النماذج الرياضية كأداة للتخطيط التربوى

دكتور محمد صبرى الحوت
مدرس أصول التربية
كلية التربية - جامعة الزقازيق

مع تزايد الاهتمام برأس المال البشرى كعنصر هام فى عملية التنمية الاقتصادية والاجتماعية ، ذلك العنصر الذى ينمى بطرق متعددة من أهمها نظام التعليم الشكلى ، ومع تزايد الاهتمام بترتيب الأولويات داخل النظام التعليمى وخارجه سواء كانت مرتبطة بهذا العنصر الهام أو بالأهداف والقضايا المتصلة بالنظام التربوى ككل ، بدأ الاتجاه العالمى ، خاصة فى بداية الستينات من هذا القرن ، نحو الاهتمام بموضوع التخطيط التربوى سواء على مستوى السياسة التعليمية أو الاستراتيجية التعليمية أو العمليات الاجرائية ، كأداة دقيقة لتحقيق الأهداف التربوية .

ولعل من أهم العوامل التى أدت الى هذا الاهتمام : الزيادة المطردة فى السكان وما يرتبط بها من زيادة الطلب على التعليم بمختلف مراحله ، التغير المستمر فى هيكل النشاط الاقتصادى وما يرتبط بذلك من تغير فى حجم قوة العمل المطلوبة للعمل فى كل قطاع من قطاعاته وما يرتبط بذلك ايضا من تغير فى التركيب الوظيفى ، والارتفاع الملحوظ فى مستوى المعيشة وما يرتبط بذلك من اطراد رغبة الفرد فى تعليم نفسه أو ابنائه ، والتقدم العلمى والتكنولوجى وما يرتبط به من آثار كبيرة تؤدى بالضرورة الى الاهتمام بالتخطيط التربوى كأداة مفيدة فى عملية اعداد الأفراد للمساهمة فى تحقيق أهداف خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية للمجتمع . ويرتبط بهذه العوامل ايضا عدم الاتزان الذى قد يحدث كثيرا بين متطلبات المجتمع من التعليم ، والنمو الطبيعى له ، مما حتم ضرورة اتخاذ اجراءات معينة لمحاولة التحكم فى نمو النظام التعليمى كما

وكيفا بحيث يمكن تحقيق قدر من الاتزان بين متطلبات المجتمع من النظام التعليمى وقدرة هذا النظام على الوفاء بهذه المتطلبات ٠

اهميـة البحث :

مع زيادة الاعتماد على الرياضيات فى معالجة بعض المشـكلات الاجتماعية ، وجد اداريو ومخططو الأنظمة التعليمية أن اجراءاتهم المتعلقة بنواحى الادارة والتخطيط غير ملائمة بدرجة كبيرة لكى يوضع فى الاعتبار المتغيرات المتعددة المتفاعلة الموجودة فى انظمتهم ٠ وفى محاولة للتغلب على هذه الصعوبة ، ولادخال طريقة منهجية محكمة الى هذه الأنظمة ، اتجه المخططون الى النماذج الرياضـــية التى استخدمت بنجاح فى احد المجـــالات الوثيقة الصـــلة بالتربية وهو الاقتصاد ٠ لذلك فان العديد من المنظمات الدولية مثل اليونســـكو والمعهد الدولى للتخطيط التربوى ، خصصـــت جـــزءا كبيرا من امكانياتها لبحث امكانية تطبيق النمـــاذج الرياضـــية فى الأنظمة التعليمية (١) ٠

مشـكلة البحث :

تتحدد المشكلة الأساسية للبحث فى توضيح كيفية استخدام النماذج الرياضية كأداة للتخطيط التربوى ٠

وعليه فان البحث يهدف بصفة عامة الى بيان اهمية النمـــاذج الرياضية واستخدامهـــا فى التخطيط التربوى اكثر من كونه يهتم بتوضيح كيفية اسهام نموذج معين فى حل مشكلة تعليمية معينة ٠

اجراءات البحث :

تتحدد هذه الاجراءات فى دراسة المحاور التالية :

١ - أهم طرق التخطيط التربوى ٠

٢ - تعريفات النموذج الرياضى ٠

٣ - كيفية بناء النموذج الرياضى ٠

٤ - أهم مشكلات بناء النموذج الرياضى ٠

٥ - التصنيفات المختلفة للنماذج الرياضية ٠

٦ - بعض الأمثلة الخاصة باستخدام النماذج الرياضـــية فى التخطيط التربوى ٠

٧ - الارتباط بين النماذج الرياضية وايديولوجية المجتمع ٠

طرق التخطيط التربوى : Approaches to Educational Planning

تتوافر طرق مختلفة يحتاج المخطط التربوى للاختيار منها او كلها عند اعداده للخطة التربوية ، وذلك فى ضوء كونه - على سبيل المثال - يخطط تبعا للاحتياجات التربوية ، او تبعا لمتطلبات التنمية القومية ٠ وهذه الطرق هى :

١ - طريقة الطلب الاجتمـاعى : The Social Demand Approach

يحدد Coombs الطلب الشعبى على التعليم بأنه المجمـــوع الكلى لطلب الأفراد فى زمن ومكان معينين ، تحت الظروف الثقافية والسياسية والاقتصادية السائدة ٠ ويكون الطلب اكثر من العرض حينما يكون عدد الفصول والأماكن المتـــاحة للتعليم اقل من عدد المتقدمين لشغلها (٢) ٠

وتهتم هذه الطريقة بالتنبؤ بالطلب الاجتماعى على التعـــليم

متمثلا فى العدد المتوقع من التلاميذ مستقبلا حتى يمكن توفير الأماكن اللازمة · ويتم هذا عن طريق جمع بيانات عن السكان فى سن التعليم حسب مستويات العمر المختلفة وتحديد عدد المقيدين منهم فعلا فى مراحل التعليم المختلفة · ثم عمل اسقاط لعدد السكان فى سن التعليم حسب مستويات العمر ولعدد الطلاب المقيدين حسب المرحلة التعليمية حتى سنة الهدف ·

وتحدد المعدلات التى يتم فى ضوئها عمل الاسقاطات بعوامل منها : مستوى التعليم الذى يطلبه الأفراد ، تكلفة هذا التعليم ، عدد القوى البشرية المتعلمة والمدربة التى يحتاجها الاقتصاد القومى ، وعدد الوظائف التى يمكن أن تتاح ·

٢ - طريقة التنبؤ بالقوى البشرية :
The Manpower Forecsting Approach

يهدف تخطيط القوى البشرية الى التنبؤ بهيكل القوة العاملة فى المستقبل ، والذى يعتمد على حجم وتركيب الاقتصاد فى هذا الوقت · وهنا يكون ضروريا التمييز بين ما هو أساسى اقتصاديا ، وبين ما هو مرغوب تعليميا ·

يرى Sheehan انه يمكن التنبؤ بالقوى البشرية عن طريق عمل اسقاطات للاتجاهات الماضية للتغيرات فى الانتاجية والتغيرات المرتبطة فى التركيب المهارة للقوة العاملة · وبهذا يمكن استدلال الطلب على مستويات المهارة المختلفة كنتيجة لتغير معين مخطط أو مفترض فى الانتاجية · كما يمكن القيام بهذا التنبؤ عن طريق مسح آراء اصحاب العمل حول المتطلبات المستقبلية من القوى البشرية (٣)· ويتبع التنبؤ بمتطلبات القوى البشرية ان يقوم المخطط التربوى بتحديد المطلبات التربوية فى ضوء مستويات المهارة المختلفة ·

وتفيد هذه الطريقة فى معالجة عدم التوازن الذى قد يحدث بين مخرجات النظام التعليمى وبين الاحتياجات من القوى البشرية · وذلك لأن النظام الاقتصادى يخلق احتياجات متعددة من القوى

البشرية ويكون على النظام التعليمى أن يستجيب لها بتخريج الافراد المطلوبين كمـا وكيفا .

٣ ـ طريقة معدل العـائد : The Rate of Return Approach

يتمثل الغرض الأساسى من تطبيق هذه الطريقة فى مقـــارنة الاستثمار فى التعليم بالاستثمار فى القطاعات الاقتصادية والاجتماعية الأخرى ، وفى تحليل العلاقة الحالية بين التعليم والاقتصاد . وتقـوم هذه الطريقة اساسا على تحليل العلاقة بين تكلفة التعليم والفـــائدة منه ، وايضا على تحليل العلاقة بين تكلفة التعليم وفعاليته . وباعتبار أن الاستثمار فى التعليم له فوائد فردية مثلما له فوائد للمجتمع ككل ، فيكون من الضرورى تحديد انواع التعليم ذات الفائدة الأكبر للأفراد والمجتمع . يضاف الى ذلك ان مقارنة فوائد الاستثمار فى التعـــليم بفوائد الاستثمار فى القطاعات الأخرى يساعد فى عملية توزيع الموارد بين التعليم وتلك القطاعات .

وطريقة معدل العائد ـ التى تبنى أساسا على دراسة الاتجاهات الماضية ـ تفيد فى تحديد انواع التعليم التى يمكن اعطـــاؤها موارد اكثر ، وفى زيادة فعالية المخرجات التعليمية (٤) .

ويلاحظ حاليا أن الاهتمام بزيادة الموارد المالية للتعليم بهدف زيادة العائد منه ، قد تحول الى الاهتمام بزيادة العائد من التعـليم وتحسين فعاليته فى ضوء الموارد المتاحة . اى الحصول على اقصى عائد ممكن من الموارد المتاحة فعلا .

وهذه الطرق الثلاث تكمل بعضـــــها البعض ، ولذا يجب على المخطط التربوى أن يوحد بينها عند بناء الخطة تحقيقا لأهداف التنمية الشاملة للمجتمع . فالخطة التربوية الجيدة هى التى تهتم بمحـاولة تلبية الطلب الاجتماعى فى ضوء احتياجات المجتمع من القوى البشرية ذات التخصصات المختلفة ، بما يؤدى الى زيادة العائد من التعليم ، نظرا لانخفاض الفاقد كاحد أسباب هذه الزيادة ، نتيجة لعدم التركيز على الكم فقط او الكيف فقط بالنسبة للخريجين ، او عدم التركيز على التخصصات ذات العائد المنخفض .

وسواء اكان التخطيط كميا او كيفيا ، متبعا فيه اى من الطـرق السابقة او كلها ، فان النماذج الرياضية تكون اداة تتميز بالدقة يمكن أن يستخدمها المخطط فى بناء خطته ٠

مفهوم النموذج الرياضى : The Concept of Mathematical Model

النموذج الرياضى هـــو وصف لنظـــام حقيقى بدلالة متغيراته الداخلية والخارجية والعلاقات السببية بينها وذلك بأسلوب لفظى أو رياضى ٠ وهـــذه العلاقات ضرورية للتحقق من صدق النموذج ويكون هذا التحقق سهلا اذا كانت العلاقات كمية أكثر من كونها كيفية ٠

يعرف Tinbergen & Bos النموذج بأنه تمثيل للاحتياجات من القوى البشرية والتعليم ، وهو ليس محاولة للتنبؤ بما هو محتمـل ولكن ما سوف يحدث بالفعل (٥) ٠

ويرى Murthy أن النموذج الرياضى هو صياغة لبعض مظاهر نظام ما تمثل فيها المتغيرات بصورة رمزية (٦) ٠

والنماذج الرياضية تفيد فى التنبـؤ (٧) باتجاهات النظـــام التعليمى وتطوراته المستقبلية ٠

ويرى Bermant أن استخدام النماذج فى مجال التربية يفيد فى توضيح الحركة الديناميكية للنظام ، ويساعد فى تفسير البيانات الاحصائية ، والتنبؤ باتجاهات نمو النظام واكتشاف النتائج المترتبة على اتخاذ قرارات معينة بشأنه ٠ وهى تســـاعد فى تقويم البدائل المختلفة لتطوير النظام فى المستقبل وفى حساب متطلباته من الموارد المالية والبشرية (٨) ٠

بنـاء النماذج الرياضية : Mathematical Models Building

يرى Wold أن بناء النموذج يمثل اتجاها علميا لحـــل مشكلة ما او لانجاز هدف مرغوب فيه ٠ وحيث أن كل نموذج ـ وهـو الذى أما ان يكون نموذجا جديدا او تطويرا لنموذج سابق ـ يحتوى

على عناصر نظرية واخرى امبريقية ، فان بناء النموذج يتعلق بكيفية المواءمة بين هذه العناصر بطريقة ملائمة (٩) .

عند بناء نموذج رياضى لابد من توافر عدد من الشروط منها : ان يكون قابلا للتطبيق فى النظـــام محل الدراســـة ، ان يغطى كل المتغيرات المدروسة ، ان تكون المعاملات المستخدمة متفقة مع الواقع ، وان يكون قابلا للفهم والاستخدام بواسطة هؤلاء الذين سيتعاملون معه .

وطالما ان النموذج يبنى لحل مشـــكلة معينة او لانجاز هدف معين مرغوب فيه ، فانه يكون من الضرورى تحديد أهداف النظـــام محل الدراسة والقيود المفروضة عليه قبل البدء فى بناء النموذج . وهذا يتبع بتحديد العـــلاقة بين كل هـــدف او قيد وبين المتغيرات القرارية التى يمكن ان تحكم بواسطة متخذ القرار .

يشير Armitage ان كل مرحلة من مراحل النظام التعليمى تحتوى على عمليات متعددة يجب التمييز بينها عند بناء النموذج . ولوصف كيف يعمل النظام ، يجب ان يوضع فى الاعتبار تدفق الطلاب من العمليـــة س١ فى الزمـــن ن الى العمليـــة س٢ فى الزمـــن (ن + ١) (١٠) . وهذا التدفق قد يكون من مرحلة تعليميـــة الى أخرى ، وقد يكون من صف دراسى الى آخر .

وبناء نموذج رياضى لدراسة التدفق الطلابى يتضمن الخطوات التالية :

١ ـ تحديد سنة الاساس .

٢ ـ تحديد فترة التنبؤ للنموذج .

٣ ـ تعريف واضح للعناصر المتضمنة فى تدفق الطلاب : عـــدد الطلاب فى بداية سنة الاساس ، الداخلون الجدد الى المرحلة التعليمية او الصف الدراسى محل الدراسة ، الباقون للاعادة من السنة السابقة ، المتسربون قبل واثناء سنة الاساس ، الوفيات قبل واثناء سنة الاساس ، والمتخرجون من هذه المرحلة التعليمية او الصف الدراسى .

٤ - تحديد العوامل التى تؤثر فى تغيير قيم المتغيرات السابقة ، ويعتبر النمو السكانى أهم هذه العوامل .

٥ - جمع معلومات عن قيم هذه المتغيرات والعوامل المؤثرة ، فى الماضى والحاضر .

٦ - تقويم التطور المستقبلى للعوامل المؤثرة والذى يكون تلقائيا فى حالة السكان .

٧ - حساب التنبؤات من المعادلات التى تمثل العـــلاقات بين المتغيرات المختلفة .

ويجب أن يراعى أيضا عند بناء النموذج أن الانتقال من عملية الى اخرى (مثلا من مرحلة تعليمية الى مرحلة تالية) لا يحدث دائما بطريقة سهلة ، ولكن غالبا ما يوجد عدد من الصعوبات والتى تسمى بعنق الزجاجة . وتوجد مشكلة عنق الزجاجة حينما لا يكون التدفق الطلابى نتيجة للطلب على الاماكن ، ولكنه محدد بالعرض منها .

ويرى Stone أن بناء نماذج تربوية يشير الى تكنيكات جديدة هامة يمكن أن تفيد فى بناء البرامج التربوية والتحكم فيها (١١) .

وتحدد منظمة الـ OECD أربعـــة مكونات لبناء النموذج ، وهى* :

١ - متغيرات تصف الظاهـــرة وتنقسم الى نوعين : متغيرات داخلية المنشأ يحصـــل على قيمتها من حل المعادلات المتضمنة فى النموذج ، ومتغيرات خارجية المنشأ يحصل على قيمتهـــا من خارج النمـــوذج .

(*) يمكن الرجوع الى المصدر لمزيد من التفصيل .

٢ ـ علاقات بين المتغيرات يعبر عنها فى معادلات خطية او غير خطية ، او معادلات مستقلة او انية .

٣ ـ تقدير المعاملات التى تحكم العلاقات والذى يمكن ان يتم خارج النموذج او من خلال راى الخبراء .

٤ ـ اجراءات حل النموذج (١٢) .

مشكلات بناء النموذج : Model Building Problems

تواجه المخطط التربوى عند بنائه للنموذج الرياضى عدة مشكلات يتمثل اهمها فى :

١ ـ طبيعة المتغيرات التى يتعامل معها المخطط . ففى مجال العلوم الطبيعية يعبر عن المتغيرات فى صورة وحدات معرفة ، أما الظاهرة الاجتماعية فيصعب وضع متغيراتها فى تلك الصورة .

٢ ـ تعقد العلاقات بين المتغيرات المتضمنة فى النموذج . فمثلا اذا كان من الممكن دراسة انتاجية المدرس بدلالة عدد الطلاب فى الفصل ، فانه عندما يصبح النظام اكثر تعقيدا حيث توجد متغيرات اكثر يجب اضافتها للنموذج ، وعندما تكون العلاقات التى تحكم النظام مكونة من معادلات ومتباينات فى نفس الوقت ، فان حل النموذج يصبح اكثر تعقيدا .

٣ ـ الوقوع فى اخطاء مثل : اختيار نموذج غير مناسب وذلك فى حالة تبنى نموذج موجود فعلا ـ خطأ التقريب فى القيم بحذف بعض العلاقات او بتجميع او احلال علاقات مجهولة بمتغير يختار عشوائيا ـ خطأ استخدام متغير يقاس بدلالة متغير آخر غير قابل للقياس .

٤ ـ تجميع البيانات والاحصاءات اللازمة لبناء واستخدام النموذج .

تصنيف النماذج الرياضية : Classification of Mathematical Modols

يمكن تصنيف النماذج الرياضية المرتبطة بالتخطيط التربوى تبعا لوجهة نظر بعض المهتمين بهذا المجال كما يلى :

يرى Davis انه توجد نقاط متعددة للبدء فى تنمية الموارد البشرية وان اختيار احداها سوف يؤثر على اختيار النموذج . فقد يكون البدء بمجموعة من الاهداف السياسية او الثقافية او الاجتماعية تعهد المجتمع بتحقيقها ويكون النموذج هنا مبنيا على هذه الاهداف ويفيد فى تحقيقها . مثال ذلك تعهد المجتمع بتوفير تعليم ابتدائى لجميع الاطفال فى سن معينة .

وقد يبدأ بتقدير الموارد المتاحة ، حيث يبنى النموذج على مدى اتاحة تلك الموارد . وفى هذا النوع يقصد المخطط الى جعل توزيع الموارد على مستويات وانواع التعليم المختلفة اقرب ما يكون الى الى الأمثل . وهنا يجب على المخطط ان يزيد عدد الخريجين من المستويات التعليمية المختلفة الى اقصى حد طبقا للعائد المتوقع منهم .

وقد يبدأ ايضا بتحديد متطلبات او اهداف الموارد البشرية فى قوة العمل . والنموذج الذى يبنى على هذه المتطلبات يمثل التدفق بين قوة العمل ونظام التعليم (١٣) .

ومن الدراسات الرائدة فى مجال تصنيف النماذج الرياضية فى التخطيط التعليمى تلك التى قام بها Correa حيث يقسم تلك النماذج الى كمية وكيفية (نوعية) . تستخدم النماذج الكيفية على سبيل المثال لدراسة العلاقة بين نوعية التعليم والانفاق عليه . والنماذج الكمية اما ان تكون نماذج جزئية او نماذج تجميعية (وهذا التقسيم ينطبق ايضا على النماذج النوعية) . تشمل النماذج الكمية الجزئية كل النماذج التى تشير الى العملية التعليمية نفسها ، فى حين ان النماذج الكمية التجميعية تشمل كل النماذج التى تشير الى النظام التعليمى ككل او الى جزء منه . وتدرس النماذج الكمية التجميعية

التعليم بدون النظر الى اصوله ، فعناصرها الأساسية هى عدد الطلبة والمبانى ... الخ . اما النماذج الكميـــة الجزئية فتذهب بعمق الى تحليل اصوله بدون النظر الى النظام ككل ، مثـــل ماذا يحدث فى الفصل المدرسى . وتقسم النماذج الكمية التجميعية الى نماذج تسمح بالاختيار بين البدائل مثل نموذج خاص بسياسة مثلى لقيد الطلاب ، ونماذج لا تسمح بالاختيار بين البدائل مثل نموذج تدفقات الطلاب فى النظام التعليمى (١٤) .

وتصنف نماذج النظام التعليمى على المستوى القومى تبعا لوجهة نظـــر Fox & Sengupta الى نماذج ذات قطاعات قليلة حيث يتحدد النموذج بنوع دالة الانتاج وبعلاقة متوازنة لنمو قوة العمـــل ذات مستوى تعليمى معين . ونماذج ذات قطاعات عـــديدة يعرف النظام التعليمى فيها بانه نظام متصل العمليات ، كما تشتمل على كل اشكال التعليم والتدريب . وأيضا نماذج البرمجة التى يعتبر الاستثمار فى التعليم فيها احد مكونات الاستثمار القومى الكلى (١٥) .

كما تصنف النماذج الرياضية تبعا لمنظمة الـ OECD الى أربـع مجموعات تبعا لمواصفاتها :

- مواصفات موضوع النموذج (بما يتعلق النموذج ؟) .
- مواصفات وظيفية (ماذا يفعل النموذج ؟) .
- مواصفات تحليلية (ما هو شكل النموذج ؟) .
- مواصفات المصدر (من يبنى النموذج ؟) .

اولا : مواصفات موضوع النموذج

يمكن النظر اليها بدلالة الأبعاد الآتية : مجال الموضوع وتغطيته ، مستوى التعليم ، ونوع التعليم .

(١) مجال الموضوع وتغطيته :

يوجد بداخلها ثلاث مجموعات من النماذج : نماذج تتعامل مع قطاع التعليم بنفسها ـ نماذج تربط التعليم بالقطاعات الاجتماعية والاقتصادية الأخرى (قوى بشرية ـ انتاج ـ صحة ... الخ) ـ نماذج مجالها محدد للمؤسسات التعليمية .

ويرتبط بهذا ما اذا كان النموذج يغطى قطاع التعليم ككل او اجزاء منه فقط .

(٢) مستويات التعليم :

تقسم النماذج حسب مستويات التعليم المختلفة : ابتدائى ـ اعدادى ـ ثانوى ـ عالى .

(٣) انواع التعليم :

اما ان تقسم النماذج حسب نوع التعليم : عام او فنى مثلا ، او تقسم حسب انواع المتغيرات المتضمنة . وتوجد ثلاثة انواع من المتغيرات: متغيرات خاصة بالطلاب بدلالة المخزون او التدفق ـ متغيرات خاصة بالمدرسين بدلالة المخزون او التدفق ـ متغيرات أخرى مثل النفقات الأولية ومخزون راس المال .

ثانيا : مواصفات وظيفية

يمكن التعرف على بعدين عريضين داخل هذه المجموعة من المواصفات : الغرض العام من النموذج ـ ادواره او استخداماته النوعية .

وهنا تقسم النماذج الى اربع مجموعات : نماذج وصفية ـ نماذج تنبؤية ـ نماذج قرارية ـ نماذج المحاكاة .

ثالثا : مواصفات تحليلية

وهى تتعلق بشكل النموذج وتتضمن كل المظاهر التكنيكية لبنائه واستخدامه . ويرتبط بهذا وجود نوعان من الخصائص للنماذج الرياضية فى التعليم :

١ ـ المعنى الجوهرى او الحقيقى لمعادلات النموذج والذى قد يكون سلوكيا ، تكنولوجيا ، قانونيا ، او تعريفيا . فمثلا العلاقة بين مساحة الفصل وكثافة المقاعد ذات معنى تكنولوجى ، فى حين ان الحد الأقصى للقبول مثلا يكون ذا معنى قانونى .

٢ ـ الشكل الرياضى لمعادلات النموذج والذى قد يكون : معادلات او متباينات ـ معادلات احتمالية او غير احتمالية ـ معادلات خطية او غير خطية ـ دوال مستمرة او متقطعة .

رابعا : مواصفات المصدر

يمكن ان تسهم القطاعات التالية فى بناء النموذج : الهيئات الحكومية المسئولة عن التعليم ـ مكاتب الاحصاء ـ الجامعات ـ الهيئات غير الحكومية ـ الهيئات الدولية (١٦) .

ويمكن ان تصنف النماذج الرياضية ايضا كما يلى :

١ ـ نماذج تقريرية ونماذج احتمالية حيث يشيع النوع الأول فى العلوم الطبيعية ، بينما يستخدم النوع الثانى فى العلوم الاجتماعية حيث يتواجد مبدأ عدم التأكد .

٢ ـ نماذج ديناميكية ونماذج استاتيكية حيث تكون متغيرات النوع الأول تعتمد على فترات زمنية متعددة ، فى حين ان متغيرات النوع الثانى تعتمد على نفس الفترة الزمنية .

٣ - نماذج وصفية ونماذج تحليلية حيث تحاول الأولى ان تقيم علاقات مثير - استجابة للنظام بدون سبر غوار الأسباب التى ادت الى تواجد مثل هذه العلاقات ، بينما تحاول الثانية تحليل السلوك داخل النظام ٠

أمثلة لاستخدام النماذج الرياضية فى التخطيط التربوى

باعتبار ان الطلب الاجتماعى على التعليم هو محاولة للتنبؤ بالأعداد المستقبلية من الطلاب الذين سوف يكون مطلوبا دخولهم النظام التعليمى ، وان طريقة القوى البشرية تحاول تقدير المخرجات المطلوبة من النظام التعليمى (١٧) ، فسوف يشير هذا البحث الى بعض الأمثلة التى توضح استخدام النماذج الرياضية كأداة يمكن استخدامها فى اى من الطرق المتبعة فى التخطيط التربوى ٠

أولا : نماذج مرتبطة بطريقة الطلب الاجتماعى على التعليم

نموذج Birkeland للتنبؤ بالقيد والمخرج التعليمى فى المرحلة بعد الثانوية فى النرويج (١٨) ٠

صمم هذا النموذج كمساعد فى عملية التخطيط التعليمى عن طريق التنبؤ بالقيد الطلابى والتخرج والتسرب فى الجامعات والمعاهد الأخرى بعد مرحلة التعليم الثانوى ٠ وقد حددت فترة التنبؤ للنموذج بعشرين عاما ، مع وجود حرية لاختيار فترة أطول أو اقصر ، وهو يغطى كل احتمالات التعليم المستمر الحالية مع عدم وضع عامل الجنس فى الاعتبار ٠ وقد وضع فى الاعتبار عند بناء النموذج مدى اتاحة المعلومات اللازمة التى لا يتوقع ان تظل ثابتة لفترة طويلة ، ولذا فان المعاملات يمكن أن تختلف مع الوقت ٠

يبدأ وصف النموذج ببيان عدد الطلاب فى كل صف دراسى عند زمن معين (سنة الأساس) ٠ وفى نهاية السنة الدراسية يتم تحديد عدد

المتسربين من كل صف ، عدد المنقولين الى الصف او العملية التاليـة ، وعدد الباقين للاعادة .

وعن طريق النموذج يمكن حساب ما يلى * :

ـ عدد الطلاب الكلى فى كل صف لكل سنة من سنوات فترة التنبؤ

$$N_{r,i}(t+T) = c_{r,i-1}(t+T-1) \cdot N_{r,i-1}(t+T-1), \quad i = 2 \ldots\ldots 10$$

حيث : $N_{r,i}(t+T)$: عدد الطلاب فى الصف (r,i) فى السنة $(t+T)$ ،

$C_{r,i}(t+T)$: ذلك الجزء من الطلاب المقيدين فى الصف (r,i) فى عملية تعليمية معينة فى بداية السنة $(t+T)$ ، الذى سوف يقيد فى السنة التالية فى الصف $(r,i+1)$.

ـ عدد المتخرجين من كل عملية تعليمية لكل سنة من سنوات فترة التنبؤ

$$E_r(t+T) = \sum_{i=1}^{10} \left[h_{r,i}(t+T-1) + v_{r,i}(t+T-1) \right] N_{r,i}(t+T-1)$$

حيث : $E_r(t+T)$: عدد المتخرجين من عملية تعليمية معينة اثناء العام الدراسى $(t+T-1/t+T)$

$h_{r,i}(t+T)$ & $v_{r,i}(t+T)$: ذلك الجزء من الطلاب المقيدين فى عملية تعليمية معينة فى بداية السنة $(t+T)$ الذى يتخرج اثناء العام الدراسى . $(t+T/t+T-1)$

وتكون $h_{r,i}(t+T)$ تشير للتخرج فى الخريف و $v_{r,i}(t+T)$ تشير للتخرج فى الربيع .

(*) يمكن الرجوع للمصدر لبيان كيفية اشتقاق المعادلات .

ـ عدد المتسربين الكلى من كل عملية تعليمية لكل سنة من سنوات فترة التنبؤ

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

حيث : $M_r\ (t+T)$: عدد المتسربين فى عملية تعليمية معينة اثناء العام الدراسى $(t+T-1/t+T)$

$F_{r,i}\ (t+T)$ معامل الانتقال للتسرب ٠

ثانيا : نماذج مرتبطة بطريقة التنبؤ بالقوى البشرية

نموذج Balinsky & Reisman لتخطيط القوى البشرية تبعا لمستويات الانجاز التعليمى (١٩) ٠

فى هذه الدراسة وضعت العلاقات بين القطاعات الاقتصادية والتعليمية لمجتمع ما فى الاعتبار بواسطة نماذج التدفق المعتمدة على الزمن ٠

يتطلب تدعيم التنمية الاقتصادية والاجتماعية عرضا مستمرا من موارد بشرية مدربة متخصصة الا ان كميات الموارد البشرية والمالية التى يمكن تخطيطها لبناء وتشغيل الأمور التعليمية تكون دائما محدودة ٠ لهذا يكون السؤال الاساسى هو : ما هى السياسات الاكثر فعالية التى سوف توفر القوى البشرية المطلوبة ؟ ولتقليل الفقد والتوجيه الخاطىء للموارد البشرية والمالية فيجب أن يرتبط التخطيط المنظم للنظام التعليمى بالطلب المتوقع على القوى البشرية وأن يتسق مع خطط الاستثمار الاقتصادى ٠

النموذج المقدم هنا هو برنامج تعليمى فردى ـ نموذج متعدد الفترات لتخطيط القوى البشرية ٠ هذا البرنامج قد يكون مثل برنامج تدريب للمتسربين أو الخريجين من المدرسة الثانوية ، أو برنامج للحصول على درجة الماجستير لتخصص معين ٠ ويجب التمييز بين هؤلاء الذين اتموا البرامج بحصولهم على شهادة أو درجة مثلا ، وبين هؤلاء الذين لم يتموه ٠

يتضمن نموذج التخطيط متعدد الفترات سلسلة احداث دورية عبر الزمن ، تمثل كلهـا افق التخطيط الكلى الذى سوف يفترض انـه يتكون من N من الفترات المتساوية المدة الزمنية . وسوف يفترض ايضا ان المدة الزمنية للعملية التعليمية تساوى واحـــدة من الفترات الزمنية N .

فى هذا النموذج يفترض ان قيم P_N ..... P_2 ، P_1 الممثلة لعدد الطلاب الكلى فى المستقبل N من الفترات) ، معروفة. ويفترض ايضا انه على اساس دراسات القوى البشرية سوف يتوقع ان تكون $d_{1,1}$ ، $d_{1,2}$ ،--، $d_{1,N}$ & $d_{2,1}$ ، $d_{2,2}$ ،--$d_{2,N}$ ممثلة للاحتياجات من القوى البشرية فى المستقبل N من الفترات) من المستويين 1 & 2 على الترتيب . هذه التوقعات تضع فى الاعتبار حالات الموت، التقاعد ، وكل التدفقات الأخرى خارج النظام .

السؤال الآن بالنسبة للنموذج ، ما هو عدد الطلاب الأمثـــل Xt ، فى كل فترة الذى يجب ان يتم اختياره من عدد الســـكان الكلى ، Pt ، المؤهل لدخول النظام التعليمى فى تلك الفترة . هذه الاعداد المثلى تقلل التكاليف للنظام خلال افق التخطيط الكلى .

وتكون معادلات « المدخل ـ المخرج » لمجموعات العمال المتاحة التى يمكن استخدامها هى :

$$(1)\quad S_{1,t+1} + 1 = S_{1,t} + (P_t - X_t) + \lambda(X) - d_{1,t}$$

$$t = 1,2 \text{ ..... } N,$$

حيث :

$S_{1,t+1}$: عدد الافراد فى مجموعة العمال المتاحة التى يمكن استخدامها من المســـتوى (١) فى بداية [(أول فترة زمنية) $t+1$] .

$S_{1,t}$: عدد الأفراد المتاح فى بداية الفترات الزمنية (t) من المستوى (1) .

$(P_i - Xt)$: تدفق الافراد الناتج بواسطة هؤلاء الذين لم يختاروا

لدخول البرنامج التعليمى فى الفترة (Pt — Xt) " t

$\lambda(X_t)$: تدفق الأفـــراد الذين لم يتموا العملية التعليمية فى الفترة [λ (Xt)] ' t

: تدفق الافراد الذين تركوا مجموعة العمال المتـاحة التى يمكن استخدامها لدخول حياة العمل فى الفترة t من المستوى 1 .

أما المعادلة الثانية ، فهى :

$$S_{2,t+1} = S_{2,t} + [X_t - \lambda(X_t) - d_{2,t}, \quad t=1,2,\ldots,N. \tag{2}$$

حيث : $[X_t - \lambda(X_t)]$

: تدفق الافراد الذين تخرجوا من النظام التعليمى من الفترة $[X_t - \lambda(X_t)]$ t .

وتعرف باقى الرموز كمـــا فى المعـــادلة (١) مع اختلاف المستوى .

ثالثا : نماذج مرتبطة بطريقة معدل العائد من التعليم :

حيث أن طريقة معدل العائد تقوم أساسا على مقـــارنة الاستثمار فى التعليم بالاستثمار فى القطاعات الأخرى ممـــا يفيد فى عملية توزيع الموارد بين التعليم والقطاعات الأخرى ، أو على تحليل العلاقة بين تكلفة نوع معين من التعليم والفائدة المترتبة عليه مما يؤثر على زيادة الاقبال الطلابى على هذا النوع من التعليم أو نقصه ، فان اسـتخدام النماذج الرياضية يتم بعد حساب العائد ويتوقف على الغرض من هذا الحساب . وذلك باعتبار أن العائد يحسب فى ضوء بيانات عن الماضى أو الحـــاضر .

فاذا كان الغرض من حساب العائد من التعليم هو مقارنته بالعائد من القطاعات الاقتصادية والاجتماعية الأخرى ، فيمكن بعـــد ذلك استخدام نماذج التوزيعات التى تفيد فى تحقيق توازن فعـــال فى توزيع الموارد بين القطاعات المختلفة .

واذا كان الغرض هو تحديد مقدار الفائدة المترتبة على التعليم ، فيمكن استخدام نماذج التنبوء بالقيد الطلابى ٠

والدراسة التالية مثال لحساب العائد من التعليم ٠

نموذج Smith لقياس معدل العائد من التعليم بعد الثانوى فى استراليا (٢٠) ٠ وهو يفرق هنا بين نوعين من التكاليف : تكاليف اجتماعية ، وهى تشير الى مجموع التكاليف المالية والدخول الضائعة٠ وتشمل التكاليف المالية مرتبات هيئة التدريس ، التكاليف الادارية ، تكاليف الميـــاة والانارة والتدفئة ، والتكاليف السنوية على المبـــانى والأجهزة ٠ أما المكاسب الضائعة من الطلاب فتعرف بأنها تساوى دخول الأفراد المشابهين بدلالة العمر والجنس والمستوى التعليمى السابق ٠

وبالنسبة للنوع الثانى من التكاليف فهو التكاليف الخاصة والتى تعرف بأنها مجموع المكاسب الضـــائعة ، المصـــاريف المدفوعة ، وأى نفقات أخرى تحدث بسبب الالتحاق بهذه المرحلة ٠

وقد عبر المؤلف عن نسبة التكلفة ـ الفائدة بدلالة القيم الحالية ٠

القيم الحالية للتكلفة الاجتماعية لبرنامج تعليمى معين هى

$$C_s = \sum_{i=1}^{n} \frac{(FC_i + EF_i)}{(1+t)^i}$$

والقيم الحالية للتكلفة الخاصة لبرنامج تعليمى معين هى

$$C_p = \sum_{i=1}^{n} \frac{(EF_i + F_i + X_i - L_i)}{(1+t)^i}$$

حيث

EF_i : المكاسب الضائعة للبرنامج التعليمى تحت الاعتبـــار فى السنة i ،

FC : التكلفة المالية للبرنامج التعليمى تحت الاعتبار فى السنة i ،

i : المصاريف المدفوعة فى السنة ،

L_i : اى بدل معيشة يحصل عليه الطلاب اثناء السنة i ،

X_i : اى نفقات اضافية تحدث بواسطة الطلاب فى البرنامج التعليمى اثناء السنة i بسبب الالتحاق بهذا البرنامج من المرحلة بعد الثانوية ،

n : طول مدة البرنامج التعليمى ،

t : معدل الخصم السنوى .

وبهذا يمكن التأكيد انه من الصعب ، ان لم يكن من المستحيل ، فهم سلوك اى نظام تعليمى ، وتحديد اتجاهاته فى المستقبل ، والتنبؤ بنتائج اى قرار تعليمى ، بدون استخدام النماذج الرياضية .

النماذج الرياضية وأيديولوجية المجتمع :

قد يثير البعض قضية مدى ارتباط النماذج الرياضية بالايديولوجية التى يتبناها المجتمع . ويمكن الاشارة الى أن هذا يتوقف على نوع النموذج نفسه . فمثلا النماذج الرياضية التى تدرس التدفق الطلابى فى مرحلة تعليمية ما ، ما هى الا مجموعة من الاساليب الرياضية تهدف الى التعرف على ديناميكية حركة اى فوج تعليمى بدون التأثر بنمط ايديولوجية المجتمع . فى حين أن نماذج اخرى مثل تلك التى تبنى على أهداف سياسية او اجتماعية او ثقافية تعهد المجتمع بتحقيقها، تتأثر بنمط ايديولوجية المجتمع على اعتبار أن هذه الأهداف تختلف من مجتمع لآخر تبعا للايديولوجية التى يتبناها .

ومع هذا كله فانه توجد حاجة كبيرة لكى يقوم المخططون التربويون بدراسات تحدد بدرجة أكبر مدى نفعية واستخدام النماذج الرياضية للمساعدة فى تحسين التخطيط التربوى واتخاذ القرار . حيث أن كثيرا من مشكلات التخطيط التربوى ربما يكون من الأفضل معالجتها باستخدام تكنيكات البرمجة الخطية وغير الخطية (٢١) .

المراجـــع

1 — Johnstone, J. N.; and Philip, H. (1973) : The Application of a Markov Chain in Educational Planning, Socio-Economic Planning Sciences, P. 283.

2 — Coombs, P. H. (1974) : What is Educational Planning ? IIEP Fundamentals of Educational Planning, No. 1, IIEP, Unesco, Paris, P. 38.

3 — Sheehan, J. (1973) : The Economics of Education, Allen and Unwin Ltd, London, P. 78.

4 — Thompson, A. R. (1981) : Education and Development in Africa, The Macmillan Press Ltd, London, P. 145.

5 — Tinbergen, J.; and Bos, H. C. (1965) : An Apprisal of the Model and the Results of its Application, in OECD, Econometric Model of Education : Some Applications, OECD, Paris, P. 95.

6 — Murthy, D. N. (1979) : A Note on Mathematical Model, International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, Vol. 10, No. 1, P. 97.

7 — Wilson, A. (1967) : Mathematical Models in Planning, ARENA (Architectural Association Journal), Vol. 82, No. 911, P. 261.

8 — Bermant, M. A.; Semenov, L. K.; and Sylick, V. N. (1972) : Mathematical Model for Educational Planning, Academy of Sciences, Moscow, USSR, P. 3.

9—Wold, H. O. (1968) : Model Buillding and Scientific Method : A Graphic Introduction,in Griffin C. (ed.) Mathematical Model Building in Economics and Industry, ,Company Ltd, London, P. 144.

10 — Armitage, P.; et al (1969) : Decision Models for Educational Planning, Allen lane the Penguin Press, London, P. 7.

11—Stone, R. (1970) : Mathematical Models of the Economy and Other Essays, Chapman and Hall Ltd, London, P. 285.

12 — OECD (1973) : Mathematical Models for the Education Sector : A Survey, Technical Reports, OECD, Paris, PP. 28-31.

13 — Davis, R. G. (1966) : Planning Human Resource Development : Educational Models and Schemata, Rand McNally & Company, Chicago, PP. 137-163.

١٤ ـ لمزيد من التفصيل يمكن الرجوع الى :

— Correa, H. (1966) : Bassis for the Quantitative Analysis of the Educational System, The Journal of Experimental Education, Vol. 35, No. 1, PP. 11-18.

— ———— (1967) : A survey of Mathematical Models in Educational Planning, in OECD, Mathematical Models in Educational Planning, OECD, Paris, PP. 21-24.

— ———— (1967) : Models and Mathematics in Educational Planning, The World Year Book of Education, Evans Brothers Ltd, London, PP. 414-418.

51 — Fox, K. A.; and Sengupta, J. K. (1968) : The Specification of Econometric Models for Planning Educational System : An Appraisal of Alternative Approaches, Kyklos, Vol. 21, PP. 667-671.

16 — OECD (1973) : Mathematical Models for the Educational Sector, Op. Cit., PP. 35-54.

17 — Williams, G. (1971) : Educational Policies, Plans , and Forecasting During the Niteen-Sixties and Seventies, in OECD, The Development of Educational Planning, Conference on Policies for Educational Growth, Paris, 3-5 June, 1970, Vol. IV, OECD, Paris, P. 35.

18 — Birkeland, E. (1967) : A Model for Predicting Educational Enrollment and Output in the Post-Secondary Educational System of Norway, The Norwegian Research Council for Science and the Humanities, Research Department, Wergelandsveien, Oslo, Norway.

19 — Balinsky, W.; and Reisman, A. (1972) : Some Manpower Planning Models Based on Levels of Educational Attainment, Management Science, Vol. 18 (B), PP. 691-704.

20 — Smith, C. S. (1975) : Rates of Return to Post-Secondary Education in Australia, The Economic Record, Vol. 51, PP. 455-485.

21 — Mc Namara, J. F. (1971) : Mathematical Programming Models in Educational Planning, Review of Educational Research, Vol. 41, No. 5, PP. 420-422.

Mathematical Models as a Tool for Educational Planning

Dr. M. S. EL-HOUT

This research shows how mathematical models can be used in educational planning. To tackle this problem, following points are investigated in some details :

1. Approaches to educational planning :
   a) The social demand approach.
   b) The manpower forecasting approach.
   c) The rate of return approach.
2. The concept of mathematical model.
3. Mathematical models building.
4. Model building problems.
5. Classification of mathematical models.
6. Examples of using mathematical models in educational planning :
   a) Models related to the social demand approach.
   b) Models related to the manpower forecasting approach.
   c) Models related to the rate of return approach.
7. Mathematical models and the society's idiology.