملخص:

تهدف هذه الورقة البحثية إلى دراسة اتجاه تطور سلسلة عرض العمل داخل مركب GP1-Z للفترة الممتدة ما بين (2008-2022)، والتنبؤ بسلوكه وقيمه المستقبلية استنادا الى البيانات التاريخية المتوفرة عنه، بغية التحكّم في تطوّر عرض العمل الداخلي مستقبلا ومن تمّ تحقيق التوافق الأمثل بينه وبين احتياجات المركب المستقبلية من القوى العاملة. ومن أجل نمذجة هذه الظاهرة تمّ اعتماد احدى الطرق الكمية المتمثّلة في طريقة التمهيد الأسي الثنائي لـ Holt وسلاسل Markov، ومن تمّ اجراء تنبؤ داخلي لسنتي (2021-2022) من أجل مقارنة قيمهما الفعلية مع قيمهما التقديرية، والمفاضلة بين الطريقتين باستخدام المؤشرات الاحصائية لدقة التنبؤ (MSE,MAD,MPE,MAPE).

ومن أهم النتائج المتوصّل اليها، أنّ طريقة التمهيد الأسي الثنائي لـ Holt تعطي تنبؤات أحسن وأدق من تلك التي تتم باستخدام سلاسل Markov، وبمقارنة قيم عرض العمل الداخلي لسنة الأساس (2022) مع قيم السنوات المستقبلية المتنبأ بها، اتّضح أن مركب GP1-Z سيواجه فائض يمكن تجاوزه من خلال تأثير عدّة عوامل منها (التقاعد، التحويل، الفصل، الوفاة...) إضافة الى تجميد التوظيف...وغيرها من الاستراتيجيات التي تهدف إلى تقليل العمالة.

الكلمات المفتاحية: *القوى العاملة، عرض العمل الداخلي، التنبؤ، التمهيد الأسي الثنائي، سلاسل ماركوف، مركب GP1-Z.*

***Abstract*:**

This paper aims to study the evolution of the work offer chain within the GP1-Z complex for the period 2008-2022, and to predict its future behaviour and values on the basis of available historical data, in order to control the future development of the internal work offer, who has been balanced with the future needs of the complex of the workforce. In order to model this phenomenon, one of the quantitative methods represented in the method of binary exponential smoothing of Holt and Markov chains was adopted, and an internal prediction was made for the years (2021-2022) in order to compare their actual values with their estimated values, and compare between the two methods using statistical indicators of prediction accuracy (MSE, MAD, MPE, MAPE).

One of the most important findings is that Holt's binary exponential smoothing method gives better and more accurate predictions than those made using Markov chains, and by comparing internal work offer values for the base year (2022) with forecast future years values, it turns out that the GP1-Z compound will face a surplus that can be surpassed by the influence of several factors

*1 – **المؤلف المرسل**: عشوي رغدة رشا، racha.achoui@gmail.com*

(retirement, transfer, dismissal, death...). In addition to the employment freeze... and other strategies aimed at reducing employment.
Key words: *Workforce, internal work offer, prediction, binary exponential smoothing, Markov chains, GP1-Z complex.*

مقدمة:

تعتبر القوى العاملة أهم عناصر الإنتاج على مستوى المؤسسة، فكما تستفيد المؤسسات من العناصر المادّية والمالية والتكنولوجية، والمعدّات والآلات، فإنّها أيضا تجني عدّة فوائد من القوى العاملة باعتبارها المحرّك الأساسي لجميع العناصر التي سبق ذكرها. غير أنّ من بين المشاكل التي تتعرّض اليها معظم المؤسسات في مجال القوى العاملة تتمثّل في عدم كفاءة الأساليب التقليدية التي تعتمد عليها في إحداث بعض من التوازن بين عرض واحتياجاتها المستقبلية من القوى العاملة.

ومن المسلم به أنّ أخصائيي القوى العاملة والباحثين لا يزالون يختبرون الأساليب الكمّية (الرياضية والاحصائية) في مجال تخطيط القوى العاملة، الأمر الذي يشير إلى اهتمام العديد من المؤسسات والباحثين بهذا الموضوع. وفي إطار نفس السياق، نحاول من خلال هذه الورقة البحثية المساهمة في صياغة أسلوب مناسب للتنبؤ بعرض العمل داخل مركب GP1-Z استنادا الى البيانات التاريخية لهذه المتغيّرة وتطوّرها عبر الزمن، دون الحاجة الى التعرف على المتغيّرات الأخرى التي قد تؤثّر في حجم القوى العاملة داخل المركب. وذلك باستخدام طرق التقدير الخاصة بالسلاسل الزمنية (الحسّية أو الاحتمالية) في دراسة الاتجاه العام (Trend). وعليه، يمكن طرح الإشكالية الرئيسية التالية:

كيف يمكن للأساليب الكمّية (التمهيد الأسي وسلاسل ماركوف) أن تساهم في التخطيط الاستراتيجي للقوى العاملة على مستوى مركب GP1-Z بسوناطراك؟

تم معالجة هذه الإشكالية من خلال التطرق إلى النقاط الأساسية التالية التي تمثّل محاور الورقة البحثية:

- المحور الأول: يتضمن الإطار النظري للقوى العاملة والتخطيط الاستراتيجي لها؛
- المحور الثاني: الدراسة التطبيقية وتتضمن تقديم مختصر للمركب محل الدراسة، وأساليب وخطوات انتقاء الأسلوب المناسب للتنبؤ بعرض العمل الداخلي.

حدود الدراسة:

- البعد المكاني: مركب GP1-Z التابع للشركة الوطنية سوناطراك ببطيوة -وهران-
- البعد الزمني: بيانات تاريخية عن الفترة الممتدة ما بين (2008-2022).

منهجية البحث:

المنهج الوصفي في يخص الإطار النظري للدراسة، والمنهج التجريبي فيما يخص الدراسة التطبيقية من خلال المفاضلة بين أسلوب التمهيد الأسي الثنائي لهولت وسلاسل ماركوف، باستخدام بعض المؤشرات الإحصائية لدقة التنبؤ.

الهدف من الدراسة:

الاسهام في اقتراح أسلوب علمي يتم على أساسه التنبؤ بعرض العمل داخل مركب GP1-Z، ومن تمّ مقارنته بعرض العمل الداخلي خلال سنة الأساس (2022)، من أجل تحديد موقف المركب من حيث الفائض أو العجز في القوى العاملة مستقبلا، والتأهّب مسبقا لاتخاذ الإجراءات التصحيحية اللازمة.

المحور الأول: الإطار النظري للقوى العاملة والتخطيط الاستراتيجي لها:

أولا: مفهوم القوى العاملة وعلاقتها بالموارد البشرية:

ظهر مصلح القوى العاملة لأوّل مرّة في الولايات المتحدة الأمريكية (USA)، وقد تمّ تبنّيه والتأكيد عليه بصفة أساسية من قبل المؤتمرات الدولية للأخصائيين في شؤون العمل، إذ ليس كل عنصر بشري ينتمي بالضرورة إلى القوى العاملة بالمعنى العلمي للكلمة.[1] وتشير الدراسات في تعريفها للقوى العاملة أنّها: [2] تمثّل مجموع الأفراد العاملين والأفراد العاطلين، وبالتالي فإنّ معادلة القوى العاملة تأخذ الصيغة التالية:

القوى العاملة= الأفراد العاملون + الأفراد العاطلون عن العمل

يقصد بالقوى العاملة إذا جميع الأفراد القادرين على العمل والراغبين فيه. وقد حُدّد في أحد إصدارات المنظمة العربية للعلوم الإدارية ثلاثة معايير رئيسية للتفرقة بين القوى العاملة والموارد البشرية، وكانت على النحو التالي:

- قدرة الفرد على العمل (Ability to work)؛
- الرغبة التي تدفع الفرد للعمل (Work willingness to)؛
- وتوافر الفرد للعمل (Availability to work). [3]

وطبقا لهذا المفهوم يتم تقسيم الموارد البشرية إلى قسمين بارزين هما: القوى العاملة، وخارج القوى العاملة. حيث لا يدخل ضمن قسم القوى العاملة من لا يشتغل للحصول على الكسب، ومنه فالقوى غير العاملة هي جزء من الموارد البشرية ولكنها لا ترغب في العمل، ولا تستطيع الدخول إلى أسواق العمل في وقت معيّن [4]، وهي تشمل عدّة فئات أبرزها ما يلي: [5]

- **الأفراد دون سن العمل:** وهم الذين تقل أعمارهم عن الحد الأدنى لسن العمل، وتشكل هذه الفئة من اجمالي السكّان أكثر من 40%، خاصة في الدول التي تتميّز بارتفاع معدل النمو السكاني كما هو الحال في معظم الدول النامية؛
- **الشيوخ:** وهم الذين تتجاوز أعمارهم الحد الأعلى لسن العمل، وهو متباين بين الدول كنتيجة لاختلاف القوانين؛
- **الأفراد الذين انسحبوا من العمل:** سواء كان الانسحاب مؤقتا أو دائما؛
- **ربات البيوت:** وذلك في حال عدم اعتبار عمل المرأة في البيت عمل اقتصادي؛
- **الأفراد التابعين للقوات المسلّحة:** باعتبارهم يؤدون دورا وطنيا؛
- **الأفراد القادرون على العمل وغير الراغبين فيه:** مثل الأغنياء الذين لهم موارد مالية من الميراث أو غيره، وبالتالي لا تكون لديهم الرغبة في العمل.

ثانيا: ماهية التخطيط الاستراتيجي للقوى العاملة على مستوى المؤسسة:

يعد التخطيط الاستراتيجي من القضايا الرئيسية ذات الحساسية في المؤسسات، ولا يمكن لأي مؤسسة الاستغناء عنه، فهو يمس كل عملياتها ووظائفها (من انتاج، تسويق وتمويل...الخ). وإنّ أي تصوّر لعملية تخطيط القوى العاملة يجب أن تتماشى والخطة الاستراتيجية العامّة للمؤسسة.

1- تعريف التخطيط الاستراتيجي للقوى العاملة:

توجد العديد من التعاريف الخاصة بالتخطيط الاستراتيجي للقوى العاملة، فلا يوجد تعريف موحّد متفق عليه، حيث يفضّل العديد من الممارسين التركيز على الجانب التقني (الأساليب الرياضية والاحصائية للاحتفاظ بالاحتياجات من القوى العاملة)، بينما يفضل البعض الآخر الجانب الإداري (أي الطريقة التي يعالج بها صنّاع القرار قضايا القوى العاملة التي تؤثّر على المؤسسة). [6]

ويمكن النظر إلى التخطيط الاستراتيجي للقوى العاملة على أنّه: "مقابلة بين العرض والطلب، فالعرض يمثّل المتاح حاليا من القوى العاملة واتّجاه تطورّه وسلوكه في الفترة المقبلة التي تتضمّنها فترة التخطيط، أمّا الطلب فيمثّل احتياجات المؤسسة من القوى العاملة خلال فترة التخطيط، ويعتمد هذا على ظروف المؤسسة من حيث تغيّر أو ثبات كمّيات الإنتاج، وتغيّر عبء العمل والتغيّر في تكنولوجيا الإنتاج والتغيّر في الهيكل التنظيمي للمؤسسة". [7]

ويتّضح ممّا سبق، أنّه لابد لأي عملية تتعلّق بتخطيط القوى العاملة أن تضع في الاعتبار احتياجات المؤسسة المستقبلية من القوى العاملة، والامداد المحتمل منها. ومن ثمّ، فإنّه من الممكن التفكير في هذه العملية طبقا لما يلي:

- **التنبؤ بالاحتياجات (الطلب)**؛ والذي يستلزم تقدير متطلبات المؤسسة في المستقبل من القوى العاملة من حيث الأعداد والمهارات، مع مراعاة أهداف المؤسسة وغاياتها ووضع في الاعتبار التغيّرات في الممارسات الخاصة بالعمل ومستويات النشاط.
- **التنبؤ بالإمدادات (العرض)**؛ والذي يستلزم تقدير الامدادات المحتملة من العمالة في المستقبل من داخل المؤسسة (العرض الداخلي) بالنظر إلى الفائض من العمالة ومجموع المهارات الحالية والأداء...الخ، ومن خارج المؤسسة أيضا (العرض الخارجي=سوق العمل) بالنظر إلى مجموعة العاملين المتخصّصين المرتقَبين الذين يتمتّعون بالمستويات المناسبة من المعرفة والمهارة. [8]

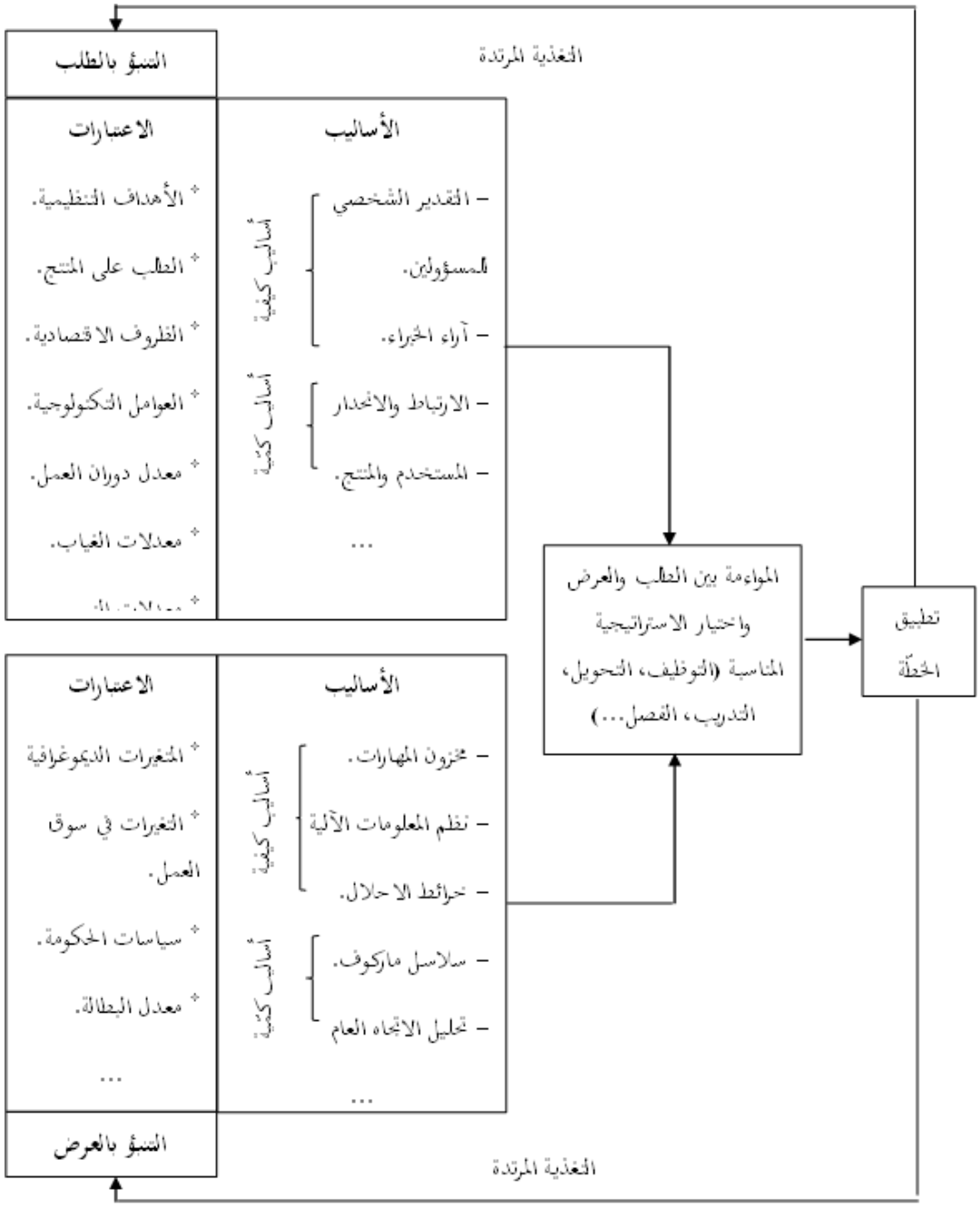
2- أهداف وخطوات التخطيط الاستراتيجي للقوى العاملة:

تتمثّل الأسباب الرئيسية التي تدعو إلى الاهتمام بالتخطيط الاستراتيجي للقوى العاملة في ضمان ما يلي: [9]

- أن تكون المؤسسة قادرة على جذب والاحتفاظ بالعاملين حيث يتم توفير أعداد ومهارات كافية من العمالة في الوقت والمكان المناسبين؛
- الاستفادة من العاملين الذين تمّ توظيفهم استفادة كاملة؛
- أن تكون المؤسسة قادرة على تلبية الاحتياجات المستقبلية من القوى العاملة من العمالة الداخلية الخاصّة بها؛
- التأكيد على أنّ المؤسسة قادرة على ضمان أنّ الموظفين يتلقون كل التدريب والتطوير اللازمين لرفع الأداء في المهام الخاصة بمواقعهم الحالية، علاوة على تطوير بعض المرونة حتى يتمكّن هؤلاء الموظفون من القيام بأي مهام خاصة بأي مواقع أخرى إذا ما اقتضت الحاجة...الخ

وتمرّ عملية التخطيط الاستراتيجي للقوى العاملة بعدد من الخطوات يمكن توضيحها من خلال الشكل الموالي:

شكل رقم 01: نموذج التخطيط الاستراتيجي للقوى العاملة.



Source: *Bohlander G & al, Managing human resources, South-Western collego publishing, Australia, 2016, p 13 (Adapté).*

ثالثا: الأساليب الكمّية المستخدمة للتنبؤ بالعرض الداخلي من القوى العاملة:

هناك العديد من الأساليب التي يمكن من خلالها التنبؤ بالمعروض من القوى العاملة داخل المؤسسة مستقبلا، والتي تتفاوت من حيث سهولة تطبيقها ودرجة دقة نتائجها. فهناك أساليب كيفية سهلة وبسيطة لا تحتاج إلى مهارات وخبرة عالية، كما أنّ هناك أساليب كمّية تقوم على استخدام الأساليب الإحصائية والرياضية، التي تفيد في معرفة أو رصد سلوك عرض العمل الداخلي في الماضي، ثم التنبؤ بسلوكه

مستقبلا، ومن بين أهم هذه الطرق نذكر: طريقة التمهيد الأسي (exponential smoothing)، وسلاسل ماركوف (Markov chains).

1- طريقة التمهيد الأسي الثنائي لـ Holt.

تعد طريقة التمهيد الأسي من الأساليب الشائعة الاستخدام في عمليات التنبؤ، يعود ابتكارها للباحث Holt في سنة 1957 وكذا الباحث Brown سنة 1962.[10] وتستخدم عموما عند ظهور اتجاه عام في السلسلة الزمنية حيث تتبع السلسلة خطا مستقيمًا صاعدا أو نازلا منحني الى الأسفل، وتعتمد هذه الطريقة على فكرة أنّ المعلومات القديمة أقل أهمّية من المعلومات الحديثة، ولهذا يجب أن تعطى وزنا أقل، بحيث يُؤخذ التنبؤ الخاص بالفترة السابقة ويجرى عليه التعديل للحصول على التنبؤ الخاص بالفترة اللاحقة.[11]

إن التمهيد الأسي في حالة ظهور الاتجاه العام يشبه إلى حد كبير التمهيد الأسّي البسيط (حالة ظهور مركبة عشوائية فقط) باستثناء أنه يجب تحديث عنصرين في كل فترة وهما – المستوى (Level) والاتجاه (Trend)-. حيث أنّ المستوى (a_t) هو التمهيد المقدّر لقيمة البيانات في نهاية كل فترة t، والاتجاه (b_t) هو التمهيد المقدّر لمتوسط النمو في نهاية كل فترة t. [12] وعليه يمكن صياغة معادلة التنبؤ في الشكل الموالي: [13]

$$\mathbf{F_{t+m}} = a_t + k.\, b_t$$

$$\begin{cases} a_t = 2\text{St} - \text{S'} \\ b_t = (\text{St} - \text{S't})\,\frac{\alpha}{1-\alpha} \end{cases}$$

$$\begin{cases} S_t = \alpha\, Y_t + (1-\alpha) S_{t-1} \\ S'_t = \alpha\, S_t + (1-\alpha) S'_{t-1} \end{cases}$$

حيث أنّ: S_t تمثل السلسلة المنفردة التي تم الحصول عليها بتطبيق المسح الأسي البسيط على السلسلة Y_t وS'_t السلسلة المضاعفة التي تم الحصول عليها من خلال تطبيق المسح الأسي البسيط (باستخدام نفس معامل التجانس الثابت) على السلسلة S_t. وهو ما يعرف بالتمهيد الأسي المزدوج لبراون (Brown).

وكما في التمهيد الأسي المزدوج، فإنّ نموذج الاتجاه العام لـ Holt ذو المعلمتين يعطي عملية التنبؤ مرونة أكثر عند اختيار معدلات تتبّع الاتجاه والانحدارات، من خلال استخدام ثابت مسح ثاني وهو β لمسح الاتجاه بشكل منفصل، وعليه فإنّ المقدّر الجديد للمستوى (a_t) ومركبة الاتجاه العام (b_t) يصبح كما يلي: [14]

$$a_t = \alpha\, Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$$
$$b_t = \beta\,(a_t + \alpha_{t-1}) + (1-\beta)\, b_{t-1}$$

2- طريقة نمذجة التدفق/ تحليل سلاسل ماركوف (Flow modeling/Markov chains analysis)

تعتبر سلاسل ماركوف ذات أهمية كبيرة جدا وذلك نظرا لما تتمتع به من استخدامات متعددة في وصف الظواهر الاقتصادية والاجتماعية والفيزيائية وغيرها من العلوم المختلفة، مما يساعد في عمليات التنبؤ الخاصة بكل ظاهرة، وتعتبر سلاسل ماركوف جزء ذو أهمية بالغة في نظرية العمليات العشوائية والتي يطلق عليها أيضا بالعمليات التصادفية. [15]

2-1 مفهوم سلاسل ماركوف:

تعرّف سلاسل ماركوف بأنّها عبارة عن سلسلة من الحالات التي تمرّ بها الظاهرة خلال فترة زمنية معيّنة، أو هي سلسلة من المواقع التي يمرّ بها جسم متحرّك خلال فترة زمنية مختلفة استنادا إلى قوانين احتمالات تسمّى بالاحتمالات الانتقالية، والتي هي عبارة عن احتمالات الانتقال من الحالة i إلى الحالة j خلال فترة زمنية معيّنة.[16] ويمكن التعبير عن احتمال انتقال الظاهرة من الحالة i في الزمن n إلى الحالة j في الزمن (n+1) كما يلي:

$$P_{ij}^{(n,n+1)} = P[X_{n+1} = j | X_n = i] \ ; \mathrm{i,j} \in \mathrm{I}$$

حيث يسمّى الاحتمال الشرطي $P(X_{n+1})$ باحتمال الانتقال في الخطوة الواحدة، ومن ثمّ فإنّ سلسلة ماركوف $\{X_n : n \in T\}$ تكون عبارة عن عملية ماركوف، بمعنى أنّ قيمة المتغيّر العشوائي X_{n+1} تعتمد فقط على قيمة X_n، ولا تتأثّر بقيم المتغيّرات (X_{n-1}،....، X_2، X_1)، وأنّ فضاء المعلمة (الزمن) لها يكون منفصل، أمّا فضاء الحالة فيكون منتهي (محدود) أو غير منتهي ولكنّه قابل للعد. [17]

وتكون سلسلة ماركوف ذات الزمن المتقطع مستمرة أو متجانسة الزمن، إذا كانت احتمالات الانتقال من حالة إلى أخرى لا تعتمد على الزمن، لأنّ التجانس يعني عدم الاعتماد على نقطة الابتداء وإنّما على الفرق الزمني، أي أنّ الصفات الاحتمالية لها تتغيّر بتغيّر الزمن.[18]، وعليه يمكن وضع الاحتمالات الانتقالية في شكل مصفوفة تسمّى مصفوفة الاحتمالات الانتقالية (أو مصفوفة ماركوف)، وهي مصفوفة مربّعة يرمز لها بالرمز (P)، عناصرها احتمالات انتقالية P_{ij} لكل قيم ($\mathrm{i, j} \in \mathrm{I}$)، وتكون كالآتي:

$$\mathrm{P} = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} \ \dots \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} \ \dots \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} \ \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{pmatrix}$$

ويجب أن تحقّق مصفوفة احتمالات الانتقال لماركوف الشرطين الأساسيين الآتيين:

- جميع عناصر المصفوفة غير سالبة $(P_{ij} \geq 0)$
- مجموع عناصر كل صف في المصفوفة يساوي واحد صحيح $(\sum_{j=1} P_{ij} = 1)$

2-2 كيفية استخدام سلاسل ماركوف لإجراء عملية التنبؤ:

يمكن استخدام سلاسل ماركوف لنمذجة تدفّق أو تحليل حركة القوى العاملة داخل المؤسسة بين عدة وظائف وعلى فترات زمنية متعاقبة، من أجل التنبؤ بتركيب القوى العاملة مستقبلا، وذلك استنادا إلى مجموعة من البيانات (نموذج متعدد المتغيرات) تشمل تحركات العاملين عبر الوظائف أو بين الأقسام ومختلف المستويات (لتفاصيل أكثر أنظر إلى المرجع*).

كما يمكن استخدام سلاسل ماركوف للتنبؤ بحجم المعروض من القوى العاملة داخل المؤسسة مستقبلا، استنادا إلى سلسلة من البيانات التاريخية تمثل تطوّر هذه المتغيّرة عبر الزمن، وهو ما سنحاول القيام به من خلال هذا البحث، باتباع المراحل التالية: [19]

أ- نقوم في البداية بتجهيز البيانات الخاصة بالظاهرة التي نحن بصدد التنبؤ بمسارها المستقبلي، ومن ثمّ تقسيمها إلى فئات معيّنة، وبعد ذلك نقوم بطرح أصغر قيمة للظاهرة من أكبر قيمة لها، ثمّ نقسّم نتيجة عملية الطرح على عدد الفئات المحدّدة مسبقا؛

ب- نقوم بتمثيل تلك الفئات في شكل بياني محوره الأفقي يعبّر عن الزمن (السنوات)، ومحوره الرأسي يعبّر عن الفئات المحدّدة مسبقا، ثم نضع كل عنصر من قيم الظاهرة في الفئة التي يقع فيها؛

ت- من الشكل السابق نقوم بتحديد مصفوفة الانتقال، حيث أنّ كل عنصر في هذه المصفوفة يعبّر عن احتمال انتقال الظاهرة من مستوى إلى مستوى آخر؛

ث- بعد تحديد مختلف عناصر مصفوفة الانتقال، نأخذ متوسط القيم التي تقع ضمن الفئات المحددة في المرحلة (أ)؛

ج-نشكل شعاع سطر عناصره بعدد الفئات المحدّدة في المرحلة (أ)، جميعها مساوية للصفر باستثناء عنصر يكون مساويا للواحد، موقعه في السطر ويكون مقابلا للمستوى الذي تقع فيه آخر قيمة للظاهرة؛

ح-نقوم بضرب هذا الشعاع السطري بمصفوفة الانتقال فنتحصّل على شعاع سطر جديد، نضرب هذا الأخير بدوره في مصفوفة الانتقال فنحصل على شعاع سطر جديد؛

خ-نقوم بضرب شعاع السطر الجديد بالمتوسطات المحسوبة بـ (ث)، فنحصل على القيمة المتوقّعة للظاهرة في سنة مقبلة؛

د- وبتكرار المرحلتين (ج) و(ح)، على آخر شعاع سطر نحصل على قيم الظاهرة في سنوات لاحقة.

المحور الثاني: الدراسة التطبيقية:

أولا: تقديم المركّب محل الدراسة:

يعتبر مركب GP1-Z مجمّع صناعي تابع للشركة الوطنية سوناطراك، يطلق عليه اسم "مركّب الغاز النفطي المميّع" كما يلقّب باسم "JUMBO GPL". يقع المركّب بمدينة مرسى الحجاج التابعة إداريا لولاية وهران، ويتربّع على مساحة قدرها 120 هكتار، وقد تمّ انجاز هذا المركّب بموجب عقد "المفتاح في اليد" من خلال كونسورتيوم ياباني IHI-CITION .

تتمثل المهمّة الرئيسية للمركب في انتاج كل من البوتان والبروبان انطلاقا من الغاز النفطي المتحصل عليه من جنوب الجزائر (مركب حاسي مسعود، مركب حاسي الرمل، عين أمناس...الخ)، وتقدّر الطاقة الإنتاجية القصوى للمركّب بـ 09 مليون طن/سنة.

1- حصر القوى العاملة الحالية (نهاية سنة 2022).

بلغ اجمالي عدد العمال الدائمين في المركب حوالي 867 عامل، وذلك في نهاية سنة 2022 موزّعين على النحو التالي:

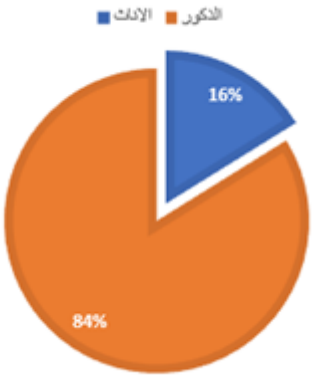
جدول رقم 01: تقسيم (نسب) القوى العاملة حسب مستواها التأهيلي بمركب GP1-Z في نهاية سنة 2022.

إطارات عليا	إطارات متوسّطة	أعوان تحكم	أعوان تنفيذ	المجموع
16	522	322	07	867
1,85%	60,21%	37,14%	0,81%	%100

المصدر: *من اعداد الباحثين بالاعتماد على بيانات مركب GP1-Z*

في حين بلغ اجمالي عدد العمال المؤقتين حوالي 76 عامل (وهو عدد ثابت خلال السنوات الأخيرة ذلك لأن التوظيف تم بواسطة عقود عمل محدّدة المدّة -8 سنوات- قابلة للتجديد).

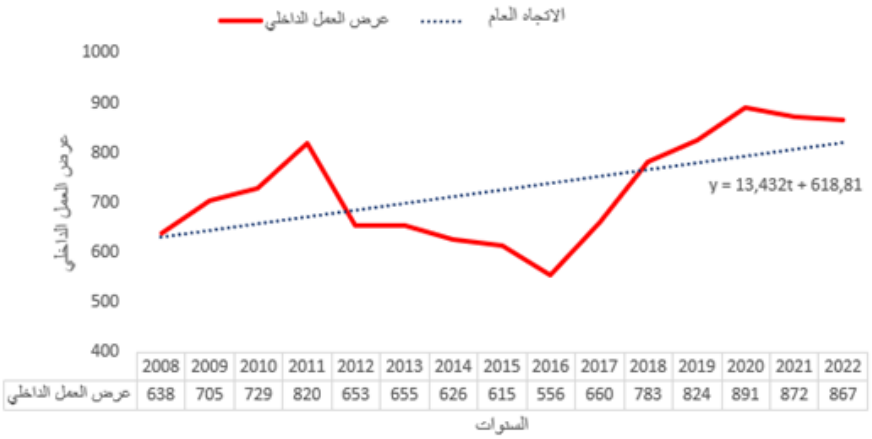
شكل رقم 02: تقسيم القوى العاملة نهاية سنة 2022 حسب الجنس



المصدر: *من اعداد الباحثين بالاعتماد على بيانات مركب GP1-Z (مخرجات برنامج Excel).*

2-دراسة تطور سلسلة عرض العمل الداخلي (Y_t).

شكل رقم 03: منحنى تطور عرض العمل بمركب GP1-Z خلال الفترة (2008-2022)



	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
عرض العمل الداخلي	638	705	729	820	653	655	626	615	556	660	783	824	891	872	867

المصدر: *من اعداد الباحثين بالاعتماد على بيانات مركب GP1-Z -مصلحة تسيير الأجور- (مخرجات برنامج Excel).*

يوضح الشكل أعلاه، منحنى تطور عرض العمل الداخلي لسلسلة تتكوّن من 15 مشاهدة عن الفترة الممتدّة ما بين (2008-2022)، حيث بلغ عرض العمل الداخلي أعلى قيمة له 891 وذلك سنة 2022، كما سُجلت أدنى قيمة له 556 سنة 2016. وتتشتّت قيم السلسلة عن متوسطها (726,266) بانحراف معياري قدره (108,315)، وبالتالي فإنّ معامل الاختلاف للسلسلة يقدّر بـ $\mu = \frac{726,266}{108,315} = 6,7 > 1$ ما يدل عن درجة عدم تجانس مستويات السلسلة، وتجدر الإشارة إلى أنّ السلسة Y_t عرفت ارتفاعا مستمرا إلى غاية سنة 2011، لتأخذ اتجاها عاما متناقصا إلى غاية سنة 2016، وتعود مرّة أخرى في الارتفاع وتأخذ اتجاه عام معاكس. وبالتالي يمكن القول أنّ السلسلة يغلب عليها اتجاه عام متزايد، صيغته هي كالتالي:

$$Y_t = 13,432 * t + 618,81$$

وبملاحظة النتائج التي أفرزها برنامج Eviews.12 (الملحق رقم 01) نجد أنّ معامل مركبة الاتجاه العام (13,432) يتّسم بالمعنوية ذلك لأنّ الاحتمال (0,031<0,05).

ثانيا: التنبؤ بعرض العمل الداخلي.

سيتم فيما يلي اعتماد طريقة التمهيد الأسي الثنائي لـ Holt وسلاسل ماركوف لنمذجة عرض العمل الداخلي (بمركب GP1-Z) عن الفترة الممتدة ما بين (2008-2022) ومن ثمّ اجراء تنبؤ داخلي لسنتي (2021،2022) من أجل مقارنة القيم المقدّرة مع القيم الحقيقية، والمفاضلة بين الطريقتين بالاعتماد على بعض مؤشرات كفاءة التنبؤ (متوسط الانحرافات المطلقة للأخطاء MAE، متوسط مربعات الأخطاء MSE ومتوسط الأخطاء النسبية المطلقة MAPE)، بهدف تحديد طريقة التقدير المثلى، ومن ثمّ التنبؤ بعرض العمل الداخلي لخمس سنوات مقبلة.

1- التنبؤ الداخلي (لسنتي 2021،2022) باستخدام التمهيد الأسي الثنائي:

إنّ قيمة ثابت التمهيد الأسي تحدّد مدى سرعة أوزان السلسلة بالاضمحلال، فعندما تكون القيمة قريبة من الواحد (1) هذا يعني أنّ التنبؤ يعتمد على قيمة المشاهدات الحالية عند t، أمّا إذا كانت قريبة من الصفر (0) فإنّ التنبؤ في الفترة t يعتمد على القيم السابقة للمشاهدات متجاهلا تأثير القيم الحالية للمشاهدة.

يشير الملحق رقم (02) إلى نتائج تقدير طريقة التمهيد الأسي الثنائي لـ Holt التي أفرزها برنامج Eviews.12 حيث أنّ:

($\alpha = 1$) و($\beta = 0.03$) ، أمّا القيم التنبؤية الداخلية لعرض العمل $\hat{Y}_t$ لسنتي (2021 و2022)فهي كالتالي :

$$\begin{cases} \hat{Y}_{2021} = 889 \\ \hat{Y}_{2022} = 887 \end{cases}$$

2- التنبؤ الداخلي (لسنتي 2021،2022) باستخدام سلاسل ماركوف:

سيتم فيما يلي تطبيق الخطوات التي تمّ ذكرها في الإطار النظري عن كيفية استخدام سلاسل ماركوف لإجراء عملية التنبؤ، وذلك للفترة الزمنية الممتدة ما بين (2008-2020) ومن تمّ التنبؤ بقيم سنتي (2021، 2022)ومقارنتها مع القيم الحقيقية لها:

- **تحديد الفئات وتمثيلها بيانيا:**

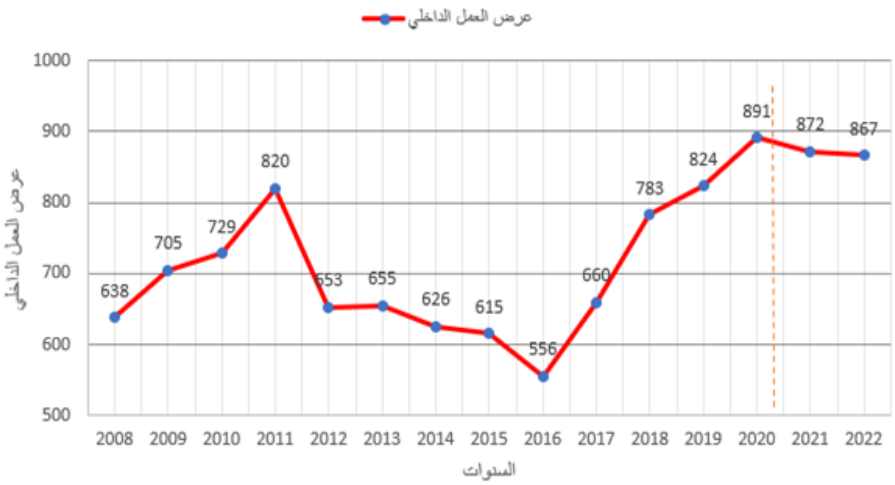
تمّ تقسيم سلسلة عرض العمل للفترة الزمنية المختارة إلى أربع فئات، وبتدقيق النظر في منحنى الشكل رقم (04) يمكن استخراج أقصى قيمة لعرض العمل الداخلي ($Y_{max} = 891$) وأدنى قيمة له ($Y_{min} = 556$) ، ومن تمّ تحديد طول المجال للفئات المشار اليها سابقا، كما يلي:

$$\frac{Y_{max} - Y_{min}}{4} = \frac{891 - 556}{4} = 83{,}75 \approx 84$$

وعلى هذا الأساس، يمكن تكوين الفئات الأربعة السابقة. وتجدر الإشارة إلى أنّ الحد الأول في الفئة الأولى ينبغي أن يكون أصغر من أقل قيمة لعرض العمل الداخلي الموجودة في هذه الفئة وهي ($Y_{min} = 556$)، كما يجب أن يكون الحد الثاني في الفئة الرابعة أكبر من أعلى قيمة لعرض العمل الداخلي الموجودة في هذه الفئة وهي ($Y_{max} = 891$)، وذلك على النحو التالي:

- الفئة الأولى:]584-500]
- الفئة الثانية:]668-584]
- الفئة الثالثة:]752-668]
- الفئة الثالثة:]892-752]

شكل رقم 04: التمثيل البياني للفئات الأربعة.



المصدر: *من اعداد الباحثين بالاعتماد (مخرجات برنامج Excel).*

ومن خلال التمثيل البياني للفئات يمكن تحديد عدد عناصر كل مجموعة (فئة) كما يلي: المجموعة الأولى تضم عنصر واحد (01)، المجموعة الثانية (06) عناصر، المجموعة الثالثة عنصرين (02)، المجموعة الرابعة (04) عناصر.

- **تشكيل عناصر مصفوفة الانتقال:**

بالاعتماد على المنحنى البياني السابق يمكن تشكيل مصفوفة احتمالات انتقال كل عنصر في فئة معيّنة من مستوى i إلى مستوى آخر j (تظهر المستويات في الشكل رقم (04) بين المستقيمات الأفقية التي يمر عبرها المنحنى) وذلك على النحو التالي:

$$Pij = \begin{bmatrix} 1/1 & 0/1 & 0/1 & 0/1 \\ 0/6 & 6/6 & 0/6 & 0/6 \\ 0/2 & 0/2 & 2/2 & 0/2 \\ 0/4 & 0/4 & 1/4 & 3/4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{4} & \frac{3}{4} \end{bmatrix}$$

- **حساب متوسط القيم التي تقع ضمن كل فئة:**

- متوسط قيم الفئة الأولى: $\bar{y}_1 = 556$

- متوسط قيم الفئة الثانية: $\bar{y}_2 = \frac{638+615+653+655+626+660}{6} = 641,16$
- متوسط قيم الفئة الثالثة: $\bar{y}_3 = \frac{705+729}{2} = 717$
- متوسط قيم الفئة الرابعة: $\bar{y}_4 = \frac{783+824+820+891}{4} = 829,5$

وبالتالي يمكن تشكيل مصفوفة المتوسطات على النحو التالي:

$$\bar{y} = \begin{bmatrix} 556 \\ 641,16 \\ 717 \\ 829,5 \end{bmatrix}$$

- **تشكيل شعاع السطر:**

إنّ قيمة عرض العمل التي تلي آخر قيمة قمنا بالتوقف عندها (سنة 2020) عند تحديد الفئات هي: 872 الموافقة لسنة 2021، والتي تقع ضمن المستوى الرابع، وبالتالي فإنّ شعاع سيأخذ الشكل الموالي:

$$P_0 = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 1]$$

وبالتالي فإنّ:

$$P_1 = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 1] \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{4} & \frac{3}{4} \end{bmatrix}$$

$$P_1 = [0 \quad 0 \quad 0,25 \quad 0,75]$$

وبما أنّ: $P_2 = P_1 * P_{ij}$ فإنّ: $P_2 = [0 \quad 0 \quad 0,4375 \quad 0,5625]$

وعليه يمكن التنبؤ بقيمة عرض العمل لسنة 2021 كما يلي:

$$\hat{y}_{2021} = P_2 * \bar{Y} = [0 \quad 0 \quad 0,4375 \quad 0,5625] \times \begin{bmatrix} 556 \\ 641,16 \\ 717 \\ 829,5 \end{bmatrix} = 780 \text{ عامل}$$

ومن خلال تطبيق نفس الطريقة يمكن الحصول على القيمة التنبؤية لسنة 2022 كما يلي:

$$P_3 = P_2 * P_{ij} = [0 \quad 0 \quad 0,5781 \quad 0,4218]$$

$$P_4 = P_3 * P_{ij} = [0 \quad 0 \quad 0,6835 \quad 0,3164]$$

وعليه القيمة التنبؤية لسنة 2022 هي كالتالي:

$$\hat{y}_{2022} = P_4 * \bar{Y} = [0 \quad 0 \quad 0{,}6835 \quad 0{,}3164] \times \begin{bmatrix} 556 \\ 641{,}16 \\ 717 \\ 829{,}5 \end{bmatrix} = 753 \text{ عامل}$$

3- المفاضلة بين الطريقتين واختيار الأسلوب المناسب للتنبؤ:

جدول رقم 02: الفرق بين القيم الحقيقية والقيم التنبؤية لسنتي 2021-2022

$(y_t - \hat{y}_t)^2 = e_t^2$	$\lvert y_t - \hat{y}_t \rvert = \lvert e_t \rvert$	القيم التنبؤية $\hat{y}_t$	القيم الحقيقية y_t	طريقة التمهيد الأسي الثنائي لـ Holt	
289	17	889	872	**2021**	**السنة**
400	20	887	867	**2022**	
689	37	1776	1739	**المجموع**	
$(y_t - \hat{y}_t)^2 = e_t^2$	$\lvert y_t - \hat{y}_t \rvert = \lvert e_t \rvert$	القيم التنبؤية $\hat{y}_t$	القيم الحقيقية y_t	**طريقة سلاسل Markov**	
8464	92	780	872	**2021**	**السنة**
12996	114	753	867	**2022**	
21460	206	1533	1794	**المجموع**	

المصدر: *من اعداد الباحثين*

تفيد القيم الموضحة في الجدول أعلاه في حساب مؤشّرات دقة التنبؤ الخاصة بطريقة التمهيد الأسي الثنائي لـ Holt وسلاسل Markov، والتي تهدف إلى تصغير حجم أخطاء التنبؤ، وبالتالي اختيار أسلوب التنبؤ المناسب، وفيما يلي أهم هذه المؤشرات: [20]

- متوسط الانحرافات المطلقة (Mean absolute deviation): يرمز لها عادة بالرمز MAD ويعرف على الصورة الآتية:

$$\text{MAD} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} |e_t| = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} \left|Y_t - \hat{Y}_t\right|$$

- متوسّط مربعات الأخطاء (Mean squard error): ويرمز له عادة بالرمز MSE ويعرف على الصورة الآتية:

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} e_t^2 = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} \left(Y_t - \hat{Y}_t\right)^2$$

- متوسط الأخطاء النسبية المطلقة (Mean absolute percentage error): والذي يركز له عادة بالرمز MAPE ويعرف على الصورة التالية:

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} \left|\frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t}\right| = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} \left|\frac{e_t}{y_t}\right|$$

- نسبة متوسّط الأخطاء (Mean percentage error): والذي يرمز له بالرمز MPE ويعرف بالصورة الآتية:

$$MPE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\frac{e_t^2}{Y_t} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\frac{\left(Y_t - \hat{Y}_t\right)^2}{Y_t}$$

- مؤشر الخطأ النسبي E: ويحسب بالعلاقة التالية:

$$E = \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t}$$

والجدول الموالي يلخص النتائج المتوصل اليها باستخدام المؤشرات السابقة الذكر:

جدول رقم 03: مؤشرات دقة التنبؤ للطرق المستخدمة.

MPE	MAPE	MSE	MAD	المؤشر / الطريقة
0,39639	0,02128	344.5	15,5	**طريقة التمهيد الأسي الثنائي لـ Holt**
12,3480	0,13579	10730	103	**طريقة سلاسل Markov**

المصدر: *من اعداد الباحثين.*

يتضح من خلال الجدول، أنّ قيم مؤشرات دقة التنبؤ لطريقة التمهيد الأسي الثنائي أقل بكثير من قيم المؤشرات الخاصة بطريقة سلاسل Markov، وبالتالي يمكن القول أنّ طريقة التمهيد الأسي الثنائي لـ Holt أحسن من طريقة سلاسل Markov للتنبؤ بعرض العمل الداخلي. وللتأكد من ذلك يمكن حساب مؤشر الخطأ النسبي لسنتي 2021-2022 فنجد أنّ نسبة اختلاف القيم الفعلية عن القيم المقدّرة بطريقتي التمهيد الأسي الثنائي وسلاسل Markov قدّرت سنة 2021 بـ 1,94% و10,5% على التوالي، وهذا يعني أن القيم التقديرية تقترب من القيم الفعلية بنسبة 98,06% بالنسبة لطريقة التمهيد الأسي الثنائي (و89,5% بالنسبة لطريقة سلاسل Markov)، أمّا عن قيمة مؤشر الخطأ النسبي سنة 2022 لطريقة التمهيد الأسي الثنائي وسلاسل Markov لسنة 2022 فقد قدّرت بـ 2,3%و13,14% على التوالي، ما يدل على أنّ طريقة التمهيد الأسي الثنائي لـ Holt تعطي تنبؤات أدق من تلك التي تتم باستخدام طريقة سلاسل Markov.

4- اعتماد طريقة التمهيد الأسي الثنائي للتنبؤ بعرض العمل الداخلي لسنوات (2023-2027):

يمكن الحصول على القيم التنبؤية لعرض العمل الداخلي لخمس سنوات مقبلة باستخدام طريقة التمهيد الأسي الثنائي لـ Holt عن طريق برنامج Eviews.12 (الملحق رقم 03) فنحصل على ما يلي:

جدول رقم 04: القيم التنبؤية لعرض العمل الداخلي لسنوات (2023-2027)

السنوات	2023	2024	2025	2026	2027
عرض العمل الداخلي	864	860	857	853	851

المصدر: *من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews.12*

خاتمة:

استهدف هذا البحث، دراسة اتجاه تطوّر عرض العمل بمركب GP1-Z للفترة الممتدة ما بين (2008-2022) من أجل التنبؤ بقيمه المستقبلية، وذلك بالاعتماد على سلسلة بيانات تاريخية عن عرض العمل الداخلي، دون الحاجة إلى أخذ العوامل الأخرى بعين الاعتبار (مراجعة الهيكل التنظيمي، ادخال عامل تكنولوجي...) ومن أجل نمذجة هذه الظاهرة تمّ استخدام طريقة التمهيد الأسي الثنائي لـ Holt وسلاسل Markov، والمفاضلة بينهما من حيث كفاءة التنبؤ باستخدام المؤشرات الإحصائية لدقة التنبؤ. ومن بين أهم النتائج المتوصّل اليها هي كالتالي:

- تتضمن سلسلة عرض العمل إضافة إلى مركبة عشوائية، مركبة اتجاه عام (متزايد)، وهو ما يستدعي استخدام طريقة التمهيد الأسي الثنائي لـ Holt؛
- توحي مؤشرات دقة التنبؤ (MAD، MSE، MPE، MAPE) أنّ طريقة التمهيد الأسي الثنائي تمنح تنبؤات أدق من تلك التي تتم عن طريق سلاسل ماركوف؛
- إنّ القيم التي تم الحصول عليها عند القيام بتنبؤ داخلي تقترب بحوالي 98% من القيم الفعلية عند استخدام طريقة التمهيد الأسي الثنائي لـ Holt؛
- يمكن للمسؤولين في مركب GP1-Z اعتماد طريقة التمهيد الأسي الثنائي لـ Holt من أجل التنبؤ بعرض العمل الداخلي مستقبلا، خاصة ان كان المركب ينوي تبني استراتيجية الاستقرار؛
- بمقارنة قيمة عرض العمل الداخلي (867) لسنة 2022 مع القيم التنبؤية للسنوات الخمس المقبلة، نلاحظ أنّ عرض العمل الداخلي سيشهد انخفاض مستمر حجمه (3 عمال) سنة 2023، (7) عمال سنة 2024، (10 عمال) سنة 2025، (14) عامل سنة 2026 و(16 عامل) سنة 2027، وهي قيم تعتبر معقولة، بما أنّه تم اجراء التنبؤات استنادا الى بيانات تاريخية لسلسة عرض العمل، دون الحاجة إلى معرفة تأثير المتغيّرات الأخرى؛
- من جهة أخرى، نشير إلى أنّ مركب GP1-Z سيواجه فائض ذلك لأنّ قيمة عرض العمل الداخلي لسنة 2022 أكبر من تلك القيم المتنبأ بها للسنوات القادمة، ويمكن تجاوز هذا الفائض من خلال تأثير عدّة عوامل منها (التقاعد، الاستقالة، الوفاة...) والتي يمكن التنبؤ بقيمها من خلال حساب نسبة الضياع في القوى العاملة استنادا إلى بيانات تاريخية عن أسباب ترك الخدمة، إضافة إلى ضرورة قيام المسؤولين بتجميد التوظيف، نقل العمال أو تحويلهم إلى مركّبات أخرى...وغيرها من الاستراتيجيات التي تهدف إلى تقليل العمالة، ومن تمّ تحقيق التوازن بين عرض واحتياجات المؤسسة المستقبلية من القوى العاملة.

قائمة المراجع:

المراجع باللغة العربية:

1- المؤلفات:

- *عادل فليح العلي وآخرون، اقتصاديات العمل، دار الحكمة للطباعة والنشر، الموصل، 1990.*
- *أحمد ماهر، إدارة الموارد البشرية، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 2007.*
- *باري كشواي، إدارة المواد البشرية، دار الفاروق للنشر والتوزيع، الطبعة العربية الثانية، مصر، 2007.*
- *سمير مصطفى شعراوي، مقدمة في تحليل السلاسل الزمنية، مركز النشر العلمي، المملكة العربية السعودية، 2005.*

2- المقالات:

- واثق حياوي لايذ الخفاجي، تقدير نموذج التنبؤ بالمبيعات باستخدام طريقة برمجة الأهداف (دراسة تطبيقية في معمل الفرات للمياه النفية)، مجلة علوم ذي قار، المجلد 3، العدد 4، 2013.

- شادي إسماعيل يوسف التلباني، استخدام سلاسل ماركوف الامتصاصية في تحليل حركة الطلبة خلال المراحل المدرسية (دراسة تطبيقية على طلبة كلية التجارة بالجامعة الإسلامية بغزّة)، مجلة الأزهر، كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية، جامعة الأزهر، 24 (1)، 2013، ص 6. نقلا عن: العذاري مسلم، الوكيل عبد الحسين، العمليات التصادفية، مطبوعات جامعة الموصل، العراق، 1991.

- بن بريم محمد وآخرون، التنبؤ بحركة العمال داخل المؤسسة باستخدام سلاسل ماركوف (Markov Chains) -دراسة حالة مؤسسة الإخوة رحمون لانتاج الشبكات المعدنية الملحومة بالشلف-، مجلة التنمية والاقتصاد التطبيقي، جامعة المسيلة، العدد 03، مارس 2018.

3- الأطروحات:

- بوعلام معوشي، تحليل فائض القوى العاملة في البلدان العربية (1990-2005)، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه دولة في العلوم الاقتصادية، جامعة الجزائر، الجزائر، 2007/2006.

- صلاح الدين أنبيه جمعة، القوى العاملة ودورها في تطوير الاقتصاد الليبي للفترة (1990-2005)، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه دولة في العلوم الاقتصادية، جامعة الجزائر، الجزائر، 2010/2009.

- محجوبة هشام، التسيير التنبؤي للموارد البشرية على مستوى المؤسسة "دراسة نظرية وتطبيقية"، أطروحة مقدّمة لنيل شهادة دكتوراه في علوم التسيير، جامعة بلحاج بوشعيب بعين تموشنت، الجزائر، 2021/2020.

- بوادر فاطيمة، التنبؤ بمبيعات المؤسسات الجزائرية باستخدام نماذج السلاسل الزمنية وتقنية الشبكات العصبية الاصطناعية (دراسة حالة مؤسسة سونلغاز بالشلف)، أطروحة دكتوراه في العلوم الاقتصادية تخصص: مشروع استثمار وتمويل، جامعة ابن خلدون، تيارت، الجزائر، 2015/2014.

- صفاء الزيادي، استخدام سلاسل ماركوف وبرمجة الأهداف في مخطط القوى العاملة مع التطبيق، رسالة ماجستير غير منشورة، العراق، 2003.

المراجع باللغة الأجنبية:

- *Prajakta S.Kalekar, Time series forecasting using Holt-Winters Exponential smoothing, Kanwal Rekhi School of Information Technologiy.*
- *Ahmad Nazim & Asyraf Afthanorhan, A comparison between single exponential smoothing (SES), double exponential smoothing (DES), Holt's (Brown) and adaptive response rate exponential smoothing (ARRES) techniques in Forecasting Malaysia population, Global Journal of Mathematical Analysis, 2(4), 2014.*
- *Pierre Bremaud, initiation aux Probabilitè et aux chaines de Markov, deuxieme edition, edition Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, Allemagne, 2009.*
- *Robert Faure, Bernard Lemaire et Christophe Picouleau, Précis de recherche opérationnelle (Méthodes et exercices d'applications), 7e édition, Dunod, Paris, 2014.*

الملاحق:

ملحق 01: نتائج الكشف عن مركبة الاتجاه العام.

Dependent Variable: Y
Method: Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)
Date: 05/19/23 Time: 22:51
Sample: 2008 2022
Included observations: 15
Y=C(1)+C(2)*T

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	618.8095	50.82262	12.17587	0.0000
C(2)	13.43214	5.589743	2.402998	0.0319

R-squared	0.307568	Mean dependent var	726.2667
Adjusted R-squared	0.254304	S.D. dependent var	108.3153
S.E. of regression	93.53430	Akaike info criterion	12.03810
Sum squared resid	113732.6	Schwarz criterion	12.13251
Log likelihood	-88.28574	Hannan-Quinn criter.	12.03709
F-statistic	5.774400	Durbin-Watson stat	0.655546
Prob(F-statistic)	0.031905		

ملحق 02: نتائج التمهيد الأسي الثنائي لـ Holt.

Date: 05/18/23 Time: 20:18
Sample: 2008 2022
Included observations: 15
Method: Holt-Winters No Seasonal
Original Series: Y
Forecast Series: YSM

Parameters:	Alpha	1.0000
	Beta	0.0300
Sum of Squared Residuals		82340.51
Root Mean Squared Error		74.09026
End of Period Levels:	Mean	922.0000
	Trend	5.490695

ملحق 03: التنبؤ لسنوات (2023-2027) باستخدام طريقة التمهيد الأسي الثنائي لـ Holt.

	Modified: 2008 2022 // y.smooth(n, e) ysm
2008	638.0000
2009	634.7143
2010	701.7143
2011	725.7143
2012	816.7143
2013	649.7143
2014	651.7143
2015	622.7143
2016	611.7143
2017	552.7143
2018	656.7143
2019	779.7143
2020	820.7143
2021	887.7143
2022	868.7143
2023	863.7143
2024	860.4286
2025	857.1429
2026	853.8571
2027	850.5714

الهوامش:

1بوعلام معوشي، تحليل فائض القوى العاملة في البلدان العربية (1990-2005)، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه دولة في العلوم الاقتصادية، جامعة الجزائر، الجزائر، 2007/2006، ص 9.

2صلاح الدين أنبيه جمعة، القوى العاملة ودورها في تطوير الاقتصاد الليبي للفترة (1990-2005)، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه دولة في العلوم الاقتصادية، جامعة الجزائر، الجزائر، 2010/2009، ص 3.

3بوعلام معوشي، مرجع سبق ذكره، ص 9.

4نفس المرجع السابق، ص 11.

5 عادل فليح العلي وآخرون، اقتصاديات العمل، دار الحكمة للطباعة والنشر، الموصل، 1990، ص 31.

6محجوبة هشام، التسيير التنبؤي للموارد البشرية على مستوى المؤسسة "دراسة نظرية وتطبيقية"، أطروحة مقدّمة لنيل شهادة دكتوراه في علوم التسيير، جامعة بلحاج بوشعيب بعين تموشنت، الجزائر، 2021/2020، ص 50.

7أحمد ماهر، إدارة الموارد البشرية، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 2007، ص 162.

8 باري كشواي، إدارة المواد البشرية، دار الفاروق للنشر والتوزيع، الطبعة العربية الثانية، مصر، 2007، ص 28.

9 نفس المرجع السابق، ص 26-27.

10واثق حياوي لايذ الخفاجي، تقدير نموذج التنبؤ بالمبيعات باستخدام طريقة برمجة الأهداف (دراسة تطبيقية في معمل الفرات للمياه النفية)، مجلة علوم ذي قار، المجلد 3، العدد 4، 2013، ص 81.

11بوادر فاطيمة، التنبؤ بمبيعات المؤسسات الجزائرية باستخدام نماذج السلاسل الزمنية وتقنية الشبكات العصبية الاصطناعية (دراسة حالة مؤسسة سونلغاز بالشلف)، أطروحة دكتوراه في العلوم الاقتصادية تخصص: مشروع استثمار وتمويل، جامعة ابن خلدون، تيارت، الجزائر، 2015/2014، ص 46.

12 Prajakta S.Kalekar, Time series forecasting using Holt-Winters Exponential smoothing, Kanwal Rekhi School of Information Technologiy, 2004, p52.

13 Ahmad Nazim & Asyraf Afthanorhan, A comparison between single exponential smoothing (SES), double exponential smoothing (DES), Holt's (Brown) and adaptive response rate exponential smoothing (ARRES) techniques in Forecasting Malaysia population, Global Journal of Mathematical Analysis, 2(4), 2014, p 277.

14 IBID, P277.

15صفاء الزيادي، استخدام سلاسل ماركوف وبرمجة الأهداف في مخطط القوى العاملة مع التطبيق، رسالة ماجستير غير منشورة، العراق، 2003.

16 شادي إسماعيل يوسف التلباني، استخدام سلاسل ماركوف الامتصاصية في تحليل حركة الطلبة خلال المراحل المدرسية (دراسة تطبيقية على طلبة كلية التجارة بالجامعة الإسلامية بغزّة)، مجلة الأزهر، كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية، جامعة الأزهر، 24 (1)، 2013، ص 6. نقلا عن: العذاري مسلم، الوكيل عبد الحسين، العمليات التصادفية، مطبوعات جامعة الموصل، العراق، 1991.

17 Pierre Bremaud, initiation aux Probabilitè et aux chaines de Markov, deuxième édition, edition Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, Allemagne, 2009, P 203-204.

18 شادي إسماعيل يوسف التلباني، مرجع سبق ذكره، ص 6.

* بن بريم محمد وآخرون، التنبؤ بحركة العمال داخل المؤسسة باستخدام سلاسل ماركوف (Markov Chains) –دراسة حالة مؤسسة الإخوة رحمون لانتاج الشبكات المعدنية الملحومة بالشلف–، مجلة التنمية والاقتصاد التطبيقي، جامعة المسيلة، العدد 03، مارس 2018.

19 Robert Faure, Bernard Lemaire et Christophe Picouleau, Précis de recherche opérationnelle (Méthodes et exercices d'applications), 7e édition, Dunod, Paris, 2014, PP 186-216

20سمير مصطفى شعراوي، مقدمة في تحليل السلاسل الزمنية، مركز النشر العلمي، المملكة العربية السعودية، 2005، ص ص 31-32.