مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

النماذج الرياضية ودورها في التخطيط التربوي

إعداد

أ/ أحمد علي علي هنداوي
باحث دكتوراه بقسم أصول التربية
كلية التربية – جامعة طنطا

DOI: – 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001

المجلد (٨٢) العدد (الثاني) الجزء (الأول) أبريل ٢٠٢١م

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

مقدمة

إن افتتان الانسان بالمستقبل له تاريخ طويل وقديماً أطلقوا على من يستطيعون توقع المستقبل الحكماء، ولكن كانت الإجراءات بسيطة وغلب عليها التحليل العقلي، وهناك اعتقاد منذ قرون عديدة بإمكانية توقع المستقبل من خلال طرق معينة كانت تقود إلى تعميمات غامضة وتفسيرات متناقضة، أما اليوم فإن المخططين يستخدمون طرقاً ومداخل أكثر عقلانية ودقة من التي استخدمها القدماء، ولقد دعمت تقنيات التخطيط التربوي إلى حد ما من فهم المخططين والدارسين التربويين للمستقبل، وجعلت المخططين يقتربون من ممارسة التوقع بلغة أكثر دقة[١] .

وفي سبيل ذلك اتجه المخططون إلى النماذج الرياضية كوسيلة للتخطيط التربوي، حيث أن النماذج الرياضية استخدمت بنجاح في أحد المجالات الوثيقة الصلة بالتربية وهو الاقتصاد، لذلك فان العديد من المنظمات الدولية المعنية بالتربية خصصت الكثير من الجهد لبحث امكانية تطبيق النماذج الرياضية في الأنظمة التعليمية، ومنها التخطيط التربوي، والبحث الحالي يوضح دور النماذج الرياضية في التخطيط التربوي، وسوف يناقش البحث الحالي مفهوم النماذج الرياضية، تعريفها، أهداف النماذج الرياضية واستخداماتها في التخطيط التربوي، أنواع النماذج الرياضية وتصنيفها حسب استخدامها في التخطيط التربوي، ثم مفهوم التخطيط التربوي وطرقه المختلفة، وأخيراً بعض النماذج المستخدمة في التخطيط التربوي .

أهمية البحث

يعد ميدان استخدام النماذج الرياضية في مجال التخطيط التعليمي من الميادين البكر في الدول النامية بصفة خاصة لذا من الممكن أن يكون هذا البحث محاولة للإضافة في هذا الميدان، خاصة مع زيادة الاعتماد على الرياضيات في معالجة بعض المشكلات الاجتماعية،

(١) سيف الإسلام علي مطر : النماذج والتخطيط التربوي , **مجلة مركز البحوث** ,السعودية ,العدد (٣), أبريل ١٩٨٤, ص ١٩٥.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

ولإدخال طريقة منهجية محكمة لمعالجة تلك المشكلات، لذا اتجه المخططون إلى النماذج الرياضية، وهو موضوع البحث الحالي .

مشكلة البحث

تتحدد مشكلة البحث في توضيح دور النماذج الرياضية في التخطيط التربوي، لذلك فان البحث بصفة عامة يهدف إلى بيان أهمية النماذج الرياضية واستخدامها في التخطيط التربوي .

اجراءات البحث

تتحدد اجراءات البحث في دراسة المحاور الآتية :

أولاً : مفهوم النموذج الرياضي وتعريفاته المختلفة .

ثانياً : تعريف التخطيط التربوي وطرقه المختلفة .

ثالثاً : خصائص النماذج الرياضية كأسلوب من أساليب التخطيط التربوي .

رابعاً : أنواع النماذج الرياضية وتصنيفها حسب استخدامها في مجال التخطيط التربوي

خامساً: بعض النماذج الرياضية التي استخدمت في التخطيط التربوي .

سادساً : استخدام نماذج التدفق في التخطيط التربوي .

مفهوم النموذج الرياضي وتعريفاته المختلفة

النموذج الرياضي هو وصف لنظام حقيقي بدلالة متغيراته الداخلية والخارجية والعلاقات السببية بينها وذلك بأسلوب لفظي أو رياضي، وهذه العلاقات ضرورية للتحقق من صدق النموذج ويكون هذا التحقق سهلاً إذا كانت العلاقات كمية أكثر من كونها كيفية [٢].

وللنماذج الرياضية تعريفات عديدة من أهمها :

١-أن النماذج الرياضية هي تجريد للواقع، وتمثيل لشيء ما أو فكرة أو ظرف ما، أو تمثيل بسيط لبعض أنظمة المجتمع في صورة معادلات بهدف محاكاة الملامح الرئيسة للنظام وترك الملامح غير الضرورية[٣].

(١) محمد صبري الحوت : النماذج الرياضية كأداة للتخطيط التربوي , المرجع السابق , ص ١٨.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

٢- النموذج الرياضي كما يعرفه **Tinbergen &Bos** هو تمثيل للاحتياجات من القوى البشرية والتعليم ، وهو ليس محاولة للتنبؤ بما هو محتمل ولكن ما سوف يحدث بالفعل(٤).

٣- ويعرف كل من هاوس ومكلويد **(House and Macleod)** النموذج الرياضي بأنه " مجموعة من الافتراضات المبسطة المتعلقة بنظام معقد حيث أن روح عمل النماذج هي التبسيط"(٥).

تعريف التخطيط التربوي وطرقه المختلفة .

يعتبر التخطيط التربوي حقيقة واقعة وضرورة من الضرورات التي لم يعد هناك غنى عنها للنهوض بحياة المجتمعات في الوقت الحاضر، فعن طريقه يمكن معالجة المشكلات في التعليم بل وتوقعها قبل حدوثها، وإعداد العدة لمجابهتها والسيطرة عليها، وعن طريقه يمكن تحقيق معدلات تنمية بشرية سريعة في أقل وقت وبأقل تكلفة ممكنة .

وللتخطيط التربوي الكثير من التعاريف التي وضعها خبراء وأساتذة التربية من أبرزها :

أ- التخطيط التربوي- طبقاً لموسوعة قاموس التعليم- هو " استخدام البصيرة **Foresight** في تحديد سياسة وأولويات وتكاليف النظام التعليمي مع الأخذ في الاعتبار الواقع السياسي والاقتصادي والاجتماعي وامكانية نمو النظام وحاجة المجتمع والطلاب"(٦).

ب- يعرف التخطيط التربوي أيضاً بأنه " تطبيق التحليل المنهجي العقلاني لعملية التنمية التربوية ، بهدف جعل التعليم أكثر كفاءة **Efficiency** وفعالية **Effetiveness** في الاستجابة لاحتياجات الطلاب والمجتمع(٧) .

([3])Bokil,V.A:Introduction toMathematical Modeling, Department of Mathematics, Oregon State University, Oregon State, Spring 2009, P. 2

([4])Tinbergen and Bos: An Apprisal of the Model and Results of its Application , in OECD ,Econometric Model of Education :Some Applications ,OECD,Paris, 1968, ,P.95.

([5])Peter W.House and John Mcleod **: Large Scale Models For Policy Evaluation**, New York , John Wiley and Sons , 1977, p 149.

([6])Mamta Mehndiratta: **Encyelopedic Dictionary of Education** , Sarup & Sons , New Delhi , 1997,PP.238-239.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

ت- ويعرف التخطيط التربوي أيضاً بأنه عملية علمية مقصودة ومنظمة ومستمرة ومتعددة المراحل والخطوات، تستهدف تحديد مجموعة من الأهداف التربوية يراد تحقيقها وفق أولويات معينة، خلال فترة زمنية محددة، شريطة أن يتم تحقيق أقصى استثمار ممكن للموارد والامكانات المتاحة، مع اختيار الطريق الأفضل لتحويل هذه الأهداف إلى واقع[٨] .

وتتوافر طرق مختلفة للتخطيط التربوي ويحتاج المخطط التربوي أن يختار منها أو كلها عند اعداده للخطة التربوية، وذلك حسب تخطيطه هل يخطط تبعاً لاحتياجات تربوية أو تبعاً لمتطلبات التنمية القومية، وهذه الطرق كالتالي :

أ- طريقة الطلب الاجتماعي

تهتم هذه الطريقة بالتنبؤ بالطلب الاجتماعي على التعليم متمثلاً في العدد المتوقع من التلاميذ مستقبلاً حتي يمكن توفير الأماكن اللازمة، ويتم هذا عن طريق :

١- جمع البيانات عن السكان في سن التعليم حسب مستويات العمر المختلفة .

٢- تحديد عدد المقيدين منهم فعلا في مراحل التعليم المختلفة .

٣- عمل اسقاط لعدد السكان في سن التعليم حسب مستويات العمر ولعدد الطلاب المقيدين حسب المرحلة التعليمية حتى سنة الهدف.

٤- تحديد المعادلات التي يتم في ضوئها عمل الاسقاطات بعوامل مثل مستوى التعليم الذي يطلبه الأفراد ،تكلفة هذا التعليم، عدد القوى البشرية المدربة التي يحتاجها الاقتصاد القومي، وعدد الوظائف المتاحة .

([7]) Romesh Verma: **Educational Administration,** Anmol Publications Pvt. Ltd, New Delhi**,** 2005, P. 323.

([٨]) وفاء عبد الفتاح محمود : نظرية الفوضى وعلاقتها بالتخطيط التربوي ومداخله , **مجلة كلية التربية** , جامعة الزقازيق , العدد (٨٩) ,اكتوبر ,٢٠١٥, ص ٣٢٨.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

ب- طريقة التنبؤ بالقوى البشرية

يهدف تخطيط القوى البشرية إلى التنبؤ بهيكل القوى العاملة في المستقبل، الذي يعتمد على حجم وتركيب الاقتصاد في هذا الوقت، حيث يكون من الضروري التمييز بين ما هو أساسي اقتصادياً، وبين ما هو مرغوب تعليمياً ويتم هذا عن طريق[٩] :

١- عمل اسقاطات للاتجاهات الماضية للتغيرات في الانتاجية والتغيرات المرتبطة بتركيب المهارة للقوى العاملة .

٢- الاستدلال على الطلب في المهارات المختلفة كنتيجة لمتغير معين مخطط أو مفترض في الانتاجية .

٣- التنبؤ بالقوي البشرية عن طريق تحديد المتطلبات التربوية في ضوء مستويات المهارة المختلفة .

وتفيد هذه الطريقة في معالجة عدم التوازن الذي قد يحدث بين مخرجات النظام التعليمي وبين الاحتياجات من القوى البشرية، ذلك لأن النظام الاقتصادي يخلق احتياجات متعددة من القوى البشرية وعلى النظام التعليمي أن يستجيب لها بتخريج الأفراد المطلوبين كماً وكيفاً.

ت- طريقة معدل العائد

يتمثل الغرض الأساسي لهذه الطريقة في مقارنة الاستثمار في التعليم بالاستثمار في القطاعات الاقتصادية والاجتماعية الأخرى، وأيضاً تفيد في تحليل العلاقة بين التعليم والاقتصاد وتقوم هذه الطريقة على[١٠] :

١- تحليل العلاقة بين تكلفة التعليم والفائدة منه .

٢- تحليل العلاقة بين تكلفة التعليم وفعاليته .

٣- تحديد أنواع التعليم ذات الفائدة الأكبر للأفراد والمجتمعات .

---

(9) J.Sheehan : **The Economics of Education** , Allen and Unwin Ltd , London,1973 ,P78.

(١٠) محمد صبري الحوت : النماذج الرياضية كأداة للتخطيط التربوي, مرجع سابق , ص ص ١٧-١٨.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

٤- مقارنة فوائد الاستثمار في التعليم بفوائد الاستثمار في القطاعات الأخرى مما يساعد في توزيع الموارد بين التعليم وتلك القطاعات .

٥- تحديد أنواع التعليم التي يمكن اعطاؤها موارد أكثر، وفي زيادة فعالية المخرجات التعليمية، حيث تبنى هذه الطريقة أساساً على دراسة الاتجاهات الماضية .

ويلاحظ أن الاهتمام بزيادة الموارد المالية للتعليم حالياً بهدف زيادة العائد منه قد تحول إلى الاهتمام بزيادة العائد من التعليم وتحسين فعاليته في ضوء الموارد المتاحة.

وهذه الطرق الثلاث تكمل بعضها البعض، لذا يجب على المخطط التربوي أن يوحد بينها عند بناء الخطة تحقيقاً لأهداف التنمية الشاملة للمجتمع، فالخطة التربوية الجيدة هي التي تهتم بمحاولة تلبية الطلب الاجتماعي في ضوء احتياجات المجتمع من القوى البشرية ذات التخصصات المختلفة، بما يؤدي إلى زيادة العائد من التعليم، نظراً لانخفاض الفاقد كأحد أسباب هذه الزيادة نتيجة لعدم التركيز على الكم فقط أو الكيف بالنسبة للخريجين، أو عدم التركيز على التخصصات ذات العائد المنخفض، وسواء كان التخطيط كمياً أو كيفياً متبعاً فيه أي من الطرق السابقة أو كلها، فان النماذج الرياضية تكون أداة تتميز بالدقة حيث يمكن أن يستخدمها المخطط في بناء خطته .

خصائص النماذج الرياضية كأسلوب من أساليب التخطيط التربوي .

تتحدد خصائص النماذج الرياضية التي تميزها عن غيرها من أساليب التخطيط التربوي في الآتي :

١- النماذج الرياضية تقدم وصفاً للنظام التعليمي أو جزءاً منه، حيث يتم التعبير عن الأنظمة الواقعية بواسطة المعادلات الرياضية، ومن خلال التراكيب المنطقية والحسابية، ويتم ذلك بدلالة متغيراته الداخلية والخارجية والعلاقات السببية بينهما بأسلوب لفظي أو رياضي، وهذه العلاقات

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

ضرورية للتأكد من صحة النموذج، ويكون هذا التحقق سهلاً إذا كانت العلاقات كمية أكثر منها كيفية[١١].

٢- النماذج الرياضية جزء مبسط للحقيقة يشمل الجوانب المهمة التي تساعد في فهم وضبط أفضل لجوانب النظام التعليمي المدروسة، كما انه تقريب رمزي للموقف الحقيقي حيث لا يمثل النظام كله ، ولذلك فهو يعتبر أداة تفكير وتحليل ويحتاج بناؤه إلى قدرة ذهنية ابداعية[١٢] .

٣- النماذج الرياضية غير مكتملة، أي عدم تطابق النموذج الرياضي مع النظام الأصلي ،حيث يتضمن النموذج فقط العناصر اللازمة لفهم النظام ككل مع إهمال بعض العناصر بصورة وقتية لتقليل المتغيرات الخاضعة للدراسة[١٣] .

٤- لا يوجد نموذج رياضي مثالي لكل الأنظمة حيث يمكن وصف النظام الحقيقي باستخدام أكثر من نموذج، ويرجع ذلك إلى أن النموذج قد يركز على جانب واحد فقط من جوانب النظام وبالتالي لا يشمل كل جوانب النظام المتعددة، بالإضافة إلى تمايز النماذج من حيث الدقة والبساطة، وكل ذلك يعتمد على الهدف الذي يسعى النموذج لتحقيقه[١٤] .

٥- النماذج الرياضية تبنى من خلال الفرضيات حيث تساعد الفرضيات على إدراك النظام ومكوناته، الأمر الذي يسهل عملية عرض النظام في صورة نموذج[١٥] .

([11]) Jan Tinbergen, H. C. Bos: A planning model for the educational requirements of Economic Development, Op. Cit., P. 9.

([١٢]) السيد علي السيد جمعة : استخدام النماذج الرياضية في التخطيط التربوي : مع التطبيق على قياس الكفاءة الداخلية للنظام التعليمي , **مجلة كلية التربية بالزقازيق**, العدد (٨٥) , أكتوبر , ٢٠١٤.

([١٣]) إميل فهمي حنا : **دراسة نماذج بحوث العمليات وتطبيقاتها التربوية** , مكتبة الأنجلو مصرية , القاهرة , ١٩٩٠, ص ١٢.

([١٤])السيد علي السيد جمعة : مرجع سابق , ص ٤٠٢.

([15])Christopher Tech: Introduction to Mathematical Modeling of Crop Growth, How the Equations are Derived and Assembled into a Computer Model , Faculty of Agriculture , Universiti Putra Malaysia, BrownWalker Press , Boca Raton, Florida , USA ,2006,p.4.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

٦- النماذج الرياضية من أدوات البحث العلمي حيث يعمل النموذج على إدراك العلاقات والمتغيرات المتداخلة والمتشابكة للنظام التعليمي ووصفها والتحكم فيها أو التنبؤ بها ، فهو يصور الواقع على شكل دوال رياضية ،وبالتالي يجب توظيف النماذج وتطويعها لتحقيق الهدف الرئيسي من الدراسة أو البحث ، ومن ثم فإن جودة أو درجة فعالية النموذج إنما تقاس بدرجة تمثيله للمشكلة محل الدراسة وليس على أساس جودة ودرجة تعقيد صياغته الرياضية[١٦] .

٧- النماذج الرياضية ذات طابع ارتباطي فالنماذج الرياضية المستخدمة في التخطيط التربوي ترتبط بباقي قطاعات المجتمع الاقتصادية والسياسية والاجتماعية ، فهي الأداة التي تساعد في تقدير أعداد التلاميذ الجدد وكذلك المتخرجين اللازمين لمقابلة احتياجات خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية من القوى العاملة المدربة ، كذلك تساعد هذه النماذج في تقدير أعداد المعلمين والفصول الدراسية اللازمة والتي تواجه الزيادة في أعداد التلاميذ الجدد، وتقدير احتياجات النظم التعليمية من الموارد المالية اللازمة لها . فالهدف الرئيس منها هو معاونة المخطط في تقدير واسقاط الاحتياجات التعليمية وثيقة الصلة بالأهداف التنموية والاجتماعية والاقتصادية[١٧] .

مما سبق يتبين أن النماذج الرياضية تتميز بالعديد من الخصائص التي تجعلها من تكنيكات التخطيط التربوي الهامة التي يمكن تطويرها واستخدامها لأهداف متعددة، ويرجع ذلك لقدرتها على عرض مكونات النظام التعليمي الرئيسة محل الدراسة بصورة كمية مع توضيح كيف تتفاعل هذه المكونات مع بعضها البعض وإلى أي مدى يتم هذا التفاعل .

([16]) Sahit Surdulli, Leke Pula; EU Practices of Education Staff Planning:Application of Econometrics Models, ILIRIA International Review, Issue(2), September 2011, P. 134.

([١٧]) إميل فهمي شنودة : حقيقة استخدام نماذج بحوث العمليات في المجالات التربوية ,مواجهة تحديات القرن ٢١, **مجلة دراسات تربوية واجتماعية** ,مجلد (١) , العدد (٣) , سبتمبر ١٩٩٥ , ص ص ١١٤-١١٥.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

ومن ثم يمكن تحديد استخدامات النماذج الرياضية في مجال التخطيط التربوي كالتالي :

١- فهم النظام التعليمي ويتم ذلك من خلال تحديد متغيراته وكيفية تفاعلها مع بعضها البعض، والتنبؤ بأدائه والتحكم فيه بأسلوب منظم وبطريقة منهجية، حيث أنها توفر وصف كمي للنظام، ودمج المعلومات المتعلقة بأجزائه من أجل تكوين صورة شاملة ومترابطة عن النظام مما يساعد على تناول النظم المعقدة بالتحليل والتفسير حيث يصعب تناولها في صورتها الطبيعية .

٢- دراسة تأثير المتغيرات المؤثرة على النظام التعليمي والتي منها تعقد النظام التعليمي، أو التكلفة العالية أو أن دراستها تحتاج إلى فترات زمنية طويلة، أو وجود صعوبات فنية تؤثر مباشرة على النظام التعليمي[١٨].

٣- التخطيط لنظام تعليمي ما فالهدف من التخطيط هو التحكم بالمستقبل والسيطرة عليه، ولذلك فالنماذج الرياضية تعاون المخطط في تقدير وإسقاط الاحتياجات التعليمية وثيقة الصلة بالأهداف التنموية والاجتماعية والاقتصادية وفي ترشيد القرارات الموجهة لإصلاح التعليم ،بالإضافة إلى تقدير الموارد التي يتعين تخصيصها لمشروعات الخطط التربوية.

٤- اتخاذ القرارات التربوية على أساس سليم، حيث تركز النماذج الرياضية على الاهتمام بالخصائص الهامة للمشكلة دون الخوض في تفاصيل خصائص لا تؤثر على القرار، مما يساعد في تحديد العناصر الملائمة للقرار واستخدامها للوصول إلى القرار الأفضل[١٩].

وعلى الرغم من تعدد استخدامات النماذج الرياضية إلا أنها لا تخرج عن كونها أداة تجريبية لتحقيق هدف بحثي محدد، وأن مدى الاستفادة منها يعتمد بدرجة كبيرة على وعي الباحث بإمكاناتها وحدود استخداماتها ومدى تمثيلها للواقع، حيث أن استخدام النماذج في غير موقعها أو لدراسة مشاكل لا تدخل في نطاقها قد يؤدي في بعض الأحيان إلى نتائج عكسية قد تفقد الباحث الاقتناع بجدواها .

([18])Christopher Tech: Introduction to Mathematical Modeling of Crop Growth, Op. Cit., P. 3.

([١٩]) إسماعيل إبراهيم جمعة ,وآخرون : مرجع سابق , ص ص ٣٨٦ – ٣٨٧.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

أنواع النماذج الرياضية وتصنيفها حسب استخدامها في مجال التخطيط التربوي

صنف تشيرشمان وأكوف وأرنوف (**Churchman Ackoff and Arnoff**)، النماذج بطريقة شاملة إلى ثلاثة أنواع من النماذج[٢٠] :

أ- **النموذج التمثيلي (الأيقوني) Iconic** : وهو نموذج يصور جوانب معينة من النظام التعليمي كما هو الحال في الصورة الفوتوغرافية أو نموذج صغير لطائرة .

ب- **النموذج التشبيهي Analogue** : وهو نموذج يتضمن مجموعة من الخصائص المميزة التي يحتويها النظام أو لها علاقة بالنظام الذي تقوم بدراسته .

ت- **النموذج الرمزي Symbolic** : وهو نموذج يستخدم الرموز للدلالة على بعض جوانب النظام تحت الدراسة، أو لتحديد النظام الذي ندرسه باستخدام معادلة رياضية أو مجموعة من المعادلات الرياضية .

وقد صنفت النماذج الرياضية المستخدمة في التخطيط التربوي وفقاً لبعدين هما :

أ- **البعد الأول** : يتعلق بالتوسع في النظام التعليمي وينقسم إلى ثلاث مستويات :

١- **النموذج المؤسسي** : ويعتبر المستوى الأول من النماذج الرياضية المستخدمة في التخطيط التربوي، ويتم تطويره من قبل مؤسسة تعليمية واحدة فقط من أجل- على سبيل المثال- التنبؤ بعدد التلاميذ المتوقع التحاقهم بهذه المؤسسة في سنة معينة. أو النماذج التي تهدف إلى تحديد وتقدير الاحتياجات المستقبلية من هيئة التدريس، والتمويل، والأدوات، والمباني، ومثل هذه النماذج تميل إلى أن تكون قريبة جداً إلى النماذج المغلقة، ويستخدم في هذا المستوى نموذج المحاكاة والنماذج الحتمية ونماذج سلاسل ماركوف[*] .

([20]) West Churchman ,Russell Ackoff and Leonard Arnoff : Introduction to Operations Resarch, New York , Jon Wiley and sons ,1957,P.158.

([*]) سلاسل ماركوف : احدى أدوات بحوث العمليات التي تبحث في تحليل الاتجاهات الحالية لبعض المتغيرات للتنبؤ باتجاهها في المستقبل .

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

٢- **نماذج على مستوى النظام التعليمي** : ويعتبر المستوى الثاني من النماذج التي تم تطويرها من أجل التخطيط التربوي، وترتكز هذه النماذج على التنبؤ بالتحاقات التلاميذ وعدد المدرسين والتكاليف ...إلخ بالنسبة للنظام التعليمي (على سبيل المثال على مستوى دولة ما أو ولاية ما) أو بالنسبة لمرحلة تعليمية من النظام التعليمي (على سبيل المثال التعليم العالي فقط). ومعظم الجهود التي تمت في هذا المستوى استخدمت النماذج الحتمية ونماذج المحاكاة، ونماذج سلاسل ماركوف والنماذج الارتباطية، ولم تحظ نماذج البرمجة الرياضية التي حظيت بها النماذج السابقة خلال تطوير نماذج رياضية على مستوى النظام التعليمي .

٣- **نماذج الارتباط الكلي بالخارج** : وهي النماذج التي تفحص العلاقة بين النظام التعليمي ككل (أو على الأقل مراحل النظام التعليمي التالية للمرحلة الابتدائية) والاقتصاد وقوى العمل، ونتيجة لطبيعة هذه العلاقات وتعقد البيانات المطلوبة واتساع مداها قام عدد من الباحثين بتطوير نماذج تتناول هذا المستوى على سبيل المثال نموذج Bos &Timbergen ، وتم استخدام نماذج البرمجة الرياضية بشكل متكرر وبصورة أكبر من النماذج الحتمية خلال تطوير هذا النوع من النماذج[٢١].

البعد الثاني : ويتعلق بالأسس الرياضية للنماذج وهناك تنوع كبير في المداخل المنهجية المتعلقة بالأسس الرياضية للنماذج، فالأمر يتسع من نموذج يعتمد على المعالجات الحسابية البسيطة إلى نموذج يحتاج إلى تركيبات رياضية متطورة للوصول إلى الحل ويمكن تحديد ضمن هذا المدى أربعة مداخل رياضية هي:

١- النماذج الحتمية Deterministic Models .

٢- نماذج سلسلة ماركوف Markov Chain Models .

٣- النماذج الإنحدارية Regression Models .

([21]) James Johnstone: Mathematical Models Developed for Use in Educational Planning: A Review, Op. Cit., P. 180.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

٤- نماذج البرمجة الخطية Linear Programming Models .

بعض النماذج الرياضية التي استخدمت في التخطيط التربوي .

ارتبط بناء النماذج الرياضية واستخدامها في التخطيط التربوي في ستينيات وسبعينيات القرن العشرين بنمو الاهتمام بالتخطيط التربوي، وظهور مداخل التخطيط التربوي الثلاثة الرئيسة المتمثلة في مدخل الطلب الاجتماعي على التعليم وقد كان تركيزه منصباً على تلبية الطلب على التعليم من قبل الطلاب وأسرهم، ومدخل القوى العاملة الذي يهدف إلى إحداث التوافق والانسجام بين عجلة التنمية للدولة واحتياجات سوق العمل من القوى العاملة الماهرة وبين مخرجات النظام التعليمي المخطط لها، ومدخل العائد من التعليم الذي يقوم أساساً على مقارنة الاستثمار في التعليم بالاستثمارات في القطاعات الأخرى مما يفيد عملية توزيع الموارد بين التعليم والقطاعات الاقتصادية والاجتماعية الأخرى، أو على تحليل العلاقة بين تكلفة نوع معين من التعليم والفائدة المترتبة عليه، مما يؤثر على زيادة الإقبال، لذا فإن استخدام النماذج الرياضية يتم بعد حساب العائد ويتوقف على العرض من هذا الحساب وذلك باعتبار أن العائد يحسب في ضوء بيانات الماضي أو الحاضر ومن النماذج الرياضية المستخدمة في التخطيط التربوي ما يلي :

١ - نماذج رياضية مرتبطة بطريقة الطلب الاجتماعي على التعليم

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

- **نموذج Eva Birkeland**[٢٢]

قامت **Birkeland** ببناء نموذج للتنبؤ بالقيد بالنظام التعليمي ومخرجاته في المرحلة بعد الثانوية (المرحلة الجامعية والمعاهد العليا) في النرويج، وقد حددت فترة التنبؤ بعشرين عاماً مع وجود حرية لاختيار فترات زمنية للتنبؤ أطول أو أقصر .

ويبدأ النموذج ببيان عدد الطلاب في كل صف دراسي في سنة دراسية معينة (سنة الأساس) وفي نهاية السنة الدراسية يتم تحديد عدد المتسربين من كل صف، وعدد المنقولين إلى الصف الأعلى أو المرحلة التعليمية التالية وعدد الباقين للإعادة.

ومن خلال النموذج يمكن حساب ما يلي :

أ- **عدد الطلاب الكلي في كل صف لكل سنة من سنوات فترة التنبؤ ، حيث تقتصر فترة التنبؤ على ١٠ سنوات ، من خلال المعادلة الآتية :**

$$N_{r,i}(t+T) = C_{r,i-1}(t+T-1) \cdot N_{r,i-1}(t+T-1) \quad ، \quad i= 2,3,4,.....10$$

حيث :

- $N_{r,i}(t+T)$: عدد الطلاب في الصف r)،(i في السنة الدراسية (t+T) .
- $C_{r,i-1}(t+T-1)$: الجزء من الطلاب المقيدين في الصف r)،(i في مرحلة تعليمية معينة في بداية السنة الدراسية (t+T) الذي سوف يقيد في السنة التالية في الصف r،(i+1).

(22)Eva Birkeland: A Model for Predicting Educational Enrollment and Output in the Post-Secondary Educational System of Norway, The Narwegian ,Research Council for Science and Humanities, Oslo, 1967.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

ب- عدد الخريجين من كل عملية تعليمية لكل سنة من سنوات فترة التنبؤ من خلال المعادلة التالية "

$$E_r(t+T) = \sum_{i=0}^{10}((h_{r,i}(t+T-1)\ .\ V_{r,i}(t+T-1))N_{r,i}(t+T-1)$$

حيث :

- $E_r(t+T)$:عدد الخريجين من مرحلة تعليمية معينة أثناء العام الدراسي $\frac{t+T-1}{t+T}$.
- $h_{r,i}(t+T-1)\&V_{r,i}(t+T-1)$: *ذلك الجزء من الطلاب* المقيدين في عملية تعليمية معينة في بداية السنة $(t+T)$ والذي يتخرج أثناء العام الدراسي $\frac{t+T-1}{t+T}$.
- تشير $h_{r,i}(t+T)$ إلى عدد الخريجين في فصل الخريف ،كما تشير $V_{r,i}(t+T)$ إلى عدد الخريجين في فصل الربيع .

ت- عدد المتسربين الكلي من مرحلة تعليمية لكل سنة من سنوات التنبؤ من خلال المعادلة التالية :

$$M_r(t+T) = \sum_{i=0}^{10}((F_{r,i}(t+T-1)\ .\ N_{r,i}(t+T-1)$$

حيث :

- $M_r(t+T)$ عدد المتسربين من عملية تعليمية معينة أثناء العام الدراسي $\frac{t+T-1}{t+T}$.
- $F_{r,i}(t+T)$ نسبة معامل الانتقال إلى معامل التسرب .

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

٢ – نماذج مرتبطة بطريقة التنبؤ بالقوى البشرية

- نموذج **Bos & Timbergen**[٢٣]

حظي هذا النموذج باهتمام كبير في سبعينيات القرن الماضي ليس فقط في الأجواء العلمية العامة ولكن ايضاً باهتمام الحكومات في الدول المتقدمة والدول النامية ومختلف المنظمات الدولية ، وقد استخدم هذا النموذج في اليونان وايطاليا ويوغوسلافيا واسبانيا وتركيا كجزء من دراسات متعددة التخصصات تحت مسمى " مشروع البحر الأبيض المتوسط " .

وتمثل دراسات**Bos & Timbergen** ملخصاً للعديد من المواد التي تشكل الأساس المنهجي لستة دراسات منفصلة هدفت لتحليل الوضع في دول جنوب أوروبا المذكورة سابقاً تحت عنوان " نموذج تخطيطي للاحتياجات التعليمية للتنمية الاقتصادية " A Planning Model for the Educational Requirements of Economic Development.

وينقسم هذا النموذج إلى تسعة فصول هي : مقدمة ، وبعض تطبيقات النموذج الأساسي والتعميمات التي يتعين النظر فيها ، وتعميم دوال الطلب ، والغاء الفصل بين القطاعات الانتاجية ومتطلباتها من القوى العاملة ، والتسرب ، والعلاج البديل المتقاعد ، والزيادة في عدد عمليات التعلم ، واستخدام وحدات زمنية اصغر والقضاء على الفائض من القوى العاملة ،

ويتمثل النموذج في :

$$N_t^2 = V^2 u_t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$N_t^2 = (1 - \lambda^2)\, N_{t-1}^2 + m_t^2 \ldots\ldots \quad (2)$$

$$m_t^2 = N_{t-1}^2 - N_t^3 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

(23) Jan Tinbergen, H. C. Bos; A Planning Model for the Educational Requirements of Economic Development, in Tinbergen, Jan, et. al.; Econometric Models of Education: Some Applications, Education and Development and Technical Reports, OECD, Paris, March 1965, PP. 9-11.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

$$m_t^3 = N_{t-1}^3 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad .(4)$$

$$N_t^3 = \left(1 - \lambda^3\right) N_{t-1}^3 + m_t^3 \quad \ldots. \quad (5)$$

$$N_t^3 = v^3 u_t + \pi^2 n_t^2 + \pi^3 n_t^3 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

حيث :

V = الحجم الكلي للإنتاج (الدخل) للدولة .

N^2 =القوى العاملة الحاصلين على التعليم الثانوي .

N^3 = القوى العاملة الحاصلين على التعليم الجامعي .

وأوضح الباحثان معادلات النموذج كما يلي :

- المعادلة (١) : تتعلق بالقوة العاملة الحاصلة على التعليم الثانوي حيث يتم استخدامها للإنتاج فقط ، ويجب أن يوجد تناسب بينها وبين حجم الإنتاج الوطني (حيث v هو معامل التناسب ، t هي فترة معينة من الزمن) .
- المعادلتان (٢) ، (٥) : تتكون قوة العمل ممن التحقوا بها بالفعل وممن انضموا اليها خلال الست سنوات السابقة مع افتراض أن λ^2 λ^3، يمثلان نسبة من هم ضمن قوة العمل بالفعل وتسربوا منها نتيجة الوفاة أو التقاعد .
- المعادلة (٣) : تبين أن عدد الداخلين الجدد إلى سوق العمل الحاصلين على التعليم الثانوي هو مساو لعدد الطلاب المقدر خلال سنوات النموذج مطروحا منه عدد الطلاب الملتحقين الأن بالتعليم الجامعي .
- المعادلة (٤) : عدد الداخلين الجدد إلى سوق العمل الحاصلين على التعليم الجامعي هو مساو لعدد طلاب التعليم الجامعي خلال فترة زمنية تم تحديدها في وقت سابق .
- المعادلة (٦) : قوة العمل من الحاصلين على التعليم الجامعي وتتضمن الذين تم توظيفهم في الإنتاج ويفترض أن تكون قوة العمل متناسبة في الأرقام مع حجم الإنتاج ، ومع مستوى التعليم ومن المفروض أن تتناسب مع أعداد الطلاب ، حيث π^2،π^3 هي معاملات التناسب .

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

- **نموذج *Balinsky & Reisman*** [٢٤] : لتخطيط القوى البشرية تبعا لمستويات الانجاز التعليمي

النموذج المقدم هنا هو برنامج تعليمي فردي – نموذج متعدد الفترات لتخطيط القوى البشرية ، مثل برنامج تدريب للمتسربين أو الخريجين من المدرسة الثانوية ، أو برنامج للحصول على درجة الماجستير لتخصص معين ، ويجب التمييز بين هؤلاء الذين أتموا البرامج بحصولهم على شهادة أو درجة مثلاً وبين هؤلاء الذين لم يتموه .

يتضمن نموذج التخطيط متعدد الفترات سلسلة أحداث دورية عبر الزمن ، تمثل كلها أفق التخطيط الكلي الذي سوف يفترض أنه يتكون من N من الفترات المتساوية في المدة الزمنية، وسوف يفترض أيضاً أن المدة الزمنية للعملية التعليمية تساوي واحدة من الفترات الزمنيةN.

هذا النموذج يفترض أن :

١- القيم P_1، P_2، P_N . . .. P_3 تمثل العدد الكلي للطلاب في المستقبل خلالN من الفترات الزمنية المحددة .

٢- من دراسات القوى البشرية يتوقع أن تكون $d_1,1,d_1,2,\ldots,d_2,1,d_2,2\ldots,N$ & $d_2,1,d_2,2\ldots,N$ ممثلة للاحتياجات من القوى البشرية في المستقبل خلال N من الفترات الزمنية المحددة من المستويين 1&2على الترتيب ، وهذه التوقعات تضع في الاعتبار حالات الوفاة والتقاعد وكل التدفقات الأخرى خارج النظام .

والمشكلة التي يعالجها النموذج هي ما عدد الطلاب الأمثل x_t ، التي يتم اختيارها من العدد الكلي للسكان p_t ، والمؤهل لدخول النظام التعليمي في تلك الفترة ، وتكون معادلات (المدخلات – المخرجات) لمجموعات العمال المتاحة التي يمكن استخدامها هي :

$$(1)\ s_{1,t+1} = s_{1,t} + (p_t - x_t) + \lambda(x_t) - d1,t_6 \text{ ،، } t=1,2\ldots\ldots N$$

(24)W. Balinsky and A Reisman some Manpower Planning Models Based on Levels of Educational Attainment Management Science,Vol 18 (B), August, 1972, PP .691 -704.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

حيث :

$s_{1،t+1}$: عدد الأفراد في مجموعة العمال المتاحة التي يمكن استخدامها من المستوى(1) في بداية أول فترة زمنية (t+1) .

$s_{1،t}$: عدد الأفراد المتاح في بداية الفترات الزمنية (t) من المستوى (1) .

$p_t - x_t$: تدفق الأفراد الناتج بواسطة هؤلاء الذين لم يختاروا لدخول البرنامج التعليمي في الفترة ($p_t - x_t$) .

$\lambda(x_t)$: تدفق الأفراد الذين لم يتموا العملية التعليمية في الفترة $\lambda(x_t)$.

$d_{1،t6}$: تدفق الأفراد الذين تركوا مجموعة العمل المتاحة التي يمكن استخدامها لدخول الحياة العملية في الفترة t من المستوى 1.

$$s_{2،t+1} = s_{2،t} + (x_t - \lambda(x_t)) - d_{2،t_6} \text{ . ، } t=1،2.....N \quad (2)$$

حيث : $(x_t - \lambda(x_t))$ تعني

تدفق الأفراد الذين تخرجوا من النظام التعليمي من الفترة $(x_t - \lambda(x_t))$.

٣ – نماذج مرتبطة بقياس معدل العائد من التعليم

- نموذج **Christopher Selby Smith**[٢٥]

قام **Smith** بتطوير نموذج لقياس العائد من التعليم الثانوي في استراليا، وهو يفرق بين نوعين من التكاليف :

١– التكاليف الاجتماعية والتي تشير إلى مجموع التكاليف المالية، والتكاليف الإدارية، وتكاليف المياه والتدفئة ، وتكاليف صيانة المباني السنوية، أما الدخول الضائعة من الطلاب تعرف بأنها الدخول المادية التي يحصل عليها الأفراد المناظرين للطلاب بدلالة العمر والجنس والمستوى التعليمي السابق .

(25)Christopher Selby Smith : Rates of Return to Post-Secondary Education in Australia, The Economic Record, Vol. 51, 1975, PP. 455-485.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

٢- التكاليف الخاصة والتي تعرف بأنها مجموع المكاسب الضائعة والمصاريف المدفوعة أي أنها نفقات تحدث بسبب الالتحاق بهذه المرحلة التعليمية .

وقد عبر **Smith** عن نسبة التكلفة – العائد بدلالة التكلفة الاجتماعية والتكلفة الخاصة على النحو التالي :

- يتم التنبؤ بالتكلفة الاجتماعية لبرنامج تعليمي معين من خلال المعادلة التالية :

$$C_p = \sum_{i=0}^{n} \frac{(FCi+EFi)}{(1+t)i}$$

- يتم التنبؤ بالتكلفة الخاصة لبرنامج تعليمي معين من خلال المعادلة التالية :

$$C_p = \sum_{i=0}^{n} \frac{(EFi+Fi+Xi-Li)}{(1+t)i}$$

حيث :

- EF_i المكاسب الضائعة للبرنامج التعليمي محل الدراسة في السنة i .
- ECi :التكلفة المالية للبرنامج التعليمي محل الدراسة في السنة i.
- F_i : المصاريف المدفوعة في السنة .
- L_i : بدل المعيشة الذي يحصل عليه الطالب أثناء السنة i.
- X_i :النفقات الإضافية التي يدفعها الطالب خلال التحاقه ببرنامج تعليمي أثناء السنة i.
- n : مدة فترة البرنامج التعليمي .
- t : معدل الخصم السنوي .

استخدام نماذج التدفق في التخطيط التربوي

وتنبثق من النماذج الرياضية ما يعرف بنماذج تدفق التلاميذ وهو عنوان مألوف في أوساط المشتغلين بالإحصاءات والمعادلات الرياضية التي تربط بين البيانات الإحصائية المختلفة التي تُجمع بقصد البحث والدراسة أو بقصد التخطيط التربوي، وهو عنوان ظهر في ستينيات القرن الماضي ونما وترعرع في السنوات الأخيرة .

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

تعريف نموذج التدفق

عبارة عن مجموعة من المعادلات الرياضية أو وصف تعبيري يحدد تدفق التلاميذ في مرحلة تعليمية معينة ويتنبأ به مستقبلياً، ولذلك فإن نماذج التدفق تبحث في وجود علاقة بين عدد المقيدين من التلاميذ في مرحلة معينة وبين عدد الحجرات الدراسية وسعتها وعدد المدرسين ومقدار ما ينفق على كل تلميذ، كذلك وجود علاقة بين أعداد التلاميذ وبين ما يحتاجونه من أفنية وملاعب ومختبرات وأجهزة وأدوات، وكذلك الاستهلاك في الكهرباء والمياه ....الخ وكذلك الربط بين هذه المتغيرات[٢٦].

استخدامات نماذج التدفق

أ- تستخدم نماذج التدفق لمجالات التعليم لمعرفة ما إذا كانت المدارس الموجودة كافية لاستيعاب جميع الأطفال الذين هم في سن التعليم، فمثلاً هل توجد معاهد تعليمية كافية في المرحلة الابتدائية لاستيعاب جميع الأطفال الذين هم في سن التعليم الابتدائي ؟.

ب- تستخدم لمعرفة ما إذا كان التلاميذ يسيرون في دور العلم بعد التحاقهم في المدارس بسهولة ويسر دون تسرب أو رسوب وهل يصلون إلى نهاية المرحلة بنفس الأعداد التي دخلوا بها هذه المرحلة .

ت- تستخدم نماذج التدفق أيضاً في إلقاء الضوء على الأعداد المنتظر ورودها لدخول المدارس في المستقبل حتى يمكن أن تعد العدة لهم وحتى يخطط لهم .

ث- من فوائد نماذج التدفق أنها تحفز الدول على جمع المعلومات بطريقة تجعلها قابلة للاستخدام المفيد حيث أنها تنبه لما يمكن أن يقع في المستقبل إذا لم تأخذ حذرها .

(٢٦) صليب روفائيل : النماذج الكمية في تخطيط مستقبل التربية في الوطن العربي , المرجع السابق , ص ١٣.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

ج- تعطي نماذج التدفق أدلة لحساسية بعض الظواهر التعليمية عند تعديل بعض المتغيرات فإذا زدنا عدد المعلمين فماذا يحدث ؟ ، وإذا زادت التكلفة فماذا يحدث وهل هناك حد أقصى لا تزيد عنه التكلفة ؟ .

وهناك العديد من نماذج التدفق من أبرزها

١- نموذج كوريا

ويتكون النموذج الأساسي لكوريا من تسع معادلات كالتالي :

$$S_t^i = n_t^i + r_t^i - d_t^{1i} - m_t^{1i} \quad .$$

(1)

$$S_t^i = g_t^i + r_{t+k}^i + d_t^{2i} + m_t^{2i}$$

(2)

$$n_t^i = \sum_{j=1}^{i} f(g_{t-k}^i) + f(p_{t,1}, p_{t,2} \dots\dots\dots\dots p_{t,h} \qquad (3)$$

$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots A,2,i= 1$$

$$n_t^i = \sum_{j=1}^{i} f(g_{t-k}^i)$$

(4)

$$r_t^i = f(s_{t-k}^i) \qquad (5)$$

$$d_t^{1i} = f(n_t^i , r_t^i) \qquad (6)$$

$$d_t^{2i} = f(s_t^i) \qquad (7)$$

$$m_t^{1i} = f(n_t^i , r_t^i) \qquad (8)$$

$$m_t^{2i} = f(s_t^i) \qquad (9)$$

ونلاحظ الآتي :

١- المعادلتان (١) ، (٢) هما المتطابقتان الأساسيتان اللتان تعبران عن عدد التلاميذ في السنة المحورية t .

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

٢- المعادلتان (٣) ، (٤) توضحان العلاقة بين التلاميذ الجدد n_t^i في الفترة الحالية من ناحية ، والمتخرجين في فترة سابقة من مرحلة سابقة ، وكذلك أعداد السكان من ناحية أخرى .

٣- المعادلات من (٥) إلى (٩) توضح الراسبين والمتسربين والوفيات من التلاميذ ويلاحظ أن المتغير الخارجي الوحيد في النموذج هو p_{th} وهو عدد السكان لكل المجموعات العمرية الملائمة من 1 إلى H ، وبمعلومية القيم المختلفة لهذا المتغير p_{th} في المستقبل وأشكال الدوال التي ذُكرت في المعادلات من (٣) إلى (٩) فان النموذج يسمح بالتنبؤ بتطورات تدفقات التلاميذ في المستقبل[٢٧].

ولكي نقوم بحل المعادلات السابقة يجب تحويل الدوال إلى معادلات خطية ومن ثم يكون النموذج على شكل نموذج خطي ويعبر عنه بالشكل التالي :

$$Y= a + b_1x_1+ b_2x_2+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots+ b_nx_n + e$$

حيث أن : Y المتغير التابع

Xi المتغير المستقل (i = 1،2،3.....)

b_i المعاملات ، e معامل الخطأ ، a مقدار ثابت .

مع الأخذ في الاعتبار أن الثابت والأوزان عبارة عن عينات احصائية ممثلة من المجتمع التجريبي، وعلى ذلك تكون معادلات النموذج الأساسي لكوريا عبارة عن ٩ معادلات خطية تأخذ الأشكال الأتية[٢٨]:

$$S_t^i = n_t^i + r_t^i - d_t^{1i} - m_t^{1i} \quad . \qquad (10)$$

$$S_t^i = g_t^i + r_{t+k}^i - d_t^{2i} + m_t^{2i} \qquad (11)$$

$$n_t^i = \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^{i} y^{ij}\, g_{t-k}^i + n_t^{-i} \qquad (12)$$

(27)Hector Correa : Quantitative Methods of Educational Planning, : Op , Cit ,PP.36-37.

(28) Hector Correa :A Survey of Mathematical Models In Educational Planning , Op. Cit , PP.41-42

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

.....A،2،i= 1

$$n_t^i = \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^{i} y^{ij} g_{t-k}^i \quad (13)$$

هذه المعادلة : $n_{hj} = T_{hj} \; P_{hj}$

والتي تتنبأ بعدد التلاميذ الجدد في النظام التعليمي بمعلومية التنبؤات بعدد السكان .

والمعادلة (١٢) تستخدم في حالة المدارس الأولية فقط ، أما المعادلة (١٣) فتستخدم في التعليم الثانوي ، لأن نمو السكان له تأثيره المباشر على المقيدين الجدد فقط في المدارس الأولية ، بينما عدد المتخرجين من المدارس الأولية سيؤثر في عدد الملتحقين بالمدارس العليا[٢٩] .

$$r_{t+_k}^i = y^{1i} \; s_t^i \quad (14)$$

$$d_t^{li} = \delta^{1i}(n_t^i + r_t^i) \quad (15)$$

$$d_t^{2i} = \delta^{2i} \; s_t^i \quad (16)$$

$$m_t^{li} = u^{1i} (n_t^i + r_t^i) \quad (17)$$

$$m_t^{2i} = u^{2i} \; s_t^i \quad (18)$$

حيث أن الثوابت كالآتي : y^{ij} نسبة المتخرجين من المستوى j والملتحقين بالمستوى i .

y^{ii} نسبة الراسبين في المستوى i .

δ^{li} نسبة المتسربين قبل السنة المحورية .

δ^{2i} نسبة المتسربين أثناء وبعد السنة المحورية.

u^{li} نسبة الوفيات من التلاميذ قبل السنة المحورية .

u^{2i} نسبة الوفيات من التلاميذ أثناء وبعد السنة المحورية .

(29) Hector Correa : Quantitative Methods of Educational Planning, : Op , Cit , P.94.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

٢ – نموذج دياب المعدل[٣٠]

تم بناء هذا النموذج ليتناسب مع طبيعة البيانات المتوافرة لجمهورية مصر العربية وقد بني على عدة أسس هي :

١- استخدام سلسلة ماركوف الاحتمالية Markov Chain ، وذلك بتكوين مصفوفات التدفق والتي تتضمن توقعات حدوث التدفق (من وإلى وخلال النظام التعليمي) بين أي وضعين .

٢- استخدام المصفوفات والصفوف والأعمدة الموجهة لتتضمن جميع المتغيرات الخاصة بالتدفق إلى النظام التعليمي وخلال مراحل التعليم الثلاثة (ابتدائي وإعدادي وثانوي) في آن واحد، ولهذا فقد استخدم النموذج لتقدير أعداد التلاميذ المقيدين في جميع صفوف المراحل الابتدائية والإعدادية والثانوية .

٣- استخدام المتغيرات الآتية عند تكوين مصفوفة التدفق:

- معدل الترفيع الصافي .
- معدل التدفق بين المراحل.
- معدل التدفق بين الشعب والتخصصات لكل صف دراسي مثل الصف الثاني الثانوي.
- معدل التدفق بين أنواع التعليم المختلفة مثل التعليم الثانوي (عام ، صناعي، تجاري ، زراعي).
- معدل التسرب .
- مدة الدراسة .
- معدلات الالتحاق بالصفوف الأولى .
- معدل التخرج من مراحل التعليم الابتدائي الذين لم يستكملوا دراستهم الإعدادية .
- معدل التخرج من المراحل الإعدادية الذين لم يستكملوا دراستهم .

(30) Ismail Mohamed Diab: The Development of a Mathematical Planning Model Op , Cit .

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

وأهم معادلاته ما يلي :

$$Y^*(t) = \frac{1}{2} E(t) D^*(t)$$

$$S^*(t) = \frac{1}{2} E(t) W^*(t)$$

$$M(t) = E(t) - Y^*(t) - S^*(t)$$

$$N(t+1) = M(t)\, F(t)$$

$$Y^*(t) = \frac{1}{2} N(t+1) D^*(t+1)$$

$$g^*(t+1) = \frac{1}{2} N(t+1) W^*(t+1)$$

$$E(t+1) = N(t+1) - Y^*(t+1)\, g^*(t+1)$$

$$H(t) = P(t)\, C(t)$$

$$A = L(1)Q(1) + L(2)Q(2)$$

$$U = \frac{1}{Ai}$$

$$B(t) = H(t)U$$

$$T(t) = B(t)Q$$

حيث أن :

E(t) مصفوفة جملة المقيدين في كل صف دراسي من الصفوف الدراسية كما تبينه الإحصاءات التعليمية التي تتم في نوفمبر من كل عام ، وهذه المصفوفة من الرتبة ١×١٥.

(t) مصفوفة معدلات الوفاة للعمر المقابل لكل صف دراسي من الصفوف الدراسية والمصفوفة من الرتبة ١٥×١٥.

Y^*مصفوفة جملة الوفيات للأعمار المقابلة للصفوف الدراسية في الفترة من نوفمبر إلى مايو(موعد الاختبارات النهائية).

$S^*(t)$ مصفوفة جملة التسرب خلال العام الدراسي من الرتبة ١٥×١٥.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

M(t) مصفوفة جملة الطلاب المتبقين في النظام التعليمي قبل موعد الامتحانات النهائية في مايو.

$Y^*(t+1)$ مصفوفة جملة الوفيات للأعمار المقابلة للصفوف الدراسية في الفترة من مايو إلى نوفمبر من العام التالي خلال الفترة ($t+1$).

$S^*(t+1)$ مصفوفة جملة المتسربين من الراسبين والناجحين خلال الفترة ($t+1$).

F(t) مصفوفة معاملات التدفق بين الصفوف والمراحل التعليمية من الرتب (١١×١٨).

N(t+1) مصفوفة جملة التلاميذ بعد نتائج الامتحانات .

E (t+1) مصفوفة جملة التلاميذ في كل صف من الصفوف الدراسية خلال نوفمبر من العام التالي (t+1).

C(t) مصفوفة جملة أعداد الفصول الدراسية موزعاً حسب الصفوف والمراحل .

P(t) مصفوفة جملة الحصص الدراسية لكل مجال من مجالات التخصص أسبوعياً في كل صف من الصفوف الدراسية (المنهج الدراسي).

H(t) مصفوفة اجمالي عدد الحصص الدراسية المطلوبة لتدريسها للمراحل الثلاث موزعاً حسب التخصصات .

$Q(1)$ جملة الحصص التي يقوم المعلم بتدريسها أسبوعياً .

$\frac{L^{(1)}}{L^{(2)}}$ نسبة المعلمين لكل معلم مشرف في كل مرحلة من مراحل التعليم موزعاً حسب التخصصات.

B(t) مصفوفة جملة مجموعات أعضاء هيئة التدريس المطلوبة لتدريس كل تخصص في المراحل الثلاث ، وتتكون المجموعة الواحدة من المعلم المشرف على المادة الدراسية ومجموعة المعلمين العاملين في المدرسة .

T(t) مصفوفة جملة المعلمين والمعلمين المشرفين المطلوبين للتدريس في كل تخصص من التخصصات المختلفة موزعاً حسب المراحل التعليمية .

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

وبعد هذا العرض للنماذج الرياضية يمكن التأكيد أنه من الصعب، إن لم يكن من المستحيل، فهم سلوك أي نظام تعليمي وتحديد اتجاهاته في المستقبل والتنبؤ بنتائج أي قرار تعليمي ، بدون استخدام النماذج الرياضية ، لذلك توجد حاجة كبيرة لكي يقوم المخططون التربويون بدراسات تحدد بدرجة أكبر مدى نفعية واستخدام النماذج الرياضية للمساعدة في تحسين التخطيط التربوي واتخاذ القرار .

وفي نهاية البحث يمكن القول أن النماذج الرياضية ليست وسائل تُحل بها مشاكل التعليم بصورة مباشرة، وانما المقصود أنها تلقي أضواء تساعدنا في اتخاذ القرارات، ولا تخرج النماذج الرياضية عن كونها مجموعة من العلاقات والمتغيرات وأن هذه العلاقات تقريبية وأن بيانات المتغيرات تخضع لشيء من الخطأ ، مثل الخطأ في جمع المعلومات والخطأ في الحساب والعينات، وهناك الخطأ الناتج عن تداخل البيانات وعدم وضوح مدلولاتها وغير ذلك من العوامل.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

المراجع العربية

١- إسماعيل إبراهيم جمعة ،وآخرون: المحاسبة الإدارية ونماذج بحوث العمليات في اتخاذ القرار ، الدار الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٩٤.

٢- السيد علي السيد جمعة : استخدام النماذج الرياضية في التخطيط التربوي : مع التطبيق على قياس الكفاءة الداخلية للنظام التعليمي ، مجلة كلية التربية بالزقازيق، العدد (٨٥) ، أكتوبر ، ٢٠١٤.

٣- إميل فهمي حنا : دراسة نماذج بحوث العمليات وتطبيقاتها التربوية ، مكتبة الأنجلو مصرية ، القاهرة ،١٩٩٠.

٤- سيف الإسلام علي مطر : النماذج والتخطيط التربوي ، مجلة مركز البحوث ،السعودية ،العدد (٣)، أبريل ،١٩٨٤.

٥- فتحية زغلول : بعض التطورات الحديثة في النمذجة الاقتصادية الكلية ، ورقة مسحية، مذكرة خارجية رقم (١٥٩١) ، معهد التخطيط القومي ، القاهرة ، ١٩٩٧.

٦- صليب روفائيل : النماذج الكمية في تخطيط مستقبل التربية في الوطن العربي ، التربية الجديدة ، السنة (٨) ، العدد(٢٣) ، أغسطس ١٩٨١.

٧- محمد صبري الحوت : النماذج الرياضية كأداة للتخطيط التربوي ، مجلة كلية التربية ،جامعة الزقازيق ، مجلد (١) ، العدد (١) ، يناير ، ١٩٨٦.

٨- محمد صبري الحوت ، حمدي حسن المحروقي: المعلم كمتخذ للقرار في بعض المواقف الصفية و اللا صفية، مجلة كلية التربية بالزقازيق، العدد (٩) ، السنة(٤)، مايو ١٩٨٩.

٩- معتز خورشيد : النماذج الرياضية والمحاكاة واتخاذ القرارات والدراسات المستقبلية ، مجلة عالم الفكر ،مجلد (١٨)، العدد (٤) ، يناير – فبراير – مارس ١٩٨٨.

١٠- وفاء عبد الفتاح محمود : نظرية الفوضى وعلاقتها بالتخطيط التربوي ومداخله ، مجلة كلية التربية ، جامعة الزقازيق ، العدد (٨٩) ،اكتوبر ،٢٠١٥.

المراجع الأجنبية

11- Bokil،V.A:Introduction toMathematical Modeling، Department of Mathematics، Oregon State University، Oregon State، Spring 2009، P. 2.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)

12- Christopher Selby Smith : Rates of Return to Post-Secondary Education in Australia، The Economic Record، Vol. 51، 1975.
13- Christopher Tech: Introduction to Mathematical Modeling of Crop Growth، How the Equations are Derived and Assembled into a Computer Model ، Faculty of Agriculture ، Universiti Putra Malaysia، BrownWalker Press ، Boca Raton، Florida ، USA ،2006.
14- Eva Birkeland: A Model for Predicting Educational Enrollment and Output in the Post-Secondary Educational System of Norway، The Narwegian ،Research Council for Science and Humanities، Oslo، 1967.
15- Hector Correa : Quantitative Methods of Educational Planning، UNESCO ،IIEP، Paris، 1969.
16- Ismail Mohamed Diab : The Development of A Mathematical Planning Model For The Estimation of School Enrolment and Teaching Staff Demand in Egypt ، Ph.D.In ، **Dis .Abs.Int.A** ، (42-4) ،1981
17- Jan Tinbergen، H. C. Bos; A Planning Model for the Educational Requirements of Economic Development، in Tinbergen، Jan، et. al.; Econometric Models of Education: Some Applications، Education and Development and Technical Reports، OECD، Paris، March 1965
18- Sahit Surdulli، Leke Pula; EU Practices of Education Staff Planning:Application of Econometrics Models، ILIRIA International Review، Issue(2)، September 2011.
19- Tinbergen and Bos: An Apprisal of the Model and Results of its Application ، in OECD ،Econometric Model of Education :Some Applications ،OECD،Paris، 1968، ،P.95.
20- Peter W.House and John Mcleod : Large Scale Models For Policy Evaluation، New York ، John Wiley and Sons ، 1977، p 149.
21- Romesh Verma: Educational Administration، Anmol Publications Pvt. Ltd، New Delhi، 2005.
22- Stephen P.Robbins : The Administrative Process ، Englewood Cliffs،N.J.Prentice Hall ، 1976،P.50.
23- M . Bernant: Mathematical Models for Educational Planning Academy of Science، Moscow ، USSR ،1972 ،P.3.
24- Bakhtiar Shabani Varaki ، Lorna Earl: Math Modeling in Educational Research: An Approach to Methodological Fallacies، Australian Journal of Teacher Education، Vol. 31، No. 2، 2006، P. 29.
25- West Churchman ،Russell Ackoff and Leonard Arnoff : Introduction to Operations Resarch، New York ، Jon Wiley and sons ،1957.
26- W. Balinsky and A Reisman some Manpower Planning Models Based on Levels of Educational Attainment Management Science،Vol 18 (B)، August، 1972.

مجلة كلية التربية . جامعة طنطا
ISSN (Print):- 1110-1237
ISSN (Online):- 2735-3761
DOI: - 10.21608/mkmgt.2021.71356.1001
ابريل (٢٠٢١)