البحـــث الرابع :

« البحث فى الرياضيات التربوية واحد اتجاهاته المتميزه فى مصر »

مقدمـــــة :

زادت البحوث فى الرياضيات التربوية زيادة كبيرة منذ الخمسينات خاصة فى العشرين سنة المـاضية ، واستحدثت مجالات جديدة ينـادى مستحدثوها بالتوسع وعمل العديد من البحوث فيها (١) • ومـــع ذلـك فان البحوث فى الرياضيات التربوية لم تؤد الى فاعلية التربيـــة • فمثلا تطور المناهج وطرق التدريس لم يتأثرا كثيرا بنتائج البحوث التربوية فى هذا المجال ، ولا بأفكار الفلاسفة وعلماء النفس (٢) • ولعل ذلك يرجـــع الى تضارب فى نتائج بعض البحوث أو عدم اعطاء نتيجة وحيدة لبحـــث ما (٣) من جهـــة ومن جهة أخرى الى قصور فى طرق (تكنيات) البحـــث فى المجـــالات المختلفة •

ومن ثم تتضح الحاجة الى ارساء قواعد نظرية للرياضيات التربوية حتى يمكن تجميع وتوحيد البحوث ونموها الاستفادة منهـــا فى التطبيق الفعـــال • وقد نادى بيكر (٤) بضرورة بناء نظرية للرياضيات التربوية وعضـــد نداءه توصيات مؤتمـــرات عالميه (١) (٤) • وعـــلى ذلك فاننـــا نقدم فى هذا البحث فكرة عامة عن بحوث الرياضيات التربوية ، ثم نقدم تصورا للنظرية ومجالات وتكنيات البحث فيها ، مع التعرض الى أحـــــد الاتجاهات الجديدة المتميزة للبحث فى مصر والتى تسبق فيها حتى الدول المتقدمة فى هذا المجـــال •

(*) الرياضات التربوية هى ترجمة mathematical education ولم تأخذ الترجمة المألوفة تعليم الرياضيات حتى تفرق بين معلم الرياضيات والرياضى التربوى mathematical educator وفى هذا نتفق مع فرويد على الرياضات كعمل تربوى mathematics as educational task

أولا : البحث فى الرياضيات التربوية :

البحث فى الرياضيات التربوية هو البحث فى ميدان العلم الذى نسميه طرق تدريس الرياضيات • وعموما فالتسمية الرياضيات التربوية mathematical education أصبحت هى السائدة المقبولة فى المؤتمرات العلمية والمعاهد التربوية • وتتعدد مجالات البحث وقد تختلف من بلد لآخر (قد يكون نامياً أو متقدماً) فى هذا الميدان (٤)،(٥) • اذ أنه يوجد جوانب كثيرة لتعليم وتدريس الرياضيات تقع فى مجموعة بحوث الرياضيات التربوية ومنها : بناء المناهج وتطورها — قياس وتحسين فاعلية المدرس — تحديد وقياس الاتجاهات نحو الرياضيات — حل المشكلات — قياس التحصيل والتقويم — انماء الابداع — تدريب المدرس • ولقد كان القائمون على بحوث الرياضيات تقليديا متخصصين فى علم النفس التربوى حيث كان الاهتمام السائد هو بحث علاقة القدرات العقلية المختلفة بالتحصيل •

وبعد الثورة التى حدثت فى تطوير برامج الرياضيات وادخال الرياضيات الحديثة فى المراحل المختلفة (منذ حوالى الستينات بالخارج والسبعينات بمصر) أصبح الرياضيون التربويون هم المضطلعون بعمل البحوث . كما وجد اتجاه ينادى بتعاون الرياضيين التربويين والرياضيين ومن لهم دور فى عملية التعليم للقيام بالبحوث ، كما تنوعت مجالات البحث فى الرياضيات التربوية • الا أن الاهتمام الأكبر تركز على بناء مناهج جديدة ، مناهج تتمشى مع العصر التكنولوجى الذى نعيش فيه ، وله ارتباط بحياة الناس واحتياجات المجتمع • واستلزم ذلك ضغط على تدريس رياضيات أكثر للتلميذ نتيجة للنمو الهائل فى الرياضيات (والتى تسمى بالحديثة) ولتعدد تطبيقاتها كأساس للتطور العلمى والتكنولوجى ومن ثم زادت الحاجة الى معرفة أكثر عن تعلم الرياضيات يتمشى مع طبيعة الرياضيات النامية وخصائص التلميذ •

واضطلعت المشروعات الرياضية لبناء معظم المناهج المتطورة والقيام ببحوث حول تدريسها وتقييمها • الا ان المناهج المتطورة التى وضعت فى أول الأمر (منذ أكثر من عشرين سنة بالخارج وعشر سنوات بمصر) لم يطرأ عليها الا تغييرات سطحية طفيفة ، وشملها الجمود الى حد ما ، حتى أصبحت محتاجة الى ثورة أخرى تستند الى مبادىء قوية لتثير اتجاه البحوث من جديد من أجل تبسيط رياضيات أساسية تعتبر أحدث من التى أدرجت فى المناهج المتطورة ، مع اثارة أهميتها العلمية والتطبيقية والحيوية للتلميذ وتوضيح كيفية تعلمها وتعليمها •

ومن جهة أخرى فى ظل أهداف مجتمعنا الجديد الخاص بتطوير التعليم بمد سن الالزام ووضع التعليم الأساسى والشامل تتبادر الى الذهن تساؤلات تستحق الفحص والبحث منها : ما هى المفاهيم أو الموضوعات الرياضية التى نود أن يتمكن منها كل التلاميذ فى التعليم الأساسى (أو ما يليه فى التعليم الثانوى) هل التلاميذ الذين سوف يلتحقون بالتعليم الثانوى (أو ما يليه الجامعى) يقومون بدراسة موضوعات تختلف عن أولئك الذين ينهون دراستهم فى نهاية التعليم الأساسى أو الثانوى ، ما هى الرياضيات التى تخدم الظروف البيئية المختلفة (زراعية ــ صناعية ــ بتروكيميائية ــ تجارية ــ ملاحية •••) ؟ هل توجد بعض من طرق التدريس أو تكنياته تكون ذات فاعلية لكل التلاميذ أم ان فاعلية الطرق هى دالة لخصائص التلميذ كميوله واستعداداته وحصيلته ذات النفع فى البيئة ؟ هل نختار طرقا بحيث تبدو أنها تتطلب وقتا أقل فى الدراسة ؟ • وما هو أحسن ترتيب أو تنظيم للافكار الرياضية يبنى به المنهج من التعليم الابتدائى أو الأساسى وخلال التعليم الثانوى ؟

وبالرغم من تعدد الدراسات والبحوث (النظرية والتجريبية) فى الرياضيات التربوية الا أنها ما زالت تعتبر حديثة العهد وغير ذات جدوى•

فقد اشار بجل (٣) عام ١٩٦٩ الى القضايا التى بحثهـا الرياضـيون وأوضح ان معظمها يمكن تصنيفه فى الأصناف العامة التالية ٠

١ ـ الأهداف (الغايات) القصوى للرياضيات التربوية (فمثـلا ما هى الموضوعات التى نود ان يتمكن منها التلاميذ) ٠

٢ ـ تنظيم وتتبع الموضوعات فى المنهج (فمثلا : ما هى المتطلبات التعليمية لتعـلم مفهوم ما) ٠

٣ ـ الاجراءات التدريسية فى التعليم pedagogical procedures (فمثلا ما هى فاعلية طرق الاكتشاف بالمقـارنة بالطـريقة التقليـدية أو الطرق الأخـرى) ٠

٤ ـ طبيعـة ومقـدرات capabilites المتعـلم للرياضيات (فمثلا هل ممكن ان يتمكن كل التلاميذ من المفاهيم والأفكار الهامة فى الجبر والهندسة و ٠ ٠ ٠ ٠ ٠ ٠ ٠ ٠) ٠

وقد استخلص بجل انه بينما البحوث السابقة امدتنا باجابات لاسئلة فى هذه الاصناف الا أنه فى بعض الأحيان تعددت الاجابات وتضـاربت ممـا يجعلنا لا نستطيع الاعتماد عليها وقيمتها واهيه ومشكوك فيهـا ٠ وارجع بجل ذلك الى أن الاجابة على التساؤلات الخاصة بالسلوك المعقد complex للتـلاميذ هى غاية فى السـذاجة والتبسيط ٠ فمثـلا بالرغم من الاعتقاد بأن التلميذ ذا القـدرات الأقل (غـير القـادر) لا يستطيع فهم الرياضيات كالتلميذ الأقدر الا انه توجد بحـوث تبـين النقيض حيث يتضح منها أن التلميذ البطىء يمكن ان يصل تقريبا الى نفس مستوى التمكن من الفهـم والتحصيل للتلميذ الأسرع اذا أعطـى وقت أكثر ٠ أما بيكر (٤) عام ١٩٧١ فقد أرجع قلة جدوى مثل هذه البحوث الى أن القائمـين عليهـا تقليديا متخرجون من أقسـام علم النفس حيث أخذوا دراستهم الشكلية فيها ومن ثم فقد أصبحت البحـوث الناتجـة

غير ذات قيمة للرياضيات التربوية حيث أنها كانت تهدف الى التعلم البشرى بصفة خاصة •

ومن ثم ظهرت الحاجة الى بناء الرياضيات التربوية كجسم منظم من المعرفة تكون كنظرية علمية • وقد أبرز بيكر الحاجة الى مثل هذه النظرية حتى تبنى مجالات الرياضيات التربوية على أساس أكثر صلابة • ولترد على تساؤلات لم تتحدد اجابتها بعد وحتى يمكن الاقتداء بنتائجها • ومن هذه المجالات :

١ ــ بناء المنهج •

٢ ــ سيكولوجية وتعلم الرياضيات •

٣ ــ الفروق الفردية وتدريس الرياضيات •

٤ ــ التقويم والاختبارات التحصيلية •

ومن التساؤلات التى تحتاج الى الرد عليها فى هذه المجالات كما أشار بيكر مثلا على الترتيب : (١) الأهداف القصوى للرياضيات التربوية ، ما هو المنهج الذى نريده ، ما هو المحتوى الذى نريد أن يتضمن ، ما هى طريقة العرض ، من هم التلاميذ الذين يوجه لهم • (٢) كيف يمكن اسراع أو تسهيل عبور التلميذ خلال مراحل النمو لياجية ، متابعة بحوث التعلم بالاكتشاف ونقل أثر التعلم • (٣) تحديد التفاعل بين الاستعداد والتعليم لمعرفة أفضل طريقة فى التدريس لتلميذ معين أو لمجموعة معينة من التلاميذ سواء اعتبرت قدرات التلميذ استاتيكية كما يراها جلفورد أو متغيرة كما يراها بياجيه كدالة لنمو التلميذ العقلى ومروره بخبرات معينة • (٤) تحديد المقاييس التى تعطى معلومات عن كيفية قيام التلميذ بأعمال فى الموضوعات المختلفة فى الرياضيات التقليدية والحديثة ، تحديد بروفيل Profile لقدرات التلميذ وتطويع التدريس لتقوية قدرات التلميذ الضعيفة ، وتطويع التدريس كدالة لزيادة البروفيل مستقبلا ، ولاسراع فهم التلميذ لمفاهيم وأفكار الرياضيات •

ثانيا : النظرية Theory فى الرياضيات التربويـــة

يتضح مما سبق الحاجة الى تجميع ما هو معروف عن تعلم الرياضيات وتعليمها والبداية بتكوين اطار نظرى للرياضيات التربوية • فنحن نحتاج الى تجميع التوجيه النظرى لبناء جسم من المعرفة بأساليب علمية • وذلك حتى يمكن العمل بشىء من العمق فى بحوث الرياضيات التربوية ، ولـكى يمدنا بقاعدة معقولة يمكن ان يبنى عليها النواحى التطبيقية فى تعـــلم وتعليم الرياضيات • وفى نفس الوقت عن طريق فتح قنوات الاتصـــال بين البلدان المختلفة (النامية والمتقدمة) بالمؤتمرات المحليـــة والعالميـــة يمكن ان نكتشـــف عن طـــريق التعـــاون بحث المشـــكلات المشـــتركة فى الرياضيات التربوية •

ولهذا فقد ركز بيكر على أن النظرية لها دور هـــام فى الرياضيـــات التربوية كما لها فى العلوم الأخرى • ويعنى بالنظرية فئة من التعميمـــات المتعلقة بتعلم وتعليم (تدريس) الرياضيات التى تهم معظم الرياضيين التربويين • وهذا يتطلب أن يقوم بالعمل معا مدرســـون لهم خبـــرة فى التدريس وكفاءة ممتازة فى المحتوى الرياضى وفى التربيـــة ، ورياضـــيون يمتازون بمعرفتهم فى الرياضيات وبتفكيرهم الرياضى ، ورياضيون تربويون، وباحثون فى مجالات أخرى ولهم ميل وشغف فى تعلم الرياضيات ولهم أعمال فى بحوث مرتبطة (١) ، (٢) ، (٤) • هذه المجموعة من الأشخاص تختبـــر وضع الرياضيات التربوية وتطبيقاتها العملية الحالية لتـــكوين فئـــة من التعميمات حول تعلم وتعليم الرياضيات • هذه التعميمات تكون نقطة بداية (مثلها مثل المسلمات أو البديهيات فى المجالات الرياضـــية والعلميـــة) لترشيد البحوث فى الرياضيات التربوية • وبهذا فان فئـــة التعميمـــات ســـوف :

١ — تجذب ما هو معروف عن سيكولوجية التعـــلم •

٢ ــ توضح الطريق لعمل البحوث المرتبطة حيث تشتق الفــروض من فئة التعميمــات •

٣ ــ سوف توضح نتائج البحوث عما اذا كانت النظرية ممكن العمل بهـــا Tenable أو كيف يمكن تقويتها وتطويعها •

وباختصار فان النظرية سوف تبين الطريق الى البحث ونتائج البحث قد تؤدى الى وضع اصطلاحات وصيغ على أساس أكثر دقة • وهذه تؤدى الى تكوين جسم منظم من المعرفة مشتق بأسلوب علمى • وبهذا نأمل ان يكون للنظرية دور فى مساعدة المدرس لفهم أكثر لتعليم وتعلم الرياضيات•

وقد استرشدنا برأى بيكر فى وضع أسلوب جديد فى تعلم الرياضيات يعد كنظرية فى تعلم الرياضيات (٦) ، وذلك عن طريق : تحليل الاســاليب المختلفة الحديثة للتعلم ومعرفة جذورها فى نظرية المعرفة وفى علم النفس ، ودراسة الفاعلية التطبيقية فى طرق التدريس المشتقة من هذه الأساليب ، والاستعانة بأفكار التربويين والرياضيين التربويين والرياضيين فى الدراسة التحليلية لهذه الأساليب بالنسبة لمتغيرات تخص علم النفس ، والتربية ، والتدريس،والرياضيات وطبيعتها النامية ، وخصائص التلميذ • وقمنابوضع فئة التعميمات للنظرية المقترحة فى صورة مبادىء بعضها يوحد بين هذه الأساليب وبعضها يكامل بينها ، وبعضها الآخر اهملته هذه الاســاليب • وقد قمنا بوضعه عن طريق خبرتنا فى تدريس الرياضيات النامية (الحديثة والأحدث) فى الجامعه وخبرة طلاب البحوث فى تبسيطها للمراحل الادنى وكذلك عن طريق أفكار الرياضيين المعاصرين الذين لهم خبــرة فى خــلق رياضيات جديدة ولهم شغف بالرياضيات التربوية •

ثالثا : مجالات البحث وتكنياته :

(أ) بالنسبة لمجالات البحث فى الرياضيات التربوية كما أثارتها

مؤتمرات عالمية (١) ، (٢) ، (٣٣) :

١ ــ بحوث فى تنظيم المنهج ، والعلاقة بين الموضوعات الرياضية وتسلسلها •

٢ ــ بحوث نظرية فى معنى ومداخل الموضوعات الرياضية •

٣ ــ بحوث تاريخية للنمو الثقافى للموضوعات الرياضية (كالتفاعل بين النمو الحضارى ونمو الرياضيات) •

٤ ــ بحوث بديهية منطقية axiological للموضوعات (والتركيبات) الرياضية •

٥ ــ بحوث فى تكوين المفاهيم والبرهنة الرياضية •

٦ ــ بحوث فى طرق (تكنيات) التدريس ، وطرق تقويم الانشطة التعليمية فى الرياضيات •

٧ ــ بحوث فى استخدام الأساليب (التكنيات) الرياضية فى دراسة الأحوال التربوية •

٨ ــ بحوث حول التلاميذ الضعفاء فى الرياضيات •

٩ــ بحوث حول التفاعل الناجح وغير الناجح بين المدرس والتلميذ •

١٠ ــ بحوث حول المشكلات العامة فى التعلم والتعليم التى لا تخص الرياضيات •

١١ ــ بحوث حول قدرة التلميذ على قراءة الكتب المدرسية فى الرياضيات وعلى الدراسة الذاتية •

١٢ ــ بحوث حول تأثير أهمية الصرامة والدقة الرياضية للتلاميذ المبدعين ولهم تذوق جمالى للرياضيات •

(ب) بالنسبة لطرق (أساليب تكنيات) البحث :

يستلزم الاتجاه الجديد فى بحوث الرياضيات التربوية تحديث أساليب البحث والمعالجات الاحصائية • فنحن نحتاج فى البداية الى استكشاف explore وجمع معلومات جديدة عن تفاعل التلميذ مع العملية التعليمية لتساعد على وضع التعميمات (المبادىء الأولية) • أما اختبار صحة الفروض التى تشتق من التعميمات فتأتى فى مرحلة تالية لتوسيع جسم النظرية • وهذا يتفق مع رأى بجل وويلسون (٨) فى مراحل البحث الأولى (يجب التركيز على البحوث التى تهدف الى جمع المعلومات أكثر من البحوث بإختبار صحة الفروض » •

ومن جهة أخرى فان بعض المعالجات الاحصائية التقليدية تعطى صورة كلية عن افضلية طريقة عن طريقة ، ولكن لا تعطى صورة دقيقة عن فاعلية طريقة معينه بالنسبة لأى نوع من التلاميذ (قادرين وغير قادرين ــ مبدعين وغير مبدعين • • • • •) أو بالنسبة للمكونات المختلفه للمادة الرياضية (مفاهيم ــ علاقات ــ حسابيات أو مهارات حسابيه ــ نظريات ــ تركيبات • • • • •) • وعلى ذلك فانه لا يكفى فقط أن تعمل مقارنات باستخدام اختبارات المتوسط بين مجموعات التلاميذ على متغيرات الدراسات من خلال استخدام اختبار (ت) أو التحليل المتعدد multiple analysis أو التحليل الملتزم covariance ولكن باستخدام خطوط الانحدار المتميز الدقيق للطرق المناسبة للتلاميذ باختلاف أنواعهم كما يقترح كرونباخ وآخرون (٤) •

كذلك فى تقويم برامج أو وحدة أو كتاب مدرسى لم يعد يكفى نسبة نجاح التلاميذ أو تمكنهم فى التقويم ولكن ينادى بتحديد البروفيل Profile لقدرات التلميذ المختلفة وذلك لكى يطوع

التدريس كدالة للبروفيل لزيادة فهم التلميذ للمفاهيم والأفكار والموضوعات الرياضية الهامة • أو يستخدم أسلوب التحليل المتميز المتعدد descriminent analysis لتقويم مجموعة من البرامج أو الكتب المختلفة (١٢) •

وقد أوصى كواجوش أن تبنى طرق للبحث فى نظرية الرياضيات التربوية لتكون كأى نظرية علمية • وأورد بعضا من هذه الطرق التى تستخدم فى الرياضيات التربوية نقدمها فيما يلى مع توضيحها ومناقشتها :

١ ــ طريقة ضبط المتغيرات : Method of controling conditions

تستخدم هذه الطريقة اذا كانت الدراسة لها عوامل كثيرة ونود ان نبحث أثر متغير واحد بضبط العوامل الأخرى المراد تثبيتها • وهذه الطريقة مألوفه فى العلوم الطبيعية ولكن فى البحوث التربوية نجد أنه ليس من السهل دائما ضبط العوامل المراد تثبيتها •

فمثلا فى بحث عن صعوبة المسائل (المشكلات) اللفظية أخذ كواجوش العوامل الآتية التى تحدد الصعوبة :

(أ) نوع العمليات الحسابية التى تستخدم فى حل المسألة •

(ب) معنى العمليات الحسابية التى تستخدم للعلاقات الرياضية المكونة للمسألة •

(جـ) النواحى التركيبية كخواص العمليات الرياضية كالعملية أو معكوسها للمسألة •

(د) عدد وترتيب العمليات المستخدمة فى المسألة •

(هـ) تنظيم الكلمات أو الالفاظ التى تعطى المعلومات الرياضية أو العلاقات فى الجمل التى تعبر عن المسألة •

(و) أنواع الكميات الموجودة فى المسألة .

(ز) نوع (مدى range) الاعداد فى المسألة .

ولكى يبين تأثير العامل ه على صعوبة المسألة ثبت العوامل الأخرى واستخدم طريقة التعليم المبرمج ليضبط عن قصد أحوال المتغيرات (المواد) التعليمية للتلميذ .

٢ ــ طريقة المقارنة Comparison method :

هذه الطريقة أعم من الطريقة السابقة حيث يمكن اعتبار طريقة ضبط المتغيرات هى أحدى طرق المقارنة . ويمكن أن تصنف هذه الطريقة الى النوعين التاليين :

ــ طريقة الدراسة التتابعية : Follow up investigations

وهذه الطريقة تستخدم فى تحليل بحوث الباحثين الأوائل للتحقق عما اذا كانت نفس نتائجهم يتوصل اليها أم لا بمتابعة نفس برامج بحثهم كمتابعة بحوث بياجيه مثلا .

٢ ــ طريقة المقارنة لمجموعات ضابطة :

وهذه يمكن تصنيفها أيضا الى النوعين :

(أ) نفس المحتوى الدراسى ومجموعات مختلفة من التلاميذ .

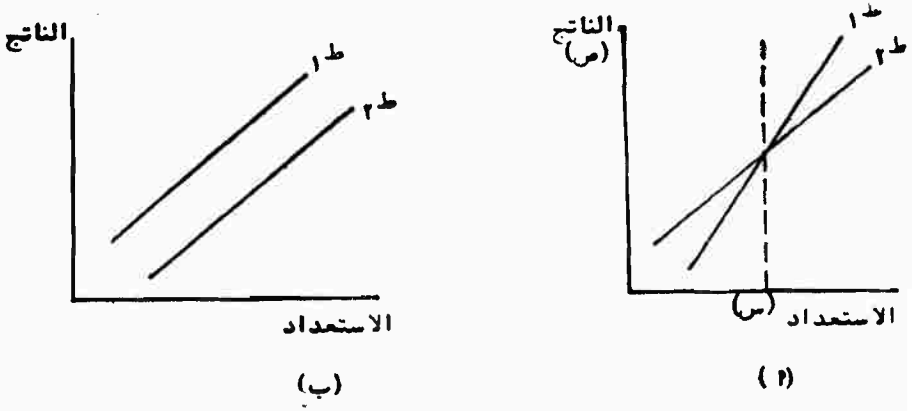
(ب) محتويات دراسية مختلفة ومجموعات متكافئة (متوازية) من التلاميذ .

فمثلا يمكن استخدام الطريقة (أ) لدراسة الفرق بين أوجه التحصيل لمجموعتين مختلفتين من التلاميذ يدرس لهم بنفس الطريقة لنفس المحتوى الدراسى . وأيضا يمكن استخدامها لمقارنة التلاميذ المتخلفين دراسيا والعاديين الذين لهم نفس العمر العقلى فى أوجه تفهمهم لمفاهيم الاعداد .

اما الطريقة (ب) فيمكن استخدامها لدراسة الفرق بين تحصيل مجموعتين متكافئتين من التلاميذ اذا درس لهم محتويان دراسيان مختلفان بعوامل مشتركة •

ويوجد ثم طريقة أخرى تعتبر صورة لهاتين الطريقتين وهى طريقة دراسة الفرق بين التحصيل لمجموعتين متكافئتين من التلاميذ باستخدام طريقتين مختلفتين للتدريس • (تدريس القائى — تدريس بالاكتشاف الموجه — تدريس مبرمج •••) وهنا يكون المحتوى الدراسى بنفس الترتيب المنطقى لنفس المقرر بنفس الاهداف ونفس الزمن •

وقد بين بيكر (٩) ان مثل هذه الطرق مستخدم فى دراسات عديدة ولكنها مختصة بالبحث عن أفضلية طريقتين أو أكثر بالنسبة لمجموعة واحدة أو مجموعات متكافئة من التلاميذ • ولذا فقد اثار أهمية البحث فى فاعلية الطرق المختلفة لانواع مختلفة من التلاميذ حتى يمكن معرفة الطرق المختلفة التى تناسب الفروق الفردية للتلاميذ • ومن ثم فانه يتفق مع كرونباخ فى استخدام خطى الانحدار لطريقتين بالنسبة لقدرات واستعدادات التلاميذ لمعرفة فاعلية الطريقتين بالنسبة لمجموعات جزئية من التلاميذ (القادرين والضعفاء مثلا) • شكل (١) أ يبين أن كل خط انحدار يناظر طريقة ، وكل خط يمثل معادلة انحدار على الصورة ص = ب س + جـ ، حيث جـ الجزء المقطوع من محور الصادات ، ب معامل الانحدار لمتغير القدرات أو الاستعداد ، ص ، س يمثلان على الترتيب متغير الناتج (التحصيل) ، الاستعداد (أو القدرات) • ويوضح هذا الشكل (١) (أ) : أن المجموعة التجريبية يمكن تجزئها الى مجموعتين جزئيتين الأولى للتلاميذ الأقوياء حيث تفضل لهم الطريقة ط١ التدريس والمجموعة الثانية للتلاميذ الضعفاء حيث تفضل لهم الطريقة ط٢ للتدريس • أما شكل (١) ب فيوضح أن الطريقة ط١ هى الأفضل لكل التلاميذ فى المجموعة التجريبية عن الطريقة ط٢ •



شكـــل (١)

٣ ــ طريقة استخدام تحليل رياضى :Method by mathematical analysis

هذه الطريقة ليست محدودة بالمفهوم الضيق الذى يسمى بالاجرائيات الرياضية الاحصائية Stochastics المستخدمة فى التقـــويم التربوى ، ولكن تتسع باستخدام الاجراءات الرياضية الخاصة بالبنيـــة الرياضية والطريقة البديهية • وهى تختص بتجـــريد الأمـــور التـــربوية باعطائها أو مماثلتها بتعاريف وبديهات رياضية ومنها تستخلص بالبرهنـــة خواص وعلاقات مختلفة تطبق على الأحوال والظواهر التربوية الواقعية •

٤ ــ طريقة الاستبطان : Introspection

هذه طريقة لدراسة دوال الحجة والاستدلال الرياضى بواسطة الاستبطان فى عملية التفكير للدارس أو الباحث نفسه • وهى الطريقة التى يتضـــح منها كيف توصل التلميذ الى فهم المسألة ــ كيف فشل أو نجح فى اختراقه المبدئى ــ كيف نجح فى النهاية فى الحصول على فرصة الحل الســـليم بعد مسارات دائرية detours أو بالمحاولة والخطأ • ومن خواص هذه الطريقة انها تدرس عمليات التفكير بالتفصيل عندما ينجح الفرد على التغلب

على الصعاب الماثلة أمامه والطرق المسدودة dead lock وقد استخدمها الرياضيون فى معرفة مراحل الابداع ومنهم بوانكريه ، وهادامارد والتى اعتبرها علماء النفس نواة لدراستهم فى هذا المجال (تيلور (١٠)) •

كذلك استخدمها ساراج (١١) من خبرته الشخصية ومن دراسته فى التوصل الى تحليل الأخطاء وتصنيفها بالنسبة لمتغيرات خاصة بعدم الفهم وهى : عدم الوصـــول الى فكرة ــ التوصل الى الفكرة الخاطئة ــ اللف فى دورات (حلقات مفرغة) going round in circles ــ خـــــرق الخواص ، أو القوانين ــ الفشل فى الفهم حتى بعد اعطاء التفسـيرات والتوضيحات •

ومن جهة أخرى تستخدم هذه الطريقة فى عمل المنهج بطريقة بنائية• فمثلا تستخدم فى بناء الوحدات البنائية حيث تبنى الوحدة من تفـاعل التلميذ مع مكونات الوحدة ، وهنا يصل التلميذ الى مستوى التمـكن بعد تعمق الباحث فى عملية تفهم التلميذ للافكار الرياضية المختلفة ومساعدته على التغلب على الصعوبات باستخدام مداخل أو اساليب بديلة معروفة للباحث أو يثيرها التلميذ أو يقترحها فى بعض الأحيان •

٥ ــ طريقة تكنولوجيا التعليم : Method of educational technology

وبهذه الطريقة يمكن استخدام الوسائل السمعية والبصرية فى تحليل عمليات التفكير للتلميذ • بالاضافة يمكن الاستعـانة بشرح أو توضـيح دروس الرياضيات للمدرسين الاكفاء المسجلة فى شرائط فيديو لاستخدامها كمـواد فى بحوث تنظيم المنهج ، وطرق (أو تكنيات) التدريس ، وطرق التقويم للانشطة الرياضية • كما يمكن عن طريقها استخدام التـدريس المصغر فى اعداد المدرسين فمثلا يمكن ان تسجل الدروس التى يعطيهـا الطالب فى التربية العملية بغرض عرضها للتحليل والنقد على مجموعـات أخرى من الطلبة وذلك لتحسين تدريب واعداد المدرس • ومن المحتمـل ان يكون للاجهزة الالكترونية (والفيديو) دورا كبيرا فى البحـوث وفى

التدريس مستقبلا • وتطبيق نتائج مثل هذه البحوث سوف يؤدى الى تحسين حيوى فى تدريس الرياضيات للمراحل المدرسية كما يقول كواجوشى •

٦ ــ طريقة الأسلوب التاريخى للرياضيات التربوية :
Method by historical approach of mathematical education.

وهى طريقة دراسة أوجه نمو الرياضيات التربوية من الماضى البعيد حتى الوقت الحاضر • ويمكن الإستعانة بهذه الطريقة فى تحسين التدريس الحاضر والمستقبلى للرياضيات •

٧ ــ طريقة التربية المقارنة فى الرياضيات التربوية :
Method by comparative pedagogical approach of mathematical education.

وهى طريقة دراسة الأوجه الحالية للرياضيات التربوية فى البلدان المختلفة للتعرف على المشكلات المختلفة والمشتركة وطرق حلها • وهذه قد تؤدى الى تحسين تدريس الرياضيات فى بلد معين • وتسهم المؤتمرات المحلية والعالمية فى ترشيد مثل هذه الطريقة •

رابعا : احد الاتجاهات المتميزة فى بحوث الرياضيات التربوية بمصر :

سلمنا فى هذا الاتجاه بوجوب تحديث البرامج المطورة فى البلاد المتقدمة والنامية ، والتى كما ذكرنا لم يطرأ عليها الا تعديلات طفيفة سطحية منذ وضعها من سنوات عديدة • وان يكون لهذا التعديل صفة الاستمرارية • ويستلزم ذلك معرفة اعمق واشمل بالرياضيات وخاصة التى تعتبر احدث من التى أدرجت فى هذه البرامج ، وكذلك معرفة تطبيقها ودلالتها فى النمو الحضارى وبكيفية تعلمها •

وقد سلمنا أيضا بأهمية وضع أساس نظرى سليم لتعلم وتعليم الرياضيات سواء النامية (الحديثة والأحدث) أو التقليدية بالإستعانة بأفكار وآراء افراد متخصصين فى مجالات لها علاقة بتعلم وتعليم

الرياضيات ، خاصة بمن لهم خبـرة فى تـدريس الرياضـيات النـامية ومتخصصين فى الرياضيات التربوية بصفة عامة وبتعلم الرياضيات بصـفة خاصـــة •

ومن ثم فاننا نهدف فى هذا الاتجاه الى :

(أ) ارساء قواعد نظرية لتعلم الرياضيات أو بالاحرى وضـــع اطار لنظرية فى تعلم الرياضيات تتمشى مع طبيعة الرياضيات النامية •

(ب) تحديث البرامج المطورة عن طريق تبسيط رياضيات تعتبـر احدث مما ادرجت فى البرامج المطورة ولها دلالة فى نمو الرياضيات بحيث تؤدى الى معرفة اشمل وادق واعمق وأكثر تكاملا فى مجـالات مختلفـة للتلميـذ •

(أ) بالنسبة لتحقيق الهدف الأول :

قد اتيحت لنا فرصة اخذنا فيها خبرة بتدريس بعض من الرياضيات الحديثه فى الجامعة مثل التوبولوجى العام ، الهندسات المختلفة على أساس بديهى سليم (هندسة المسلمات) foundations of geometry — الهندسة المطلقة ، والهندسية الأقليدية ، والهندسـات اللااقليدية ، و الهندسـية الاسقاطية • ونتج عن ذلك اننا قمنا بعدة دراسات مختلفة : دراسة فاعلية طرق مختلفة لتدريس الرياضيات الحديثة بالجامعة (كما فى (١٣)) ، دراسة مستويات التجربة التى تميز الرياضيات النامية (١٣) ، (١٥) ، دور الطريقة البديهية axiomatic method فى نمـو الرياضـيات (١٤) ، (١٩) ، دراسة نقدية لوضع الطريقة البـديهية ومقتـرحات بشـــأن تحسـين تدريســها (١٤) •

ومن هذه الدراسات لمسنا الحاجة الى دراسة أعمق وأقوى فى تعـلم الرياضيات • وقد لا حظنا أنه وجد اتجاه حديث فى تحليل العملية التعليمية منذ الثورة التى حدثت فى الخمسنيات لادخال الرياضيات الحديثة فى البرامج

المطـــورة من جهة ، ومنذ الأفكار التى فجرها بياجيه نتيجة لبحوثه فى نمو الذكاء والذى استخدم فيها نمو مفاهيم أساسية فى الرياضيات الحديثـــة (والتقليدية) • ونشأ من هذا الاتجاه أساليب حديثة فى تعلم الرياضيات أو يسميها البعض جواز نظريات فى تعلم الرياضيات منها التعلم بالاكتشاف لبرونر ، التعلم الموجـــه لجانيه ، التعلم بالمعنى لاوسابل ، كما تولدت من التعلم بالاكتشاف والتعلم بالمعنى أساليب تسمى بالاكتشاف الموجـــه • الا أنه من دراسة الفاعلية التطبيقية لهذه الأساليب المختلفة (١٦) ، (١٧) وجدنا انها لا تلمس الا المستوى البسيط من الأفكار الرياضية الحديثـــة (أو التقليدية) ولا تناسب طبيعة الرياضيات النامية ومستويات التجريد التى تميزها باستخدام الطريقة البديهية وما يتبعها من أســـلوب مميـــز للتعميم والتوحيد • ومن ثم قمنا بسلسلة من الدراسات • ابتدانا بدراسة تحليلية للأســـاليب الحديثة فى تعليم الرياضيات حـــول اربع متغـــيرات أساسية سيكلوجية وتربوية وتوضيح جذور هذه الأساليب فى علم النفس ونظرية المعرفة (١٦) • ومن هذه الدراسة اتضحت الحاجة الى بناء أسلوب جديد يوحد ويكامل بين هذه الأساليب ويتمش مع طبيعة الرياضيات النامية التى اهملتها هـــذه الأساليب وتطويعها للتعليم •

ومن ثم اتبعنـــا هذه الدراســـة بدراسة اشـــمل حيث قمنا بتحليـــل الأساليب الحديثة حول متغيرات أخرى (ست متغـــيرات غـــير الأربـــع السابقة) تخص عملية التدريس وطبيعة الرياضيات النامية وخصـــائص التلميذ • ووضعنا اطارا لأسلوب جديد فى تعلم الرياضيات يعتبر نـــواة لنظرية تعلم الرياضيات حيث ناقشنا فيه مبادئها (١٧) • كما قدمنا تطبيقا للاســـلوب الجـــديد الذى بنيناه فى تـــدريس احد التركيبات الرياضية المجـــردة (١٨) عـــام ١٩٨٠ •

(ب) بالنسبة للهدف الثـــانى :

البحوث التى قمنا وما نزال نقوم بها (مع طلاب البحوث) لتحقيق هذا الهدف تبين الفاعلية التطبيقية للاسلوب الجديد الذى بنيناه فى تعـــلم

الرياضيات من جهة ، ومن جهة أخرى يفجر الجمود الذى لازم البرامج المطورة فى المرحلة الثانوية عن طريق تقديم رياضيات عالية ذات دلالة فى نمو الرياضيات وتساعد التلميذ على تفهم أعمق واشمل لموضوعات فى متناول يده • أو قد تكون لها صبغة جمالية ابداعية منطقية تشحذ النواحى الخلاقة للتلميذ وتساعده على معايشة الروح الرياضية المتجددة وتذوق جمالها • ومسألة تبسيط مثل هذه الرياضيات لتناسب تلميذ المرحلة الثانوية ليست بالأمر السهل • وذلك لان معظم مراجعها مكتوبة لطالب الجامعة أو الدراسات العليا • وقد يكون لافكارها جذور بدائية يمكن ان ان نجعلها ملموسة لتلميذ المرحلة الابتدائية الا انه يصعب معالجتها بشىء من الشكلية والصرامة لتلميذ المرحلة الثانوية (أو الاعدادية) • وعلى ذلك فتفاعل تليمذ المرحلة الثانوية مع البرنامج أو الوحدة التى تحوى الأفكار الاساسية لها (للرياضيات النامية) أمر هام • ومن ثم فقد اتبعنا فى معظم هذه البحوث عمل وحدات بنائية (كما اقترح رومبرج وديفولت وبين فاعليتها كنج (١٩)) • حيث تبنى الوحدة فى بادىء الأمر مع عينة صغيرة (٣ — ٦) تلاميذ • ويكون الباحث فيها قريب من التلميذ • لا يهمه فقط ان يصل التلميذ الى مستوى التمكن بأعطاء وقت أطول أو استخدام توضيحات ووسائل • ولكنه عن طريق الاستبطان فى أسباب أخطاء التلميذ واستجاباته للأفكار المختلفة وفى اساليب معالجة الأخطاء ، تعدل فى كل خطوة اجزاء الوحدة • كذلك تتحدد أى المداخل الرياضية يفضلها التلميذ • وقد يكون للتلميذ نفسه دور فى اقتراح يثير البدائل المختلفة لتقديم أو سير الفكرة الرياضية وفى رفضها أو قبولها وعلى ذلك فالتقويم البنائى للوحدة ليس فقط التقويم الشكلى الكتابى (اختبارات بأى صورة • • • •) ، ولكن بالمقابلة أو الاستبطان واستخدام أسئلة شفهية يقدمها الباحث أو يثيرها التلميذ أو من أعمال يطلب من التلميذ عملها • وقد يستعان بعمل بروفيل لكل تلميذ أو حساب الدالة المتميزة لاخذ صور تكلية ومفصلة عن التقييم • ثم تجرب الوحدة استطلاعيا على عينات أكبر كما فى الوحدات العادية • ومن البحوث التى اجريت (أو مازالت تحت البحث) فى هذا الاتجاه أى فى تبسيط الرياضيات النامية لتلميذ المرحلة الثانوية أو الاعدادية

١ — بحث فى تقديم التكامل عن طريق نظرية القياس لتلميـــــذ المرحلة الثانوية (٢) • وفيه يقدم تكامل أعم واحدث من التكامل الريمانى الموجود فى البرنامج المطور وهو تكامل ليبيه • وتقديم هذا الموضوع يتمشى مع مبادىء الاسلوب الجديد الذى بنيناه فى تعلم الرياضيات • أى أن هذا البحث يعكس فاعلية المدخل الرياضى والفاعلية التطبيقية لهذا الاســلوب الحديث كطريقة متكاملة فى التدريس • ومن جهة أخرى فهو يجرد معلومات التلميذ فى مجالات القيــاس المتعددة التى قابلها (الطول — المساحة — الحجم — الوزن — الاحتمال) ويكاملها فى ذهنه •

٢ — تبسيط نظرية تصنيف السطوح لتلميذ المرحلة الثانوية • هذا البحث يقدم تطويرا لتدريس الهندسة بادخال شــكل جديد من الهندسة يمتد جذوره فى موضوعات للرياضيات النامية مثل التوبولوجى التجميعى ، التوبرلوجى الجبرى ، التبولوجى الهندسى ، بجانب انه يعكس الــروح الجديدة فى البحث فى الرياضيات كمــا يقدمها الرياضى الخلاق المعــاصر زيمان وله صبغة هندسية جمــالية •

٣ — تحسين تدريس الهندسة الفراغية لتلميذ المرحلة الثانوية عــن طريق تبسيط الهندسة الاسقاطية وهندسة المسلمات وهذا يعطى فكرة عن توظيف الرياضيات الحديثة فى اصلاح عيوب الرياضيات التقليدية وبنائها على أساس بديهى سليم • بجانب أعطاء فكرة عن نوع من الهندسات لــه صبغة جمالية ومنطقية وتطبيقية • كذلك الاستعانة بأجهزة تركيبية ووسائل لتحسين الادراك الفراغى للتلميذ •

٤ — تطوير تدريس الهندسة الاقليدية المستوية بالمرحلة الاعدادية بتوضيح الأساس البديهى لها باستخدام النمو التاريخى للطريقة البديهية (أو النمو الرجعى للطريقة البديهية) • وهى طريقة اقترحها احد الرياضيين المعاصرين شيباتا • مع الاستعانة بوسائل وأجهزة تركيبية لمساعدة التلميذ على اكتشاف المفاهيم والأفــكار الهندسية •

٥ — تبسيط الاحتمالات لتلميذ المرحلة الاعدادية مع توضيح الاساس البديهى لها وأهميتها التطبيقية خاصة فى نمو مفاهيم الاحصاء عن (طريق المتغير العشوائى ودوال التوزيع) • مع الاستعانة بوسائل وأجهزة تركيبه لمساعدة التلميذ على أكتشاف المفاهيم والأفكار الاساسية للاحتمالات •

٦ — مدخل لتقديم الهندسة التحليلية عن طريق تركيب متجه الفراغ فى بعد وبعدين وثلاث أبعاد (٢١) • وتقديم الهندسة التحليلية عن طريق المتجهات فى البرامج المطورة يقدم فى مرحلة متأخرة فى الهندسة التحليلية حيث تستخلص بعض أفكار المتجهات من افكار أولية فى الهندسة التحليلية اخذها التلميذ من قبل ، أما فى هذا البحث فان أفكار المتجهات وتجريدها الى متجه الفراغ يكون مستقلا عن المعلومات الأولية فى الهندسة التحليلية والتى تنبى بطريقة منطقية من البعد الأول على أساس الأفكار الاساسية للمتجهات (كالمتجهات المستقلة والمعتمدة خطيا ، المجموع الخطى المتجهات) •

وبهذا يسهم بناء النظرية فى الرياضيات التربوية فى تحسين تعليم الرياضيات والتطوير المستقبلى فى مناهج الرياضيات بما يتمشى مع خصائص الرياضيات النامية والتطلعات الاجتماعية فى ظل الدراسات التربوية والنفسية وفى ظل تقدم الرياضيات ذاتها •

المراجـــــع :

1. A. G. Howson : «Developments in Mathematical Education». Cambridge University Press, 1973.

2. H. B. Griffiths (et al) : «Mathematics, Society, and Education.» Cambridge University Press, 1974.

3. E. G. Begle : «The role of Research in the Improvement of Mathematics Education. Proceedings of the first International Congress on Mathematical Education (ICME).» 1969.

4. J. P. Becker : «Some aspects of Mathematics Education Research in the United States. Journal of Japan Society of Mathematical Education. (JSME). Special Issue, 1971.

٥ ــ الحلقة السنوية لمركز تطوير تدريس العلوم جامعة عين شمس حـــول « دور البحث العلمى التربوى فى مصر فى تطوير التربية العلمية وتدريس العلوم والرياضيات » ١٩٨٠ •

٦ ــ د. نظلة حسن أحمد خضر « نحو بناء أسلوب جديد فى تعـــلم وتعليم الرياضيات » مؤتمر تعليم الرياضيات ما قبل الجامعة ، القاهرة ١٩٨٠ .

7. T. Kawagachi : «Training of Mathematics Teachers in Japan.» (JSME), 1971.

8. E. Begle & J. Wilson : «Evaluation of Mathematics Programs.» (JSME), 1971.

9. J. Becker : «Research in Mathedatics Education». The Role of Theory and Apptitude Treatment Interaction.» (JSME), 1971.

10. C. Taylor : «Scientific Creativity». John Wiley, 1963.

11. Sarage : «How we do Mathematics.» Lecture read at Faculty of Education, Ain Shams University, 1977.

12. D. Bock : «Contributions of Multiple variate Experimental Designs to Educationnal Research.» Chapter 28 in Handbook of Multivariate Experimental Psychology, (ed) Reymond B Cattell, Chicago, Rand McNally, 1966.

١٣ — د. نظلة حسن أحمد خضر « فاعلية طريقتين لتدريس الرياضيات الحديثة بالجامعة » ، مجلد كلية البنات العاشر ١٩٧٩ .

١٤ — د. نظلة حسن أحمد خضر « دور الطريقة البديهية فى الرياضيات الحديثة (والاحدث) والتضمين التربوى لها » صحيفة التربية العدد الاول ١٩٧٧ .

١٥ — د. نظلة حسن أحمد خضر « أصول تدريس الرياضيات » عالم الكتب ١٩٧٤ .

١٦ — د. نظلة حسن أحمد خضر « دراسة تحليلية لاساليب حديثة فى تعلم الرياضيات » مذكرة غير منشورة ، كلية التربية جامعة عين شمس .

١٧ — د. نظلة حسن أحمد خضر « نحو بناء أسلوب جديد فى تعلم وتدريس الرياضيات » أعمال وتوصيات مؤتمر تعليم الرياضيات لمرحلة ما قبل الجامعة القاهرة ديسمبر ١٩٨٠ .

١٨ — د. نظلة حسن أحمد خضر : « حول تعلم الرياضات » مذكرة غير منشورة كلية التربية جامعة عين شمس . (أو البحث الأول فى هذا الكتاب)

19. I. King : «A Formative Development of an Elementary School Unit on Proof.» (JPME), I, 1973.

٢٠ — عبد اللطيف الجزار « مدخل مقترح لتدريس التكامل — بواسطة مفاهيم نظرية القياس » ، رسالة ماجستير — كلية البنات جامعة عين شمس ١٩٧٧ .

٢١— مصطفى عبد السميع : « فاعلية تدريس الهندسة التحليلية بالمتجهات فى الصف الاول من المرحلة الثانوية » رسالة ماجستير — كلية التربية جامعة عين شمس ١٩٧٦ .

22. Proceedings of the 4-th International Conference for the Psychology of Mathematics Education, Part (A) on «Teaching and Learning Mathematics» - Berkeley, California, August 16-17, 1980.

23. Journal for Research in Mathematics Education, No. 1, 1978 & No. 4, 1980.