

استعمال نموذج Lee-Carter لتقدير الخصوبة في الجزائر والتنبؤ بمعدلاتها
خلال الفترة (2019-2039)

Using the Lee-Carter model to estimate fertility in Algeria and predict
(2039-2019) its rates during the period

أ.د محمد بدروني

ط.د. الياس سالم*

جامعة البليدة 2، الجزائر

جامعة البليدة 2، الجزائر

bedrounim@yahoo.com

ILYESSAMI99@GMAIL.COM

تاريخ الإرسال: 2023/02/19 تاريخ القبول: 2023/04/12 تاريخ النشر: 2023/05/12

Abstract:

المخلص:

This is what made us look for a modern statistical tool that aims to shed light on the development of fertility and propose a standard model that allows us to estimate and predict its rates in (2019-2039).

Our study relied on the analytical methodology on the theoretical side, and the standard statistical on the applied side, using the (Lee-Carter) method, which is mainly based on the time variable. As an essential component of estimation, and on ARIMA time series models.

We obtained the detailed predictive values for fertility up to 2039, and the results predicted a decline in total fertility over the next two decades, approaching its replacement rate in 2039.

Keywords: Fertility, estimate, Lee-Carter method, rate, growth.

يهدف هذا البحث إلى إيجاد أداة إحصائية حديثة تكون أكثر ملائمة لنوع البيانات المتاحة، بهدف تسليط الضوء على تطور اتجاهات الخصوبة في الجزائر واقتراح نموذج قياسي يسمح بتقدير واستشراف معدلاتها للفترة (2019-2039).

اعتمدنا في دراستنا على المنهج التحليلي في الجانب النظري، ومنهج الإحصاء القياسي في الجانب التطبيقي، باستعمال أسلوب (Lee-Carter) الذي يركز بالأساس على متغير الزمن كعنصر جوهري في التقدير، كما يعتمد على نماذج ARIMA للسلاسل الزمنية. حصلنا على القيم التنبؤية لمعدلات الخصوبة التفصيلية لغاية 2039، كما توقعت النتائج انخفاض في الخصوبة الكلية خلال العقدين المقبلين إذ أنها ستقترب من معدل الإحلال من جديد.

الكلمات المفتاحية: خصوبة، تقدير، نموذج ليكارتير، معدل، نمو.

* المؤلف المرسل

1- مقدمة

تعد دراسة تعداد السكان ونموهم خطوة أساسية لعمليات التخطيط والتنمية الاقتصادية والاجتماعية والعمرائية خاصة بعدما أشارت الإحصائيات ذات العلاقة بالسكان إلى زيادة عدد السكان في العالم بمعدلات مرتفعة في السنوات الأخيرة.

وبحكم أن المجتمعات تشبه كتلا بشرية تمتاز بالحركية وتقوم بتجديد نفسها من خلال عمليات التناسل والإنجاب وهذا ما أنتج لنا كل سنة مواليد جدد سينتقلون سنة بعد سنة من فئة عمرية إلى فئة عمرية أخرى، فمن هنا تبرز أهمية حجم السكان ومكوناته التي لا تقتصر في معرفة عدد السكان الحالي ونموه في الفترة السابقة فقط، بل تركز على تحديد التزايد السكاني في المستقبل، وبالتالي تقدير عدد السكان في السنوات المقبلة (بحاج از هار، 2000، ص 278).

وتمثل دراسة الخصوبة مجالا مهما لأي دولة للحفاظ على استقرارها اقتصاديا واجتماعيا في الخطط والاستراتيجيات المستقبلية وكذلك التوقعات القادمة، حيث أن الانخفاض في معدلات الخصوبة يعطي انطباعا جيدا عما قامت به الدولة من برامج اتجاه تحسين حياة مواطنيها.

وباعتبار أن الخصوبة أحد أبرز المقاييس التي تُعنى بالدراسات السكانية بحكم أنها ظاهرة متشابكة ومرتبطة ارتباطا وثيقا ببناء المجتمع البشري ليس لكونها تفوق الوفيات والهجرة من حيث الأهمية، بل يرجع ذلك لكونها المحدد الرئيسي لنمو السكان، فإننا نجد أنها أكثر صعوبة في فهمها عكس الوفيات، فبينما تتميز هذه الأخيرة بكونها حتمية لا يمكن تجنبها، فإن الخصوبة ليست كذلك فهي ظاهرة قابلة للتجدد والتكرار لأكثر من مرة مقارنة بظاهرة الوفاة التي تحدث مرة واحدة فقط في العمر، وهذا ما يُعرض الخصوبة للعديد من التغيرات. وتتغير الخصوبة من مجتمع إلى آخر ومن منطقة إلى أخرى وذلك حسب الظروف الاجتماعية والاقتصادية لسكان تلك المنطقة، ويساعد تحديد العوامل المؤثرة فيها وفي السلوك الإنجابي على فهم اتجاهاتها وتحديد مسارها المستقبلي، ومن ثم رسم السياسات الملائمة للتحكم فيها.

والجزائر كغيرها من دول العالم التي شهدت مستويات خصوبتها تغيرا في مؤشراتها، حيث انتقل المؤشر التركيبي للخصوبة من 8.1 أطفال لكل امرأة سنة 1970 إلى 2.63 طفلا لكل امرأة سنة 2000، هذا ما جعل الكثير من المهتمين بالشأن الديموغرافي في الجزائر يستبشرون خيرا بانخفاض المؤشر التركيبي واقتراه من مستوى قريب من معدل الإحلال، لكن المفاجأة جاءت بإعلان الديوان الوطني للإحصائيات عن زيادة غير منتظرة في عدد من الولادات بالجزائر إذ وصلت إلى حدود 817000 ولادة حية سنة 2008 وتجاوزت عتبة المليون خلال سنوات 2014-2015-2016 هذه الزيادات الغير متوقعة أدت إلى ارتفاع مستوى الخصوبة من جديد حسب مختلف المعطيات التي جاءت فيما بعد (تعداد 2008، معطيات الحالة المدنية، MICS3، MICS4، MICS6) ليصل إلى ثلاثة أطفال لكل امرأة في سنة 2018، هذا الارتفاع المفاجئ لمعدلات الخصوبة فتح المجال واسعا للعديد من السيناريوهات المتعلقة بالمتنبؤ باتجاهات الخصوبة في المستقبل. وهذا ما سمح لنا بطرح الإشكال التالي:

هل يمكن اقتراح أسلوب Lee-Carter كأداة إحصائية حديثة قصد تقدير معدلات الخصوبة في الجزائر لسنوات (1988-2018)، ومن ثمّ التنبؤ بها خلال الفترة (2019-2039)؟

1-1- المنهجية المتبعة:

اعتمدنا في بحثنا هذا على المنهج الوصفي التحليلي في الجانب النظري والذي تناول تطور الخصوبة واتجاهاتها في الجزائر خلال فترة الدراسة، كما اعتمدنا على منهج الإحصاء القياسي من

خلال استخدام أسلوب (Lee-Carter) في الجانب التطبيقي باعتبار أن هذه الطريقة تعد من أحدث طرق التقدير التي توصل لها العالمان الأمريكيان (Ronald Lee and Lawrence Carter) وقد عملا على إنشاء أسلوب إحصائي يعتمد على منهجية جديدة في التقدير والتنبؤ بمعدلات الوفيات العمرية المحددة والتي عرفت بعد ذلك باسمهما "Lee-Carter Method"، وسنعمد على البرنامج الإحصائي *Excel* و *Eviews 12* وبرنامج *R* لتحليل المعطيات المتعلقة ببحثنا هذا.

2-1- يهدف بحثنا إلى:

- استعراض دليل اتجاهات الخصوبة في الجزائر خلال العقدين الأخيرين من القرن الماضي وكذلك العقدين الحاليين من هذا القرن.
- دراسة التباينات المتعلقة بمستوى ونمط الخصوبة في الجزائر في ضوء التعدادات والمسوح الديموغرافية خلال الفترة (1988-2018).
- بناء نموذج قياسي لمحددات الخصوبة في الجزائر وهذا ما يسمح لنا باستشراف الظاهرة في المستقبل.
- الحصول على تقديرات لمعدلات الخصوبة النوعية حسب العمر ومعدل الخصوبة الكلية للمدة (2019-2038)، من خلال النموذج الذي سيتم بناؤه في الدراسة.

3-1- أهمية الدراسة: تتمثل أهمية بحثنا هذا في الاعتماد على استخدام طرق وأساليب إحصائية متطورة للتنبؤ بمعدلات الخصوبة في الجزائر على المدى البعيد باستخدام بيانات لمدة زمنية طويلة. كما أن هذه التنبؤات يمكن أن يعتمد عليها كثيرا في اتخاذ القرارات المتعلقة بالتنمية والسياسات السكانية المستقبلية.

4-1- الدراسات السابقة:

تم إجراء عدد من الدراسات السابقة وذلك قصد التنبؤ بمعدلات الخصوبة، فعلى سبيل المثال، تم تقديم طريقة علائقية لإسقاط أنماط العمر على معدلات الخصوبة باستخدام المعادلات الخطية وذلك في دراسة "TOPALS*" وتعتبر هذه الطريقة قادرة على وصف جميع أنواع منحنيات العمر حيث تكون أكثر مرونة وأسهل في التفسير (Joop de Beer, 2011, pp. 418,420). كما أكدت دراسة أجراها "Rueda" و "Rodriguez" على نماذج فضاء الحالة الديناميكية في إدراك استقرار عملية الخصوبة ويعتمد على النموذج اللوجستي، والميزة الأكثر فائدة هي أنه يمكن تشغيل عملية النمذجة والتنبؤ في وقت واحد. ومع ذلك، يبدو أن هذا النموذج أقل حساسية وذلك لاختيار فترة بيانات مختلفة (State space models for estimating and forecasting fertility, 2010).

في حين أن اعتماد النمذجة المشتركة لمعدل الخصوبة الكلي أدى إلى تحسين دقة تنبؤات النقاط بل هو الأكثر أهمية بالنسبة لأجل التنبؤ بعيد المدى (Heather Booth, 2006, p. 547)، ومع ذلك نشأت صعوبة بسبب بعض التغييرات الهيكلية في عملية النمذجة هذه. ففي واقع الأمر من الصعب جدا تنفيذ التنبؤ بالمتغير الديموغرافي المتمثل في الخصوبة ويعود ذلك إلى الميزة الهيكلية

* Tool For Projecting Age Patterns Using Linear Splines

للخصوبة التي تنطوي على السن والفترة والفوج والتي يصعب دراستها، لذلك يمكن القول أن دقة التنبؤ في الغالب تعتمد على الموقف والاتجاه المعينين.

كما يعد نموذج "Gompertz" من أبرز الدراسات التي تناولت التنبؤ بالخصوبة المستقبلية. (J. R. Goldstein & A Behavioral Gompertz, 2008, p. 8).

ومن الدراسات العربية نجد دراسة العبيدي عمر فاروق خليل 2014 " تقدير والتنبؤ بمعدلات الخصوبة في العراق باستعمال طريقة لاملعلمية حصينة ومقارنتها بأسلوب Lee-Carter وبعض الطرائق المباشرة والغير مباشرة " ، وكذلك تعد دراسة الأستاذين عمر عبد المحسن علي والأستاذ عمر فاروق الخليل من أبرز الدراسات التي استخدمت هذا الأسلوب في التقدير والتنبؤ بمعدلات الخصوبة التفصيلية ومعدلات الخصوبة الكلية والتي تناولت مقارنة بين استعمال أسلوب الشرائح اللامعلمي وطريقة Lee-Carter لتقدير الخصوبة في العراق والتنبؤ بها للفترة 2012-2031.

كما نجد من الدراسات الوطنية القليلة التي تناولت هذا الأسلوب في التقدير دراسة الأستاذ فريد فليسي التي اعتمدت على نموذج Lee-Carter في تقدير البيانات المفقودة للجدول الحياة في الجزائر لسنوات سابقة (1977-1998) لم تكن فيها البيانات متوفرة وذلك بالاعتماد على بيانات جداول الحياة المتاحة، والتي بدأت الجزائر بنشرهم ابتداءً من سنة 1998 فقط بعد دورية سنوية.

2- الجانب النظري للدراسة

2-1- الخصوبة معدلاتها واتجاهاتها:

إن أهمية موضوع الخصوبة ومتابعة التغيرات التي تطرأ عليها في المجتمعات لا تنحصر فقط باعتبارها القاعدة الأساسية في النمو السكاني فحسب، بل أيضاً لعلاقتها التبادلية المعروفة مع التغيرات الاقتصادية والاجتماعية. فغالبا ما يستخدم مصطلح الخصوبة للتعبير عن حالات الولادة التي تحدث فعلا وينتج عنها مواليد أحياء للنساء في سن الحمل، ولكن الخصوبة (Fecundity) في الحقيقة تعني القدرة على الحمل أو إمكانية الحمل أو الخصوبة الاحتمالية الكامنة بيولوجيا والتي تتمثل في أن المرأة يمكن ان تنجب إذا تزوجت (اسماعيل، 1997، ص71). كما أن الخصوبة تؤثر بشكل مباشر في التنمية الاقتصادية حيث أن النمو السكاني يمتص النمو الاقتصادي ويؤثر عليه سلبا خاصة إذا كان أعلى منه. وقد ذكر هذا في القرن الثامن عشر على يد "توماس مالتوس" الذي قال أن ارتفاع معدل الخصوبة تعد من الأسباب الرئيسية التي تؤدي إلى الفقر، مضيفاً أن ارتفاع النمو السكاني يشكل عبء كبيرة أمام الإنتاج والأرض التي تمد الإنسان بالطعام بكافة أنواعه.

والمهتمين بعلم السكان يميزون بين الإنجاب (النسل أو الخصوبة) وبين قدرة المرأة البيولوجية على الحمل أو الخصوبة الحيوية، فنسبة الإنجاب هي نسبة المواليد للنساء في سن الحمل، أما الخصوبة الحيوية فتكون سواء تزوجت المرأة أم لا أو أنها تجهض نفسها، وتختلف عن المرأة العقيم (جبلي، 2019، ص 181).

ولمقارنة المواليد في المناطق المختلفة وجب علينا حساب معدل المواليد الخام وذلك من خلال قسمة عدد المواليد على مجموع السكان في سنة معينة بالطريقة التالية:

معدل المواليد الخام = (عدد المواليد الأحياء خلال السنة مقسوما على عدد السكان في منتصف السنة) $\times 1000$

ويمثل هذا المعدل نسبة المواليد الأحياء خلال السنة مقارنة بعدد السكان في منتصف السنة وقد سمي بالعام (الخام) لأنه لا يأخذ الاختلافات في التراكيب السكانية بين المجتمعات بعين الاعتبار كالعمر ونوع الجنس والحالة الزوجية.

وبما أن عدد المواليد يرتبط بعدد النسوة اللاتي هن في سن الإنجاب أي بين 15 و50 سنة، استدعى هذا الأمر الاعتماد في المقارنة أو في حساب نسبة الإنجاب التي تعرف عادة بالخصوبة على الطريقة التالية:

معدل الخصوبة العامة = (عدد المواليد الأحياء خلال السنة مقسوما على عدد النساء في سن الإنجاب 15-49 سنة) $1000 \times$

وهذا المعدل يطلق عليه اسم معدل الخصوبة العام (Gneral Fertililty- Rate) بالرغم من أنه لا يراعي في شرعية الأبناء (شرعيين غير شرعيين) ولا الحالة الزوجية للإناث إلا أنه يعطينا نظرة على المستوى العام للخصوبة خاصة في الحالات التي لا تتوفر فيها البيانات التفصيلية، ومن خلال هذا المعدل يمكن استخلاص معدل الخصوبة الشرعية كالتالي:

معدل الخصوبة الشرعية = (عدد المواليد الأحياء خلال السنة مقسوما على عدد النساء المتزوجات وفي سن الإنجاب 15-49 سنة) $1000 \times$

وبما إن النسوة في سن الإنجاب لسن بنفس الدرجة من حيث القدرة على الإنجاب من خلال فئات العمر المختلفة، حيث أن النسوة اللاتي أعمارهن دون سن العشرين هن أقل قدرة على الإنجاب مقارنة بالنسوة اللاتي تتراوح أعمارهن بين العشرين والثلاثين سنة وبعدها تبدأ قدرة المرأة على الإنجاب بالتناقص تدريجيا مع التقدم في العمر، ولهذا كان لابد من إيجاد معدل خصوبة خاص بكل فئة عمرية معينة على النحو التالي:

معدل الخصوبة العمرية = (عدد المواليد الأحياء في فئة عمرية معينة خلال السنة مقسوما على عدد النساء في سن الإنجاب في نفس الفئة العمرية) $1000 \times$

كما يسمح لنا هذا المعدل بحساب معدل الخصوبة الكلية وذلك من خلال جمع معدلات الخصوبة النوعية في فئات العمر لجميع النسوة ثم ضرب الناتج في طول الفئة وقسمته على 1000 (سليمان، 1973، الصفحات 40-41).

إن المهتمين بالديموغرافيا عند دراسة المواضيع ذات الصلة بالخصوبة أو المواليد لتحليل هذه الظاهرة السكانية وتوضيح العلاقة الكمية بينها وبين الظواهر الأخرى وجب عليهم الاستعانة والرجوع لهذه المعدلات التي سبق ذكرها.

2-1-2- تطور معدلات الخصوبة في الجزائر خلال فترة الدراسة

سجلت معدلات الخصوبة في الجزائر منذ حوالي 15 سنة ارتفاعا ملحوظا، بعدما كانت تشهد انخفاضا في معدلاتها خلال ثلاثة عقود متتالية. فقد انخفض معدل الخصوبة من 8.1 أطفال لكل امرأة سنة 1970 ليتقلص بعد ذلك متوسط عدد الأطفال إلى الثلث تقريبا، حيث سجل 2.2 طفلا لكل امرأة عام 2002.

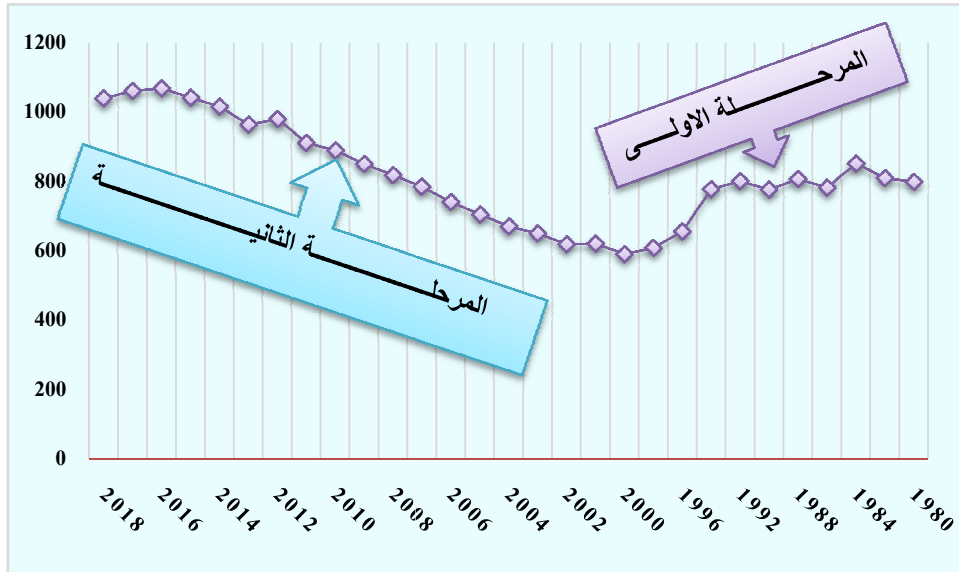
ومع بداية القرن 21 أي بعد ثلاثين سنة من الانخفاض السريع، كانت معدلات الخصوبة في الجزائر قد بلغت مستوى قريب من معدل الإحلال والمتمثلة في عتبة تجديد الأجيال هذا ما جعل المهتمين بالشأن الديموغرافي في الجزائر يستبشرون بالانخفاض في المؤشر التركيبي للخصوبة

والتي لطالما انتظرها داعمو برنامج الحد من الولادات، وقد فاجأ هذا الانخفاض السريع في معدلات الخصوبة المتخصصين في المجال، بحكم أن الجزائر كانت لفترة طويلة تعد بلدا من الدول ذات معدل الخصوبة العالية جدا والنمو السكاني المرتفع. وما كان لأحد أن يتوقع في السبعينيات أن يقع انخفاض بهذه السرعة في بلد تغلب عليه تقاليد مشجعة لزيادة المواليد.

ولكون أن هذا الانخفاض في معدلات الخصوبة جاء متأخرا نسبياً فبداياته كانت بالمدن الكبرى ولدى بعض الفئات الاجتماعية ذات المستوى التعليمي المرتفع، ليشمل بعد ذلك باقي مناطق البلاد ومختلف الفئات الاجتماعية. ومع بداية القرن الحالي اتجهت كل الآراء إلى أن هذا الانخفاض سيترتب عنه لا محالة، معدلات خصوبة أقل من معدل طفلين لكل امرأة. وكان هذا مرجحا أكثر خاصة بعد حصول هذا السيناريو سابقا في كل البلدان النامية التي شهدت معدلات خصوبتها انخفاضا سريعا. لكن المفاجأة كانت بإعلان الديوان الوطني للإحصائيات زيادة غير منتظرة في عدد الولادات بالجزائر ولم يحدث أي من تلك التوقعات بل على العكس، فإن الجزائر فاجأت كل المتتبعين للوضع الديمغرافي، فقد شهدت معدلات الخصوبة منذ نحو 15 سنة ارتفاعا محسوسا في الخصوبة. حيث أن سنة 2016 شهدت ارتفاعا في عدد الولادات الذي فاق المليون ولادة إذ سجلت مصالح الحالة المدنية 1067000 ولادة حية، وهو ما يعادل 2900 ولادة حية في اليوم، بعدما عرفت سنة 2015 معدل 2800 ولادة حية في اليوم، و2700 ولادة حية في اليوم سنة 2014.

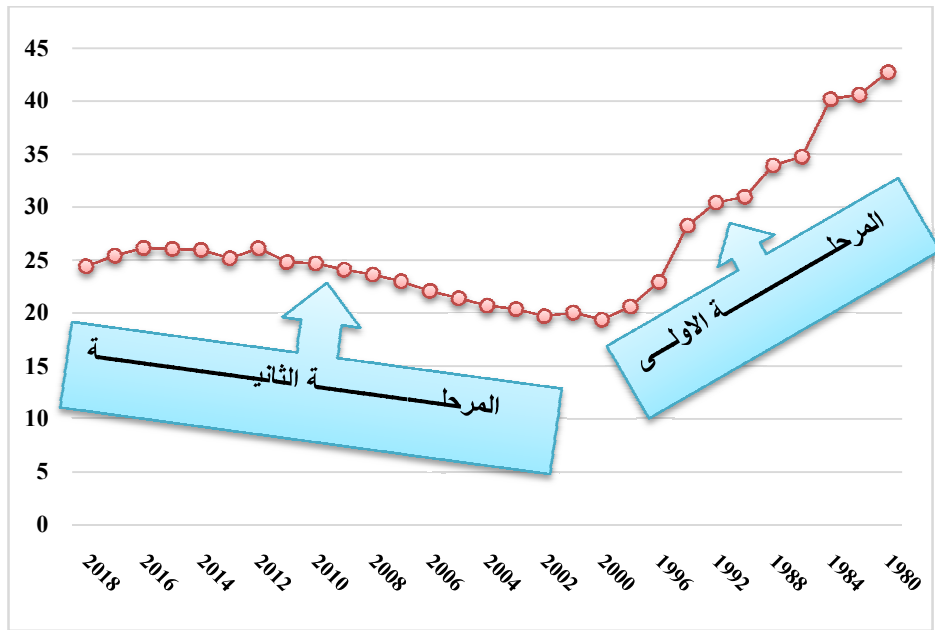
2-2-1- تطور عدد المواليد في الجزائر (1980-2018): ونقصد به عدد المواليد الأحياء في سنة معينة كما يعبر عن هذه الظاهرة كذلك بمعدل المواليد الخام وذلك بقسمة المواليد الأحياء على إجمالي عدد السكان في متوسط السنة مضروب في ألف والشكل التالي يوضح تطور عدد المواليد الأحياء ومعدل المواليد الخام خلال فترة الدراسة في الجزائر.

شكل رقم 1: عدد الولادات الحية في الجزائر بالآلاف خلال الفترة (1980-2018)



المصدر: بالاعتماد على معطيات الديوان الوطني للإحصائيات

شكل رقم 2: تطور المعدل الخام للولادات في الجزائر خلال الفترة (1980-2018)



المصدر: بالاعتماد على معطيات الديوان الوطني للإحصائيات

لتحليل الشكل رقم 01 و 02 يمكن تحليل المعطيات ضمن مرحلتين:

• **المرحلة الأولى من 1980 إلى 2000:** وقد شهدت هذه المرحلة انخفاضا متواصلا في عدد المواليد ويرجع ذلك لعدة أسباب أهمها تعميم استخدام وسائل منع الحمل، كما ساهم برنامج التحكم في النمو السكاني في الجزائر الذي تبنته الجزائر سنة 1983 في تخفيض عدد المواليد بنسبة كبيرة، بالإضافة إلى ذلك التغيرات التي طرأت على البلاد اجتماعيا والتي تمثلت في تعليم المرأة وتحسين مستواها العلمي والثقافي من خلال حصولها على الشهادات العليا ودخولها سوق العمل وهذا ما أثر بشكل كبير على خصوبتها وسلوكها الإنجابي، بدون أن ننسى الأزمة الاقتصادية التي حلت بالجزائر سنة 1986 والأزمة الأمنية المرافقة للعشرية السوداء (عشرية التسعينات) وما نتج عنهما من آثار سلبية على القطاع الاقتصادي تمثلت في غلق معظم المؤسسات الإنتاجية وتسريح العمال وعدم قدرة الدولة على توفير مناصب عمل للشباب مما أدى إلى تفاقم البطالة وظهور عدة أزمات أخرى كآزمة السكن والفقر، كل هذه الأزمات أدت إلى عزوف أغلبية الشباب عن الزواج والإنجاب هذا ما ساهم بشكل كبير في انخفاض معدلات المواليد.

• **المرحلة الثانية من 2001 إلى 2018:** بعد عقدين من الانخفاض المتواصل لعدد المواليد، وبعد أن كانت معدلات الخصوبة في الجزائر قد قاربت مستوى الإحلال أي عتبة تجديد الأجيال، ومع بداية القرن الحالي كانت كل الآراء تتجه إلى أن هذا الانخفاض سينتج عنه لا محالة، معدلات خصوبة أقل لكن المفاجأة كانت بارتفاع عدد الولادات في الجزائر إلى مستويات قياسية لم يسبق لها مثيل من قبل حسب معطيات الديوان الوطني للإحصائيات، أين تميزت سنة 2014 بتجاوز عتبة المليون أي 1014000 ولادة حية لأول مرة في تاريخ الجزائر، وهو ما يعادل 2700 ولادة حية

في اليوم وبمعدل ولادات خام وصل إلى 25,93‰، ليستمر عدد الولادات بالارتفاع ليصل سنة 2018 إلى 1038000 ولادة حية، ويرجع هذا الارتفاع في عدد الولادات للتحسن الذي شهدته الجزائر في الوضع العام للسكان اجتماعيا واقتصاديا، وقد شهدت معدلات المواليد انخفاضا طفيفا في الفترة الأخيرة نوعا ما مقارنة بما كانت عليه. فقد أصبحت تقدر بـ 24.39‰ في سنة 2018، بانخفاض قدر بـ 1.73 نقطة خلال عامين.

2-2-2- تطور مستوى الخصوبة العمرية في الجزائر: تتواجد الجزائر ضمن الدول التي تتميز بمعدلات خصوبة مرتفعة نسبيا كغيرها من البلدان العربية والإفريقية، كما يمثل العمر عاملا مهما ومن أهم المتغيرات التي ترتبط ارتباطا وثيقا بالخصوبة، فكما هو معلوم فإن الخصوبة تختلف باختلاف الفئات العمرية وباختلاف المجتمعات، وقد شهدت معدلات الخصوبة العمرية في الجزائر خلال فترة الدراسة (1988-2018) تغيرا واضحا حيث تم تسجيل انخفاض كبير في الفئة العمرية 25-29 إذ انخفض معدل هذه الفئة من 222‰ سنة 1990 إلى 158,6‰ سنة 2017 ويرجع هذا الانخفاض إلى ارتفاع معدلات الزواج بحيث بلغ 5.97‰ سنة 1990 وارتفع إلى 8.14‰ سنة 2017. (ONS, 2017)

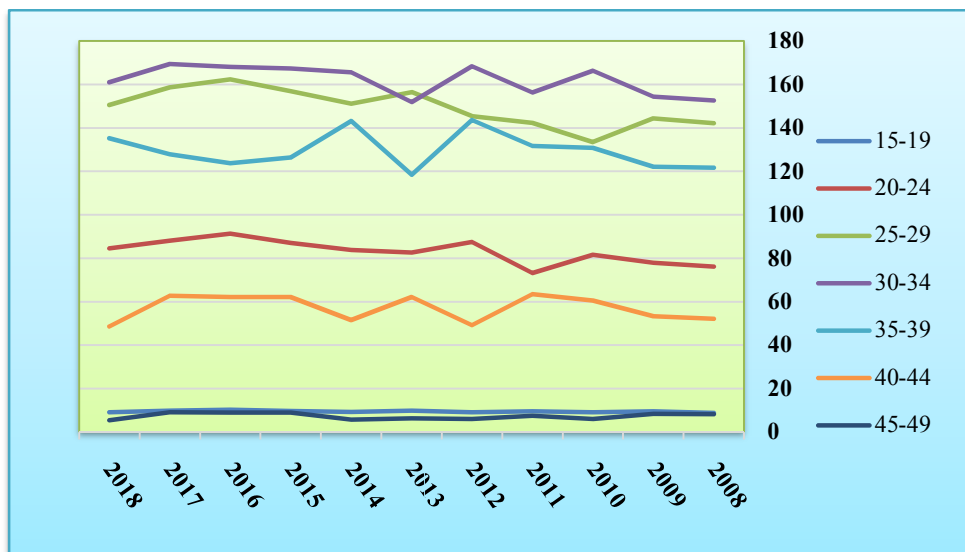
والجدول التالي يوضح تطور معدل الخصوبة العمرية في الجزائر:

جدول رقم 1: تطور معدلات الخصوبة العمرية % في الجزائر

(معدل الخصوبة حسب العمر%)																		
العمر	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
19-15	...	7,5	7,7	...	7,7	...	...	8,8	9,6	9,1	9,5	9,1	9,8	9,2	9,7	10,3	9,8	9,1
24-20	...	64,5	64,3	...	63,1	...	...	76,1	77,9	81,5	73,2	87,4	82,5	83,8	87,0	91,2	88	84,4
29-25	...	123,3	124,1	...	125,2	...	...	142,1	144,3	133,4	142,2	145,3	156,3	151	156,8	162,2	158,6	150,4
34-30	...	137,2	141,1	...	142,1	...	...	152,6	154,3	166,3	156,2	168,3	151,8	165	167,4	168	169,4	160,9
39-35	...	112,7	113,3	...	112,8	...	...	121,7	122,1	130,8	131,7	143,6	118,4	143,2	126,3	123,7	127,8	135,2
44-40	...	45,1	49,6	...	48	...	...	52,1	53,2	60,4	63,4	49,1	62,1	51,4	62,0	62,1	62,7	48,5
49-45	...	6,2	6,4	...	4,8	...	...	8,2	8,3	6,0	7,4	6,0	6,3	5,7	8,9	8,8	9,0	5,4
متوسط العمر عند (بالسنوات) الإنجاب	...	32,0	32,1	...	32,0	...	...	31,9	31,8	32,0	32,2	31,8	31,7	31,8	31,8	31,7	31,8	31,6

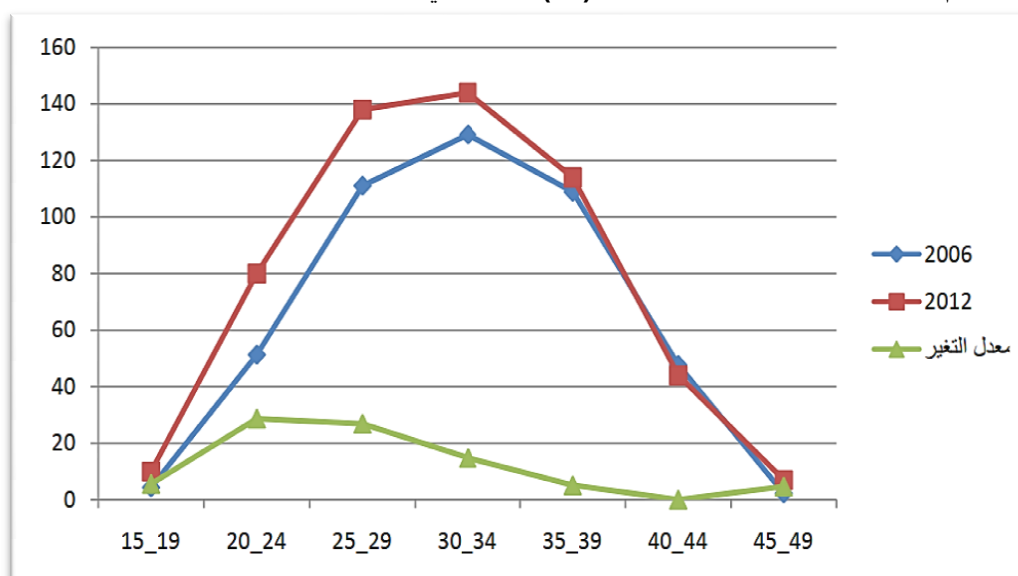
المصدر: معطيات الديوان الوطني للإحصائيات DEMOGRAPHIE ALGERIENNE 2019 N°890/BIS

شكل رقم 3: منحنى بياني لتطور معدلات الخصوبة العمرية % في الجزائر 2008 - 2018



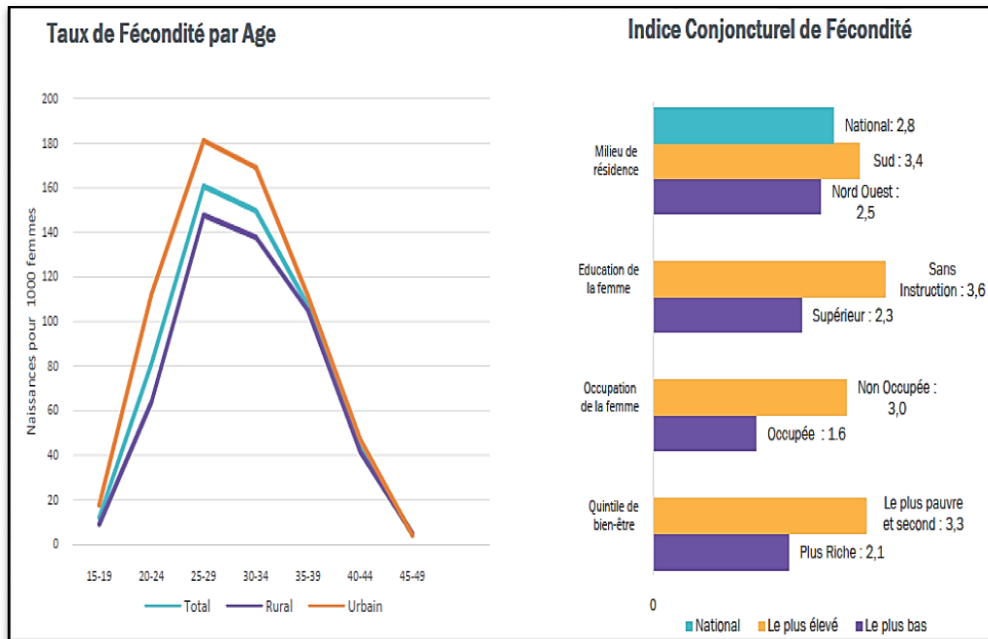
المصدر من إعداد الباحث بالاعتماد على Excel 2019

شكل رقم: تطور معدلات الخصوبة العمرية (%) بين مسحي 2006 و 2012



والشكل التالي يوضح معدلات الخصوبة العمرية حسب آخر مسح في الجزائر MICS 2019

شكل رقم 5 : تطور الخصوبة العمرية (%) حسب آخر مسح عشوائي في الجزائر 2019



المصدر: Fécondité & Planification Familiale ALGERIE 2019 MICS

3- الجانب التطبيقي للدراسة

هناك العديد من الطرق والنماذج التي استعملت في تقدير معدلات الخصوبة والتنبؤ بها من بينها الطرق المباشرة والغير مباشرة، وأسلوب الشرائح اللامعلمي وهذه الأساليب أثبتت نجاعتها في العديد من الدراسات المتعلقة بالخصوبة، وسنعمد في دراستنا هذه على أسلوب Lee-Carter والذي قد يكون هو الأنسب لنا لأنه يوفر بنية رياضية بسيطة وسهلة بالإضافة إلى يعطي لنا إجراءات أكثر مرونة في تركيب البيانات وتحليلها، كما يمثل الإطار الأساسي لهذا النموذج حلاً فريداً من نوعه من خلال اعتماده على إحلال القيمة المفردة والذي يركز بالأساس على المكون الأول. (Hazlenah Hanafiah & Abdul Aziz Jemain, 2013) ولقد حظيت هذه الطريقة باهتمام كبير لدى الباحثين الأجانب المختصين بمجال الديموغرافيا، وخاصة في تقدير الوفيات بدرجة أكبر عكس ما هو سائد في بلادنا إذ تكاد تنعدم هذه الدراسات التي تعتمد في تحليلها على هذا الأسلوب، وقد تم اكتشاف هذه الطريقة عام 1992 وهو أسلوب استقرائي يستعمل لغرض تحليل بيانات الوفيات والتنبؤ بها باستخدام تحليل اتجاهات زمنية بعيدة المدى، ويعتمد على إيجاد الأخطاء الناتجة من تقدير نموذج وإيجاد بعض مقاييس جودة التقدير، واختبارات دقة التنبؤ لتوقعات الحياة ومقاييس الخطأ التي تعتمد في استخراجها على معدلات الوفيات، كما أن هذا النموذج مناسب للتطبيق على معدلات الخصوبة التفصيلية وقد استخدمت هذه النمذجة الهيكلية على نطاق واسع في العديد من البحوث، لاسيما مع البيانات التي تركز على الفئات العمرية وتعتمد على تقنيات تعمل على تقليل الأبعاد من أجل تحويلها إلى معادلات خطية. كما أن هناك سمة بارزة في

طريقة Lee-Carter تتمثل في اعتبار متغير الزمن عنصر جوهري في التقدير، حيث يمكن استعمال طرق بوكس-جينكيز لتقدير عامل الزمن وذلك بالاعتماد على نماذج ARIMA للسلاسل الزمنية. وقد تم التوصية باستخدامه من طرف لجان الضمان الاجتماعي في الولايات المتحدة. (Renshaw, A. & Haberman, S, 2003) كما أن هذه الطريقة لا تركز بالضرورة على القرارات والأحكام الشخصية للباحثين في دراسة التنبؤات وإنما تعتمد بشكل أساسي على الاتجاهات العمرية والزمنية الماضية التي تستخرج من المعطيات السابقة المستعملة في تقدير النموذج الإحصائي، ولم تكن هذه الطريقة معروفة سابقا وهذا ما سيعول عليه كثيرا في المستقبل؛ لما تلعبه من دور هام في إعطاء النتائج للتنبؤات بشكل دقيق مقارنة بتلك التي تستخرجها مكاتب الإحصاءات الرسمية المختصة بتقديرات السكان. (Li, Lee, & Tuljapurkar, 2002, p. 2)

كما أن استعمال هذا الأسلوب لا يخلو من العيوب التي من أبرزها أن هذا النموذج ينطلق من افتراض أن تكون الأخطاء متجانسة وموزعة بشكل طبيعي، وهو افتراض غير واقعي إلى حد ما خاصة في دراسة معدلات الخصوبة.

1-3- خطوات نموذج Lee-Carter : تتمثل خطوات هذه الطريقة فيما يلي:

- جعل لوغاريتمات معدلات الخصوبة العمرية كدالة خطية.
 - حساب قيمة المعلمة α_x والتي تمثل الوسط الحسابي للوغاريتم معدلات الخصوبة العمرية
 - تقدير المعلمتين b_x و F_t باستخدام طريقة تحليل القيمة المفردة وتكتب اختصارا (SVD) وهي إحدى طرائق تحليل المصفوفات إلى مركباتها الرئيسية (Principal Component Analysis) في تحليل متعدد المتغيرات.
 - إعادة تقدير المعلمة في مرحلة ثانية من تقدير النموذج.
 - التنبؤ بلوغاريتمات معدلات الخصوبة العمرية $ASFR_{x,t}$ باستخدام قيم F_t التنبؤية.
- وبالانطلاق من هذه الخطوات فإنه سيتم استعراضها بشيء من التفصيل كما يلي:

2-3- الخطوة الأولى: عرض لوغاريتمات معدلات الخصوبة العمرية التفصيلية كدالة خطية.

لقد تم استخدام نموذج Lee-Carter لتقدير معدلات الخصوبة وذلك بافتراض $ASFR_{x,t}$ تمثل معدل الخصوبة العمرية التفصيلية، وهو نموذج رياضي يصف معدل الخصوبة عند فئة عمرية محددة x في السنة t ، إذ يمكن صياغة النموذج الرياضي كما يلي:

$$ASFR_{x,t} = \alpha_x + F_t * b_x + \varepsilon_{x,t} \quad (1)$$

$$x = 15, 16, 17, \dots, 49$$

$$t = 1, 2, 3, 4, \dots, T$$

حيث تمثل:

$ASFR_{x,t}$: معدل الخصوبة العمرية عند العمر x في السنة t .

α_x : مجموعة ثوابت تمثل المتوسط الحسابي لقيم الخصوبة العمرية عبر الزمن.

F_t : مؤشر الخصوبة في الفترة t ويفسر انحراف معدل الخصوبة الكلية (GFR) خلال السنة t من المتوسط العام للمعدل البعيد الأمد A إذ أن:

$$A = \sum_{x=15}^{49} \hat{\alpha}_x \text{ (Nikitović, V, 2011)}$$

$\varepsilon_{x,t}$: يمثل حد الخطأ عند العمر x في السنة t ، بافتراض أنه يتبع التوزيع الطبيعي بمتوسط (0) وانحراف معياري (σ^2).

وتتمثل الفرضية الأساسية للنموذج المقترح في وجود علاقة خطية بين لوغاريتم معدلات الخصوبة العمرية في سن محدد و اثنان من العوامل المفسرة وهما العمر x و الزمن t .

كما يمكن صياغة المعادلة (1) بالشكل التالي: (2) $GFR_t = A + F_t + E_t$

مع العلم أن $E_t = \sum_{t=1980}^{2018} e_{x,t}$ وأن معدل الخصوبة الكلية GFR_t هو مجموع معدلات الخصوبة العمرية لكل الفئات العمرية المعنية بالخصوبة من 15 إلى 49 سنة.

كما يمكن اعتبار الصيغة النصف لوغاريتمية أنموذجاً رياضياً أيضاً على الشكل التالي

$$\log (ASFR_{x,t}) = \alpha_x + F_t * b_x + \varepsilon_{x,t} \text{ (3)}$$

حيث أن $\log(ASFR_{x,t})$ تمثل اللوغاريتم الطبيعي لمعدل الخصوبة حسب الفئة العمرية x في السنة t .

3-3- التقدير بطريقة تحليل القيمة المفردة:

لا يمكن تقدير نموذج Lee-Carter بطريقة المربعات الصغرى العادية، وذلك لعدم وجود متغير مشاهد في النموذج، لذا قام الباحثان Lee و Carere بإجراء عملية التقدير على مرحلتين:

3-3-1- تقدير $\hat{b}_x$

$$\hat{b}_x = \frac{\hat{b}_x^{SVD}}{\sum_{x=1}^A \hat{b}_x^{SVD}} \text{ (4)}$$

حيث تمثل $\hat{b}_x^{SVD}$ العمود الأول من المصفوفة U أي (U_{x1})

وتمثل القيمة $\sum_{x=1}^A \hat{b}_x^{SVD}$ مجموع قيم العمود الأول

3-3-2- تقدير $\hat{F}_t$

$$\hat{F}_t = \hat{F}_t^{SVD} * \sigma_1 * \sum_{x=1}^A \hat{b}_x^{SVD} \text{ (5)}$$

وتمثل القيمة $\hat{F}_t^{SVD}$ العمود الأول من المصفوفة V أي (V_{t1})

ويمثل العنصر الأول من المصفوفة القطرية (Σ).

ومن خلال هذه المعادلات سيكون التقدير النهائي للمعاملات على النحو التالي:

$$\hat{b}_x = \hat{b}_x * C \text{ (6)}$$

$$\hat{F}_t = \frac{\hat{F}_t}{C} \text{ (7)}$$

حيث أن القيمة C تمثل ثابت يحقق وحدانية الحل

3-3-3- تقدير $\hat{\alpha}_x$

$$\hat{\alpha}_x = \frac{\sum_{t=1}^T \text{Log}(TFA_{x,t})}{T} \dots\dots\dots (8)$$

4- تقدير نموذج Lee-Carter

اعتمدنا على بيانات الديوان الوطني للإحصائيات المتعلقة بمعدلات الخصوبة خلال فترة الدراسة وكذلك المسوح الخاصة بالخصوبة، كما تم الاعتماد على أحدث البيانات الخاصة بأخر مسح عنقودي متعدد.

1-4- تقدير النموذج Lee-Carter

• أول خطوة نقوم بها في تقدير النموذج هي استخراج موجة تقدير المعلمات ($\hat{\alpha}$) من المصفوفة F وذلك وفق المعادلة رقم 8 والقيم المتحصل عليها هي عبارة عن لوغاريتم معدل الخصوبة العمرية في الفترة الممتدة من (1988 – 2018).

والجدول التالي يبين القيم المقدرة للمعلمة α_x

جدول 2 : القيم المقدرة للمعلمة (α_x)

الفئات	قيمة (α)
19-15	-1.453
24-20	-0.165
29-25	0.0213
34-30	0.0564
39-35	0.324
44-40	-0.965
49-45	-2.321

من خلال الجدول نلاحظ أن متوسطات لوغاريتم معدلات الخصوبة العمرية تبدأ منخفضة جدا في الفئة العمرية الأولى 19-15 لتبدأ بالارتفاع تدريجيا لتصل إلى أعلى قيمة لها في الفئة العمرية الرابعة 34-30، ثم تتراجع قيمة ($\hat{\alpha}$) من جديد لتصل إلى أدنى قيم لها في الفئة الأخيرة 45-49.

• أما الخطوة الثانية فتتمثل في استخراج قيم تقدير المعلمات ($\hat{\beta}$) و ($\hat{F}$) وذلك بالاعتماد على العمود الأول من المصفوفة (U) والقيمة القطرية الأولى من مصفوفة المجموع (Σ) والعمود الأول من المصفوفة (V').

جدول رقم 3: القيم المقدرة للمعلمة ($\hat{\beta}$)

القيم ($\hat{\beta}$)	الفئات
0.0348-	19-15
0.0032-	24-20
0.0713	29-25
0.164	34-30
0.243	39-35
0.365	44-40
0.421	49-45

من خلال الجدول نلاحظ أن قيم مركبة العمر ($\hat{\beta}$) تتزايد بطريقة رتيبة مع الفئات العمرية.

جدول رقم 4: القيم القطرية للمصفوفة (Σ)

	الفئات
5.054	19-15
2.332	24-20
0.733	29-25
0.102	34-30
0.063	39-35
0.026	44-40
0.003	49-45

جدول رقم 5: قيمة R^2

84.65	R^2 (%)
-------	-----------

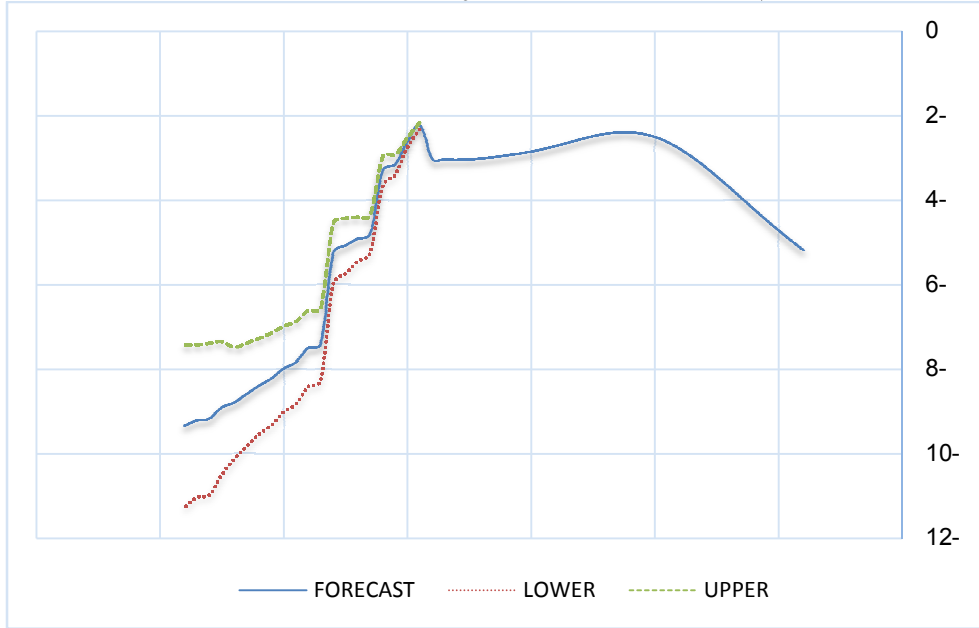
جدول رقم 6: مقاييس الخطأ

MAE	MAPE	MSE	مقياس الخطأ
5.619	4.872	0.657	القيمة

2-4- تقدير نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة الأولى: بعد تحليل السلسلة الزمنية ودراسة استقراريتها وتشخيصها تبين لنا بأن النموذج الأفضل المناسب لها هو نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة الأولى $AR(1)$ والجدول التالي يبين القيم التنبؤية المتحصل عليها للخصوبة في الجزائر:

جدول رقم 7: القيم التنبؤية للخصوبة في الجزائر للفترة 2019-2038

السنوات	FORECAST	LOWER	UPPER	STD.ERR.
2019	-8.345	-11.572	-4.871	1.922
2020	-8.222	-11.156	-4.543	1.804
2021	-8.178	-10.352	-4.321	1.795
2022	-7.919	-9.847	-4.234	1.576
2023	-7.799	-9.206	-3.938	1.322
2024	-7.603	-8.631	-3.534	1.223
2025	-7.401	-7.876	-3.354	1.132
2026	-7.232	-7.123	-3.124	1.092
2027	-6.995	-6.303	-2.906	1.014
2028	-6.844	-5.762	2.725	0.977
2029	-6.499	-5.173	-2.345	0.901
2030	-6.406	-4.713	-2.261	0.854
2031	-6.267	-3.887	-2.143	0.716
2032	-6.082	-3.209	-1.849	0.656
2033	-5.918	-2.82	-1.605	0.521
2034	-5.794	-2.335	-1.537	0.444
2035	-5.315	-2.062	-1.431	0.351
2036	-5.165	-1.963	-1.325	0.236
2037	-4.632	-1.443	-1.207	0.111
2038	-4.238	-1.204	-1.012	0.08

شكل رقم 3 : التنبؤ بدليل الخصوبة $\hat{F}_t$ عند مستوى دلالة $\alpha=0,5$ 

من الجدول رقم 07 والشكل رقم 03 نلاحظ أن اتجاه الخصوبة يكون مستقرا نوعا ما في البداية ليبدأ بعد ذلك في الانخفاض تدريجيا وهو ما تبينه القيم التنبؤية لـ: $\hat{F}_t$ وهذا ما يدل على أن معدلات الخصوبة في الجزائر ستشهد انخفاضا في معدلات الخصوبة في العقدين القادمين أي الفترة الممتدة من 2020 إلى 2038 كما يوضحه الشكل. ويوضح الجدول التالي القيم التنبؤية لمعدلات الخصوبة حسب العمر المتحصل عليها من نموذج (lee-carter)

جدل رقم 8: القيم التنبؤية لمعدلات الخصوبة حسب العمر ASFR بطريقة (Lee-Carter)

2039	2034	2029	2024	2019	السنوات الفئة العمرية
6,8	7,3	8,7	8,2	9,8	19-15
70	67,2	71,0	76,8	82,5	24-20
128,6	132,2	146,8	141	150,3	29-25
139,4	148	147,4	155	156,8	34-30
92,8	94,7	96,3	110,2	112,4	39-35
38,7	41,1	42,0	51,4	52,1	44-40
7,0	5,8	6,9	5,7	6,7	49-45
2.4	2.5	2.6	2.7	2.9	GFR

يبين الجدول رقم 08 التنبؤ بعدد الولادات الحية لكل 1000 امرأة حسب الفئة العمرية التي تنتمي إليها، حيث نلاحظ أن 8,9 بالخانة الأولى يمثل عدد الولادات الحية لكل 1000 امرأة تنتمي

الى الفئة العمرية 15-19 وهكذا مع باقي البيانات. ويتم الحصول على معدل الخصوبة الكلي من خلال جمع معدلات الخصوبة التفصيلية حسب الفئة العمرية مضربة في طول الفئة ونقسم المجموع على 1000 فنحصل على *GFR*.

5- عرض النتائج ومناقشتها

من خلال استعمالنا لنموذج (Lee & Carter) قصد تقدير معدلات الخصوبة التفصيلية حسب العمر *ASFR* ومعدلات الخصوبة الكلية *GFR* وللتنبؤ بها خلال الفترة (2019-2039) تبين لنا أن معدلات الخصوبة في الجزائر ستشهد انخفاضا محسوسا خلال العقدين المقبلين حيث سيستقر معدل الخصوبة الكلي *GFR* في حدود 2.7 أطفال لكل امرأة سنة 2025 بينما سيصل إلى حدود 2.4 خلال سنة 2039 وهو ما يجعل هذا المعدل يقترب إلى معدل الإحلال أي عتبة تجديد الأجيال من جديد. هذا ما قد يجعل معدلات الخصوبة في الجزائر تشهد استقرارا نوعا ما بعد التقلبات التي شهدتها والارتفاع الغير متوقع لها مع مطلع الألفية الجديدة.

- الخاتمة

قد تتباين اتجاهات معدلات الخصوبة حسب اختلاف الفئات العمرية وحسب اختلاف السنوات، لذلك كان من الواجب علينا البحث في أدوات الإحصاء الحديثة عن نموذج رياضي يمكننا من فهم بيانات الخصوبة في الجزائر بشكل أكثر دقة وإكاما، وهذا ما سمح لنا باستخراج توقعات للخصوبة تكون أكثر شفافية وأكثر واقعية.

ومن خلال الاعتماد على نموذج Lee-Carter والذي كان هو الأنسب للبيانات المتاحة لنا وذلك لتوفره على المعايير المطلوبة كما وفر لنا بنية بسيطة وسهلة وإجراءات أكثر مرونة في تفسير البيانات وتحليلها، وسمح لنا بإعطاء سناريو مغاير للتنبؤ باتجاهات الخصوبة في الجزائر سواء كانت معدلات الخصوبة التفصيلية *ASFR* أو معدلات الخصوبة الكلية *GFR*.

كما تحصلنا في الأخير على القيم التنبؤية لمعدلات الخصوبة التفصيلية لغاية 2039، حيث توقعت نتائج الدراسة انخفاض في الخصوبة الكلية خلال العقدين المقبلين إذ أنها ستقترب من معدل الإحلال من جديد، وجاءت نتائج التنبؤ بمعدلات الخصوبة الكلية المتحصل عليها على التوالي: (2,9، 2,7، 2,6، 2,5، 2,4) طفل لكل امرأة خلال السنوات (2019، 2024، 2029، 2034، 2039). وهذه النتائج قد تسمح لنا ببناء سياسات مدروسة حول النمو السكاني ومعدلات الخصوبة لاسيما إذا علمنا أن هذا النموذج (Lee-Carter) يستحق كل التقدير خاصة بعد اعتماده حاليا في مكتب إحصاء السكان الأمريكي (US Census Bureau) كنموذج لتقدير السكان.

- قائمة المراجع

- بحاج ازهار. (2000). تطور حجم السكان في مائة عام في اليمن وتوقعاته حتى عام 2024. جمهورية اليمن العربية: مجلة البحوث الجغرافية.
- Lee, R. D. (1993). Modeling and forecasting the time series of U.S. fertility: age distribution, range, and ultimate level. *International Journal of Forecasting*(9), pp. 187-202.
- Joop de Beer. (2011, March 11). A new relational method for smoothing and projecting age specific fertility rates: TOPLS. (J. d. Beer, Ed.) *DEMOGRAPHIC RESEARCH*, 24, pp. 409-454. doi:10.4054/DemRes.2011.24.18
- State space models for estimating and forecasting fertility. (2010, October–December). *International Journal of Forecasting*, 26, pp. 712-724. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2009.09.008>
- Heather Booth. (2006, June 27). Demographic forecasting: 1980 to 2005 in review. *International Journal of Forecasting*, 22, pp. 547-581. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2006.04.001>
- J. R. Goldstein, & A Behavioral Gompertz. (2008). Model for Cohort Fertility Schedules in Low and Moderate Fertility Populations. *Demographic Research*, pp. 1-20.
- أحمد علي اسماعيل. (1997). أسس علم السكان وتطبيقاته الجغرافية (المجلد الثامنة منقحة). القاهرة: دار الثقافة والنشر والتوزيع.
- علي عبد الرزاق جبلي. (2019). علم اجتماع السكان (المجلد السابعة). عمان، الاردن: دار الميسرة للنشر والتوزيع والطباعة.
- صلاح محمد سليمان. (1973). مفاهيم أساسية في السكان. سرس اللين، القاهرة، مصر: المركز الدولي لتعليم الكبار.
- عمر عبد المحسن علي "اقتراح استعمال أسلوب الشرائح في التقدير والتنبؤ بمعدلات الخصوبة في العراق 2012-2031" مذكرة ماجستير، جامعة بغداد، كلية الإدارة والاقتصاد.
- ONS. (2017). *DEMOGRAPHIE ALGERIENNEN8160*. NS.
- Hazlenah Hanafiah, & Abdul Aziz Jemain. (2013). *Structural modeling of age specific fertility curves in Peninsular Malaysia: An approach of Lee Carter method*. Malaysia: AIP Conference Proceedings.
- Renshaw, A. , & Haberman, S. (2003). *Lee – Carter mortality forecasting with age-specific enhancement*. London, England: Insurance: Mathematics and Economics.

- Li, N., Lee, R., & Tuljapurkar, S. (2002, April). Using the Lee-Carter Method to Forecast Mortality for Populations with Limited Data. *Revue Internationale de Statistique*, 1(72), pp. 19-36. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/1403840>.
- Nikitović, V. (2011). Functional Data Analysis in Forecasting Serbian Fertility. *Stanovništvo Journal*, 2(49), pp. 73-89.

1. مخطط ومنهجية الدراسة التطبيقية

