(٩)

تدريس الرياضيات للمعوقين بصريًا.

أولاً: الأهداف العامة لتدريس الرياضيات للمعاقين بصريًا:

إن أهداف تدريس الرياضات بوجه عام تتصل بعمليات التفكير ، والفهم، والتحليل والتدريب على أسلوب حل المشكلات الرياضية، وغير الرياضية، وعندما نقوم بتدريس الرياضيات للمعاقين بصريًا فإن ما يقدم من معلومات، ومفاهيم متصلة بالرياضيات بوجه عام يكون هدفه الأساسى تنمية القدرات الرياضية، وأيضًا اكتساب المهارات الرياضية وتوظيف هذه القدرات والمهارات فى حياة المعاق بصريًا[٨٧].

وتتحدد الأهداف العامة لتدريس الرياضيات للمعاقين بصريًا فيما يلى:

١ ـ تعويد المعاق بصريًا الدقة، والنظام فى إجراء العمليات الرياضية من خلال التدريب الروتينى أثناء حل مشكلات الرياضيات.

٢ ـ فهم وتقدير بعض النظم الاقتصادية القائمة على البيع، والشراء، والادخار والشركات، والأسهم، وغيرها من العمليات التى ترتبط بالحياة اليومية للمعاق بصريًا.

٣ ـ اكتساب التلميذ المعاق بصريًا القدرة على إجراء العمليات الحسابية الجبرية الأساسية بدرجة من الدقة.

٤ ـ الفهم والإدراك الجيد للمصطلحات والأفكار والمفاهيم التى تقوم بها العمليات الرياضية.

٥ ـ إلمام التلميذ المعاق بصريًا بوحدات القياس التى يحتاجها فى حياته اليومية، والتعرف على العلاقات بينها، والقدرة على استعمالها.

٦ ـ حل المسائل التى تشمل عمليات البيع، والشراء، وحساب الربح، والخسارة، والتى قد يستخدمها فى حياته الخاصة.

٧ ـ انتقال ما تتميز به الرياضيات وممارستها من دقة وخطوات مرتبة ومنطقية إلى أسلوب المعاق بصريًا فى الحياة العامة[٨٨].

ثانيا: مداخل تعليم وتعلم الرياضيات للطلاب المعاقين بصريًا:

استناداً إلى معطيات ونتائج الدراسات والمشروعات البحثية السابقة ، وإلى أدبيات تعليم وتعلم الرياضيات للطلاب المعاقين بصريًا، يمكن تحديد المداخل الأربعة الآتية لتعليم وتعلم الرياضيات للطلاب المعاقين بصريًا.

١ ـ المدخل اللمسى Tactile Approach:

يعتمد هذا المدخل على تنمية بيئة التعلم الخاصة بهؤلاء التلاميذ عن طريق إعداد نماذج ومواد ملموسة، والتى تعد خبرات حسية تعوضهم عن ما تفرضه الإعاقة البصرية عليهم، وتستخدم فى تطوير وتنمية حاسة اللمس لديهم. كما هو الحال فى طريقة برايل (Braille Code)، والطرق التى تم تطويرها على أساس طريقة برايل، مثل: طريقة نمث (Nemeth) للتعبير عن الرموز والمعادلات الرياضية.

ولقد أكدت العديد من الدراسات والمشروعات البحثية السابقة فاعلية هذا المدخل، ففى مشروع جامعة نيومكسيكو **(MAVIS)** تم تطوير برمجيات خاصة لتقديم الرسوم البيانية بطريقة ملموسة، وإنتاج العديد من المواد الملموسة لتدريس الرياضيات للطلاب المعاقين[٨٩].

وفى مشروع المؤسسة القومية للعلوم بالولايات المتحدة تم إعداد وبرمجة لوحات سمعية لمسية (Audio - Tactile Tablets) لتقديم التطبيقات الهندسية والرسومات البيانية الخاصة بمقرر التفاضل والتكامل فى صورة حسية ملموسة[٩٠].

ومن جهة أخرى، توجد بعض الدراسات المحلية التى اهتمت بالمدخل اللمسى فى تعليم وتعلم الرياضيات للطلاب المعاقين بصريًا، حيث اهتمت هذه الدراسات بإعداد أدوات ووسائل تعليمية ملموسة ونماذج بارزة للزوايا والأشكال لتقديم بعض موضوعات الهندسة لتلاميذ المرحلة الابتدائية[٩١].

٢ ـ المدخل السمعى Audio Approach:

تعد حاسة السمع من أهم وأنجح الحواس التى يمكن استخدامها مع المعاقين بصريًا بصفة عامة، فالتسجيل الصوتى واحدًا من أهم وأشهر الوسائل المستخدمة مع الطلاب المعاقين بصريًا.

ولقد استخدم التسجيل الصوتى فى تدريس الرياضيات للطلاب المعاقين بصريًا من خلال برامج الوسائط المتعددة القائمة على استخدام الكمبيوتر حيث يتم تقديم المعادلات الرياضية بطريقة فعالة، إلا أن المشكلات المصاحبة لقراء ة المعادلات آليًا كانت موضوع البحث للعديد من الدراسات والمشروعات.

فقد طور نمث (Nmeth, A.,1995) نموذجًا منطوقًا لقراءة المعادلات الرياضية[٩٢]. وقامت جامعة يورك (York University) من خلال العديد من المشروعات، مثل: Mathو Mathtalk و Mathgrasp بسلسلة من البحوث النفسية التجريبية لدراسة المشكلات المصاحبة لقراءة المعادلات، وأثر استخدام الوسائط التعليمية المتعددة على فهم الطلاب المعاقين بصريًا للمعادلات الرياضية وأفضل الطرق لترجمة المعادلات الرياضية إلى أشكال غير بصرية وجعلها متاحة للمعاقين بصريًا[٩٣].

وفى مشروع جامعة نيومكسيكو (MAVIS) تم تطوير قراءة المعادلات الرياضية من خلال تصميم متصفحات ناطقة للمعادلات بصورة (لفظية، وغير لفظية)[٩٤].

ومن المشروعات التى اهتمت بالمدخل السمعى وتطوير نموذج لقراءة المعادلات الصعبة مشروع Aster حيث تم انتاج برمجيات خاصة تستطيع قراءة النصوص والمعادلات الرياضية إلكترونيًا، اعتمادًا فى قراءة المعادلات الرياضية على لغة (**Latex**) وهى إحدى اللغات المستخدمة فى البرمجة[٩٥].

٣ ـ المدخل النغمى Tonal Approach

لا تعتبر قراءة المعادلات الرياضية هى المشكلة الوحيدة المصاحبة لتعليم وتعلم الرياضيات للطلاب المعاقين بصريًا، فتمثيل الدوال بيانيًا ـ على سبيل المثال ـ يعد أصعب فى تقديمه للطلاب المعاقين بصريًا من المعادلات الرياضية.

ولهذا فالتعبير عن الأشكال والرسومات البيانية كانت من الموضوعات المثيرة للعديد من المشروعات البحثية والدراسات، ففى هذه المشروعات والدراسات استخدمت النغمات الموسيقية فى تمثيل الأشكال والرسومات البيانية، وكذلك أمكن التعبير عن الأشكال ذات البعدين، وثلاثية الأبعاد بواسطة هذه الطريقة[٩٦].

جدير بالذكر أن استعمال المدخل النغمى كان ذو نجاح محدود، وخاصة عند استخدامه فى التعبير عن الأشكال والرسومات البيانية المعقدة، فالاستماع إلى النغمات لا يعطى وصفًا كافيًا للأشكال والرسومات البيانية، لذا فهو لا يعد حلاً كاملاً، بينما يمكن استخدام تعبيرات غير بصرية أخرى لوصف الأشكال والرسومات البيانية[٩٧].

٤ ـ المدخل التكاملى Integrated Approach

على الرغم من أن كل مداخل تقديم الرياضيات للمعاقين بصريًا تستحق كل التقدير، فإن المدخل التكامل له تقديره الخاص؛ لأنه يجمع بين أكثر من مدخل، فمثلاً؛ يمكن عن طريقه الربط بين المدخل اللمسى والمدخل النغمى فى تقديم الرسومات والأشكال البيانية.

ومما لا شك فيه أن تقديم الرياضيات للطلاب المعاقين بصريًا يعد تحديًا صعبًا وعملية معقدة إلا أن الكمبيوتر بما لديه من أدوات لإخراج البيانات يعد مدخلاً متكاملاً فعالا لتقديم الرياضيات للطلاب المعاقين بصريًا، بسبب ما يتميز به من أدوات إخراج وإدخال مثل الصوت، والنغمات الموسيقية، والبرايل، واللوحات اللمسية الإلكترونية.

ثالثا: تحديات تعليم وتعلم الرياضيات للطلاب المعاقين بصريًا

من أهم التحديات التى تواجه تعليم وتعلم الرياضيات للطلاب المعاقين بصريًا ما يلى:

١ ـ اختلاف طرق قراءة وكتابة الرياضيات عن الطرق المستخدمة فى قراءة وكتابة النصوص، فعلى الرغم من أن طريقة برايل (**Braille Code**) تعد طريقة فعالة فى التعبير عن النصوص، فإن استخدام نفس الطريقة فى قراءة وكتابة الرياضيات ليس على نفس المستوى من الفاعلية وذلك لأسباب الآتية:

أ ـ الخطية (خطية التمثيل لطريقة برايل) Linearity

فالنصوص عادة ما تكون خطية (ذات بعد واحد)، بينما المعادلات الرياضية يمكن أن تحتوى على بسط ومقام (ذات بعدين) ، وعلى الرغم من ذلك فإنه من الممكن تمثيل المعادلات الرياضية البسيطة بصورة خطية فالمعادلة أ = $\sqrt{(س٢ - ص) / ع}$ يمكن كتابتها بصورة خطية كالآتى: أ = الجذر التربيعى (((مربع س) ص) / ع) ولكن بزيادة صعوبة المعادلة الرياضية فإن الكتابة الخطية للمعادلة تعد مشكلة حقيقية.

ب ـ محدودية الرموز فى طريقة برايل Character Set

فالنصوص عمومًا يمكن تمثيلها بعدد محدود جدًا من الرموز التى تشتمل على العشرة أرقام، وعلامات الترقيم، ومجموعة صغيرة من الرموز مثل + ، ـ ، ÷، × ... إلخ، ولكن المعادلات الرياضية تحتوى بالإضافة إلى ما سبق على العديد من الرموز الخاصة.

وباستخدام طريقة برايل (القائمة على الخلية ذات الست نقط) يمكن تمثيل ٦٤ حرفًا ورمزًا مختلفين، ويعد هذا عدد محدد بالنسبة للرموز الخاصة بالرياضيات وبالتالى فالرمز الواحد يستخدم للتعبير عن اكثر من حرف فى السياقات المختلفة فمثلاً الحرف أ والرقم ١ يمثلهما نفس الرمز. الأمر الذى يمثل صعوبة للطلاب أثناء عملية القراءة والكتابة.

وللتصدى لهذا التحدى تم وضع العديد من الأنظمة والطرق لكتابة الرياضيات منها نظام (Nemth Code) (القائم على الخلية ذات الثمانى نقاط)، وفى ظل هذا النظام يمكن تمثيل ٢٥٦ حرفًا ورمزًا مختلفين، وبذلك يمكن استيعاب عدد كبير من رموز الرياضيات الأمر الذى يجعل لكل رقم ورمز وحرف فى الرياضيات تمثيل مستقل ومختلف ولكن هذا النظام ليس سهلاً للتعلم.

٢ ـ الغالبية العظمى من مدرسى الرياضيات القائمين على تدريس الرياضيات للطلاب المعاقين بصريًا ليسوا على دراية كافية برموز برايل الخاصة بالرضيات.

وللتصدى لهذا التحدى تم إنتاج نوع من البرمجيات الخاصة بالرياضيات يمكن استخدامها فى الترجمة من المبصر إلى البرايل آليًا والعكس، وهذا النوع من البرمجيات أتاح للمعلمين فرصة إنتاج مواد تعليمية بطريقة المبصر وجعلها متاحة للتلاميذ المعاقين بصريًا عن طريق الترجمة الآلية الفورية، وجدير بالذكر أن هذه البرمجيات متاحة بالفعل وتم إنتاجها خلال مشروع جامعة نيومكسيكو **(MAVIS)**.

٣ ـ تقديم الموضوعات التى تحتوى على أشكال هندسية وكذلك الموضوعات ذات الطابع البيانى كموضوعات حل المعادلات والمتباينات، إلا أنه أمكن التصدى لمثل هذه المشكلات عن طريق استخدام بعض التقنيات التعويضية الحديثة والتى تعد بديل ملموس للمعاق بصريًا مثل طابعات التيجر (Tiger Printer) واللوحات السمعية اللمسية (Audio - Tactile Tablets) والتى يمكن من خلالها تقديم الرسوم والأشكال البيانية بصورة بارزة يمكن للمعاق بصريًا دراستها وفحصها.

٤ ـ تدنى التواصل الرياضى بين الطلاب المعاقين بصريًا وبين مدرسيهم من جهة وبينهم وبين أقرانهم المبصرين من جهة أخرى، ويرجع هذا التدنى لاختلاف الطريقة التى يكتب ويقرأ بها المعاق بصريا عن التى يستخدمها المبصر فى القراءة والكتابة، ولعل هذا التحدى كان الدافع للعديد من المشروعات العالمية لتحقيق التواصل الرياضى بين المعاقين بصريًا وبين مدرسيهم وأقرانهم المبصرين، فمن

أجل هذا أنتجت العديد من البرمجيات التى تتيح التحويل من المبصر إلى البرايل والعكس وذلك لإتاحة التواصل الرياضى.

رابعا: بعض الأدوات المستخدمة فى تعليم الرياضيات للمعاقين بصريًا

١ ـ لوحة المكعبات الفرنسية:

لوحة المكعبات الفرنسية عبارة عن لوحة من البلاستيك المقوى مقسمة إلى مكعبات مفرغة (٢٠ مكعب فى الطول × ١٥ مكعب فى العرض) كما يوجد معها عدد من المكعبات تسمى "الأرقام" بطول ضلع "١" سم تقريبًا وتستخدم هذه اللوحة كوسيلة للطفل المعاق بصريًا ليتمكن بواسطتها القيام بإجراء العمليات الحسابية من جمع وطرح وضرب وقسمة الأعداد الصحيحة والكسور والأعداد الكسرية الاعتيادية أو العشرية.

ويمكن للطفل المعاق بصريًا الذى يتقن رموز برايل حل المسائل الحسابية عليها بسهولة ويسر، ومن عيوبها سهولة سقوط المكعبات على الأرض.

٢ ـ الآلة الحاسبة الناطقة:

هى عبارة عن آلة حاسبة مزودة بجهاز لتسجيل العمليات الحسابية ونطقها فورًا، وبذلك يتمكن المعاق بصريًا من إجراء العمليات الحسابية على هذه الآلة الحاسبة الناطقة التى تقوم بإعطائه النتائج فور الانتهاء من إجراء العمليات الحسابية.

٣ ـ العداد:

يتكون العداد من إطار من البلاستيك مستطيل الشكل بطول ٩ سم، وعرض ١٦ سم تقريبًا، ويحتوى على ١٥ عمودا، وفى كل عمود خمس خرزات واحدة منها فى القسم الأعلى من العداد وتمثل الخمسة ومضاعفتها، وأربع خرزات فى كل عمود فى القسم الأسفل وتمثل الواحدة ومضاعفتها.

ويستخدم العداد فى العمليات الحسابية المختلفة من جمع وطرح وضرب وقسمة الإعداد الصحيحة أو الكسور العشرية أو الاعتيادية.

٤ ـ مجموعة الأشكال الهندسية:

وهى عبارة عن علبة خشبية تحتوى على مجموعة من الأدوات الهندسية مثل الفرجار ذو العجلة المسننة الذى يستخدم فى رسم الدوائر، والمثلثات، والمناقل ذات العلامات البارزة التى تستخدم فى تحديد الزوايا، ورسم المربعات والمستطيلات، والمكعبات، وفى المساعدة فى حل المسائل الهندسية.

٥ ـ اللوحات الممغنطة ولوحات التثبيت (الفلين):

تستخدم هذه اللوحات فى مرحلة التهيئة لتدريب الطفل المعاق بصريًا على التعرف على الأشكال والعلاقات الهندسية المختلفة والتمييز بينها.

وتستخدم لهذا الغرض مجموعة من الدوائر، والمثلثات، والمربعات، والمستطيلات والزوايا، والأضلاع ذات الأطوال والأحجام المختلفة.

٦ ـ أوراق الرسم البيانى:

هى أوراق ذات سطور بارزة تستخدم لتنظيم البيانات، وتصميم الرسومات البيانية.

٧ـ أوراق القياس البارزة:

وهى تمثل المسطرة المتر واليادرة والميزان الزنبركى، وجميعها ذات وحدات بارزة وتستخدم فى تحديد سمك الأشياء وطولها ووزنها.

خامسًا: المواد اليدوية الملموسة وجدوى استخدامها فى تدريس الرياضيات للمعاقين بصريًا.

تعد المواد اليدوية الملموسة إحدى المناشط المهمة للعديد من نماذج تعليم وتعلم الرياضيات المباشرة: مثل التعليم التجريبى (Experimental Learning) ، والتعليم النشط (Active Learning) ، والتعليم البنائى (Constructivist Learning).

فالتعليم التجريبى يقوم أساسًا على فكرة أن الاشتراك النشط للطلاب يزيد من تعلمهم، ولكن تطبيق هذه الفكرة فى الرياضيات يعد أمرًا صعبًا لما تتميز به الرياضيات من التجريد، لذا فإن استخدام المواد اليدوية الملموسة تعد إحدى السبل

التطبيقية للتعلم التجريبى للرياضيات، إذ إنها تسهم فى تجسيد المفاهيم والعلاقات الرياضية[٩٨].

وتظهر أهمية المواد اليدوية الملموسة كإحدى المناشط المهمة للتعلم النشط فيما تنطوى عليه من مدى واسع من الأساليب مثل العمل الممارس (Practical Work)، والخبرة العملية (Work Experience)، ومناقشات المجموعات الصغيرة (Small Groups Discussions)، ومشروعات العمل الفردى (Individual Works Skemes)، إذ أن أنشطة التعلم النشط القائمة على استخدام المواد اليدوية الملموسة توفر للطالب درجة عالية من الحرية والخصوصية والتحكم وخبرات التعلم مفتوحة النهاية، والغير محدودة مسبقًا بشكل صارم كالخبرات التقليدية ويكون فيها الطالب قادرًا على المشاركة بنشاط وفاعلية ويستطيع تكوين خبرات التعلم المناسبة[٩٩].

أيضًا، تتجلى أهمية المواد اليدوية الملموسة فى الإجراءات التى يجب أن يتبعها المعلم عندما يدرس باستخدام المدخل البنائى، حيث يعمل على تشجيع الطلاب على استخدام المواد اليدوية الملموسة للربط بين التعليم القديم والحديث؛ إذ أن استخدام المواد اليدوية الملموسة يتيح الفرصة للتلميذ لإعادة بناء معرفته الرياضية الخاصة به بنفسه، ويكون دور المعلم هو إعداد المواقف، ومساعدته فى استخدام هذه المواد للتعبير عن أفكاره الرياضية بصورة صحيحة وتشجيعه على التوصل منفردًا إلى بعض الاستنتاجات[١٠٠].

وتأسيسًا على ما سبق، فإنه يمكن اعتبار المواد اليدوية الملموسة إحدى الإيضاحات الحسية فى تعلم المعاقين بصريًا للرياضيات، فهى تهيئ للتلميذ المعاق بصريًا خبرات مباشرة حسية بديلة عن حاسة البصر وتمكنه من تكوين الإدراك العقلى للمفاهيم الرياضية وكذا تمكنه من أداء المهارات الرياضية، وذلك باستخدام حاسة اللمس.

ويمكن تعريف المواد اليدوية الملموسة : Concrete Manipulatives Materials على أساس:

* الأشياء التى يستطيع التلميذ أن يلمسها ويحركها بيديه لتقديم أو تأكيد مفهوم رياضى[١٠١].

* النماذج المحسوسة التى تقدم المفاهيم الرياضية، ويمكن للتلاميذ لمسها، وتحريكها[١٠٢].

* مواد تعليمية حديثة، تم تطويرها بغرض تبسيط دراسة مادة الرياضيات وتجسيد مفاهيمها وعلاقتها المجردة فى صورة حسية ملموسة قريبة من الأذهان، يسهل على التلاميذ فهمها واستيعابها[١٠٣].

ومن أمثلة المواد اليدوية الملموسة التى يمكن استخدامها فى تدريس الرياضيات، نذكر الآتى:

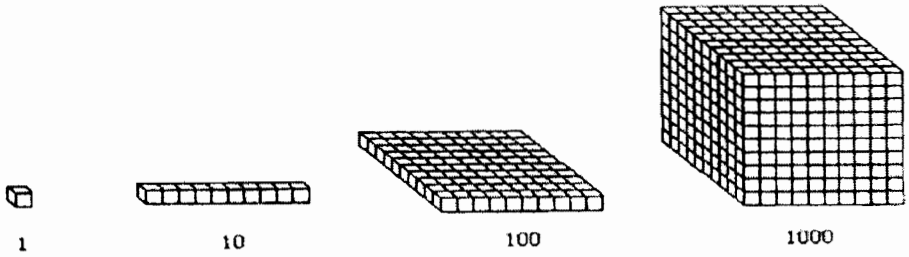
١ ـ مكعبات دينز Dienes لأساسات متنوعة:

على الرغم من انتشار قطع الأساس عشرة لتجسيد مفهوم القيمة المكانية (Place Value) ، فإنه يمكن استخدام مكعبات دينز فى أنظمة عددية متنوعة.

أ ـ مكعبات دينز للأساس عشرة (Base Ten Blocks).

تتكون هذه الوسيلة من وحدات وأصابع ومربعات ومكعبات، فالوحدات أطوال كل منها ١ سم × ١ سم × ١ سم تمثل الواحد، أما الأصابع أطوال كل منها ١ سم × ١ سم × ١٠ سم تمثل العشرة، وأما المربعات أطوال كل منها ١ سم × ١٠ سم × ١٠ سم تمثل المائة. وأما المكعبات أطوال كل منها ١٠ سم × ١٠ سم × ١٠ سم تمثل الألف، تساعد هذه الوسيلة الطالب على فهم الأعداد، وتجسيد مفهوم المكانية فى صورة حسية ملموسة.

وهذه المكعبات تمثل القيم المكانية لنظام العد العشرى، ويوضحها شكل (٣).



شكل (٣)

علاوة على ذلك فإن مكعبات الأساس عشرة تستخدم فى المقارنة بين الأعداد، والتدريب على تمثيل الأعداد وكتابتها، وتعلم عمليات الجمع والطرح والضرب والقسمة، كما يمكن استخدامها فى تجسيد الحدود والمقادير الجبرية وكثيرات الحدود[١٠٥].

ب ـ قطع دينز للأساس ٢ :

وتستخدم فى تمثيل القيم المكانية لنظام العد الثنائى.

ج ـ قطع دينز للأساس ٣ :

وتستخدم فى تمثيل القيم المكانية لنظام العد الثلاثى.

د ـ قطع دينز للأساس ٤ :

وتستخدم فى تمثيل القيم المكانية لنظام العد الرباعى.

٢ ـ المكعبات المتداخلة:

تتكون المكعبات المتداخلة من ١٠٠ مكعب متساوية الحجم فى عشرة ألوان مختلفة ويبلغ طول ضلع كل منها ٢ سم، ويمكن استخدامها فى إجراء عمليات الضرب والقسمة وإيجاد القاسم المشترك لعددين والمضاعفات المشتركة لعددين والأعداد الكلية والكسور ومساحات الأشكال الهندسية[١٠٦].

٣ ـ قضبان كوزينير: Cuisenaire Bars

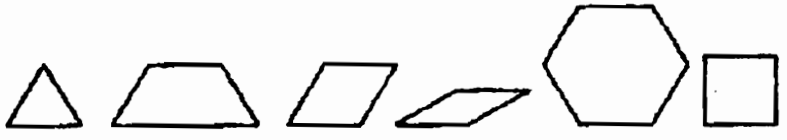
هى مجموعة من القطع الصغيرة الملونة مساحة قاعدة كل منها ١ سم، وطول كل قطعة من هذه المجوعة يساوى أحد الأعداد العشرة الأولى، وتساعد هذه القطع الطالب على تشكيل مجموعات ذات خصائص معينة كالمجموعة الزرقاء أو الخضراء أو القطع التى لها نفس الطول، وهى بذلك تشكل منطلقًا لإدراك مفهوم العدد الكمى والترتيبى، ولهذه القطع فائدة قصوى فى عمليات الجمع والطرح والضرب والقسمة، وفى استنباط بعض خصائص هذه العمليات بخاصيتى الإبدال والتجميع فى الجمع والضرب، كما تستخدم هذه القطع فى دروس الكسور والمضاعفات والقياسات البسيطة وسواها[١٠٧].

٤ ـ قطع النماذج : Pattern Blocks

وهى مجموعة من ٢٥٠ قطعة ملونة موزعة على ستة أشكال هندسي، يوضحها شكل (٤)،وهى موزعة على النحو التالى:

- ٥٠ مثلث أخضر اللون.
- ٢٥ مربعًا برتقالى اللون.
- ٥٠ متوازى أضلاع أزرق اللون.
- ٥٠ معينًا أبيض اللون.
- ٥٠ شبه منحرف أحمر اللون.
- ٢٥ سداسيًا أصفر اللون.

قطع النماذج



شكل (٤)

وقد صممت هذه القطع بحيث تكون متساوية الطول عدا شبه المنحرف الذى تكون قاعدته الكبرى ضعف الطول، وتتيح هذه القطع للتلاميذ فرصة فهم التشابه والتطابق والتناظر والدوران كما تساعدهم على إدراك معنى محسوس لمفاهيم عديدة مثل المساحة والمحيط والكسور[١٠٨].

كما يمكن استخدامها مع تلاميذ من مستويات متقدمة فى تصميمات تكامل الأشكال الهندسية وبداية دراسة الدالة[١٠٩].

٥ ـ الميزان الرياضى:

يصنع من البلاستيك على هيئة زراعين بمحور ارتكاز على عمود رأسى مدرج بدءًا من محور الارتكاز باعتباره صفر التدريج ثم ١ ، ٢، ..... على مسافات متساوية من الجهتين، ويرمز لكل عدد بقطع متساوية الشكل والوزن يمكن وصفها (تعليقها) على مسامير بارزة عند كل رقم على زراعى الميزان.

يسهم الميزان فى إيضاح مفهوم التساوى والتباين وكذلك مفاهيم وخواص عديدة كالإبدال والدمج والتوزيع[١١٠].

٦ ـ اللوحة الهندسية : Geoboard

هى أداة بسيطة تساعد الطلاب على تصوير العديد من الأفكار الرياضية المجردة واكتشاف العلاقات الرياضية، وتسمى أحيانًا شبكة التربيع، وهى عبارة عن لوح خشبى أو بلاستيكى به مسامير أو نتوءات على مسافات متساوية أفقيًا وعموديًا. وتساعد اللوحة الهندسية بصورة أساسية على استيعاب العديد من المفاهيم الرياضية المهمة، ومن أهمها: المحيط، المساحة، التوازى، التعامد، التناظر، الانسحاب، الدوران، والضرب والقسمة، وغيرها من المفاهيم.

٧ ـ بطاقات الجبر: Algebric Tiles

وهى عبارة عن مجموعة قطع صغيرة من البلاستيك الملون بإشكال مختلفة، مع اختلاف لون الوجهين.

كل مجموعة منها تتكون من:

القطعة الأولى: منها على شكل مربع ٥.٣ سم × ٥.٣ سم ذو وجهين مختلفين فى اللون إحداهما يمثل س٢ والآخر يمثل ـ س٢، ويوجد منها أربع قطع.

القطعة الثانية: على شكل مستطيل ١ سم × ٥.٣سم ذو وجهين مختلفين فى اللون إحداهما يمثل س والآخر يمثل ـ س، ويوجد منها ٨ قطع.

القطعة الثالثة: على شكل مربع ١ سم × ١ سم ذو وجهين مختلفين فى اللون إحداهما يمثل ١ والآخر يمثل ـ ١ ، ويوجد منها عشرين قطعة.

وتستخدم بطاقات الجبر (Algebraic Tiles) فى تجسيد العديد من المفاهيم والعلاقات الجبرية، مثل: تمثيل الحدود والمقادير الجبرية، وضرب وقسمة الحدود والمقادير الجبرية، وتحليل المقدار الثلاثى، حل المعادلات من الدرجة الأولى، وحل المعادلات من الدرجة الثانية وغيرها.

أنواع المواد اليدوية: Manipulatives Materials

يوجد نوعان للمواد اليدوية هما:

أ ـ المواد اليدوية الملموسة: Concrete Manipulatives Materials

وهى المواد التى يلمسها التلميذ ويحركها بكلتى يديه.

ب ـ المواد اليدوية الإلكترونية: Digital Manipulatives Materials

وهى المواد التى يستخدمها التلميذ ويحركها من خلال الماوس على شاشة الكمبيوتر.

سادسًا: الأسلوب التربوى الأمثل لاستخدام المواد اليدوية الملموسة فى تدريس الرياضيات:

أشار "بوهان وشووكر" إلى الأسلوب التربوى الأمثل لاستخدام المواد اليدوية الملموسة، حيث تم تقسيم مراحل الاستخدام إلى ثلاث مراحل رئيسة هى[١١١]:

١ ـ المرحلة الملموسة Concrete Stage

فى هذه المرحلة يتم دراسة الرياضيات باستخدام المواد اليدوية الملموسة فقط مع عدم استخدام أى نوع من أنواع الرموز الرياضية

٢ ـ المرحلة الإنتقالية Bredging Stage

وفى هذه المرحلة يتم التعامل مع المواد اليدوية الملموسة والرموز فى آن واحد والهدف من ذلك هو مساعدة المتعلم على إجراء عملية ربط بين ما تم عمله باستخدام المواد اليدوية الملموسة (فى المرحلة السابقة) وبين التعامل بالرموز فى الرياضيات فى المرحلة التالية.

٣ ـ المرحلة الرمزية Symbolic Stage

وفى هذه المرحلة يتم التعامل مع الرياضيات بصورة رمزية فقط، واستخدام المواد اليدوية الملموسة ما هو إلا جسر يعبر من خلاله المتعلم إلى هذه المرحلة. وهذا هو الهدف النهائى من استخدام هذه المواد.

أما دور المواد اليدوية الملموسة فى تدريس الرياضيات، فيمكن تحقيقه من خلال المحاور الآتية:

١ ـ دور المواد اليدوية الملموسة فى تنمية الجانب الحسى:

أن الهدف من استخدام المواد اليدوية الملموسة هو جعل الرياضيات المجردة لها معنى عند التلميذ، وهذا يمكن أن يحدث إذا استخدمت هذه المواد فى تعزيز العلاقة بين الرموز والواقع.

واستخدام المواد اليدوية الملموسة يساعد التلاميذ على الانتقال من المستوى المحسوس إلى المستوى المجرد (Bridging the gap between the concrete and the abstract levels) حيث تقسم "هيدنيز" المستوى الانتقالى (بين المستوى المحسوس والمجرد) إلى المستويين التاليين:

أ. المستوى شبه المحسوس (Semi Concrete level):

ويعتبر تمثيلاً لموقف حقيقى أو صور لعناصر حقيقية تستخدم بدلاً من العناصر نفسها.

ب. المستوى شبه المجرد (Semi Abstract Level):

ويعتبر التمثيل الرمزى للعناصر الحقيقية (الواقع)

وتستخدم المواد اليدوية الملموسة فى المستويين شبه المحسوس وشبه المجرد وذلك من أجل الربط بين المستويين المحسوس والمجرد وتوطيد العلاقة بين الرموز والواقع[١١٢].

٢ ـ دور المواد اليدوية الملموسة فى تنمية الجانب المعرفى:

يتمثل الدور المعرفى لليدويات فى تعميق فهم التلاميذ للمفاهيم والأفكار الرياضية، فهى تتيح لهم الفرص للاكتشاف والتعرف على المفاهيم الرياضية من خلال أكبر عدد ممكن من النماذج التى تمثلها، إذ تستخدم المواد اليدوية الملموسة (مثل مكعبات كوزنير Cuisenaire Rods)، وقطع النماذج Patterns Blocks) فى تعليم التلاميذ العديد من المفاهيم الرياضية والعلمية (مثل : مفاهيم الشكل، والعدد، والطول، والمساحة، والمحيط، والكمية، والكتلة، .... وغيرها)، وذلك من خلال الاكتشاف المباشر القائم على استخدام المحسوسات، لذا فإنها تعد مصدرًا للخبرات المباشرة يوسع التلاميذ من خلاله معارفهم ويطبقونها فى مجالات متنوعة.

واستخدام المواد اليدوية الملموسة يساعد التلاميذ على بناء نماذج عقلية ملموسة للمفاهيم والأفكار الرياضية وينمى قدرتهم المكانية والبصرية[١١٣].

ويمكن تحديد دور المواد اليدوية الملموسة فى تنمية الجانب المعرفى للتلاميذ فى الآتى[١١٤]:

* يعد استخدام المواد اليدوية الملموسة مدخلاً مناسبًا للتعامل مع الرموز بالنسبة للطلاب منخفضى التحصيل فى الرياضيات.

* تعطى المواد اليدوية الملموسة ترجمة هندسية للعديد من المفاهيم والمهارات الجبرية (مثل التحليل، وحل المعادلات، ... إلخ) وهى بذلك تربط بين مفاهيم ومهارات الجبر والهندسة وتعمق فهم التلاميذ وتشجعهم على عمل روابط (Connections) بين فروع الرياضيات المختلفة.

٣ ـ دور المواد اليدوية الملموسة فى تنمية الجانب الوجدانى:

يساعد استخدام المواد اليدوية فى تدريس الرياضيات على تحقيق أهداف وجدانية تعليمية مثل الرغبة والارتياح فى الاستجابة للأنشطة الرياضية، حيث أن الاستخدام (طويل المدى) للمواد اليدوية الملموسة يحسن أداء الطلاب فى الرياضيات، ويزيد من اتجاه الطلاب الموجب نحو الرياضيات[١١٥].

٤ ـ دور المواد اليدوية فى تنمية الجانب الاجتماعى والقدرة على التواصل الرياضى:

للمواد اليدوية الملموسة دورًا مهمًا فى تعزيز التعلم التعاونى وتساعد على تطوير الحديث خلال حصص الرياضيات وذلك من خلال إعطاء التلاميذ أشياء لكى يفكروا فيها ويتحدثوا عنها، فهى تستخدم الحديث والتفكير والعمل الجماعى لحدوث التعلم.

إن للمواد اليدوية الملموسة دورًا مهما فى إثراء وتنمية بيئة التعلم، وذلك من خلال خلق بيئة جيدة للنقاش والتواصل الغير لفظى، والتأمل، وإعادة التفكير، وتعزيز التعلم التعاونى؛ لأن تعامل التلاميذ مع المحسوسات يهيئ لهم فرصاً كثيرة للتفاعل غير اللفظى بالإضافة إلى التفاهم بالألفاظ، إذ تساعدهم فى الكثير من الأحيان فى فهم المشكلة دون الحاجة إلى التعبير اللفظى[١١٦].

وتتحدد شروط ومحددات استخدام المواد اليدوية الملموسة فى تعليم وتعلم الرياضيات فى النقاط التالية:

* يجب استخدام المواد اليدوية الملموسة بانتظام داخل الفصل الدراسى لتوفير خبرة مباشرة للتلميذ تمكنه من بناء معانى للأفكار الرياضية الجديدة التى يدرسها.

* يجب استخدام نفس المواد فى تدريس العديد من الأفكار خلال المقرر الواحد، لأن هذا يقلل من الوقت اللازم لتقديم هذه المواد، وكذلك يمكن التلاميذ من إدراك العلاقات والارتباطات بين الأفكار الرياضية[١١٧].

بالإضافة إلى السابقة، يجب مراعاة الآتى:

* يجب أن تستخدم المواد اليدوية الملموسة بتصاحب مع المواد الأخرى كالصور والأشكال البيانية، والكتب المدرسية، والأقلام، ..... إلخ.
* يجب أن تستخدم المواد اليدوية الملموسة بطريقة تتفق مع مداخل الاكتشاف والاستقراء.
* يجب أن تستخدم المواد اليدوية الملموسة أبسط وأوضح المواد المتاحة.
* يجب أن تستخدم مع برنامج يشجع تسجيل النتائج رمزيًا[١١٨]:

سابعًا: معايير اختيار المواد اليدوية الملموسة فى تدريس الرياضيات

١ ـ معايير تدريسية

تتحدد المعايير التدريسية للمواد اليدوية الملموسة فيما يلى:

أ ـ يجب أن تقدم تجسيدًا حقيقيا لإحدى جوانب التعلم الرياضية (مفهوم ـ تعميم ـ مهارة).

ب ـ يجب أن تمثل بوضوح المفهوم الرياضى.

جـ ـ يجب أن تناسب المستوى العقلى للتلاميذ.

د ـ يجب أن تكون مثيرة لاهتمامات للتلاميذ.

هـ ـ يجب أن تكون متعددة الأغراض كلما أمكن ذلك (لصفوف متنوعة، ولمراحل متعددة من مراحل تكوين المفهوم، ولعدة مفاهيم) مثل القطع المنطقية.

و ـ يجب أن تتيح للتلميذ المعالجة اليدوية الفردية .

٢ ـ معايير فيزيائية

يجب أن تتوافر فى المواد اليدوية الملموسة الشروط التالية:

أ ـ قلة التكاليف.

ب ـ الجاذبية، بحيث يتوافر بها عنصر التشويق.

جـ ـ سهولة التنفيذ بابسط خامات البيئة ـ فى حالة عدم توافرها ـ مثل الورق المقوى الملون.

د ـ يمكن تحريكها بسهولة حتى يتمكن المتعلم من استخدامها فى الوصول بسهولة إلى الحل الصحيح.

هـ ـ يمكن توفير عينة منها لكل تلميذ أو لكل مجموعة صغيرة على حدة.

ثامنا: جدوى استخدام المواد اليدوية الملموسة فى تدريس الرياضيات للمعاقين بصريًا:

استنادًا إلى معطيات ونتائج الدراسات السابقة وأدبيات تعليم الرياضيات يمكن تحديد جدوى استخدام المواد اليدوية الملموسة فى تدريس الرياضيات للتلاميذ المعاقين بصريًا فى النقاط التالية:

١ ـ إن استخدام المواد اليدوية الملموسة تزيد إلى أقصى حد ممكن من استخدام الحواس المتوافرة لدى التلميذ المعاق بصريًا فى عمل الملاحظات والتوصل إلى الاستنتاجات.

٢ ـ إن استخدام المواد اليدوية الملموسة مهم فى تدريب وتنشيط القدرات والحوس الباقية للتلميذ المعاق بصريًا، وتدريبها واستخدامها فى مواقف حياتية.

٣ ـ إن استخدام المواد اليدوية الملموسة تساعد فى اكتشاف مواهب التلميذ المعاق بصريًا والعمل على تنميتها وتوجيهها الوجهة النافعة.

٤ ـ إن استخدام المواد اليدوية الملموسة فى تدريس الرياضيات يُسهل عرض المفاهيم والعلاقات الرياضية بالصورة التى يمكن أن يدركها التلميذ المعاق بصريًا باستخدام الحواس المتوافرة لديه حيث يمكن استخدام صفات يدركها المعاق بصريًا.

٥ ـ الاكتشاف اللمسى من خلال الأنشطة القائمة على المواد اليدوية الملموسة يمكن التلميذ المعاق بصريًا من التفاعل مع المعلومات التى يحصل عليها من خلال النماذج والرسوم البارزة، والتجارب، وغيرها.

٦ ـ استخدام الأنشطة القائمة على المواد اليدوية الملموسة أثناء تدريس الرياضيات للتلميذ المعاق بصريًا تزيد من فاعليته، وتسهم فى تنمية اتجاهات إيجابية لديه نحو نفسه ومجتمعه.

٧ ـ إن استخدام الأنشطة المحسوسة فى تدريس الرياضيات ومنها المواد اليدوية الملموسة تكسب التلميذ المعاق بصريًا بعض المهارات الأدائية البسيطة التى تتفق مع طبيعة إعاقته البصرية وتكون عونًا له فى أداء بعض الأعمال التى تزيد من تكيفه مع مجتمع العاديين.

٨ ـ إن استخدام الأنشطة المحسوسة من خلال المواد اليدوية الملموسة تمد التلاميذ بمشكلات مثيرة للحل باستخدام خبرات حديثة للتعلم وتخلق بيئة تعلم مريحة حيث تُمكن التلاميذ أن يتعلموا حسب خطواتهم وسرعة تعلمهم الذاتى، وتساعدهم فى تحمل مسؤولية تعلمهم بأنفسهم.

٩ ـ إن استخدام المواد اليدوية الملموسة تتيح للتلميذ المعاق بصريًا التنوع فى الأنشطة المقدمة كله، كى لا يمل الدراسة، ويتضمن هذا التنوع أنشطة كتابية، وأنشطة قرائيه، وأنشطة حركية ... الخ.

١٠ ـ يعد استخدام المواد اليدوية الملموسة فى تدريس الرياضيات أحد المداخل الفردية للتعلم، إذ يراعى عند التدريس للمعاقين بصريًا أن يكون التعلم فرديًا.

١١ ـ الأنشطة القائمة على المواد اليدوية الملموسة تتميز بأنها متمركزة حول التلميذ موجهة نحو النشاط، ولها تمثيل محسوس، وهذا ما يحتاج إليه المعاق بصريًا من تعلم فردى قائم على الخبرات المحسوسة التى يمكن أن يتعامل معها.

١٢ ـ إن استخدام الأنشطة المحسوسة فى تدريس الرياضيات ـ ومنها المواد اليدوية الملموسة ـ يعد من المناشط المهمة فى تعليم الرياضيات بعامة، وللمعاقين بصريًا، بخاصة، حيث أن نظريات التعلم كنظريات بياجيه وبرونر وأوزبل وغيرها تؤكد إن التعامل مع الأنشطة المحسوسة هو نشاط مهم فى تعليم الرياضيات، وأن التمثيل المحسوس للمفاهيم والتعميمات يجعلها أكثر فهمًا، كما أنها تساعد التلاميذ على تعلم المهارات العامة لحل المشكلات.

١٣ ـ أن استخدام المواد اليدوية الملموسة فى تدريس الرياضيات للتلاميذ المعاقين بصريًا يساعدهم فى الانتقال من مرحلة التفكير المحسوس إلى مرحلة التفكير المجرد.

١٤ ـ أن استخدام المواد اليدوية الملموسة فى تدريس الرياضيات له أهمية خاصة فى معالجة الفروق الفردية بين التلاميذ المعاقين بصريًا، حيث يمارس كل تلميذ نشاطات معينة تتفق مع رغبته وقدرته وسرعته.

١٥ ـ أن استخدام المحسوسات من خلال المواد اليدوية يُسهم فى تمثيل المعرفة الرياضية المجردة فى صورة حسية ملموسة ويساعد التلاميذ المعاقين بصريًا فى تكوين الإدراك العقلى للمفاهيم الرياضية.