دراسة تحليلية كمية لأساليب التنبؤ بأعداد الطلبة في المدارس الفلسطينية*

Analytical Quantitative Study for Forecasting Methods of the Numbers of Students in Palestinian Schools

رجاء البول*، وأنمار زيد الكيلاني**

Rajaa Albool & Anmar Zaid Alkaylani

*طالبة دكتوراة؛ رام الله، فلسطين

**قسم الإدارة التربوية والأصول، كلية العلوم التربوية، الجامعة الأردنية، الأردن

الباحث المراسل: ralbool@yahoo.com

تاريخ التسليم: (2017/1/31)، تاريخ القبول: (2017/6/20)

ملخص

تساعد عملية التنبؤ بأعداد الطلبة الكلي في فلسطين في دراسة احتياجات خطط الحكومة ومتخذي القرارات التربوية لتوفير الاحتياجات التربوية المستقبلية. وكلما كانت الأعداد المقدرة أكثر دقة ساهمت في توفير الوقت والجهد والمال عند توفير الخدمات التربوية؛ كالمباني المدرسية والكوادر البشرية والمالية والخطط التربوية. ولأن هذه الخدمات تعتمد على دقة عدد الطلبة المستقبلي، لذا فعدم اختيار الأسلوب المناسب للتنبؤ قد يعطي تقديرات بعيدة عن الواقع، مما قد يؤدي إلى زيادة أو نقصان في التكاليف التي تتطلبها الخطط الموضوعة، فيعيق عملها وقد يؤدي إلى فشلها. وفي هذا البحث تمَ مناقشة ستة أساليب رياضية مستخدمة عالميا للتنبؤ بأعداد السكان، وسيتم التنبؤ بواسطتها بعدد الطلبة الكلي لسنوات محددة، ولمقارنة وتقييم أدائها سيتم دراسة دقة تنبؤاتها باستخدام؛ متوسط الانحراف المطلق(MAD)، متوسط نسبة الانحراف المطلق(MAPE)، والجذر التربيعي لمتوسط مربعات خطأ التنبؤ (RSME)، وذلك بغية التوصل لأكثر هذه الأساليب دقة وقربا للواقع الفلسطيني. وقد نتج عن هذه الدراسة أن الأسلوب الأسي هو الأسلوب الأكثر دقة وقربا للواقع الفلسطيني، وتوصي الدراسة بعدم استخدام نفس الأسلوب للتنبؤ بأعداد الطلبة لفترات زمنية طويلة تزيد عن عقد.

الكلمات المفتاحية: التنبؤ بالسكان، عدد الطلبة الكلي، دقة التنبؤ.

---

* هذا البحث مستل من رسالة دكتوراه للطالبة رجاء البول، بعنوان دراسة تحليلية كمية لأساليب التنبؤ بأعداد الطلبة في المدارس الفلسطينية والتي تم مناقشتها في الجامعة الاردنية بتاريخ 2017/7/27.

Abstract

The forecasting process of the total number of students in Palestine contributes in studying the future educational needs by government and policy makers. The more accurate the forecasting, the more it contributes in saving time, effort, and money when providing educational services. It also contributes in providing other valuable information such as buildings, human and financial resources, and educational plans required. Since these services rely heavily on the accuracy of the forecasting, choosing an inappropriate method will result in unrealistic predictions that may lead to an increase or decrease in budgeted costs, and ultimately to a failed planning process. In this paper, six mathematical forecasting methods were discussed, then utilized to forecast the number of students for a specific number of years. In order to compare and evaluate the performance and accuracy of the methods, the Mean Absolute Deviation (MAD), Mean Absolute Percent Error (MAPE), and Root Mean Square Error (RSME) common measurement**s** were used to find the most accurate and suitable method to the Palestinian reality.The study find that the exponential method is the most accurate and suitable to the Palestinian reality, and it recommends that not to use the same method to forecast the student numbers for periods longer than a decade.

Keywords: Forecasting Population, Total Student Numbers, Forecasting Accuracy.

مقدمة

تعد دولة فلسطين من الدول الصغيرة نسبيا، وهي دولة محدودة الموارد وتعتمد في مواردها على معونات من الدول المانحة وبعض المنظمات العالمية، لذا ومن أجل وضع خطط اقتصادية وتربوية وصحية سليمة لهذه الدولة بحيث تقل نسبة الهدر المالي والبشري فيها، هنالك حاجة لمعرفة أعداد السكان فيها مستقبلا، والتي لا يمكن تحديدها فعليا ببيانات حقيقية لعدم إمكانية الحصول عليها، لذا يعد التنبؤ بأعداد السكان ذو أهمية بالغة لأن هذه الأعداد ستسهم في إعطاء تصور لطبيعة المجتمع في وقت معين من الماضي أو المستقبل، مما يساعد في توقع خصائص المجتمع الإقتصادية والاجتماعية والتربوية، وفي وضع وتحسين الخطط والبرامج الاقتصادية والاجتماعية والتربوية في جميع المجالات.

إن التنبؤات السكانية تعد من المصادر المهمة التي تبنى عليها الخطط والبرامج الإقتصادية والإجتماعية للقطاعات كافة، حيث تستخدم هذه التقديرات في التعرف على الإحتياجات المستقبلية

للسكان من فرص تعليم لكافة المراحل، وحجم القوى العاملة التي ستدخل سوق العمل مستقبلا. ويعتقد قاسم (2013) أن عدم وجود تصور واضح لما ستؤول إليه أعداد الطلبة مستقبلا قد يؤدي إلى نقص او هدر في الموارد المالية والبشرية، وإلى إعاقة الخطط التربوية الموضوعة مستقبلا.فالتخطيط التربوي هو عصب الإدارة التربوية وقلبها النابض المتحرك،ومن أكثر الصعوبات التي تواجه التخطيط التربوي هو عدم وجود معلومات دقيقة عن احتياجات القطاعات المختلفة مستقبلاً، لأن من متطلبات وضع أية خطة هو وجود قاعدة من البيانات.

ويمكن للمخططين متابعة أعداد الطلبة مستقبلا بدءا من المرحلة الابتدائية وصولا لجميع المراحل التعليمية، سواء في التعليم العام أو الخاص، ومن ثم يمكنهم أن يتنبأوا بعدد الطلبة الذين سيلتحقون في الجامعات مستقبلا. لذا إن أعدت الخطط بناء على بيانات معلومة وأرقامها قريبة من الواقع سيكون هنالك استثمار أفضل للموارد المالية، وتقل نسبة الهدر المالي والبشري. وقد أشارت السواح (2013) إلى أن من أهم أسباب النقص الحاد في أعضاء هيئة التدريس في بعض الجامعات هو عدم وجود خطط مدروسة وعدم متابعة لطلبة المدارس في المراحل التعليمية المختلفة، وعدم التنبؤ بأعداد الطلبة الخريجين عاما بعد عام.

وهنالك حاجة ملحة للتنبؤ بأعداد السكان من الفئة التي من الممكن أن تلتحق بالمدارس "أي الأطفال الذين هم في عمر الالتحاق في المدرسة"للمسؤولين عن التعليم العام، ويعتقد (George, Smith, Swanson &Tayman, 2004) أن أهميتها تنبع من الحاجة لها من أجل صياغة السياسات التربوية ومن أجل التخطيط للبرامج التعليمية، وتحديدا التخطيط لتوفير مدارس، فصول دراسية، ومدرسين اعتمادا على الأعداد المتنبأ بها. خاصة أن غالبية الأطفال في السن الإلزامي يلتحقون بالمدارس.أما (Hinde, 2014)فيرى أن المسئوولين يحتاجون للتنبؤ بأعداد الطلبة الذين سيحتاجون للمدارس لخمس أو عشر سنوات قادمة من أجل تهيأتها، وأن تقدير أعداد الطلبة لمرحلة التعليم العالي يساعد الحكومة في إقرار نسبة الدعم من الميزانية المتاحة،والتي يمكن تخصيصها لدعم التعليم العالي والجامعات سنويا. ويضيف مطر(2012) أن توقعات نسب الالتحاق بالمدارس يمكن استخدامها في إعداد توقعات نسب المشاركة في القوى العاملة بسبب ارتباطهما العكسي خاصة في سن معينة.

ويواجه التخطيط التربوي في فلسطين مشكلات عدة مثله مثل أي تخطيط آخر، أهمها نقص البيانات والإحصاءات الدقيقة المتعلقة بالمعلومات السكانية، والتي تعد نقطة الانطلاق في أي تخطيط اقتصادي أواجتماعي أو تربوي. فالمخططون التربويون لا يستطيعون التخطيط بشكل سليم إلا إذا كان لديهم تصور واضح عن أعداد السكان في دولهم، وخاصة أعداد الطلبة الذين من المتوقع التحاقهم بالتعليم في السنوات القادمة، وهي السنوات التي يقوم المخططون بوضع خطط لها، لذا بات من الملح إيجاد طرق فعالة للتنبؤ بأعداد الطلبة مستقبلا، ومن أفضل الطرق التي تستخدم للتنبؤ بأعداد السكان هي أساليب التنبؤ الرياضية (Nichaphat & Klot, 2013).

إن الأساليب الرياضية التي تستخدم لتقدير أعداد السكان مختلفة ومتعددة، ولكل منها افتراضات وعوامل تختلف عن الأخرى، وكل منها تعطي قيمة تنبؤ مختلفة، وفي هذه الدراسة تم

مناقشة ستة أساليب رياضية مشهورة ومستخدمة للتنبؤ بأعداد السكان، ومن ثم التنبؤ بواسطتها بعدد الطلبة الكلي في فلسطين للأعوام 2010-2016 استنادا إلى بيانات تاريخية من1994-2009، ومن ثم تم مقارنة وتقييم أدائها بدراسة دقة تنبؤاتها بغية معرفة أقرب هذه الأساليب للواقع الفلسطيني.

مشكلة الدراسة

نظرا لأهمية التخطيط التعليمي في فلسطين، والذي يواجه مشكلة نقص البيانات والإحصاءات الدقيقة المتعلقة بالمعلومات السكانية، وكون المخططون التربويون لا يستطيعون التخطيط بشكل سليم إلا إذا كان لديهم تصور واضح عن أعداد الطلبة في بلدهم، لذا فإن هنالك حاجة ماسة للتنبؤ بأعداد الطلبة فيها مستقبلا، والتي تعدنقطة الانطلاق في أي تخطيط اقتصادي أو اجتماعي أو تربوي.ولأن الأسلوب المستخدم للتنبؤ فيها حاليا هو أسلوب التدفق الطلابي "أسلوب اليونسكو"، والذي يعد أسلوبا معقدا لأنه يتطلب الكثير من الوقت والجهد والمعلومات التي يجب التعامل معها من أجل التنبؤ بأعداد الطلبة مستقبلا. لذا وانطلاقا من الحاجة الماسة للتنبؤ بأعداد الطلبة في فلسطين، وحتى تتمكن الجهات المعنية بالتخطيط فيها من وضع خططها المستقبلية باستخدام معلومات أكثر وضوحا، مما قد يقلل الهدر في الوقت والمال والجهد، وذلك عن طريق تحديد الإحتياجات اللازم تأمينها تربويا، تبعا لعدد الطلبة المتنبأ به،قامت هذه الدراسة بمناقشة عدة أساليب رياضية تمكن من التنبؤ بأعداد الطلبة مستقبلا. إذ أنه وفي ضوء أعداد الطلبة المتنبأ بها يمكن معرفة الاحتياجات التي يجب على أجهزة التربية توفيرها، بغية تأمين بيئة تعليمية سليمة، وملائمة للطلبة، وبهدف التركيز على رفع مستواهم التحصيلي.

أسئلة الدراسة

1. ما واقع الأساليب الرياضية المستخدمة في البحث للتنبؤ بأعداد الطلبة في المدارس الفلسطينية؟
2. ما درجة دقة الأساليب المستخدمة في البحث للتنبؤ بأعداد الطلبة في المدارس الفلسطينية؟
3. أي الأساليب المستخدمة في البحث للتنبؤ بأعداد الطلبة في المدارس الفلسطينية أكثرها دقة ولماذا؟

هدف الدراسة

هدفت هذه الدراسة إلى مناقشة عدة أساليب تنبؤ رياضية معاصرة تستخدم للتنبؤ بأعداد السكان، بغية معرفة أي أسلوب من هذه الأساليب أكثر قدرة على التنبؤ بأعداد الطلبة الذين سيلتحقون بالتعليم في مراحله المختلفة مستقبلا في فلسطين، وذلك باستخدام بيانات تاريخية من تاريخ 1994-2009 واستخدامها للتنبؤ بأعداد الطلبة للسنوات 2010-2016 .

أهميـــة الدراسة

تستمد هذه الدراسة أهميتها من كونها تتعلق بموضوع إداري مهم يدخل ضمن اهتمامات كثير من الأكاديميين والممارسين،ومن أنه يؤمل أن يستفيد المخططون التربويون، بحيث يمكنهم التخطيط للمستقبل بضوء معلومات أكثر وضوحا عن أعداد الطلبة المتوقع في المستقبل، إذ يمكن اعتبار نتائج الدراسة أداة تساعد في تقدير أعداد الطلبة لسنوات قادمة.

وللتنبؤ بأعداد الطلبة مستقبلا في فلسطين يُستخدم حاليا نموذج خاص يسمى بأسلوب التدفق الطلابي "اسلوب اليونسكو"، وهو أسلوب معقد ويتطلب الكثير من الوقت والجهد والمعلومات التي يجب التعامل معها من أجل التنبؤ بأعداد الطلبة مستقبلا، كما أن هذا الأسلوب لم يصلح لتقدير أعداد الطلبة في حال وجود تغيير ديموغرافي مفاجئ للسكان، مما يعرقل تنفيذ خطط وزارة التربية والتعليم التي أعدت بناء على التنبؤات التي تم التوصل اليها باستخدام هذا الأسلوب ما تقدم سوغ للباحثة مناقشة عدة أساليب رياضية يمكن بواسطتها التنبؤ بأعداد الطلبة لجميع مراحل التعليم مستقبلا بفلسطين بنسبة متدنية من عدم اليقين، إذ تفترض أن يكون أحد هذه الأساليب يساعد في التنبؤ بأعداد الطلبة في فلسطين لتكون أكثر دقة ووضوحا، وذلك من خلال تحليل مجموعة من الأساليب المتبعة عالميا.

مصطلحات الدراسة

تعرف الدراسة مصطلحاتها كما يأتي

الأسلوب الرياضـي: عـــرِّف الأسلـــوب الرياضـــي فـــي القامـــوس الاقتصـــادي (Business Dictionary, 2015) على أنه طريقة محاكاة مواقف حقيقية في الحياة بمعادلات رياضية للتنبؤ بسلوكها في المستقبل. وعرف الأسلوب الرياضي في (إبراهيم، 2011) على أنه استعمال لغة الرياضيات لوصف مظاهر نظام ما لتعرفه والتنبؤ بما سيحدث مستقبلا.

التنبؤ: في بوغازي وبوغليطة وسلام (2015) عرِّف التنبؤ على أنه التخطيط ووضع الافتراضات عن أحداث المستقبل، باستخدام تقنيات خاصة عبر فترات زمنية مختلفة. وأنه العملية التي يعتمد عليها المديرون ومتخذوا القرارات في تطوير الافتراضات عن أوضاع المستقبل.

وتعرف الباحثة التنبؤ إجرائيا على أنه القيمة العددية المتوقع بها لشـــيء ما مســـتقبلا والتي يمكن حسابها بناء على أسلوب رياضي.

حدود الدراسة

تحدد هذه الدراسة بالإعتبارات الرئيسية للبحث التربوي، والتي تشمل هنا الدراسة النظرية للأساليب الرياضية المستخدمة في التنبؤ بأعداد السكان مستقبلا، من أجل تطبيقها للتنبؤ بأعداد الطلبة في فلسطين.واعتمدت في حدها الزمني على بيانات تاريخية 1994-2016 كأساس في الدراسة والتحليل.

منهجية الدراسة

انتهجت هذه الدراسة المنهج التطويري من حيث؛ تحديد المشكلة، وجمع البيانات اللازمة، واختيار الأساليب الرياضية التي سيتم مناقشتها، والتنبؤ بأعداد الطلبة بجميع هذه الأساليب بتطبيقها على بيانات سابقة، والمقارنة بين هذه الأساليب، وفحص دقتها باستخدام ثلاث معاملات خطأ التنبؤ، ومن ثم التوصل إلى الأسلوب الأكثر ملاءمة للواقع الفلسطيني.

الأساليب الرياضية المعروفة للتنبؤ بأعداد السكان

تعددت الأساليب المستخدمة للتنبؤ بأعداد السكان مستقبلا، إلا أن أكثر الأساليب الرياضية استخداما في الغالب هي:

- طريقة المتوالية العددية: Arithmetic increase method
- طريقة المتوالية الهندسية: Geometric increase method
- طريقة الزيادة التدريجية: Incremental increase method
- النمو الأسي: Exponential growth
- المعادلة الخطية: Least Squares Method
- طريقة المنحنى اللوجستي: The logistic curve method

وتعتمد فكرة أساليب التنبؤ هذه على معالجة بيانات سكانية معلومة بغية حساب استمرار الاتجاه، وهذه الأساليب كما يعتقد (Chapin & Diaz-Venegas, 2007) تتطلب سلسلة من البيانات التاريخية لفترة تعداد أو أكثر بحيث يمكن عند رسمها أو ترتيبها أن تظهر نمطا أو اتجاها معينا.ويرى (George, Smith, Swanson &Tayman, 2004) أن هنلك العديد من الأساليب التي يتم التعامل بها مع بيانات تاريخية، إلا أنه من الأفضل تنظيمها في فئات كالتالي:

- أساليب التنبؤ البسيطة: وتتطلب بيانات لتاريخين فقط ونذكر منها أربعة أساليب هي: التغير الخطي، التغير الهندسي والتغير المتسارع والنموذج الأسي.
- أساليب التنبؤ المعقدة: وتتطلب بيانات لعدد من التواريخ ومنها أسلوبي: الاتجاه الخطي، المنحنى اللوجستي.

وفي هذه الدراسة تم مناقشة كل أسلوب من هذه الأساليب والتي تم الحصول عليها بالرجوع إلى الأدب التربوي، وذلك بدءا بالأساليب التي عدت بسيطة ومن ثم الأساليب المعقدة، وسيتم الإستعانة ببيانات تاريخية لأعداد الطلبة في فلسطين للأعوام 1994 -2016 والمأخوذة من جداول تابعة لجهاز الإحصاء المركزي الفلسطيني، وذلك من أجل استخدامها للتنبؤ بكافة الأساليب التي سيتم مناقشتها بهذا البحث، وهذه البيانات موجودة بالجدول رقم (1)

جدول (1): يمثل البيانات التاريخية لعدد الطلبة الكلي في فلسطين للأعوام 1994-2016.

السنة	الأعداد
1995/1994	617868
1996/1995	662627
1997/1996	712820
1998/1997	763467
1999/1998	812722
2000/1999	865540
2001/2000	907128
2002/2001	947299
2003/2002	984108
2004/2003	1017443
2005/2004	1043935
2006/2005	1067489
2007/2006	1085274
2008/2007	1097957
2009/2008	1109126
2010/2009	1113802
2011/2010	1116991
2012/2011	1129538
2013/2012	1136739
2014/2013	1151702
2015/2014	1171596
2016/2015	1192808

(الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني، 2016).

أساليب التنبؤ بأعداد السكان

الأساليب البسيطة

1. **أسلوب المتوالية العددية:Arithmetical Increase Method**

ويعد هذا الأسلوب من أبسط الأساليب التي سيتم مناقشتها، ويستخدم في تقدير أعداد السكان عند عدم توافر البيانات الإحصائية الحياتية كالولادة والوفيات، ويفترض ثبات التغير السنوي في

نمو السكان من عقد إلى آخر بين تعدادين طبقا لمتوالية عددية، ويتم احتساب متوسط التغير السنوي المطلق خلال فترة الأساس على النحو التالي:

$$\Delta = (P0 - Pb) / (y)$$

وتتطلب هذه الطريقة الحصول على بيانات تاريخية لأعداد السكان على الأقل لفترة زمنية بين تعدادين، ويتم احتساب عدد السكان مستقبلا باستخدام الصيغة التالية:

$$Pt = P0 + [(z)(\Delta)]$$

حيث:

Δ= مقدار الزيادة الطبيعية السنوية (متوسط التغير السنوي المطلق لعدد السكان بين سنةالإطلاق وسنة الأساس)

P0 = عدد السكان في سنة الإطلاق

Pb = عدد السكان في سنة الأساس

y= عدد السنوات لفترة الأساس (أي عدد سنوات بين سنة الأساسb، وسنة الاطلاق 0)

Pt=عدد السكان للسنة المراداالتنبؤلها

z=الفرق في عدد السنوات (عدد السنوات بين السنة المستهدفة وسنة الإطلاق)

(George, Smith, Swanson & Tayman, 2004)

ولهذا الأسلوب يرى (Friendly Neighborhood Engineers, 2014) أنه من الأفضل أن يؤخذ أحدث تعداد للسكان على اعتبار أنه العدد الحالي للسكان، وذلك من أجل الحصول على نتائج أكثر دقة، لأنها ستقلل من نسبة الخطأ للقيم المتنبأ بها، وأن هذا الأسلوب ينطبق بشكل عام على المدن الكبيرة والقديمة، وللمجتمعات التي تتصف بالإستقرار أوالمجتمعات الناشئة حديثا. وفي هذه الطريقة يتم احتساب متوسط الزيادة في عدد السكان في كل عقد من سجلات الماضي، وتضاف إلى عدد السكان الحاليين لمعرفة عدد السكان في العقد المقبل.

وللتنبؤ بأعداد الطلبة في فلسطين للعام للأعوام 2010-2016 بأسلوب المتوالية العددية نحسب أولا متوسط التغير المطلق Δ للفترة 1994-2009

$\Delta = (P0 - Pb) / (y)$

$\Delta = (P_{2009} - P_{1994}) / (2009-1994)$

$\Delta = (1109126-617868) / (15) = 32750.533$

ولتقدير أعداد الطلبة للعام 2010

$Pt = P0 + [(z)(\Delta)]$

P 2010 = P 2009 + 1* 32750.533=1109126+32750.533=1141877

والتنبؤات لأعداد الطلبة في فلسطين للسنوات 2010 -2016 بأسلوب المتوالية العددية موجودة بالجدول رقم (4)

2. أسلوب التزايد المنتظم (المتوالية الهندسية) Geometric Change method:

ويفترض هذا الأسلوب أن عدد السكان سيزداد (أو يتناقص) بنفس معدل النسبة السنوية خلال الإسقاطات كما حدث في سنة الأساس. معدلات النمو المقدرة باستخدامه يفترض أن تتضاعف في فترات زمنية منفصلة. ولحساب معدل النمو السنوي (r) بالتقنية الهندسية نستخدم الصيغة التالية:

$$\mathbf{r} = \sqrt[z]{\frac{Pi}{Pb}} - \mathbf{1}$$

وتبعا لهذه القيمة فإن إسقاط السكان باستخدام المتوالية الهندسية يحسب من العلاقة:

$$\mathbf{Pt = P0 * (1 + r)^z}$$

حيث:

r= معدل النمو السنوي الهندسي بين سنة الإطلاق وسنة الأساس.

P0= عدد السكان في سنة الإطلاق

Pb = عدد السكان في سنة الأساس

Pt= عدد السكان المتوقع اعتمادا على سنة الإطلاق

Z= عدد السنوات الفاصلة بين سنة الإطلاق والسنة المستهدفة

(Adelamar, 2002, George et al, 2004)

وتبعا لهذه الطريقة يعتمد في تقدير عدد السكان على معدل النمو السنوي للسكان، بافتراض ثبات التركيب النوعي والعمري للسكان في كل عقد من الزمن، وبذلك يمكن تقدير حجم السكان وتحديد التركيب العمري والنوعي لهم في المستقبل (لسنة محددة) (مطر،2012).

وللتنبؤ بأعداد الطلبة في فلسطين للعام للأعوام 2010-2016 نحسب أولا معدل النمو السنوي الهندسيr للفترة 1994-2009على اعتبار أن سنة الأساس هي 1994 وسنة الإطلاق 2009:

Pb=P1994 =617868

P0=P2009=1109126

$z=2009-1994=15$

$r=\sqrt[z]{\frac{P0}{Pb}}-1$ = [(1109126/ 617868) (1/15)] -1= 1.03977414 -1 =.03977414

وتبعا لهذه القيمة فإنعدد الطلاب المتنبأ به للعام 2010 باستخدام المتوالية الهندسية يحسب من العلاقة:

$Pt = P0 * (1 + r)^{z}$

P2010=1109126*(1+.03977414)^1=1153241

التنبؤات لأعداد الطلبة في فلسطين للسنوات 2010 -2016 بأسلوب المتوالية الهندسية موجودة بالجدول رقم (4)

3. أسلوب الزيادة التدريجية: Incremental Increase Method

ويجمع هذا الأسلوب بين أسلوب المتوالية العددية وأسلوب المتوالية الهندسية من أجل الحصول على تقدير أفضل للسكان. والخطوة الأولى هي نفسها كما في أسلوب المتوالية الحسابية حيث يتم ايجاد معدل الزيادة السنوي. والخطوة التي تليها هي بإيجاد الزيادة في الزيادة لكل سنة أي نجد زيادة في الزيادة في عدد السكان لكل عقد، ومن هذه القيم نجد متوسط الزيادة للزيادات (وتسمى الزيادة التدريجية).

ويتم احتساب عدد السكان في المستقبل من خلال المعادلة التالية:

$$\mathbf{Pt=Pb + nr + \frac{n(n+1))}{2} *}$$

حيث:

Pt= عدد السكان المتوقع اعتمادا على سنة الإطلاق

Pb= عدد السكان سنة الإطلاق

n= عدد السنوات بالعقود

r= معدل الزيادة السنوي

i= معدل الزيادة التدريجية(Gawatre ,Kandgule&, Kharat , 2016)

وللتنبؤ بأعداد الطلبة في فلسطين للعام للأعوام 2010-2016 نحسب أولا معدل النمو السنوي r للفترة 1994-2009 ومعدل الزيادة التدريجية i على اعتبار أن سنة الأساس هي 1994 وسنة الإطلاق 2009، وكانت القيم كما في الجدول رقم (2) أدناه:

جدول (2): لحساب معدل الزيادة السنوي والتدريجي.

أعداد الطلبة	R	i
617868	--	--
662627	44759	--
712820	50193	5434
763467	50647	454
812722	49255	-1392
865540	52818	3563
907128	41588	-11230
947299	40171	-1417
984108	36809	-3362
1017443	33335	-3474
1043935	26492	-6843
1067489	23554	-2938
1085274	17785	-5769
1097957	12683	-5102
1109126	11169	-1514
sum	491258	-33590
Average	=491258/14 r=35089.86	=-33590/13 i=-2583.85

وتبعا لهذه القيمة فإن عدد الطلاب المتنبأ به للعام 2010 باستخدام اسلوب الزيادة التدريجية يحسب من العلاقة:

$$\mathbf{Pt=Pb + nr +} \frac{n(n+1))}{2} \mathbf{* \ i}$$

P2010=1109126 +.1*35089.86- .055*2583.85=1112493

والتنبؤات بأعداد الطلبة في فلسطين للسنوات 2010 -2016 باستخدام أسلوب الزيادة التدريجيةموجودة بالجدول رقم (4)

4. أسلوب النموذج الأسي: Exponential Change method

يعد الأسلوب الأسي من أدق طرق تقديرحجم السكان عند عدم توافرالإحصاءات الحياتية، ويفترض أن يكون النمو السكاني مستمرا، وتعد هذه الطريقة واقعية بسبب طبيعة النمو السكاني الذي يجري فيه التغير في كل يوم من السنة، لذا يعد النموذج الأكثر استخداما في تقديرات السكان

(مطر، 2012). ويرتبط اسلوب النموذج الأسي (التغيير المتسارع) ارتباطا وثيقا بالأسلوب الهندسي، إلا إنه يرى أن التغيير يحدث بشكل مستمر وليس على فترات متقطعة. ويمكن حساب معدل التغير الأسي للسكان خلال فترة الأساس على النحو التالي:

$$r = [ln (P0 / Pb)] / (y)$$

وتبعا لهذه القيمة فإن عدد الطلاب باستخدام طريقة الأسية يحسب من العلاقة:

$$Pt = (P0)e^{rz}$$

ويمكن تعديل المعادلة لتصبح أكثر سهولة للتطبيق كالتالي:

$$Ln Pt = Ln\ P0 + rz$$

حيث:r= معدل التغير للنمو الأسي السنوي.

P0= عدد السكان لسنة الأساس

Pb = عدد السكان لسنة الإطلاق

y= عدد السنوات لفترة الأساس (أي عدد سنوات بين سنة الأساسb، وسنة الاطلاق0)

Pt= عدد السكان المتوقع اعتمادا على سنة الإطلاق

Z= عدد السنوات الفاصلة بين سنة الإطلاق والسنة المستقبلية

e = 2.71828 وهو أساس نظام اللوغاريتمات الطبيعية

ln= اللوغاريثم الطبيعي (George, Smith, Swanson &Tayman, 2004)

وللتنبؤ بأعداد الطلبة في فلسطين للأعوام2010 -2016 نحسب أولا معدل النمو السنوي الأسي r للفترة 1994-2009على اعتبار أن سنة الأساس هي 1994 وسنة الإطلاق 2009

$$r = [ln (Pb/ P0)] / (y)$$

Pb=P2009=1109126,   P0=P1994 =617868

$$r = [ln (1109126 / 617868)] / (15) = 0.016939$$

وتبعا لهذه القيمة فإن عدد الطلاب المتنبأ به للعام 2010 بالأسلوب الأسي يحسب من العلاقة:

$$Pt = (Pb)e^{rz}$$

$$P2010 = (P2009)e^{0.016939 * 1}$$

$$P2010 = (1109126)e^{0.016939 * 1} = 1128074$$

والتنبؤات لأعداد الطلبة في فلسطين للسنوات 2010 -2016 باستخدام الأسلوب الأسي موجودة بالجدول رقم (4)

أساليب التنبؤ المعقدة

على عكس أساليب التنبؤ البسيطة، فإن الأساليب المعقدة تعتمد على استخدام بيانات فترة أساس لأكثر من تاريخين. وفقا لذلك، فإنها يمكن أن تتعامل بشكل أفضل مع منحنيات السكان الغير خطية التغير، إلا أنها لا تضمن توفير تنبؤات أكثر دقة من تنبؤات الأساليب البسيطة (George, Smith, Swanson &Tayman, 2004).

1. أسلوب المربعات الصغرى(المعادلة الخطية): Least Squares Method

النماذج الخطية هي أبسط أساليب الإستقراء المعقدة، وهي تفترض أن عدد السكان سيتغير بنفس المقدار العددي في المستقبل كما في الماضي. هذا الافتراض هو مطابق لأسلوب المتوالية العددية (التغير الخطي) الذي نوقش سابقا، ولكن طريقة حساب عدد السكان لهذا الأسلوب تختلف تماما ويحسب من المعادلة:

$$Yi = a + [(b)(Xi)]$$

$$a = \overline{Y} - b * \overline{X}$$

$$b = \frac{\sum X_i Y_i - \sum X \sum Y / n}{\sum X_i^2 - \left(\sum X_i\right)^2 / n}$$

حيث:

Yi: هو مجموعة i من المشاهدات لقيم "المتغير التابع" i

Xi: هو عبارة عن مجموعة i من الملاحظات لقيم " المتغير المستقل "

a:هو عدد ثابت

b: هو ميل الخط المستقيم لأفضل علاقة خطية مناسبة بين قيم X و Y

وتسمى هذه الطريقة بأسلوب المربعات الصغرى، ومن أجل استخدام هذا الأسلوب للتنبؤ بأعداد السكان، من الأفضل اعتبار X هو الوقت و Y عدد السكان المتنبأ به.

(Miller, & Miller, 2004)

ولحساب الثوابت a,b تم الرجوع الى بيانات تاريخية لخمسة عشر سنة وإجراء بعض الحسابات والتي تظهر في الجدول رقم (3)

جدول (3): يمثل معلومات عن عدد طلبة لخمسة عشر سنة سابقة.

x	#x	y	x y	x^2
1995	0	617868	0	0
1996	1	662627	662627	1
1997	2	712820	1425640	4
1998	3	763467	2290401	9
1999	4	812722	3250888	16
2000	5	865540	4327700	25
2001	6	907128	5442768	36
2002	7	947299	6631093	49
2003	8	984108	7872864	64
2004	9	1017443	9156987	81
2005	10	1043935	10439350	100
2006	11	1067489	11742379	121
2007	12	1085274	13023288	144
2008	13	1097957	14273441	169
2009	14	1109126	15527764	196
∑	105	13694803	106067190	1015
	Ẋ=7	Ȳ= 912986.9		

$$a = \bar{Y} - b * \bar{X}$$

$$b = \frac{\sum X_i Y_i - \sum X \sum Y / n}{\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2 / n}$$

$$b = \frac{106067190 - (105 * 13694803) / 15}{1015 - (105 * 105) / 15} = 36441.32$$

$\bar{X}$=∑ x/15= 105/15= 7 $\bar{Y}$= ∑ y /15 = 13694803/15= 912986.9

a =912986.9 -36441.32* 7 =657897.7

وتبعا لهذه القيم فإن عدد الطلاب المتنبأ به للعام 2010 باستخدام أسلوب المعادلة الخطية يحسب من العلاقة:

Yi= a+bXi=657897.7+ 36441.32Xi

Y2010 = 657897.7+ 36441.32 *16 =1240959

والتنبؤات لأعداد الطلبة في فلسطين للسنوات 2010 -2016 باستخدام أسلوب المعادلة الخطية موجودة بالجدول رقم (4)

2. أسلوب المنحنى اللوجستي:Decreased Rate of Growth Method

ويفترض هذا الأسلوب أن نمو السكان اقتران بالنسبة للزمن، يتبعه علاقات رياضية منطقية يميل إليها عدد السكان وفقا لمنحنى لوجستي، يبدأ بانخفاض يليه ارتفاع ثم انخفاض إلى أن يصل حد التشبع (Gawatre, Kandgule & Kharat, 2016). وتسمى هذه الطريقة بالأسلوب اللوجستي، ويفترض هذا الأسلوب أن سكان الدولة سيزداد عددهم حتى نقطة معينة (تسمى نقطة التشبع) وبعد ذلك يصل السكان إلى ما يسمى العدد المشبع للسكان، ويحدث هذا الشيء لأن الموارد المتاحة في أي مكان ليست دائمة ومستمرة، وأنها سوف تقل مع الزمن، ويتخذ هذا المنحنى شكل حرفS (Friendly Neighborhood Engineers,2014) .

ويمكن تمثيل الأسلوب اللوجستي بالمعادلة:

$$Pt=\frac{Psat}{1+e^{a+b\Delta t}}$$

were

$$|Psat| = \frac{2PoP1P2 - P1^2(Po+P2)}{P0P2 - P1^2}$$

$$a= Ln\frac{Psat-P2}{P2}$$

$$b=\frac{1}{n}Ln\frac{Po(Psat-P1)}{P1(Psat-Po)}$$

حيث:

عدد السكان عند حد الإشباعSaturated Population= Psat

عدد السكان عند بداية الفترة الزمنية للبيانات التاريخية Initial Population = P_o

P1 = عدد السكان عند منتصف الفترة الزمنية للبيانات التاريخية

P2= عدد السكان عند نهاية الفترة الزمنية للبيانات التاريخية

عدد السكان المتنبأ به Population after time ‘t’ = Pt

Δt= الفرق في الزمن بين سنة التنبؤ وسنة الأساس

(Gawatre, Kandgule&Kharat, 2016) ثوابت constants =a,b

وللتنبؤ بأعداد الطلبة في فلسطين للعام للأعوام 2010-2016 نحسب أولا قيم Psat, a,b وذلك بالرجوع إلى القيم في الجدول رقم (1)

$P0$= 617868, $P1$=947299 , $P2$=1109126

$$|Psat| = \frac{2PoP1P2 - P1^2(Po + P2)}{P0P2 - P1^2}$$

$$|Psat| = \frac{2 * 617868 * 947299 * 1109126 - 947299^2(617868 + 1109126)}{617868 * 1109126 - 947299^2}$$

$Psat$ =1185420.635

$$a= Ln\frac{Psat-P2}{P2}= Ln\frac{1185420.635 - 1109126}{1109126}=-2.676724978$$

$$b=\frac{1}{n}Ln\frac{Po(Psat-P1)}{P1(Psat-Po)}=\frac{1}{15}Ln\frac{617868(1185420.635-947299)}{947299(1185420.635-617868)}=-0.102518768$$

وتبعا لهذه القيم فإن عدد الطلاب المتنبأ به للعام 2010 باستخدام الأسلوب اللوجستي يحسب من العلاقة:

$$Pt= \frac{Psat}{1+ e^{a+b\Delta t}} = \frac{1185420.635}{1+ e^{-2.676724978+-0.102518768\,\Delta t}}$$

$$P2010 = \frac{1185420.635}{1+ e^{-2.676724978+-0.102518768*16}}=1169816$$

والتنبؤات لأعداد الطلبة في فلسطين للسنوات 2010 -2016 باستخدام الأسلوب اللوجستي موجودة بالجدول رقم (4).

جدول (4): قيم التنبؤات بكافة الأساليب التي تمت مناقشتها.

السنة	الأعداد الحقيقية	الأسلوب الخطي	الأسلوب الهندسي	الأسلوب الأسي	أسلوب التزايد المستمر	أسلوب المعادلة الخطية	الأسلوب اللوجستي
2010/2009	1113802	1141877	1153241	1128074	1112493	1240959	1169816
2011/2010	1116991	1174627	1199110	1147345	1115834	1277400	1171318
2012/2011	1129538	1207378	1246803	1166945	1119149	1313841	1172678
2013/2012	1136739	1240128	1296394	1186880	1122438	1350283	1173907
2014/2013	1151702	1272879	1347957	1207156	1125702	1386724	1175019
2015/2014	1171596	1305629	1401571	1227778	1128940	1423165	1176025
2016/2015	1192808	1338380	1457317	1248753	1132152	1459607	1176934

دقة التنبؤات

من أجل اتخاذ قرار بشأن أكثر منحنيات التنبؤ دقة وملاءمة للبيانات التاريخية الموجودة يرى (George, Smith, Swanson &Tayman, 2004) أنه في الغالب تتبع إحدى الطرق التالية:

1. الملاحظة المباشرة لمنحنى البيانات ومقارنتها بالبيانات المرصودة.
2. إحصائيات تقييم المنحنى، وهي تقنيات كمية يتم استخدامها لتقييم مدى تناسب المنحنيات مع البيانات الفعلية (Chapin & Diaz-Venegas, 2007) .

إن عملية التنبؤ ليست دقيقة بالكامل، فهي دائما تنحرف عن القيم الفعلية، وهذا الفرق بين التوقعات والقيم الفعلية هو ما يسمى بخطأ التنبؤ، وعلى الرغم من أنه لا مفر من خطأ التنبؤ، إلا أن الهدف من التنبؤ هو أن يكون حجم الخطأ بسيطا قدر الإمكان، وقد يشير خطأ التنبؤ الكبير إلى أن أسلوب التنبؤ المستخدم يحتاج إلى تعديل (Chockalingam, 2009).وفي هذا البحث سوف يتم مناقشة ثلاثة من أكثر المعاملات استخداما لحساب خطأ التنبؤ:

1. متوسط الإنحراف المطلق (Mean Absolute Deviation (MAD

$$\text{MAD} = \frac{\sum_{i=1}^{n} |\text{fi} - \hat{\text{fi}}|}{n}$$

2. متوسط نسبة الإنحراف المطلقة (Mean Absolute Percent Error (MAPE

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \left(\frac{\sum_{i=1}^{n} |\text{fi} - \hat{\text{fi}}|}{\hat{\text{fi}}} \right)$$

3. الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (Root Mean Square Error (RMSE

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (\text{fi} - \hat{\text{fi}})^2}{n}}$$

وهذه المعاملات تستند على الفروق بين البيانات الحقيقية والمتنبأ بها، وإذا كانت قيم المعاملات صغيرة، كان الأداء صالحا والتوقع مقبولا، فكلما صغرت قيمها لأحد الأساليب كان أداؤه أفضل (Chockalingam,2009;Chapin & Diaz-Venegas, 2007; Trappey&Wu, 2007)

تم حساب قيم المعاملات الإحصائية للأساليب الستة المذكورة والنتائج تظهر في جدول رقم (5)

جدول (5): يمثل قيم المعاملات الإحصائية المستخدمة لتقييم المنحنيات.

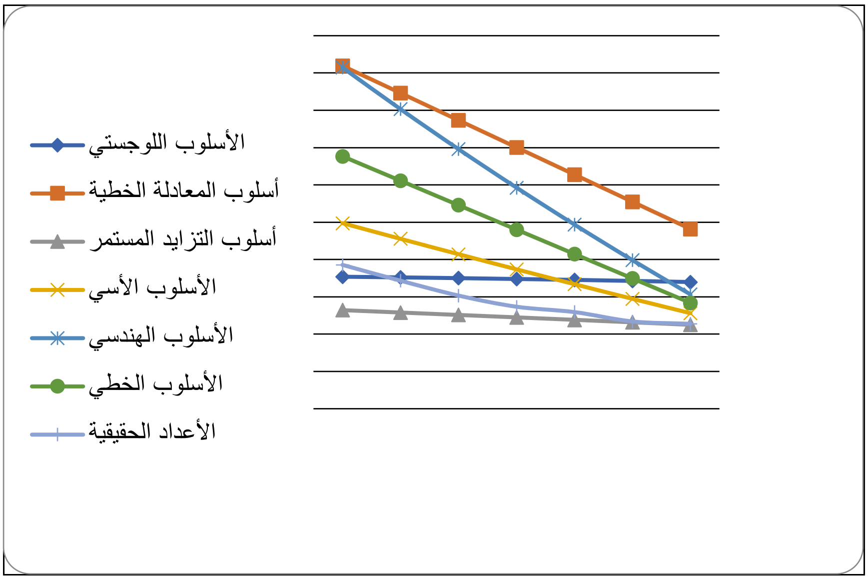
الأسلوب اللوجستي	أسلوب المعادلة الخطية	أسلوب التزايد المستمر	الأسلوب الأسي	الأسلوب الهندسي	الأسلوب الخطي	الأعداد الحقيقية
33467	205543	22353	42822	155602	95389	MAD
0.030	0.179	.019	0.037	0.135	0.083	MAPE
38073	210839	30450	45356	172755	103302	RMSE

نتائج الدراسة

نوقش في هذا البحث ستة من الأساليب الرياضية المستخدمة عالميا للتنبؤ بأعداد السكان مستقبلا، وحتى نتمكن من الإجابة عن أسئلة الدراسة تم التنبؤ بواسطة الأساليب الستة بأعداد الطلبة في فلسطين للأعوام2009-2016، ومن ثم تم فحص دقة التوقعات باستخدام ثلاثة من المعاملات الإحصائية هي: معدل الإنحراف المطلق، النسبة المئوية لمعدل الخطأ المطلق، الجذر التربيعي لمعدل مربع الخطأ. وفيما يلي نتائج الدراسة التي تجيب عن أسئلتها تليها مناقشة نتائج كل سؤال.

نتائج السؤال الأول:ما واقع الأساليب الرياضية المستخدمة في البحث للتنبؤ بأعداد الطلبة في المدارس الفلسطينية؟

للإجابة عن هذا السؤال تم التنبؤ بأعداد الطلبة في فلسطين للأعوام 2009-2016 باستخدام ستة من الأساليب الرياضية العالمية المستخدمة للتنبؤ بأعداد السكان، وذلك استنادا الى بيانات تاريخية للأعوام 1994-2009وتظهر النتائج التي تم الحصول عليها في الجدول رقم (4)والقيم في الجدول هي قيم التنبؤ بأعداد الطلبة في المدارس الفلسطينية للسنوات 2009-2016 بالأساليب الستة التي تم ذكرها سابقا في الدراسة، فمثلا عدد الطلبة المتنبأ به باستخدام الأسلوب الأسي للعام2011-2012هو1166945 طالبا وطالبة وللأسلوب اللوجستي لنفس السنة هو 1172678.كما تم تمثيل التنبؤات المحسوبة بالستة أساليب والموجودة في جدول رقم (4) بيانيا باستخدام برنامج EXCEL وتظهر النتائج في الشكل (1) التالي



شكل (1): يمثل منحنى لبياني للقيم المتنبأ بها بكافة الأساليب.

وتظهر النتائج من الجدول رقم (4) والشكل (1) أن بعض الأساليب لا تصلح للواقع الفلسطيني لأنها تعطي تقديرات أكثر بكثير من الواقع وسلوك منحناها البياني يبتعد كثيرا عن سلوك البيانات الحقيقية، وهي أسلوب المربعات الصغرى "المعادلة الخطية" وأسلوب الزيادة الهندسي والأسلوب الخطي، أما باقي الأساليب فهي تعطي تقديرات أقرب للواقع إلا أن أسلوب التزايد المستمر يعطي تقديرات أقل من الواقع مع الزيادة في الزمن، والأسلوب اللوجستي يعطي تقديرات أقل من الواقع للسنوات الأولى، أما تنبؤات الأسلوب الأسي فسلوكها يشبه سلوك البيانات الحقيقية.

في ضوء نتائج السؤال الأول والمستندة على القيم المدرجة في الجداول رقم (4) والرسم البياني رقم (1) يمكننا ملاحظة أن أسلوب المربعات الصغرى "المعادلة الخطية" وأسلوب الزيادة الهندسي والأسلوب الخطي تميل جميعها لإعطاء تقديرات أعلى من الواقع بكثير، وسلوك منحنى بياناتها يبتعد كثيرا عن سلوك البيانات الحقيقية، مما يعني أن النمو السكاني لا ينطبق مع افتراضات أي منهما، وأنهما لا يصلحان للتنبؤ بأعداد الطلبة في فلسطين مطلقا، وأنه من المخاطرة استخدام أي منها للتنبؤ بأعداد الطلبة في فلسطين، أما نتائج الأسلوب اللوجستي فهو بعيد عن الواقع الفلسطيني كما يظهر من المنحنى، إذ أنه يعطي في أول سنوات تقديرات أكثر من الواقع، وبعد عدة سنوات يعطي تقديرات أقل من الواقع، أما أسلوب التزايد المستمر فيبدو أنه يصلح للتنبؤ لأول سنوات التنبؤ ليبدأ بعدها بإعطاء قيم تقل بكثير عن الواقع مع زيادة زمن التنبؤ، لذا يمكن استخدامه للتنبؤ لسنتين أو ثلاث فقط، أما الأسلوب الأسي

فسلوك بياناته يشبه سلوك البيانات الحقيقية، أي أن سلوك البيانات الحقيقية في الواقع هو سلوك أسي، كما أن قيم التنبؤات تزيد قليلا عن الواقع مما يعني أن هذا الأسلوب قد يصلح للتنبؤ بأعداد الطلبةفي فلسطين. وهذه النتائج تنطبق في غالبيتها مع نتائج دراسة (Abbasov&Mamedova, 2003)والتي وجدت أن الأبحاث التي نفذت على مدى السنوات الأخيرة أثبتت أن تطبيق طرق النمذجة والتحليل التقليدية لتقدير النمو السكاني على أساس معالجة البيانات الرقمية انطوت على مخاطر وأخطاء كبيرة. وأحد الأسباب الرئيسية هو حقيقة أن عددا كبيرا من نماذج التنبؤ ليس فعالا بما فيه الكفاية، نظرا لعدم التوافق بين دقة الأساليب الكمية والتعقيد الكبير لعملية النمو السكاني.

نتائج السؤال الثاني: ما درجة دقة الأساليب المستخدمة في البحث للتنبؤ بأعداد الطلبة في المدارس الفلسطينية؟

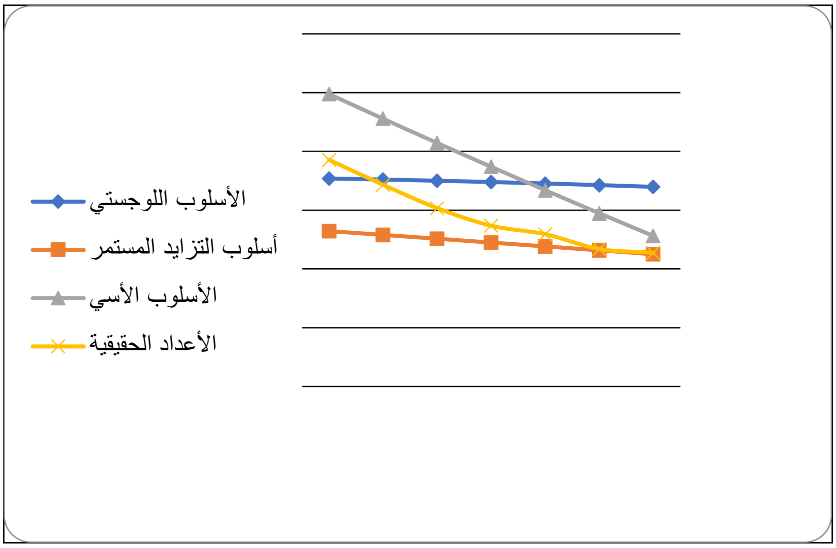
للإجابة عن هذا السؤال تم احتساب خطأ التنبؤ بثلاثة طرق إحصائية معروفة عالميا لنتائج التنبؤ بالأساليب الستة المشار إليها سابقا، وذلك بالرجوع للقيم في الجدول رقم(4)، ووضعت القيم المحسوبة لدقة التنبؤ في جدول رقم (5) الذي يمثل نتائج قيم معاملات خطأ التنبؤ لجميع الأساليب التي تمت دراستها.

والقيم في الجدول تعني أنه كلما صغرت القيمة كان الأسلوب أفضل وأكثر قربا للواقع الفلسطيني، مثلا قيمة النسبة المئوية لمعدل الخطأ المطلق "MAPE" للأسلوب الأسي بلغت0.037 وهي قيمة مقبولة، أما للأسلوب الهندسي فبلغت 0.135 وهي قيمة تعد بعيدة عن الواقع، أما قيمة معدل الإنحراف المطلق"MAD" للأسلوب الهندسي فبلغت 155602 أما للأسلوب الأسي فبلغت 42822، وكلما كانت القيمة أقل كان الأسلوب أفضل للتنبؤ، أي أن الأسلوب الأسي يعد أفضل من الأسلوب الخطي للتنبؤ بأعداد الطلبة في فلسطين.ويتضح من القيم في الجدول أن كل من أسلوب المعادلة الخطية والهندسي والأسلوب الخطي لا تصلح للتنبؤ بأعداد الطلبة في فلسطين بسبب ارتفاع قيم معاملات دقة التنبؤ، وأن أسلوب التزايد المستمر والأسي واللوجستي أكثر قربا للواقع الفلسطيني، إلا أن هذه القيم لوحدها لا تكفي لاتخاذ قرار أيها أفضل.

في ضوء قيم معاملات خطأ التنبؤ المحسوبة، تبدو نتائج كل من أسلوب المربعات الصغرى "المعادلة الخطية" وأسلوب الزيادة الهندسي والتي تظهر في جدول رقم (5) أكبر من قيم باقي الأساليب، وقد بلغت نسبة الخطأ المطلق لأسلوب المعادلة الخطية 17.9%، فيما بلغت وللأسلوب الهندسي 13.5%، بالتالي فإن نسبة الخطأ المطلق لهما تجاوزت نسبة الخطأ المتعارف عليها والتي حسب ما نتج من دراسة (Gawatre, Kandgule&Kharat, 2016) يجب أن لا تتجاوز ±10% .لذا لا ينصح باستخدام هذين الأسلوبين للتنبؤ بأعداد الطلبة في فلسطين لعدم دقتهما.أما أقل القيم لمعاملات خطأ التنبؤ فكانت لأسلوب التزايد المستمر، إذ لم تتجاوز نسبة الخطأ المطلق لهذا الأسلوب 2%، أي أنها كانت ضمن نسبة الخطأ المتعارف عليها والبالغة ±10%، تليها للأسلوب اللوجستي والبالغة اللوجستي والبالغة 3% أما للأسلوب الأسي فبلغت 3.7%.لذا يمكن اعتبار هذه الثلاثة أساليب دقيقة نسبيا ويمكن استخدامها للتنبؤ بأعداد الطلبة، إلا أنه يلزم أيضا دراسة سلوك منحنى البيانات لهذه الأساليب قبل اتخاذ قرار بأي الأساليب يعد أكثر دقة للواقع الفلسطيني.

نتائج السؤال الثالث: أي الأساليب المستخدمة في البحث للتنبؤ بأعداد الطلبة في المدارس الفلسطينية أكثرها دقة ولماذا؟

للإجابة عن هذا السؤال تم الإستعانة بالقيم الموجودة في جدول رقم (5) أي الإستعانة بنتائج دقة التنبؤ التي تم حسابها باحتساب خطأ التنبؤ بثلاثة طرق إحصائية تستعمل خصيصا لحساب دقة التنبؤ، وأظهرت النتائج أن أقرب الأساليب للواقع الفلسطيني هي؛ أسلوب التزايد المستمر والأسلوب الأسي والأسلوب اللوجستي، إلا أن هذه القيم لوحدها لا تكفي لاتخاذ قرار بشأن أي الأساليب أكثر دقة، لذا سيتم دراسة سلوك منحنى بيانات نتائج تنبؤات هذه الأساليب، وذلك باستثناء كل من أسلوب المعادلة الخطية والأسلوب الهندسي والأسلوب الخطي من المنحنى لأن هذه الأساليب بعيدة عن الدقة، ولا تصلح للواقع الفلسطيني، لذا وحتى يصبح منحنى البيانات أكثر وضوحا وأسهل للمقارنة تم استثناء الأساليب التي لا تصلح للتنبؤ وتظهر النتائج في الشكل رقم (2).



شكل (2): منحنى بياني للقيم المتنبأ بها بالأساليب؛ اللوجستي والأسي والتزايد المستمر.

من المنحنى البياني شكل (2) يتضح لنا أن أكثر الأساليب قربا للواقع الفلسطيني هو الأسلوب الأسي، حيث يبدو سلوك التنبؤات بالأسلوب الأسي مشابه لسلوك الأعداد الحقيقية. وبذلك تكون الإجابة عن سؤال الثالث هو أن الأسلوب الأسي هو الأسلوب الأكثر ملاءمة للتنبؤ بعدد الطلبة الكلي في فلسطين تبعا للبيانات التاريخية المستخدمة.

أظهرت النتائج أن التنبؤ بواسطة الأسلوب الأسي أكثر دقة من التنبؤات بباقي الأساليب، وأن قيم معاملات خطأ التنبؤله ذات قيمة متدنية، حيث لم تتجاوز معدل نسبة الخطأ المطلق 4% وهي

نسبة مقبولة جدا، إذ كلما اقتربت نسبة الخطأ من 0% كان الأسلوب المستخدم أكثر دقة حسب ما يرى (Chockalingam, 2009)،كما اتضح من المنحنى البياني شكل رقم (2)أن الأسلوب الأسي أكثر قربا للواقع الفلسطيني مع أنه يعد من الأساليب البسيطة والغير معقدة إذ يبدوا جليا للعيان أن سلوك البيانات التاريخية لأعداد الطلبة تسلك سلوكا أسيا، وهذا ينطبق مع نتائج دراسة (Stanley&Jeff, 2003) والتي وجدت أن التعقيد المنهجي للأسلوب المتبع ليس له تأثير ثابت على الدقة والتحيز للتوقعات. لذا تشير جميع النتائج إلى أن الأسلوب الأسي هو الأسلوب الأكثر ملاءمة للتنبؤ بأعداد الطلاب في المدارس الفلسطينية.

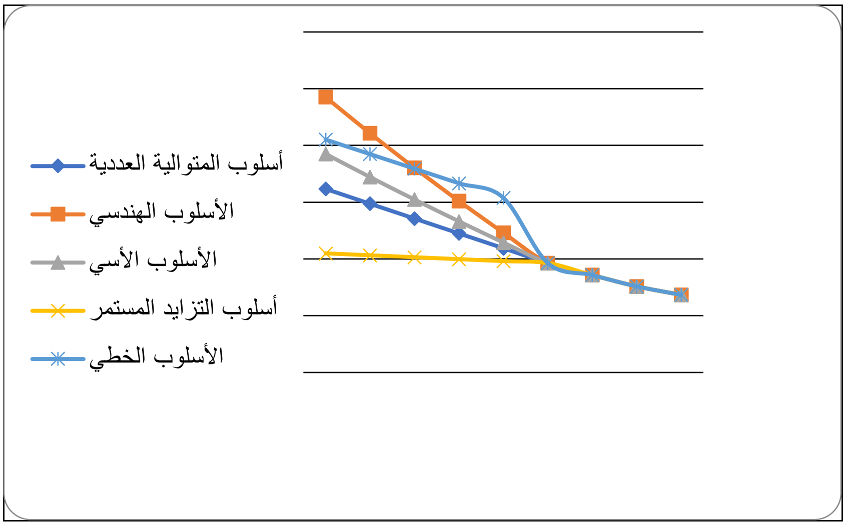
ويمكن الإستنتاج من قيم التنبؤ التي تظهر في جدول (4)ومن الشكل البياني رقم (1)أنه لا يصلح استخدام أسلوب واحد للتنبؤ بأعداد السكان لفترات زمنية طويلة تزيد عن عقد من الزمان، وذلك لإمكانية تغير خصائص المجتمع وتعقيد عوامل النمو فيه، والإفتراض القائل أن الاتجاهات السابقة لمجتمع معين لن تتغير في المستقبل كما يظهر من سلسلة البيانات التاريخية هو قول غير صحيح في كثير من الأحيان كما وجد (Chapin & Diaz-Venegas, 2007) في دراسته. لذا فالتنبؤات المستمدة من أساليب التنبؤ الرياضية ينبغي استخدامها فقط بالتوازي مع عملية بناء السيناريو الذي يساعد موظفي التخطيط على فهم الاتجاهات المحلية والإقليمية والوطنية التي يمكن أن تساهم في التغير في عدد سكان المنطقة.

وللإستفادة من نتائج الدراسة تم التنبؤ بواسطة هذه الأساليب للأعوام القادمة 2017-2021 وتظهر نتائج التنبؤ بالجول رقم (6) التالي

جدول (6): يمثل قيم التنبؤات بالأساليب الرياضية التي وردت في الدراسة للأعوام 2017-2021.

السنة	أسلوب المتوالية العددية	الأسلوب الهندسي	الأسلوب الأسي	أسلوب التزايد المستمر	الأسلوب الخطي
2017/2016	1218942	1246280	1229011	1196252	1307717
2018/2017	1245075	1302149	1266314	1199685	1333396
2019/2018	1271209	1360522	1304748	1203105	1359075
2020/2019	1297343	1421512	1344354	1206514	1384755
2021/2020	1323476	1485236	1385153	1209911	1410434

وتم تمثيل هذه البيانات بالمنحى البياني شكل رقم (3)



شكل (3): منحنى بياني للقيم المتنبأ بها بالأساليب الرياضية التي وردت في الدراسة للأعوام 2017-2021.

التوصيات

خرجت هذه الدراسة بالتوصيات التالية

- إجراء أبحاث أخرى مشابهة وعلى بيانات تاريخية تزيد فترتها الزمنية عن عقدين.
- عدم استخدام نفس الأسلوب للتنبؤ بأعداد الطلبة لفترات زمنية طويلة تزيد عن عقد، إلا بعد إجراء دراسة مقارنة بين عدة أساليب لكل عقد وذلك لأنه لا يمكن ضمان عدم تغير اتجاهات النمو في المجتمع.
- عمل دراسة مشابهة لمعرفة أكثر الأساليب ملاءمة للتنبؤ بأعداد الطلبة لكل فوج على حدى، إذ أن الأسلوب الذي يلائم التنبؤ بالعدد الكلي قد لا يناسب التنبؤ بالأفواج.
- إجراء دراسة لتطوير أسلوب جديد يكون أكثر ملاءمة للواقع الفلسطيني.

References (Arabic & English)

- Abbasov, A.M & Mamedova, M.H. (2003). Application of fuzzy time series to population forecasting. *Vienna University of Technology, CORP*, 545-552.
- Adelamar, N.A. (2002). *POPULATION PROJECTIONS WITHOUT TRYING, Data Users* Conference September 24, 2002. From the internet on: May/5/2015 from: https://bber.unm.edu/presentations/projections.pdf.
- Alsawah, A. (2013). Three Main Reasons Behind the Shortage of University Professors Crisis, *Alshahid*, retrieved on Dec. 28, 2016 from:http://www.alshahedkw.com/index.php?option=com_content&view=article&id=96551:-3-------&catid=31:03&Itemid=419.
- Bogazi,F. Bogleethah, I. &Salama,W.(2015).*The Effectiveness of Predicting in the Administrative System.* The University of National Sixth Meeting about: the use of quantitative techniques in taking management decisions of the Algerian economic institutions. retrieved on Dec. 12, 2016 from: www.kantakji.com/media/2041/f256.doc.
- Chapin,T. & Diaz-Venegas, C.(2007).*LOCAL GOVERNMENT GUIDE TO POPULATION ESTIMATION AND PROJECTION TECHNIQUES.* Florida Department of Community Affairs,Florida State University. retrieved Jan/2/2017 from: http://fpdl.coss.fsu.edu/content/download/75564/828103/file/Local.
- Chockalingam,M.(2009).*Forecast Accuracy and Safety Stock Strategies,* retrieved Jan,8th,2017 from: http://demandplanning.net/documents/dmdaccuracywebVersions.pdf.
- Friendly Neighborhood Engineers. (2014). *POPULATION PROJECTION*, retrieved Jan/2/2017 from: http://friendlyneighbourhoodengineers.blogspot.com/2014/04/population-projection.html.

- Gawatre, D. Kandgule, M. & Kharat, S. (2016). Comparative Study of Population Forecasting Methods, *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering* , V 13, Issue 4 (Jul. - Aug. 2016), PP 16-19.
- George, M. V., Smith, S.K., Swanson, D.A. & Tayman, J. (2004). *Population Projections*, chapter 21, San Diego: Elsevier Academic Press.
- Hinde, A. (2014). *Demographic Methods*. Routledge, Taylor and Francis group, New York.
- Ibrahim, M.N. (2011). *Future Studies Methods (Scenarios and Models)***.** retrieved on Jan.2nd,2017 from: http://kenanaonline.com/users/drnoshy/posts/269418.
- Matar, L. H.K. (2012). The Future Population Size of The Province of Alnajaf, A study of Population Projection, *The Education College Journal, Wasit*, V (12), P: 287-317.
- Nichaphat, P. Klot P. (2013). Forecasting Number of Students in University Department: Modeling Approach**,** *Open Journal of Applied Sciences*, 2013, V3, p293-297.
- Palestinian Central Bureau of Statistics. (2016**).** *The Number of Students in Schools and kindergartens by Region and Stage in 1995 / 1994-2016 / 2015***.** retrieved on Dec. 18, 2016 from: http://www.pcbs.gov.ps/Portals/_Rainbow/Documents/Education-1994-2015-01A.htm.
- Paul, G.P.E. (2012). *Population Projections*, retrieved Jan/5/2017 from: http://www.pdhcenter.com/courses/g142/g142content.pdf.
- Qasem,A. (2013). The Importance of Educational Planning and its Characteristics, Types, Elements and Difficulties, *Scientific and educational prospects.* retrieved on Jan. 4th, 2017 from: http://www.businessdictionary.com/definition/mathematical-model.html.

- Stanley, K. &Jeff. T. (2003). An Evaluation of Population Projections by Age**.** *Demography*, Volume 40, Number 4, p 741-757, November 2003
- The Business Dictionary. (2015). retrieved on Jan. 3ed, 2017 from: http://www.businessdictionary.com/definition/mathematical-model.html.
- Trappey, C. & Wu,H-Y.(2007). An Evaluation of the Extended Logistic, Simple Logistic, and Gompertz Models for Forecasting Short Lifecycle Products and Services**.** *Complex Systems Concurrent Engineering.* pp 793-800.