الفصل الثاني

الإطار النظري

و الدراسات السابقة وفروض البحث

٢. ١. الإطار النظري والدراسات السابقة

٢. ١. ١. التفكير الرياضي

٢. ١. ١. ١. مفهوم التفكير بصفة عامة

٢. ١. ١. ٢. خصائص التفكير

٢. ١. ١. ٣. أهمية التفكير

٢. ١. ١. ٤. أنواع التفكير

٢. ١. ١. ٥. مكونات التفكير الرياضي

٢. ١. ١. ٥. ١. حل المشكلات الرياضية

٢. ١. ١. ٥. ٢. مستويات التفكير الهندسي لفان هايل

٢. ١. ١. ٥. ٣. البرهان الرياضي

٢. ١. ٢. خرائط المفاهيم

٢. ١. ٢. ١. تعريف خرائط المفاهيم

٢. ١. ٢. ٢. طبيعة خرائط المفاهيم

٢. ١. ٢. ٣. خطوات بناء خرائط المفاهيم

٢. ١. ٢. ٤. التطبيقات التربوية لخرائط المفاهيم

٢. ١. ٢. ٥. استراتيجيات تقديم وبناء خرائط المفاهيم

٢. ١. ٣. الذاكرة والسعة العقلية

٢. ١. ٣. ١. الذاكرة

٢. ١. ٣. ١. ١. مفهوم الذاكرة

٢. ١. ٣. ١. ٢. أنواع الذاكرة

٢. ١. ٣. ٢. السعة العقلية

٢. ١. ٣. ٢. ١. مفهوم السعة العقلية

٢. ١. ٣. ٢. ٢. السعة العقلية والعمر الزمني

٢. ١. ٣. ٢. ٣. السعة العقلية وخرائط المفاهيم

٢. ١. ٣. ٢. ٤. السعة العقلية والبنية المعرفية

٢. ١. ٣. ٢. ٥. السعة العقلية وحل المشكلات

٢. ٢. فروض البحث

obeikandl.com

الفصل الثاني

الإطار النظري

والدراسات السابقة وفروض البحث

لما كان الهدف من هذا البحث التعرف علي فعالية خرائط المفاهيم علي تنمية التفكير الرياضي لتلاميذ المرحلة الإعدادية وفقاً لمستويات السعة العقلية لهم، لذلك تضمن هذا الفصل الإطار النظري والدراسات السابقة ذات الصلة بموضوع البحث، وفي ضوء ما أسفرت عنه الدراسات السابقة من نتائج تم صياغة فروض البحث في نهاية هذا الفصل.

٢٠١ الإطار النظري والدراسات السابقة

مقدمة

تضمن هذا الجزء المفاهيم الأساسية للمتغيرات التي تم دراستها، حيث بدأ هذا الجزء بعرض التفكير الرياضي كمتغير تابع في هذا البحث من خلال: مفهوم التفكير، وخصائصه، وأنواعه بصفة عامة، ثم مكونات التفكير الرياضي وذلك من خلال عرض حل المشكلات الرياضية، ومستويات التفكير الهندسي لفان هيل، والبرهان الرياضي.

ثم بعد ذلك انتقل العرض ليتضمن استراتيجيات خرائط المفاهيم كمتغير مستقل في هذا البحث من خلال: تعريفها وطبيعتها، وخطوات بنائها، والتطبيقات التربوية لخرائط المفاهيم، واستراتيجيات تقديم وبناء خرائط المفاهيم.

وأخيراً تضمن هذا الجزء الذاكرة والسعة العقلية من خلال عرض لكل من: مفهوم الذاكرة، وأنواع الذاكرة، ومفهوم السعة العقلية، وعلاقة السعة العقلية بكل من العمر الزمني وخرائط المفاهيم والبنية المعرفية والقدرة علي حل المشكلات. وفيما يلي عرض تفصيلي لهذه المفاهيم الأساسية:

٢. ١. ١. التفكير الرياضي

٢. ١. ١. ١. مفهوم التفكير عامة

يمثل التفكير أعقد نوع من أنواع السلوك الإنساني، فهو يأتي في أعلى مستويات النشاط العقلي، كما يعد من أهم الخصائص التي تميز الإنسان عن غيره من المخلوقات، وهذا السلوك ناتج عن تركيب الدماغ لديه وتعقيده مقارنة مع تركيبه البسيط عند الحيوان، واستطاع الإنسان من خلاله أن يتميز عن الحيوان بقدرته على تحديد الهدف من سلوكه.

وأدي هذا التعقيد في التفكير إلى عدم الاتفاق بين العلماء حول التعريف العام للتفكير، فالتفكير في اللغة: إعمال العقل في مشكلة للتوصل إلى حلها، أما الفكر فهو إعمال العقل

في المعلوم للوصول إلى معرفة ومجهول، ويقال: لي في الأمر فكر: نظر وروية (مجمع اللغة العربية، ١٩٨٥، ٦٩٨).

كما يختلف علماء النفس حول ما إذا كان التفكير هو عملية سلوكية خارجية، أم أنه عملية معرفية داخلية، فالسلوكيون يقولون بأنه ينبغي على علم النفس أن يتعامل مع سلوك الفرد الملحوظ بشكل تجريبي كأساس لمعلوماته، فالعمليات الداخلية لا يمكن ملاحظاتها مباشرة، ولذلك لا يمكن أن تكون جزءاً من السلوك، وبالتالي فالسلوكيون يعدون مشهد التفكير كعملية داخلية لا علاقة لها بالسلوك ولذلك ينبغي عدم دراسته، وقد بقيت السلوكية عائقاً في وجه التفكير حتى الولادة الحديثة لعلم النفس المعرفي في الستينيات من هذا القرن، ومع ظهور علم النفس المعرفي، بدأت ثورة الاهتمام بالتفكير، وأصبح مدار البحث للعديد من العلماء، فالمعرفيون يقولون أن السلوك هو مجرد نتيجة للتفكير، لذلك ينبغي التركيز على الميكانيكيات التي تكّون السلوك (ناديا هايل السرور، ١٩٩٨، ٢٥٠).

وفى هذا الصدد أكد (Mc Worter, 1995) علي أن التفكير هو "ممارسة للنشاط العقلي الهادف بشكل مرتب ومنطقي لمواجهة المشكلات، ومعرفة أسبابها، والحكم عليها متبعاً في ذلك خطوات علمية منظمة لجمع وتفسير البيانات واتخاذ القرارات المتصلة بحل المشكلة".

واتفق مع ذلك(محمود محمد غانم، ١٩٩٥، ٢٠٢) حيث أشار إلي أنه" ينشأ السلوك المعبر عن التفكير حينما يوجد الفرد في موقف يحتاج فيه إلى الإجابة عن سؤال محير لم يسبق أن واجهه، والسلوك الناتج عن وجود الفرد في مثل هذه المواقف يدل على عملية نفسية هي عملية التفكير".

وأكد (Malim, 1994, 137) علي أن التفكير هو "العملية التي تتضمن معالجة المعلومات، وهذه المعلومات قد تكون مكتسبة عن طريق أعضاء الحس، أو قد تكون مختزنة داخل الذاكرة من خلال خبراته السابقة، وذلك بهدف الاستجابة للموقف الحالي".

وفى نفس الاتجاه أشار(French & Rhoder, 1992, 246) إلي أن التفكير هو" عملية معرفية، تتضمن تنسيق وتنظيم المهارات والاستراتيجيات والمعرفة الخاصة بالمحتوى، بطرق منظمة تمكن الفرد المفكر من الوصول إلى منتج جديد".

كما أشار(عبد المجيد نشواتي، ١٩٩١، ٤٥١) إلي أن التفكير " نشاط معرفي يشير إلى عمليات داخلية كعمليات معالجة المعلومات وترميزها، ولا يمكن ملاحظتها وقياسها على نحو مباشر، غير أنه يمكن استنتاجها من السلوك الظاهري الذي يصدر عن الأفراد لدى انهماكهم في حل مشكلة معينة، ويتراوح النشاط التفكيرى عادة بين مستويات بسيطة جداً كالدلالة على أسماء بعض الأشياء، ومستويات معقدة جداً كالنشاط المعرفي اللازم لحل مسألة رياضية ذات مستوى مرتفع من التجريد والتعقيد".

ولذلك أكد (فتحي عبد الرحمن جروان، ١٩٩٩، ٣٥)على أن التفكير مفهوم معقد يتألف من ثلاثة مكونات هي:-

١. عمليات معرفية معقدة (مثل حل المشكلات)، وأقل تعقيداً (كالاستيعاب والتطبيق والاستدلال)، وعمليات ما وراء المعرفة Meta Cognition.
٢. معرفة خاصة بمحتوى المادة أو الموضوع.
٣. استعدادات وعوامل شخصية (اتجاهات، موضوعية، ميول).

كما أكد (Moore, 1998, 144) علي أن التفكير هو" العملية التي تتضمن إصدار أحكام داخلية، وتستهدف استخدام المعرفة والخبرات السابقة من أجل التوصل إلى مفاهيم واستنتاجات ومعلومات جديدة".

وأشار (فتحي عبد الرحمن جروان، ١٩٩٩، ٤٢٤) إلي أن التفكير هو" سلسلة من النشاطات العقلية غير المرئية التي يقوم بها الدماغ عندما يتعرض لمثير يتم استقباله عن طريق واحدة أو أكثر من الحواس الخمسة، بحثاً عن المعنى في الموقف أو الخبرة، وهو سلوك هادف وتطوري، يتشكل من تداخل القابليات والعوامل الشخصية، والعمليات المعرفية وفوق المعرفية، والمعرفة الخاصة بالموضوع الذي يُجرى حوله التفكير".

أما (محمد جهاد الجمل، ٢٠٠١، ٢٥) فأشار إلي أن التفكير هو" نشاط بواسطته يستطيع الفرد أن يفهم موضوعاً أو موقفاً معيناً أو على الأقل يفهم بعض مظاهر هذا الموقف أو ذلك الموضوع، ويتخذ التفكير مظاهر متعددة منها: الحكم، والتجريد، والتصور، والاستدلال، والتخيل، والتذكر، والتوقع، ويبدو التفكير أيضاً في عملية حل المشكلات التي تعتمد أساساً على الأفكار أكثر من اعتمادها على الإدراك الحسي".

و(فهيم مصطفى، ٢٠٠٢، ٢٧ – ٢٨) قصد بالتفكير أنه هو "عمليات النشاط العقلي التي يقوم بها الفرد من أجل الحصول على حلول دائمة أو مؤقتة لمشكلة ما، وهو عملية مستمرة في الذهن لا تتوقف ولا تنتهي ما دام الإنسان في حالة يقظة، وهو أرقى العمليات العقلية والنفسية التي تميز الإنسان عن غيره من الكائنات الحية بدرجة راقية ومتطورة، أي أنه العملية التي ينظم بها العقل خبراته بطريقة جديدة لحل مشكلة معينة، بحيث تشتمل هذه العملية على إدراك علاقات بين موضوعات أو عناصر الموقف المراد حله مثل إدراك العلاقة بين المقدمات والنتائج، وإدراك السبب والعلاقة والنتيجة، وبين العام والخاص وبين شيء معلوم وآخر مجهول".

وعرفه (مجدي عبد الكريم حبيب، ٢٠٠٣أ، ١٨) بأنه" التقصي المدروس للخبرة من أجل غرض ما، وقد يكون هذا الغرض هو الفهم أو اتخاذ القرار أو التخطيط أو حل المشكلات أو الحكم على الأشياء أو القيام بعمل ما".

وعرفه (وليم عبيد وعزو إسماعيل عفانه، ٢٠٠٣، ٢٣) بأنه "العملية الذهنية التي يتم بواسطتها الحكم على واقع الأشياء، وذلك بالربط بين واقع الشئ والمعلومات السابقة عن ذلك الشئ، مما يجعل التفكير عاملاً مهماً في حل المشكلات".

وفى ضوء التعريفات السابقة تم تعريف التفكير بأنه مفهوم افتراضي يشير إلى عملية معرفية معقدة لا يمكن ملاحظتها وقياسها على نحو مباشر، والتي يقوم بها الفرد عندما تواجهه مشكلة ما بحيث يعالج الفرد من خلالها بيانات معينة بتذكرها ومعالجتها واستنباط بعض الأحكام في ضوئها، وهو بذلك يقوم بنشاط عقلي بهدف فهم الموقف باستخدام خبراته ومعلوماته السابقة بجانب المعلومات الجديدة في الموقف.

٢. ١. ١. ٢. خصائص التفكير

إن التفكير هو الحياة الداخلية التي تأخذ مكانها من خلال أنشطة لا تلاحظ مباشرة، فالفرد يقوم ببناء عالم داخل عقله، ثم يعيش في هذا العالم الذي تم بناؤه وتكوينه. ويعد التفكير بديل الفعل أو النزوع للفعل، حيث يشير التفكير إلى السلوك الضمني أي النشاط غير المنظور والذي يتميز بعدة خصائص والتي تم التوصل إليها من عدد من المراجع مثل:- (فتحي عبد الرحمن جروان، ١٩٩٩، ٣٦)، (فهيم مصطفى، ٢٠٠٢، ٢٨)، (محمد محمود الحيلة، ٢٠٠١، ٤٠١)، (محمد جهاد الجمل، ٢٠٠١، ٢٨)،(مجدي عبد الكريم حبيب، ١٩٩٦، ١٥-٢٠)، (وليم عبيد وعزو إسماعيل عفانه، ٢٠٠٣، ٢٥-٢٧)، (Mayer, 1992, 7)، (French & Rhoder, 1992, 12-15)، وهى كما يلي:-

١] التفكير يحدث بصورة طبيعية Thinking: A Natural Process

إن كل الأفراد يقومون بعملية التفكير بدون تعليم، فالتفكير يحدث بصورة طبيعية كالوظائف الجسمية مثل: التنفس، والمشي، وليست نتاج البرامج التدريسية المكثفة، إلا أنه ينبغي أن يتم تدريب التلاميذ الذين لا يفكرون بصورة جيدة على عملية التفكير، إذ أنه يمكن تنميته من خلال البرامج التربوية.

٢] التفكير عملية Thinking is a Process

فالتفكير كعملية عقلية تتضمن مجموعة من عمليات المعالجة أو التجهيز داخل الجهاز المعرفي، فالفرد حينما يواجه مشكلة ما من المشكلات يأخذ في النظر إليها من جميع أبعادها وجوانبها، فإذا تبين له أن هذه المشكلة ضرورية وتستدعى حلاً، أخذ يحللها إلى عناصرها الأولية ليختزلها إلى أقل عدد ممكن من المشكلات الفرعية، ومن خلال معلوماته في مجال تخصصه وخبراته السابقة في تخصصه أو التخصصات الأخرى يبدأ في فحص و دراسة المشكلة في ذهنه وبعيداً عن الواقع، ثم يفكر في مجموعة الفروض أو التصورات حول المشكلة والتي تعد بمثابة حلول مؤقتة ومحتملة للمشكلة، وبعد تقييم وتكوين الحلول المقترحة (الفروض) يبدأ مرحلة التجريب واختبار الفروض، وقد تكون الفروض المقترحة جميعها صحيحة أو تكون جميعها كاذبة، أو تحتاج إلى تعديل.

٣] التفكير عملية نشطة Thinking: An Active Process

على الرغم من أن كل تعريفات التفكير تفترض وجود متصل له قطبين: القطب الأول يشير إلى السلبية في التفكير، وفى نهاية المتصل يوجد القطب الثاني الذي يشير إلى النشاط في التفكير، إلا أنه تم تدعيم النظرة الحالية لعملية التفكير كنشاط بصورة واسعة، فالتفكير لا يمثل

عملية مشاهدة لمباراة كرة القدم حيث يجلس الفرد سلبي، وإنما عندما يقوم الفرد بالتفكير فإنه يولد ويبنى المعرفة والأفكار بنشاط ولا يكون المفكر مستقبل سلبي للأفكار والمعرفة.

٤] التفكير عقلي ومعرفي Thinking is a Cognitive

فالتفكير يحدث داخل العقل الإنساني أو النظام المعرفي Cognitive System فهو في صميمه خفي، أي أنه عملية عقلية أدواته المفاهيم والمعاني والصور الذهنية، ويبنى على محصلة العمليات النفسية: كالإدراك، والإحساس، والتخيل، وكذلك على العمليات العقلية: كالتذكر، والتحديد، والتعميم، والتمييز، والمقارنة، والاستدلال، والتخيل، أي هو معرفة العلاقات بين الخصائص العامة والنوعية للأشياء والظواهر.

٥] التفكير موجه Thinking is Directed

أي يظهر في شكل سلوك موجه نحو حل مشكلة ما، ويختلف مفهوم التفكير باختلاف وجهات معينة، فمثلاً التفكير التباعدى تفكير مرن ينطلق من اتجاهات متعددة وخصبة وينحو بالفرد نحو تغيير طريقته كلما تتطلب المشكلة هذا التغيير، أما التفكير الصوري فهو تفكير افتراضي قياسي يقوم بالقياس على قضايا توجد في صورة مقدمات يسلم الفرد بصدقها ثم يحاول أن يستنتج النتائج المنطقية المترتبة على هذه المقدمات.

٦] التفكير والمعرفة Thinking & knowledge

فالتفكير نشاط عقلي غير مباشر لكي يتوصل الفرد إلى إقرار علاقات بين الأشياء فإنه يعتمد ليس فحسب على احساساته وادراكاته المباشرة، ولكن أيضاً وبالضرورة على معلوماته السابقة، فعملية التفكير تتطلب معرفة سابقة وذاكرة للتفكير وقدرة على استخدام هذه المعرفة السابقة، حيث إن قدرة الفرد على التفكير بصورة فعالة في مجال معين تكون محدودة إذا كانت معرفة الفرد في هذا المجال محدودة، كما أن التفكير يتطلب القدرة على إيجاد المعرفة السابقة المختزنة في الذاكرة والتي تكون مناسبة، والقيام بعملية تكامل بين المعرفة السابقة والمعرفة الجديدة.

٧]التفكير يحدث في سياق Thinking in a Context

إن التفكير يحدث داخل كل من السياق الطبيعي والسياق الذاتي (الشخصي)، والسياق الطبيعي للتفكير يتمثل في جسم ومخ المفكر، أما السياق الشخصي فيتمثل في نظام الحاجات والدوافع والانفعالات والعواطف، واتجاهاته وقيمه وميوله واحباطاته واشباعاته، أي أنه دالة للشخصية.

٨] تأثير المجتمع Influence of Society

يوجد اتفاق عام بأن عملية التفكير تتأثر بكل من الثقافة والمجتمع الذي يوجد فيه الأفراد، فعلى الرغم من التشابه البيولوجى بين الأفراد، إلا أن محتوى عملية التفكير واستخدام مهارات التفكير تمثل دالة لثقافة المجتمع، كما تختلف عملية التفكير تبعاً للمجموعات المختلفة داخل هذا

المجتمع، فالتفكير يتشكل من عناصر المحيط التي تضم الزمان (فترة التفكير)، والموقف المناسب، والموضوع الذي يُجرى حوله التفكير.

٩] تمثيل الأفكار Representation of Thought

فالتفكير انعكاس للعلاقات والروابط بين الظاهرات والأحداث والأشياء في شكل لفظي ورمزي، كما تتطلب عملية التفكير لغة لصياغة الأفكار والتعبير عنها مثل القدرة على بناء تمثيلات للمعرفة والمفاهيم، وهذه التمثيلات قد تكون لفظية أو بصرية أو تكون في صورة إيماءات.

وعلى ذلك يرتبط التفكير واللغة في وحدة لا تنفصل، فاللغة هي الواقع المباشر للفكرة، ومن ناحية أخرى لا يمثل التفكير ولا اللغة كياناً خاصاً، وإنما يمثلان أساساً لمظهر الحياة الموضوعية.

١٠] التفكير عملية تكرارية Thinking: A Recursive Process

إن القيام بعملية التفكير هي مهمة تكرارية وليست خطية، فالمفكر يستعد لعملية التفكير ويفكر وقد يعيد عملية التفكير، وقد يختبر تفكيره، ثم يعيد هذا الاختبار وهكذا حتى يصل إلى الهدف في وقت معين، وربما يعيد هذه العملية مرة أخرى في موقف جديد يتعرض له.

١١] التفكير نشاط فسيولوجي

أي أنه يمكن تفسير التفكير في إطار النشاط التحليلي التركيبي المعقد للمخ وخاصة ميكانيزمات اللحاء (Cortical)، والمناطق تحت اللحائية (sub- Cortical) والتي تقوم بتجهيز جميع المعلومات التي تصل إلى المخ (أو ما يسميه بافلوف النشاط الإشارى الأول والنشاط الإشارى الثاني) ثم تصحيحها بميكانيزمات التغذية الرجعية.

١٢] يعتمد التفكير على القوانين العامة للظواهر

ففي عملية التفكير يستخدم الفرد ما توفر لديه من خبرة سابقة عن قوانين وقواعد تعكس العلاقات والمبادئ العامة للعالم المحيط به.

١٣] يرتبط التفكير ارتباطاً وثيقاً بالنشاط العملي للإنسان

يعتمد التفكير بحكم جوهره على النشاط العملي الاجتماعي الذي يقوم به الفرد ولا يعد هذا مجرد تأمل بسيط للعالم الخارجي وإنما انعكاس لهذا العالم الخارجي في تكوين وبناء الفرد لذاته، حيث تواجهه مشكلات إن هو حاول حلها، إذ أنه يسعى في هذه الحالة إلى إعادة بناء العالم الخارجي وتطويره، هنا يكون التفكير الإنساني من ناحية أخرى الأساس الحقيقي لتغيير الواقع المحيط بالفرد.

بالإضافة إلى ما سبق فمن خصائص التفكير أيضاً:

[14] التفكير سلوك تطوري يزداد تعقيداً وحذقاً مع نمو الفرد وتراكم خبراته.

[15] الكمال في التفكير أمر غير ممكن في الواقع، والتفكير الفعال غاية يمكن بلوغها بالتدريب والمران.

[16] التفكير الفعال هو التفكير الذي يستند إلى أفضل المعلومات الممكن توافرها، ويسترشد بالأساليب والاستراتيجيات الصحيحة.

[17] يحدث التفكير بأشكال وأنماط مختلفة (لفظية، رمزية، كمية، مكانية، شكلية) لكل منها خصوصيته.

[18] ينطلق التفكير من الخبرة الحسية، ولكنه لا ينحصر فيها ولا يقتصر عليها.

٢. ١. ١. ٣. أهمية التفكير

إن الثمار الحقيقية للتعلم هي العمليات الفكرية الناتجة عن دراسة أي فرع من فروع المعرفة، وليست المعلومات المتراكمة نتيجة لدراسة ذلك الفرع، ومن هنا اكتسبت شعارات (تعليم الطالب كيف يتعلم، وكيف يفكر) أهمية خاصة لأنها تحمل مدلولات مستقبلية في غاية الأهمية.

إن الفرد يحتاج التفكير في البحث عن مصادر المعلومات، كما يحتاجه في المعلومات اللازمة للموقف، واستخدام هذه المعلومات في معالجة المشكلات على أفضل وجه ممكن، ولذلك فإن تنمية العقول إنما هو جزء مما يتعلمه وينشأ عليه، لأنه جزء من كينونة البشر، وطبقاً لهذه النظرة فإن الوظيفة الرئيسة للتربية إنما هي تعليم الأطفال أن يفكروا بطريقة ناقدة وإبداعية وأكثر فاعلية.

وهناك أسباب عديدة تحتم على المدارس والجامعات الاهتمام المستمر بتوفير الفرص الملائمة لتطوير وتحسين مهارات التفكير للأفراد بصورة منظمة وهادفة، إذا كانت تسعى بالفعل لمساعدتهم على التكيف مع متطلبات عصرهم بعد تخرجهم، وهذه الأسباب تم التوصل إليها من عدة مراجع مثل: (إبراهيم محمد عطا، ٢٠٠٢، ١٤٨-١٥٣)، (فتحي عبد الرحمن جروان، ١٩٩٩، ٢٢-١٩)، (فهيم مصطفى، ٢٠٠٢، ٢٧)، (مجدي عبد الكريم حبيب، ٢٠٠٣ب، ٢٤-٢٨)، (مجدي عبد الكريم حبيب، ٢٠٠٣أ، ١٧-١٨)، (نايفة قطامي، ٢٠٠١، ٢٢-٢٤)،(ناديا هايل السرور، ١٩٩٨، ٢٥٨-٢٥٩)، (وليم عبيد وعزو إسماعيل عفانه، ٢٠٠٣، ٢٨-٢٩) ، (Fisher, 1998, 6-9)، وهى كما يلي:-

١. إن التفكير ضرورة حيوية للإيمان واكتشاف نواميس الحياة، فليس هناك شك في أن إعمال العقل والتفكر والتدبر في ما خلق الله والتبصر بحقائق الوجود هي من الأمور التي عظمها الدين، لأنها وسائل الفرد من أجل اكتشاف سنن الكون ونواميس الطبيعة وفهمها وتطويعها لسعادته، كما أنها وسائله في الاستدلال على وجود الخالق وعظمته وتوحيده، وفى استخلاص

الدروس والعبر من التاريخ، وعلى ذلك فالتفكير صلة بين الفرد وربه قبل أن يكون صلة بينه وبين المخلوق، وصلة الخالق لها الأولوية.

٢. المنفعة الذاتية للفرد نفسه، فعند تعليم الأفراد مهارات التفكير الجيد تجعلهم مزودين بما يساعدهم على خوض مجالات التنافس بشكل فعال في هذا العصر الذي ارتبط فيه النجاح والتفوق بمدى القدرة على التفكير الجيد.

٣. المنفعة الاجتماعية العامة، حيث اكتساب أفراد المجتمع لمهارات التفكير الجيد يُوجد منهم مواطنين يستطيعون النظر بعمق وحكمة إلى المشاكل الاجتماعية التي عانى منها مجتمعهم كما يجعلهم قادرين على إصدار الأحكام الصائبة على كثير من المواضيع العامة، وقادرين على حل ما يعتريهم من مشاكل اجتماعية بشكل جيد، ويجعل احتمالات الوقوع في الخطأ قليلة ويحد ويخفف من القرارات المتسرعة التي ينتج عنها أخطاء جسيمة.

٤. معدل التغير داخل المجتمع تم بسرعة غير عادية لدرجة أنه من الصعوبة تقدير المعرفة الضرورية في المستقبل، وهذا يعني أنه على المدرسة أن تعطي تركيزاً أقل على التزود بالمعلومات مقابل تعليم الطلاب أن يتعلموا ويفكروا من أجل أنفسهم، فالطلاب الذين يواجهون بمستقبل في عالم لا يمكن التنبؤ به، فإنهم في أمس الحاجة إلى التفكير بطريقة ناقدة وإبداعية على أعلى المستويات المتاحة من أجل تنمية إمكانية التعامل مع المشكلات والمصادر الخاصة بالعولمة.

٥. البحوث الخاصة بالفصل الدراسي في المدارس تؤيد وتؤكد أن الطلاب يصبحون أكثر دافعية وأكثر ارتباطاً في الفصول التي يجدوا فيها إثارة عقلية، لذلك فإن تعليم مهارات التفكير والتعليم من أجل التفكير يرفعان من درجة الإثارة والجذب للخبرات الصفية، ويجعلان دور الطلبة إيجابياً وفاعلاً، وينعكس بصور عديدة من بينها: تحسن مستوى تحصيل التلميذ ونجاحه في الامتحانات المدرسية، ويهذب قدراته، ويزيد من نشاطه وحيويته، ويحوله إلى باحث عن المعرفة ومعالج لها وليس حافظاً، ويسرع في تأهيله وإعداده للمجتمع، ويزيد من قيمته وأهميته، ويزيد من إنسانية الطفل، ويزيد من ثقته في نفسه، وتتحقق الأهداف التعليمية التي يتحمل المعلمون والمدارس مسئوليتها، ومحصلة هذا كله تعود بالنفع على المعلم والمدرسة والمجتمع.

٦. الصحة النفسية، إذ أن القدرة على التفكير الجيد تساعد الفرد على الراحة النفسية، فالمفكرون الجيدون عادة لديهم القدرة على التكيف مع الأحداث والمتغيرات من حولهم أكثر من الأفراد الذين لايحسنون التفكير، كما أن تعليم التفكير يساعد على إشباع الرغبات الحسية، فمن خلال حل المشكلات وطرح التساؤلات أثناء عملية التفكير يكتسب الفرد المتعة الحسية.

٧. إن تدريب العقل من خلال التحدي المعرفي ليس فقط وسائل للمتعة والنجاح في عالم سريع التغير، ولكنه يحقق نوعيات أخلاقية وقيمية، فالقيم المعرفية يمكن النظر إليها على أنها فئة معقدة من الخصائص تشمل: حب الاستطلاع، التفكير العميق، الشجاعة العقلية، المثابرة في البحث عن الحقيقة، الاستعداد للتأمل والتحليل، الحكم وتصحيح الذات، الانفتاح على وجهات النظر الخاصة بالآخرين والعناصر الأخرى التي تنمى عن طريق الممارسة. هذه المميزات

هي التي يحتاجها الفرد ليتمرس على التفكير من أجل الذات والتفكير مع الآخرين. كما أن الاستقصاء والاستكشاف الفلسفي مع الأطفال يمكن أن تكون وسائل تمد الشخصية الإنسانية بكل من: الانفتاح العقلي، المثابرة، احترام الآخرين، التقييم الذاتي.

٨. إدراك ما لدى الطلبة من إمكانيات وطاقات والاستفادة منها بدلاً من تركها تتبدد، واستثمار هذه الطاقات فيما يعود بالنفع على الفرد، وعلى أمته، بل على الإنسانية قاطبة.

٩. حاجة المجتمعات الصناعية إلى تأهيل أبنائها بمهارات القدرة على التفكير أثناء أداء المهنة حتى يتمكنوا من إتقان أعمالهم والحذق فيها، كما أن المجتمعات النامية هي الأخرى بحاجة ماسة إلى مثل هذا التأهيل من أجل الخروج من دائرة الإعالة التي فرضت من قبل المتقدم.

١٠. حاجة السياسيين لمهارات التفكير المناسبة، والتي تساعدهم على إدارة شؤون الحياة والأفراد بكفاءة ونجاح من أجل حل كثير من القضايا الملحة سواء أكانت هذه القضايا فردية أو جماعية، والحل الصحيح لابد وأن يستند للعلم.

١١. إن التفكير الإيجابي يزود الفرد بمجموعة من الخطط المدروسة التي تتمثل فيما يلي:
أ. كيفية طرح الأسئلة بهدف الحصول على إجابات ومعلومات تساعد على حل المشكلة.
ب. دراسة الخطوات المنطقية المتعلقة باتخاذ القرار.
ج. كيفية تحديد المواقف التي تتطلب اتخاذ القرار.
د. كيفية اتخاذ القرار.
هـ. التفكير في بدائل للقرار المطلوب اتخاذه.
و. التفكير في النتائج المحتملة لكل قرار بديل.
ز. كيفية حل المشكلات.
ح. دراسة أساليب التعامل مع الآخرين والمختلفين في الاتجاهات والميول.

١٢. إتقان الفرد للتفكير الجيد، واكتسابه القدرة على التحليل والتقويم والنقد مما يجعله مسلحاً بما يقيه من التأثر السريع غير المتعقل بأفكار الآخرين وآرائهم.

وعلى ذلك يعد التفكير مطلباً ضرورياً للفرد والجماعة؛ لأنه وسيلة للترقي والمشاركة في بناء الحضارة المعاصرة، ومن لم يشارك فيها فهو غائب.

٢. ١. ١. ٤. أنـــواع التفكيـــر

تعددت أنواع التفكير والتي تم التعرض لبعضها كما جاءت في بعض البحوث والدراسات في هذا المجال مثل:(خالد جمال الدين أبو الحسن الليثى، ١٩٩٩، ١٢٥-١٢٨)، (عزو إسماعيل عفانه، ٢٠٠٢، ٥٨-٦١)، (فتحي عبد الرحمن جروان، ١٩٩٩، ٣٦-٤٧)، (فهيم مصطفى، ٢٠٠٢، ٢٨-٢٩)، (مجدي عبد الكريم حبيب، ١٩٩٦، ٤٦-٤٨)، (نايفة قطامى، ٢٠٠١ ، ٣٥-٦١)، (محمود عبد الحليم المنسي، ٢٠٠٢، ٣٠٦-٣٠٨)، (وليم عبيد وعزو إسماعيل عفانه، ٢٠٠٣، ٣٩-٩٢) ومن أهم هذه الأنواع:

١] التفكير الناقد Critical Thinking

هو عملية تبنى قرارات وأحكام قائمة على أسس موضوعية تتفق مع الوقائع الملاحظة، والتي يتم مناقشتها بأسلوب علمي بعيداً عن التحيز أو المؤثرات الخارجية التي تفسد تلك الوقائع أو تجنبها الدقة أو تعرضها إلى تدخل محتمل للعوامل الذاتية.

٢] التفكير الإبداعي Creative Thinking

التفكير الإبداعي نشاط عقلي مركب وهادف توجهه رغبة قوية في البحث عن حلول أو التوصل إلى نواتج أصيلة لم تكن معروفة مسبقاً، ويتميز التفكير الإبداعي بالشمولية والتعقيد؛ لأنه ينطوي على عناصر معرفية وانفعالية وأخلاقية متداخلة تشكل حالة ذهنية فريدة، ويستخدم الباحثون تعبيرات متنوعة تقابل مفهوم التفكير الإبداعي مثل: التفكير المنتج Productive ، والتفكير المتباعد Divergent ، والتفكير الجانبي Lateral.

٣] التفكير الحدسي Intuitive Thinking

هو التفكير الذي يعتمد على الإدراك والاستنتاج المباشر المفاجئ الذي يصل به الفرد عن طريق مقدمات، أي أنه أسلوب عقلي يهدف إلى الوصول إلى صيغ مقبولة دون اتباع خطوات تحليلية، وهذا النوع من التفكير يتطور وينمو من خلال التفاعل المباشر مع الخبرات المحسوسة التي يمكن أن يدركها المتعلم بصورة تكفل له تحسين قدراته وتعزيز ثقته بنفسه، فهو في حقيقة الأمر تفكير تخميني للحل دون أن يُعرف سببه.

٤] التفكير المنطقي Logical Thinking

هو التفكير الذي يُمارس عند محاولة بيان الأسباب والعلل التي تكمن وراء الأشياء، ومحاولة معرفة نتائج الأعمال، ولكنه أكثر من مجرد تحديد الأسباب والنتائج أنه يعنى الحصول على أدلة تؤيد أو تثبت وجهة النظر أو تنفيها.

٥] التفكير التأملي Reflective Thinking

يقصد به تأمل الفرد للموقف الذي أمامه وتحليله إلى عناصره، ورسم الخطط اللازمة لفهمه حتى يصل إلى النتائج، ثم تقويم النتائج في ضوء الخطط، ويهتم التفكير التأملي بفحص أسس الأفكار، والبحث في مقوماتها استناداً إلى البراهين والأدلة.

٦] التفكير البصري Visual Thinking

يقصد به أنه قدرة عقلية مرتبطة بصورة مباشرة بالجوانب الحسية البصرية، حيث يحدث هذا النوع من التفكير عندما يكون هناك تنسيق متبادل بين ما يراه المتعلم من أشكال ورسومات وعلاقات، وما يحدث من ربط ونتاجات عقلية معتمدة على الرؤية والرسم المعروض.

٧] التفكير التوفيقي Compromising Thinking

وهو التفكير الذي يتصف صاحبه بالمرونة، وعدم الجمود، والقدرة على استيعاب مجرى الآخرين، ومخططات القرارات التي يفكر بها الآخرون، فيظهر تقبلاً لأفكارهم، ويغير من أفكاره ليجد طريقاً وسيطاً يجمع بين طريقته في المعالجة وأسلوب الآخرين فيها.

٨] التفكير الاستدلالي Inferential Thinking

في هذا النوع من التفكير يتقدم العقل من قضايا مسلم بصحتها إلى قضايا أخرى تنتج عنها بالضرورة، وتكون جديدة بالنسبة للقضايا الأصلية وذلك دون الالتجاء إلى التجربة، وينقسم هذا النوع من التفكير إلى قسمين هما:

١. **الاستقراء Inductive:** وهو التفكير الذي يعتمد على انتقال الفرد من الجزئيات إلى الكليات، ومن الخصوصيات إلى العموميات.

٢. **الاستنباط Deductive:** وهو التفكير الذي يعتمد على انتقال الفرد من الكليات إلى الجزئيات، ومن العموميات إلى الخصوصيات.

٩] التفكير البسيط Basic Thinking

وهو تعبير يستخدم للإشارة إلى النشاطات العقلية غير المعقدة، التي تتطلب ممارسة إحدى مهارات التفكير الأساسية التي تضم المستويات الثلاثة الدنيا من تصنيف بلوم للأهداف التربوية وهي: المعرفة، والاستيعاب، والتطبيق، والمهارات الفرعية التي تتألف منها عمليات التفكير المعقدة كمهارات الملاحظة والمقارنة.

١٠] التفكير التقييمي Evaluative Thinking

هو عملية عقلية تستهدف التوصل إلى إصدار حكم حول قيمة الأفكار أو الأشياء، وسلامتها، ونوعيتها وفق محكات أو معايير محددة.

١١] التفكير الفعال Effective Thinking

وصف لعملية التفكير الذي يستند إلى أفضل المعلومات الممكن توافرها، وتُتبع فيه أساليب صحيحة في معالجة المعلومات، ويتطلب إجادة مهارات التفكير، وتوافر عدد من القابليات الشخصية: كالانفتاح، والموضوعية، والمثابرة، وعدم التسرع في إصدار الأحكام.

١٢] التفكير غير الفعال Ineffective Thinking

وهو التفكير الذي لا يتبع منهجية واضحة دقيقة، ويبنى على المغالطات أو افتراضات باطلة أو متناقضة أو ادعاءات وحجج غير متصلة بالموضوع، أو التوصل إلى استنتاجات ليست مبررة أو إعطاء تعميمات وأحكام متسرعة، أو تبسيط الأمور المركبة، أو ترك الأمور للزمن والحوادث لتعالجها.

١٣] التفكير المركب Complex Thinking

تعبير يستخدم للإشارة إلى مجموعة من العمليات العقلية المعقدة التي تضم: التفكير الناقد، والإبداعي، وحل المشكلات، واتخاذ القرار، والتفكير فوق المعرفي. كما يستخدمه المربون للإشارة إلى المستويات الثلاثة العليا من تصنيف بلوم للأهداف التربوية والتي تضم: مهارات التحليل، والتركيب، والتقويم.

١٤] التفكير النمطي Stereotyped Thinking

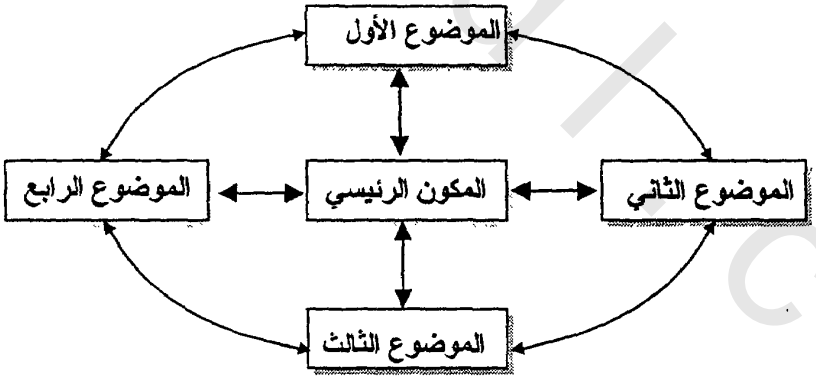
وصف للتفكير المقيد بالعادة والاستعمالات المألوفة للأشياء أو الذي تعوزه الأصالة، أو من يوصف بأنه يفكر تفكيراً نمطياً، فيغلب عليه الانغلاق ومقاومة التغيير وضعف الثقة بالنفس والميل للمجاراة.

١٥] التفكير فوق المعرفي Meta Cognitive Thinking

مفهوم يشير إلى عمليات التفكير العليا التي تتحكم في توجيه وإدارة نشاطات حل المشكلة أو اتخاذ القرار، وتُبقى على وعي الفرد لذاته أثناء القيام بالمهمات التي تتطلب معالجة المعلومات. وهو نوع من الحديث مع الذات أو التفكير حول التفكير عن طريق التخطيط للأداء ومراقبة تنفيذ الخطة والتقييم.

١٦] التفكير المنظومي Systemic Thinking

ويقصد به القدرة على التعامل مع المفاهيم والمكونات الأخرى لبنية معينة، من خلال منظومات تتضح فيها كافة العلاقات الأفقية والرأسية والدائرية والتي تربط المكونات ببعضها البعض في علاقات تبادلية، كما تربط كل مكون بالصورة الكلية للبنية نفسها، وذلك كما هو موضح بالشكل(١).



شكل (١)
التفكير المنظومي في الموضوعات المتفاعلة

١٧] التفكير الملموس Concrete Thinking

يدور حول أشياء ملموسة خلال اليوم العادي ولا تحتاج إلى بذل مجهود في التفكير، ويتميز به الأطفال وبعض البالغين المصابين بالمخ.

١٨] التفكير المجرد Abstract Thinking

وهو التفكير في الأشياء غير المحسوسة.

١٩] التفكير الذاتي Subjective Thinking

وهو التفكير الذي يدور في أوهام وخيال الفرد.

٢٠] التفكير الموضوعي العلمي Scientific Objective Thinking

وهو التفكير في الأشياء ذات الوجود الفعلي في العالم، ويعتمد على ثلاث ركائز هي: الفهم، التنبؤ، التحكم، ويربط بين الخبرات بخطوات متسلسلة ومنظمة تقود الفرد إلى حل المشكلة.

٢١] التفكير العلاقي Relational Thinking

وهو التفكير الذي يقوم على إدراك العلاقات بين العوامل المختلفة في الموقف أو المشكلة التي تواجه الفرد.

٢٢] التفكير القائم على التعميم

وهو يعتمد على قدرات التنظيم والتصنيف.

٢٣] التفكير القائم على التمييز

وهو يعتمد على إظهار الفروق الجوهرية بين الأشياء.

وكما هو واضح أن تعاريف وأنماط وأساليب التفكير كثيرة ومتنوعة، ولا بد أن يُؤخذ في الاعتبار أن كل ما يقال في هذا المجال من آراء للوصول إلى مكونا ت التفكير الرياضي.

٢. ١. ١. ٥. مكونات التفكير الرياضي

يعد التفكير الرياضي أحد الصور المتعددة للتفكير، ولعله أهم صور التفكير من حيث أهمية الدور الذي يقوم به المتعلم في حل المشكلات الرياضية، وذلك باستخدام أساليب الاستدلال والتأمل والبرهان الرياضي، وإدراك العلاقات بين المتغيرات في المشكلة.

وقد تعددت التعريفات الخاصة بالتفكير الرياضي، فعرف(خليفة عبد السميع، ١٩٨٥، ١٥١) التفكير الرياضي من خلال مجموعة من الأنشطة والعمليات العقلية وهي:

١. تحليل المواقف إلى مركباتها.
٢. تصنيف هذه المركبات.
٣. التلخيص.

وأكد أن هذه الأنشطة تسمح بالنظر إلى الرياضيات " كبناء من العلاقات"، واكتشاف هذه العلاقات والتعبير عنها بصور مختلفة: كالكلمات، والأعداد، والأشكال الهندسية، والمخطوطات، بما يتيح الفرصة للتلاميذ لابتكار الرياضيات لأنفسهم في مستوياتهم من بيانات محسوسة ومألوفة لديهم.

وعرفت (نظلة خضر، ١٩٨٤، ٣٨) التفكير الرياضي من خلال أساليب التفكير التي تستخدم في البرهنة، وحل المشكلات، والاكتشاف الرياضي، ومنها التفكير الاستدلالي، والتفكير الاستقرائي، والتفكير الحدسي، والتفكير الخلاق.

وفى هذا الصدد أشار (يحيي هندام، ١٩٨٢، ١٢ – ١٥) إلى أن أساليب التفكير في الرياضيات هي:

١. **التفكير التأملي:** ويقصد به أن يتأمل التلميذ الموقف الذي أمامه، ويحلله إلى عناصره، ويرسم الخطط اللازمة لفهمه حتى يصل إلى النتائج التي يتطلبها هذا الموقف، ثم يقوّم هذه النتائج في ضوء الخطط التي وضعت له.

٢. **التفكير العلاقي:** هو أسلوب التفكير الذي يقوم على إدراك العلاقات بين العوامل المختلفة في المواقف أو المشكلة التي تواجه الفرد، فأي مشكلة تحتوى على عدد من العناصر، فإذا أدرك الفرد العلاقة بينها إدراكاً سليماً فسوف يؤدى ذلك إلى حل الموقف أو المشكلة، أما إذا لم يدرك هذه العلاقة فإن ذلك سوف يؤدى إلى الحل الخاطئ.

٣. **التفكير الاستدلالي:** وهو أسلوب التفكير الذي يصل فيه الفرد من قضايا معلومة أو مسلم بصحتها إلى معرفة المجهول الذي يتمثل في نتائج ضرورية للمقدمات المسلم بصحتها، ولهذا النوع من التفكير مكونات ثلاثة هي: الاستنباط، والاستقراء، والاستنتاج.

٤. **التفكير الناقد:** هو عملية تقوم على أساس الدقة في ملاحظة الوقائع التي تتصل بموضوعات المناقشة، وتقييم هذه الموضوعات، والقدرة على استخلاص النتائج منها بطرق منطقية سليمة، ومراعاة موضوعية العملية كلها والبعد عن الذاتية.

في حين أشار (فريد أبو زينه، ١٩٨٦، ١٥٠- ١٥١) إلي أن التفكير الرياضي يتمثل في المظاهر التالية:

١. **التعميم** **Generalization**

هو صياغة مكتوبة أو عبارة مكتوبة بالصورة العامة، وذلك بملاحظة بعض الحالات الخاصة.

٢. **الاستقراء** **Induction**

ويقصد به الوصول إلى نتيجة ما من بعض المشاهدات، أو الملاحظات، أو الأمثلة الخاصة.

٣. **الاستدلال والاستنتاج** **Deduction**

ويقصد به الوصول إلى نتيجة خاصة اعتماداً على مبدأ عام، وتطبيق القاعدة العامة على حالة خاصة من الحالات التي تنطبق عليها القاعدة.

٤. **التعبير بالرموز** **Symbolism**

ويقصد به استخدام الرموز للتعبير عن الأفكار الرياضية، أو المعطيات اللفظية.

٥. **المنطق الشكلي أو الصوري** **Formal Logic**

هو دراسة منطق العبارات تبعاً لشكلها حيث تمثل العبارات ونفيها وأدوات الربط المنطقية بالرموز، وتطبيق النتائج النهائية على جميع العبارات التي لها الشكل نفسه، والتفكير المنطقي هو ذلك النوع من التفكير الذي يتم به الوصول إلى نتيجة من مقدمات تتضمن النتيجة بما فيها من علاقات، ويخضع استخلاص النتائج لقواعد تعرف بقواعد المنطق الشكلي.

٦. **البرهان الرياضي** **Mathematical Proof**

ويقصد به الدليل، أو الحجة لبيان أن صحة عبارة ما تنتج من صحة عبارات سابقة لها، أو هو سلسلة من العبارات لبيان صحة نتيجة ما عن طريق الاستدلال والمنطق، وتقديم الدليل استناداً إلى نظرية أو مسلمة سابقة.

وأكد (خليفة سعيد خليفة عيد، ١٩٩٨، ١٨) أن التفكير الرياضي هو "أداء عقلي خاص بالرياضيات، والذي يعتمد على مجموعة من المظاهر متمثلة في: التفكير الاستدلالي (استقراء – استنباط)، و التفكير المنطقي، والتعميم، وحل المشكلات".

وأضاف إلى ذلك(عبد المجيد عبد العزيز عبد المجيد، ١٩٩٨، ٢٢) أن التفكير الرياضي هو "نشاط عقلي خاص بالرياضيات، يبنى على مجموعة من العمليات العقلية الخاصة بالتفكير الاستدلالي(الاستقراء - الاستنباط)، والتفكير الرمزي، والتفكير العلاقي، والتفكير التأملي، والبرهان الرياضي".

وعرفه (عادل الباز وحمزة عبد الحكم الرياشي، ٢٠٠٠، ٢٢٥) بأنه" نمط التفكير أو النشاط العقلي الخاص بالرياضيات، وله عدة مركبات هي: التفكير الكمي، إدراك الأنماط، التفكير الاستقرائي، والتفكير الاستنباطي".

واتفق كل من (صلاح عبد الحفيظ وعايدة سيدهم اسكندر، ١٩٩٩، ٨٦)، و(على عبد الرحيم حسانين، ١٩٩٩، ١٠) على أن التفكير الرياضي هو" نشاط عقلي مرن ومنظم، يهدف إلى حل المشكلات الرياضية باستخدام بعض أو كل المهارات التالية حسب طبيعة كل مشكلة: الاستقراء، الاستنباط، التعبير بالرموز، إدراك العلاقات، البرهان الرياضي".

وأشار (عزو إسماعيل عفانة، ٢٠٠٢، ٥٨- ٦٢) إلى أن" أنماط التفكير السليمة في الرياضيات الحديثة تشمل: التفكير الاستقرائي، التفكير الاستدلالي، التفكير الربطي، التفكير التفحصي، التفكير الناقد، التفكير الحدسي، التفكير فوق – معرفي، التفكير البصري".

وفى ضوء التعريفات السابقة لمفهوم التفكير الرياضي يمكن ملاحظة ما يلي:

١. عدم اتفاق التعريفات السابقة حول تعريف محدد للتفكير الرياضي، وقد يرجع ذلك إلى أن طبيعة التفكير الرياضي تختلف عن طبيعة أنماط التفكير الأخرى نظراً لما يتضمنه من مظاهر متعددة.

٢. صعوبة التمييز بين التفكير الرياضي وحل المشكلات، مما ترتب عليه الخلط بين مفهومي التفكير الرياضي وحل المشكلات.

٣. قلة الاختبارات والمقاييس التي تقيس التفكير الرياضي بصفة عامة، وفي المرحلة الإعدادية بصفة خاصة، مما يؤدى إلى صعوبة تحديد مكونات ومهارات التفكير الرياضي.

والتفكير الرياضي كأحد أنماط التفكير قد حظي باهتمام واسع في معظم الكتابات التربوية وتطبيقاتها، وفى هذا الصدد أكد (محمد المفتى وعبد العزيز محمد، ١٩٩٠، ١٧٢) علي أن التفكير الرياضي هو أحد المحاور الثلاثة للتنور في الرياضيات التي هي:

١. المفاهيم والمبادئ والمهارات الأساسية في الرياضيات.
٢. أساليب التفكير الرياضي.
٣. طبيعة الرياضيات وتاريخ تطورها.

كما أضاف (رمضان صالح وفاروق السيد عثمان، ١٩٩٣، ٢٨٣) إلي ذلك "أن تدريب التلاميذ على العمليات العقلية المتضمنة في عملية التفكير، يمثل القضية الرئيسة أمام تدريس الرياضيات وبالتالي أمام تطوير تدريسها".

وأكد(عزو إسماعيل عفانه، ٢٠٠٢، ٥٨) على أن "إكساب المتعلمين أساليب التفكير السليمة باعتبارها أحد الأهداف المهمة لتدريس الرياضيات الحديثة، يُزيد من قدرة المتعلمين على فهم التراكيب الرياضية القائمة على مسلمات افتراضية، وكيفية استنتاج تلك المسلمات طبقاً لقواعد العقل والمنطق، كما أن التفكير السليم يساعد المتعلم على اشتقاق بعض العمليات الفكرية مثل: الملاحظة، والاختيار، والتجريد، والتعميم، وتكوين الفروض وغير ذلك".

ونظراً للأهمية الكبرى التي يحظي بها التفكير الرياضي كمنتج تعليمي مهم من منتجات تدريس الرياضيات، فقد أجريت العديد من الدراسات التربوية الخاصة بالتفكير الرياضي حيث:

اهتمت بعض البحوث والدراسات السابقة باستخدام نماذج تعليمية واستراتيجيات ومداخل تدريسية لتنمية التفكير الرياضي، مثل:

دراسة (**غالب محمود الطويل، ١٩٩١**) والتي أثبتت فاعلية استخدام أسلوب دورة التعلم على تنمية التفكير الرياضي لدى عينة من طلاب الصف الأول الثانوي بدولة قطر.

ودراسة (**صلاح عبد الحفيظ، ١٩٩٢**) والتي أثبتت فاعلية أسلوب حل المشكلات على تنمية التفكير الرياضي لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

واتفقت مع ذلك دراسة (**محمود محمد حسن، ١٩٩٩**) والتي أثبتت فاعلية طريقة حل المشكلات على تنمية التفكير الرياضي لدى طلاب المرحلة المتوسطة بالمملكة العربية السعودية.

ودراسة (**صلاح عبد الحفيظ وعايدة سيدهم، ١٩٩٩**) والتي أثبتت أيضاً فعالية كل من النماذج الرياضية، وأسلوب حل المشكلات على تنمية التفكير الرياضي لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

إلا أن دراسة(**رمضان صالح رمضان وفاروق السيد عثمان، ١٩٩٣**) فقد أثبتت عدم فعالية الاستراتيجية الاستقصائية على تنمية التفكير الرياضي لدى طلاب كلية التربية.

أكدت بعض الدراسات على أهمية استخدام برامج ووحدات تعليمية لتنمية التفكير الرياضي، مثل:

دراسة(**عادل الباز وحمزة عبد الحكم الرياشي، ٢٠٠٠**) والتي أثبتت فعالية برنامج مقترح في التقدير التقريبي، والحساب الذهني لنواتج العمليات الحسابية على تنمية الحس العددي والتفكير الرياضي لتلاميذ المرحلة الابتدائية.

واتفقت دراسة(**Villasenor, 1990**)، ودراسة (**Fennema etal., 1996**) على فعالية مشروع التعليم الموجه معرفياً على تنمية التفكير الرياضي لدى التلاميذ.

أما دراسة **(Meyer, 1996)** فقد أثبتت فعالية النموذج الحلقي الثلاثي الذي يهدف إلى تنمية التفكير الرياضي على تحصيل الطلاب في مقرر التفاضل والتكامل.

ودراسة(**محبات أبو عميرة، ١٩٩٦**) التي أثبتت فعالية برنامج في الألغاز الرياضية على تنمية مهارات التفكير العليا في الرياضيات، والاتجاهات نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

واتفقت مع ذلك دراسة **(Lewkowiz, 2001)** والتي أثبتت فعالية نموذج للخدع الرياضية على تنمية التفكير الرياضي في مقرر تمهيدي في الجبر.

ودراسة(**جمال السيد وهدان، ١٩٩٧**) والتي أثبتت فعالية تطوير محتوى المتجهات في مقررات الرياضيات بالمرحلة الثانوية على تنمية التفكير الرياضي وذلك باستخدام المدخل الحلزوني.

ودراسة(**عبد المجيد عبد العزيز، ١٩٩٨**) والتي أثبتت فاعلية برنامج مقترح لتنمية التفكير الرياضي لدى طلاب الصف الأول الثانوي الأزهري.

واتفقت مع ذلك دراسة(**خالد جمال الدين أبو الحسن الليثي، ١٩٩٩**) والتي أثبتت فعالية برنامج مقترح في الرياضيات على تنمية مهارات التفكير الرياضي لطلاب المرحلة الثانوية.

أما دراسة(**زينب عبد الغني، ٢٠٠١**) فقد أثبتت فعالية برنامج مقترح لتعليم التفكير أثناء تدريس الهندسة لتلاميذ الصف الأول الإعدادي على تنمية التفكير الرياضي.

اتفقت بعض الدراسات على فعالية استخدام الكمبيوتر في تدريس الرياضيات على تنمية التفكير الرياضي، مثل:

دراسة **(Manoucheri, 1996)** والتي أثبتت أن استخدام الكمبيوتر في تدريس الرياضيات له تأثير إيجابي على أفراد العينة، حيث إنه يوفر صور بصرية تساعد في فهم الأنشطة والمشكلات الرياضية.

كما أثبتت دراسة(**خليفة سعيد خليفة عيد، ١٩٩٨**) فاعلية استخدام الكمبيوتر في تدريس الرياضيات لتنمية التفكير الرياضي لتلاميذ الصف الرابع الابتدائي.

أما دراسة **(Ellingwood, 1997)** فقد أثبتت عدم كفاءة وفعالية برنامج بلغة اللوجو على تنمية مهارات التفكير العليا في الرياضيات.

ودراسة **(Allison, 2000)** فقد أثبتت فعالية استخدام الآلة الحاسبة البيانية على تنمية التفكير الرياضي لطلاب المدرسة العليا أثناء حل المشكلات الرياضية.

اهتمت بعض الدراسات ببحث العلاقة الارتباطية بين التفكير الرياضي للطلاب وبعض المتغيرات الأخرى، مثل:

الدراسات التي قام بها **(صلاح عبد الحفيظ، ١٩٩٢)، (خليفة سعيد خليفة عيد، ١٩٩٨) و(محمود محمد حسن، ١٩٩٩)، و(ممدوح سليمان وأبو العزايم مصطفى، ١٩٨٧)** والتي أثبتت وجود علاقة ارتباطية دالة موجبة بين التحصيل المعرفي في الرياضيات والتفكير الرياضي.

إلا أن دراسة(**خالد جمال الدين أبو الحسن الليثي، ١٩٩٩**) فقد أثبتت عدم وجود علاقة ارتباطية بين التحصيل المعرفي في الرياضيات والتفكير الرياضي.

أما دراسة(**Lyons, 1991**) فقد أثبتت عدم وجود علاقة دالة موجبة بين الحالة المزاجية للطلاب والمهارات العليا من التفكير الرياضي.

واتفقت دراسة (**Ellingwood, 1997**) ودراسة (**خالد جمال الدين أبو الحسن الليثي، ١٩٩٩**) علي تفوق البنات على البنين في اختبار مهارات التفكير ككل والمحاور الفرعية له.

إلا أن دراسة (**Hall, 2002**) أثبتت عدم وجود فروق بين البنين والبنات في سلوكيات حل المشكلات كمظهر من مظاهر التفكير الرياضي لدى تلاميذ المدرسة المتوسطة.

علي ضوء ما سبق يتضح أن مجموعة هذه الدراسات أشارت إلي أن تنمية التفكير الرياضي ضرورة حتمية لتكوين الفرد، ولذلك أكدت هذه الدراسات علي ضرورة تنمية التفكير الرياضي من خلال بعض طرق وأساليب التدريس مثل: دورة التعلم، أسلوب حل المشكلات، النماذج الرياضية، الاستراتيجية الاستقصائية، كما أكدت علي أهمية استخدام برامج ووحدات تعليمية لتنمية التفكير، وأثبتت بعض الدراسات فعالية استخدام الكمبيوتر في تدريس الرياضيات علي تنمية التفكير الرياضي.

واختلف هذا البحث عنها في استخدام استراتيجية خرائط المفاهيم علي تنمية التفكير الرياضي لتلاميذ المرحلة الإعدادية وفقاً لمستويات السعة العقلية لهم، وهذا لم تهتم به أي من الدراسات السابقة المتعلقة بالتفكير الرياضي.

كما أن معظم الدراسات المتعلقة بالتفكير الرياضي قد اهتمت ببحث أثر بعض المتغيرات مثل: التحصيل المعرفي في الرياضيات، النوع علي التفكير الرياضي، إلا إن هذا البحث اهتم

ببحث أثر السعة العقلية علي التفكير الرياضي لتلاميذ المرحلة الإعدادية وهذا لم تهتم به أي من الدراسات السابقة.

غير أن هذا البحث قد أفاد من مجموعة هذه الدراسات في التعرف علي طبيعة التفكير الرياضي وتحديد مكوناته التي ينبغي تنميتها لتلاميذ المرحلة الإعدادية، وكيفية تنميته وقياسه، ومعرفة الأسس التي يتعين إتباعها عند بناء اختبار التفكير الرياضي.

وفي ضوء التعريف الذي تم تقديمه للتفكير الرياضي في الفصل الأول، فإنه اقتصر الحديث في هذا البحث علي مكونات التفكير الرياضي التالية:

٢. ١. ١. ٥. ١. حل المشكلات الرياضية.
٢. ١. ١. ٥. ٢. مستويات التفكير الهندسي لفان هيل.
٢. ١. ١. ٥. ٣. البرهان الرياضي.

وفيما يلي شرح تفصيلي لكل مكون من المكونات السابقة:

٢. ١. ١. ٥. ١. حل المشكلات الرياضية Mathematical Problem Solving

٢. ١. ١. ٥. ١. ١. المشكلة الرياضية Mathematical Problem

عرف (حسين غريب، ١٩٨٧، ١٠٧) المشكلة بأنها" موقف أو سؤال يتطلب من التلميذ التفكير، والبحث عن الحل، والذي غالباً ما يأتي بطريق غير مباشر، وكذلك لا يأتي بصورة فورية".

كما عرفتها (إحسان شعراوي، ١٩٨٥، ٨٣) بأنها" سؤال مطلوب الإجابة عنه، ويتوفر فيه الشروط الآتية:

١. أن يكون فيه تحدي للطالب بحيث لا يستطيع حله بطريقة روتينية معروفة لديه.
٢. أن يكون لدى الطالب دافع يدفعه لقبول هذا التحدي.

وأشار (خليفة عبد السميع، ١٩٨٥، ١٠٦) إلي المشكلة بأنها" تتكون من هدف يدفع المتعلم للوصول إليه، ولكنه يواجه عائقاً يمنعه من الوصول إليه".

وأضاف(السيد حامد مدين، ١٩٨٦، ١٥) إلى ذلك أن المشكلة "موقف رياضي جديد، لم يتعرض له التلميذ من قبل، ولا يستطيع أن يحدد طريقة الحل بصورة فورية، بل يتطلب منه التفكير في كيفية الوصول إلى الحل مستخدماً في ذلك ما اكتسبه من معلومات ومهارات سابقة".

ووضع (فرد ريك هـ. بل، ١٩٨٦، ١٦٨-١٦٩) عدة خصائص للمشكلة تتلخص فيما يلي:

١. ينبغي أن يكون الفرد على وعي بموقف ما لكي يكون مشكلة.
٢. ينبغي أن يعترف الفرد أن الموقف يتطلب فعلاً.
٣. ينبغي أن يشعر أنه يحتاج القيام بعمل ما تجاه الموقف.
٤. ينبغي ألا يكون حل الموقف واضحاً بطريقة مباشرة.

كما أشار (سعيد عوضين، ١٩٩٦، ١٦) إلي أن موقف ما يمثل مشكلة لفرد ما، إذا توافرت الشروط التالية:

١. لابد من وجود هدف معين يسعى هذا الفرد لتحقيقه.
٢. توجد عوائق تحول دون تحقيق هذا الهدف بالسلوك المعتاد.
٣. لابد أن تكون لدى الفرد الرغبة الأكيدة للتغلب على هذه العوائق.

واتفق كل من (Mayer, 1992, 5)، (فتحي عبد الرحمن جروان، ١٩٩٩، ١٠٦) على أن المشكلة عبارة عن موقف أو حالة تتحدد بثلاثة عناصر هي:

١. **المعطيات:** حيث تبدأ المشكلة بتحديد ظروف معينة أو أشياء أو معلومات أو بيانات أو غيرها مما يساعد على إبراز المشكلة.
٢. **الأهداف:** وهي الحالة النهائية للمشكلة أو الجانب المرغوب فيها الذي يُوصل إلى حل لها، والتفكير هو الذي يحوّل المشكلة من حالة المعطيات إلى حالة الهدف.
٣. **العوائق:** لدى المفكر طرق معينة يحوّل بها معطيات المشكلة إلى هدف، إلا أنه لا يعلم مسبقاً بالحل الصحيح، أي أن التتابع الصحيح للسلوك والذي يحل المشكلة لا يكون واضحاً من بداية الأمر.

والمشكلة في رأي (مصطفى حسيب، ١٩٩١، ٢٢) هي"موقف أو هدف يسعى الفرد إلى تحقيقه، إلا أن هناك عائق يحول دون الوصول إليه إلا عن طريق التفكير فيه ووضع الخطة اللازمة لذلك".

أما (مصطفي محمد مصطفي عبد القوي، ١٩٩٣، ١٩) فأكد علي أن المشكلة الرياضية هي "موقف رياضي، لا يستطيع التلميذ أن يحدد طريقة حله بصورة فورية أو روتينية، وإنما يتحتم عليه أن يكتشف بعض العلاقات بين عناصره الداخلية من خلال التفكير السليم للبحث عن طريقة الحل، وليس بالاسترجاع بطريقة معتادة".

وقدم (رضا مسعد السعيد، ١٩٩٤، ١٣٠) تعريف للمشكلة الرياضية بأنها" موقف يحوي صعوبة ما، يحاول الفرد التغلب عليها، حيث لا يوجد أمامه طريقة مباشرة محددة أو ثابتة الخطوات لذلك، وعلى الفرد أن يستدعي معلوماته السابقة ليربطها بعناصر الموقف الحالي بطريقة جديدة من أجل تذليل الصعوبة أو الصعوبات التي يحويها الموقف".

ووضع (Ernest, 1998, 118) " تعريفين للمشكلة الرياضية هما:

١. المشكلة في الرياضيات هي أي شئ يتطلب عمل ما.
٢. المشكلة سؤال محير أو صعب.

فالتعريف الأول يعد المشكلة مهمة أو نشاط تم إعداده ويتطلب عمله وهذا يشمل على المهمات الروتينية، أما التعريف الثاني فيهتم بالمهمات غير الروتينية المحيرة التي تتطلب الإبداع أو الاستخدام الجديد للحقائق والمهارات أو إجراءات الحل".

أما (عزو إسماعيل عفانة، ٢٠٠٢، ٧٠) فأشار إلي أنه" ليس كل ما يطرح على المتعلم يعد مسألة (مشكلة) تحتاج إلى حل، إذ ينبغي أن تتوافر في كل مسألة رياضية تحتاج إلى حل الشروط الآتية:

١. أن تُظهر المسألة الرياضية معلومات وهدفا يكون الإجابة عنه معتمداً على تلك المعلومات.
٢. أن يكون هدف المسألة الرياضية قابلاً للتحقق من خلال ترجمة المعلومات المتاحة إلى حدود رياضية، أو تطبيق القوانين في مجالات رياضية متعددة.
٣. أن تكون المحاولة الفردية لحل المسألة الرياضية، أو تحقيق الهدف المنشود منها غير جاهز في ذاكرة المتعلم أو عمل إجراءات حل المسألة بمجرد رؤيتها".

وأضاف إلي ذلك (فريد أبو زينة، ٢٠٠٣، ٢٨٥ – ٢٨٦) أن "المشكلة هي موقف يواجهه الفرد أو مجموعة من الأفراد، ويحتاج إلى حل، حيث لا يرى الفرد طريقاً واضحاً أو ظاهراً للتوصل إلى الحل المنشود، وليست كل المواقف التي يواجهها الفرد تمثل مشكلات بالنسبة له، وما هو مشكلة اليوم بالنسبة للفرد قد لا يكون مشكلة له في الغد، كما قد لا يكون مشكلة بالنسبة لفرد آخر، وحتى يتصف الموقف بالنسبة لفرد ما بأنه مشكلة ينبغي أن تتوافر فيه ثلاثة شروط هي:

١. **القبـــول Acceptance** : ينبغي أن يكون للفرد هدف واضح ومحدد يشعر بوجوده، ويسعى لتحقيقه، فالفرد المتعلم يتقبل الموقف أو المشكلة باهتمام، ويتفاعل معها، ويسعى جاهداً وينشط لحلها والتغلب عليها.

٢. **الحاجـــز Blockage** : هناك ما يمنع الفرد من تحقيق هدفه، فيفشل في محاولته الأولى في التوصل إلى الحل، حيث لا تساعد عادات الفرد وردود فعله التقليدية في حل المشكلة، فتتسدّ عليه الطريق ولو للحظات.

٣. **الاستكشاف Exploration** : يتضح الموقف أمام الفرد، وينشط الفرد عن طريق الحفز الذاتي في استقصاء سبل ووسائل جديدة للتصدي للمشكلة وحلها".

من خلال العرض السابق لمفهوم المشكلة الرياضية فإنه لكي يعد الموقف مشكلة لفرد ما، لابد من أن تتوافر الشروط التالية:

١. موقف جديد أو غير مألوف لم يتعرض له الفرد من قبل.
٢. إدراك الفرد للمشكلة ووجود الدافـــع لديه لحلـــها.
٣. إن الفرد الذي يحل المشكلة ليس لديه طريقة للوصول إلى الحل بصورة فورية سريعة.
٤. فكرة الحل غير واضحة، وعلى التلميذ استخدام معلوماته السابقة ومهاراته في الوصول للحل.

٢. ١. ١. ٥. ١. ٢. حـل المشكلة الرياضيـة Mathematical Problem Solving

حل المشكلات ليست بالموضوع الجديد في عملية التعليم والتعلم، فالعالم جون ديوي يربط التفكير المنتج بالطريقة العلمية المطبقة في حل المشكلات الإنسانية الممتدة من المشكلات البسيطة للحياة اليومية إلى المشكلات الاجتماعية المعقدة والمشكلات المجردة، وكذلك فإن حل المشكلات يأتي كأعلى نوع من أنواع التعلم عند (جانييه).

كما أن مبدأ برونر الشهير، الذي نص على أن المهم في عملية التعلم ليس النتيجة المكتشفة فقط، بل أن الأهم هو سلسلة العمليات المؤدية إلى هذه النتيجة، اتفق تماماً مع عملية حل المشكلات، ولذلك بدأ الرأي العام في الآونة الأخيرة يتفق على أن حل المشكلات ينبغي أن يكون الهدف الأساسي لتدريس الرياضيات.

وعلى ذلك يعد حل المشكلات الرياضية بصفة عامة، من أهم الموضوعات التي شغلت المتخصصين في مجال تدريس الرياضيات والمهتمين بها منذ فترة طويلة وحتى الآن، وفيما يلي معنى حل المشكلة كما يراها المتخصصون في الرياضيات.

حيث أشار (Polya, 1965) في (French & Rhoder, 1992, 152) إلى أن حل المشكلة هو "أن يكون بإيجاد المجهول كهدف نهائي، والتخلص من العقبات، ولإيجاد هذا المجهول يتم التفكير في الوسائل التي يتم بها تحديد قيمته، وعند الحصول عليه يكون قد تم حل المشكلة، ومما يجدر بالذكر أن الحل لا يكون متوافر بشكل مباشر أمام الفرد، بل ينبغي تذليل الصعوبات للوصول لهذا الحل".

وحدد (محمود الإبيارى، ١٩٨٥، ٢٦) عملية حل المشكلة بأنها" تعني قيام التلميذ بمجموعة من العمليات للبحث عن طريقة الحل، ومن ثم الحصول على الحل، وهذه العمليات وما تشمله من استراتيجيات للتفكير وما ينجم عنها من إجراءات تختلف من حيث الكيف والكم بناءاً على قدرات التلميذ وطبيعة المشكلة، ويطلق عليها اسم عمليات التقيبHeuristic أو عمليات حل المشكلة الرياضية".

وأشار(حسين غريب، ١٩٨٧، ١٠٨) إلى أن حل المشكلة هي "مجموعة الإجراءات التي يستخدمها الفرد مدركاً الموقف ومتغيراته، معتمداً على البيانات المعطاة والعلاقات بينها، والتي توظف بذكاء وقدرات عقلية متعددة، توجه بالتخمين مع الاستقراء والملاحظة والاستدلال المدعم باستخدام المواقف المماثلة أو تطبيق تعميمات وقوانين مناسبة تؤدي إلى المطلوب".

وأكد (Gagné, 1966, 132) أن حل المشكلة هو " تغير يستدل عليه في قدرة الفرد، يؤدي إلى اكتساب قاعدة ما قابلة للتعميم تكون جديدة بالنسبة للفرد، ولا يمكن الوصول إليها بالاستدعاء المباشر، علاوة على ما تعلمه شيئاً جديداً يسمى قاعدة الرتبة الأعلى"، وقصد جانييه بقاعدة الرتبة الأعلى أن يكتسب المتعلم تعلماً ذا مستوى أعلى.

وأشار (محمود شوق، ١٩٨٩، ٢٠٥-٢٠٦) إلى أن حل المشكلة الرياضية هو"التعرف على وسائل وطرق التغلب على العوائق، التي تعترض الوصول إلى الهدف وتوظيفها للوصول إليه، أي إنه إذا تمكن الفرد من الوصول إلى الهدف وزال التوتر الذي يعتريه بذلك يكون قد حل المشكلة".

أما (فتحي عبد الرحمن جروان، ١٩٩٩، ٤٢٩) فأكد على أن حل المشكلة هو "عملية تفكير مركبة يستخدم الفرد فيها ما لديه من معارف سابقة ومهارات من أجل القيام بمهمة غير مألوفة، أو معالجة موقف جديد، أو تحقيق هدف لا يوجد حل جاهز لتحقيقه، أما عندما يُطلق على

أحد أنواع التفكير المركب فإنه يشير إلى استراتيجية، أو سلسلة العمليات العقلية والخطوات المتتابعة لحل مشكلة ذات متطلبات معرفية".

وحدد (أسامة إسماعيل إبراهيم، ٢٠٠٠، ١٤٤) حل المشكلة الرياضية بأنه" إجراء يتم من خلاله اختيار المفاهيم والتعميمات المناسبة، ورسم الخطط، واستخدام المهارات المكتسبة سابقاً في محاولة الوصول إلى هدف محدد، الذي يتمثل في الوصول إلى إثبات أو برهان محدد أو حل للمشكلة".

وأشار (فريد أبو زينة، ٢٠٠٣، ٢٨٦) إلى أن حل المشكلة الرياضية "عملية يستخدم فيها الفرد معلوماته السابقة ومهاراته المكتسبة لتلبية موقف غير عادي يواجهه، وعليه أن يعيد تنظيم ما تعلمه سابقاً ويطبقه على الموقف الجديد الذي يواجهه، ومهارة حل المشكلات تتطلب القدرة على التحليل والتركيب لعناصر الموقف الذي يواجهه الفرد".

وبناءاً على ما سبق فإن حل المشكلات قد ينظر إليه البعض على أنه: هدف يسعى إلى تحقيقه من تدريس الرياضيات، والبعض الآخر ينظر إليه على أنه: عملية يتمكن بواسطتها التلاميذ من تذليل العقبات التي يواجهونها، وآخرون ينظرون إليه على أنه: مهارة يتم تعليمها للتلاميذ لكي يصبح بمثابة سلوك يتبعونه فيما بعد، وعلى ذلك فأشار(خليفة عبد السميع، ١٩٨٢، ٥١) إلي أن حل المشكلات في الرياضيات يعد:

١.حل المشكلة كهدف تربوي **Goal**

وفيه يكون الهدف الرئيسي من تدريس الرياضيات هو تنمية قدرة التلاميذ على حل المشكلات، وفي هذه الحالة يوجه الاهتمام إلى عملية حل المشكلة دون أي اعتبار للكيفية أو الطريقة أو الاستراتيجية.

٢.حل المشكلة كعملية **Process**

وفي هذه الحالة يكون الاعتبار الأول منصباً على الخطوات التي يمر بها التلميذ للوصول للحل، أي يتركز الاهتمام على أسلوب الحل وإجراءاته واستراتيجياته وكيفية اكتشافه بمعرفة التلميذ منفرداً أو بتوجيه المدرس له.

٣.حل المشكلة كمهارة أساسية **Basic Skill**

وفي هذه الحالة يكون حل المشكلات بمثابة مهارة ينبغي أن يتعلمها التلميذ، أو بمثابة سلوك ينبغي أن يتعود التلميذ علي إتقانه، وحل المشكلات باعتباره مهارة أساسية ليس من شأنه التركيز فقط على نوعية المشكلات وعناصرها أو محتوياتها، وإنما أيضاً يركز على طرق وأساليب واستراتيجيات حلها.

ومما سبق يتضح أن لكل نظرة من النظرات السابقة أهميتها ودورها المهم: حيث تؤثر الأولى في تحديد أهداف تدريس الرياضيات مع الأخذ في الاعتبار حل المشكلات كأحد هذه الأهداف، والثانية تساعد علي الاهتمام بأساليب وطرق وإجراءات إتقان مهارات الحل المختلفة

وخطواته، أما الثالثة فتؤكد على إتقان التلاميذ للمهارة نفسها، مع عدم إغفال وجهتي النظر الأخريتين – ومن ثم – فإن النظر إلى حل المشكلات ينبغي أن يتم من خلال هذا المنظور الثلاثي.

٢. ١. ١. ٥. ١. ٣. خطوات حل المشكلة الرياضية Phases of Mathematical Problem Solving

يعد جورج بوليا (Polya, 1957, 5-19) أشهر من اهتم بهذا الموضوع، وتعد استراتيجياته في حل المشكلة ذات الخطوات الأربع من أشهر الاستراتيجيات التي تشتق منها معظم الاستراتيجيات الخاصة بحل المشكلات، وخاصة في مجال الرياضيات، وقد وضع جورج بوليا في كتابه المشهور How to Solve It أربع خطوات لحل المشكلة (Polya, 1957, 5-19) هي كما يلي:

١. قراءة المشكلة وفهمها:

إن عرض المسألة بلغة واضحة ومفهومة تتلاءم ومستوى الطالب هو أمر لا جدال فيه، وينبغي على المعلم التأكد من فهم الطالب للمشكلة التي تواجهه، ويتم ذلك بأكثر من وسيلة، ومن هذه الوسائل:

أ. إعادة صياغة المشكلة بلغة الطالب الخاصة.
ب. معرفة العناصر الرئيسة في المشكلة، وتحديد المعطيات والمطلوب.
ج. رسم توضيحي للمشكلة (إن كان ذلك ضرورياً).

٢. ابتكار خطة الحل:

إن أول ما تتطلبه هذه الخطوة هو تنظيم المعلومات المعطاة بشكل يسهل على الطالب ملاحظة الترابط فيما بينها، وهل يتوفر من المعلومات ما يكفي لحل المسألة، وقد يتبين للفرد فكرة الحل تدريجياً، وقد يسبقها محاولات فاشلة، وقد يظهر فجأة أمام الطالب.

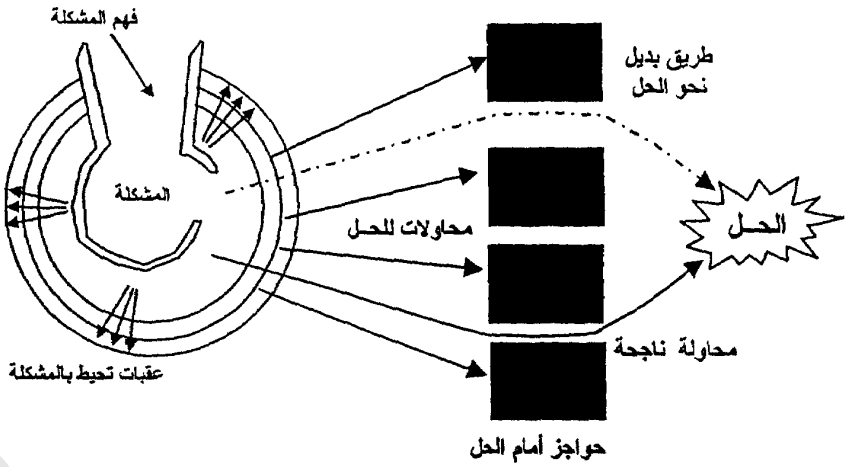
٣. تنفيذ خطة الحل:

وأكد بوليا علي أن تنفيذ الخطة يكون من أسهل خطوات حل المشكلة خاصة إذا أدرك التلميذ الخطة إدراكاً صحيحاً، والخطورة في هذه المرحلة هو يأس الطالب وعدم قدرته على الاستمرار في الحل، خاصة إذا كانت الخطة قد فرضت عليه فرضاً ولم يقتنع بها أو يتفهمها.

٤. مراجعة الحل:

يتم التحقق من صحة الحل إما من خلال السير بخطوات الحل عكسياً، أو من خلال التحقق من الجواب بالتعويض، أو اللجوء إلى طريقة أخرى في حل المشكلة، إلى غير ذلك.

وهذه المراحل تشكل دورة يتم تكرارها عدة مرات، حيث يتم من خلال هذه المرات مراجعة الخطوات الأولى ولو كان الحل مقبولاً، ويمكن تمثيل هذه المراحل برحلة إلى هدف مرغوب فيه ولكنه مجهول، ويوضح الشكل (٢) هذه الفكرة، حيث يتم فهم المشكلة عند الدخول إليها، ثم اتباع الخطوات الأولى نحو الحل والتي تشتمل على: المواجهة، والتغلب على الصعوبات التي تحيط بالمشكلة ، وربما تكون هناك حاجة إلى عدة خطوات وربما عدة محاولات كما يبين الشكل (٢)(Ernest, 1998, 117) .



شكل (٢)
عمليات حل المشكلة

وبناء على أفكار بوليا في حل المشكلات، وضع (فريد ريك هـ. بل، ١٩٨٦، ١٦٦ – ١٨٥) نموذج تعليم وتعلم حل المشكلات يتكون من خمس خطوات، هي:

١. **عرض المشكلة في صورة عامة:** بمعنى تقديم المشكلة في شكل عام عبارة عن نشاط يتضمن استبصار واكتشاف.

٢. **إعادة صياغة المشكلة:** بمعنى إعادة صياغة المشكلة إجرائياً لجعلها قابلة للحل، وقد قيل " إن أية مشكلة مصاغة بشكل جيد يمكن حلها، أو إن المشكلة التي لا يمكن حلها تكون صياغتها غير صحيحة".

٣. **صياغة فروض وإجراءات بديلة لمواجهة المشكلة:** وهي تتضمن محاولة إيجاد مداخل لحل المشكلة.

٤. **اختبار الفروض وتنفيذ الإجراءات للحصول على حل أو مجموعة من الحلول الممكنة:** ففي هذه الخطوة يتم تجريب المداخل المقترحة للحل، فإذا لم تصلح جميعها فإنه ينبغي البحث عن طرق أخرى.

٥. **تحليل وتقويم الحلول – واستراتيجياتها، والطرق التي قادت إلى اكتشاف تلك الاستراتيجيات:** وعلى الرغم من أهمية التحقق من صحة مشكلة ما، إلا أن الأهم هو تحليل وتقويم الطرق العامة لحل المشكلات لتحديد مدى فعاليتها، وما إذا كان من الممكن تحسينها وكيفية إمكان تطبيقها في حل مجموعات كاملة من المشكلات.

كما عرضت (نظلة خضر، ١٩٨٤، ٤٢-٤٣) استراتيجية لحل المشكلة الرياضية، والتي تتمثل في الخطوات الآتية:

١. تحديد المشكلة أو بالأحرى السؤال المطلوب إجابته في المشكلة.
٢. اختيار المعلومات المناسبة و المحتاج إليها في حل المشكلة، واستبعاد المعلومات غير المؤدية للحل.
٣. ربط المشكلة بمشاكل أخرى مشابهة معروف حلها.
٤. استخدام خريطة سير Flow Chart.

٥. الوصـــــول إلى الإجـــابة المطـــلوبة وتحقيـــقها.
٦. تعمـــــيم النتـــيجة التـي وصـــــل إليـــــها.
٧. تطبيـــــق المعلومـــات الرياضيـــة في مواقـف أخـرى.

وأشار Kurlik & Rudnik في (فريد أبو زينة، ٢٠٠٣، ٢٩٤ – ٢٩٥) إلى استراتيجية لحل المشكلات الرياضية والمشتقة من استراتيجية بوليا، وتتمثل خطوات تلك الاستراتيجية فيما يلي:-

١. **قراءة المسألة وفهمها:**

وتتمثل هذه الخطوة في:
أ. إبـراز الكلـمات الرئيســـة في المســـألة.
ب. وصـف الموقـف وتمـثل الأفـــعال فيـه.
ج. صيـــاغة المســألة بلـــغة الطالب الخـاصـة.
د. ما المطـــــلوب في المســـــألة؟
هـ. ما المعطـــــيات في المســـــألة؟

٢. **مرحلة الاستكشاف / الاستقصاء:**
أ. تنظيم المعلومات المتوفـرة بجدول أوخـارطة.
ب. رسـم تخطيطي للمسألة أو عمـل نمـوذج لها.
ج. هل تتوفـر معلومـات كافيـة لحـل المسـألة؟
د. هل هناك معلومات غير ضرورية لحل المسـألة؟

٣. **اختيار استراتيجية الحل (خطة الحل):**
أ. اختـــــيار النمـــــط Pattern.
ب. السير عكسـياً (افتراض أن المسألة محـلولة).
ج. خمـــن الحـــل واختبـــر.
د. تمـــثل المســـألة والاختـــبار.
هـ. حـــالـة خـــاصـة.
و. عرض الحـــالات واختبارهـــا فرديـــاً.
ل. التســـلســـل المنطـــقي.

٤. **تنفـــيذ الحـــل:**

٥. **مراجعة الحـل وتوسيع مجاله:**
أ. تحقـــق مـــن الجـــواب.
ب. لاحـــظ أيـة تغيـيرات يمـكن أجـراؤها.
ج. اســـأل أســـئلة من نـوع " ماذا لو .... ".
د. ناقش الحل، هل استخدمت جميع المعلومات في المسألة؟

كما اقترح (وليم عبيد وآخرون، ٢٠٠٠، ٨٧) خطوات إجرائية أربع لحل المشكلات الرياضية، تتلخص فيما يلي:-
١. تقديـم المشـــكلة وتحديـدهـــا بدقـــة.
٢. توجيه نظر المتعلم إلى البيانات ذات العلاقة بالمشكلة.

٣. توجيه المتعلم ليربط بين الأهداف المراد الوصول إليها، والمعلومات المتاحة لكي يجري الخطوات السليمة لحل المشكلة.
٤. تقويم الحل الذي يصل إليه المتعلم.

وقد قدم كثير من الباحثين استراتيجيات ونماذج مختلفة لحل المشكلات الرياضية لا تختلف في جوهرها عن المراحل التي حددها بوليا في استراتيجيته الشهيرة ومن هؤلاء: (محمود الإبياري، ١٩٨٥)، (Mayer, 1992, 458- 459)، (شكري سيد أحمد، ١٩٨٥)، (السيد حامد مدين، ١٩٩٠)، (سعيد عوضين، ١٩٩٦)، ويُلاحظ على الاستراتيجيات السابقة أنها اتفقت جميعاً في بعض المراحل مثل: مرحلة فهم المشكلة، مرحلة إعداد خطة للحل، مرحلة تنفيذ الخطة، مرحلة التقويم.

٢. ١. ١. ٥. ١. ٤. أهمية حل المشكلة في تعليم وتعلم الرياضيات

القدرة على حل المشكلات هي متطلب أساسي في حياة الفرد، فكثير من المواقف التي تواجه الفرد في حياته اليومية هي أساساً مواقف تتطلب حل المشكلات. ويعد حل المشكلات أكثر أشكال السلوك الإنساني تعقيداً وأهمية ويأتي في قمة الهرم (هرم النتاجات التعليمية) عند جانييه.

ويتعلم الطلاب حل المشكلات ليصبحوا قادرين على اتخاذ القرارات السليمة في حياتهم. فلو كانت الحياة التي سيواجهها الأفراد ذات طبيعة ثابتة، وكان لكل منهم دور أو أدوار محددة يؤدونها، لما كان حل المشكلات قضية ملحة. فكل ما على الفرد أن يتعلمه هو تأدية أدواره المحددة له، ولكن الحياة متغيرة ومعقدة. وكل ما يمكن التنبؤ به هو أنها لن تكون على ما هي عليه الآن. في عالم كهذا، تغدو مقدرة الفرد على التكيف وحل المشكلات أمراً بالغ الأهمية.

وتستمد مهارة حل المشكلات أهميتها من علاقتها بالتفكير، وأكد جون ديوي أن خطوات حل المشكلة على صلة بخطوات عمليات التفكير المنتج أو الفعال، وتركز المناهج الحديثة في الرياضيات على أسلوب حل المشكلات كأسلوب مناسب في تعليم وتعلم الرياضيات، وقد أصدر المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات في الولايات المتحدة الأمريكية نشرة، تضمنت عشرة مهارات أساسية لمنهاج الرياضيات المدرسية كان حل المشكلات على رأسها.

ومن خلال تتبع المراجع والدراسات السابقة في هذا الموضوع مثل: (أسامة إسماعيل، ٢٠٠٠، ١٤٤-١٤٥)، (فريد أبو زينه، ٢٠٠٣، ٢٩١-٢٩٢) يمكن القول أن أهمية تدريس حل المشكلات تتلخص فيما يلي:-

١. حل المشكلات وسيلة ذات معنى للتدرب على المهارات الحسابية وإكسابها معنى وتنويعها.
٢. من خلال حل المشكلات تكتسب المفاهيم المتعلمة معنى ووضوحاً لدى المتعلم.
٣. عن طريق حل المشكلات يتم تطبيق القوانين والتعميمات في مواقف جديدة.
٤. إنه يجعل الطلاب أكثر قدرة على التحليل واتخاذ القرارات في الحياة، وحل المشكلات في شئون حياتهم المختلفة في الحاضر والمستقبل.
٥. إنه نشاط رياضي أساسي في التعميم، والتجريد، وبناء البراهين، وتكوين المفاهيم، واكتساب المعارف الجديدة.

٦. إنه الأداة التي من خلالها يتعرف المتعلم على تطبيقات الرياضيات في مجالات الحياة المختلفة.

٧. إنه الأداة المناسبة لتنمية أساليب التفكير العلمي السليم مثل:
أ. التفكير الابتكاري الذي يقوم على ربط العلاقات بعضها ببعض لتكّون نظاماً متسلسلاً متماسكاً.
ب. التفكير الاستدلالي الذي يقوم على استنباط العلاقات والنتائج بعضها من بعض.
ج. التفكير الناقد الذي يقوم على تحليل وتقويم عناصر وجزئيات الموقف وإعطاء المبررات واكتشاف العلاقات.

٨. يساعد حل المشكلات على تحسين الدافعية وانتقال أثر التعليم مما يجعل المادة أكثر إثارة ومتعة للطلاب، أي أنها وسيلة لإثارة الفضول الفكري وحب الاستطلاع لدى الطلاب.

٩. حل المشكلات يضفي على الموضوعات الرياضية نوعاً من الترابط والانسجام الجيد، بحيث تبدو الرياضيات كموضوع متكامل يساعد الفرد على حل مشكلاته.

١٠. يتطلب المجتمع التكنولوجي التقني استخداماً يومياً لمهارات مثل: التقدير التقريبي، وحل المسائل، وتفسير البيانات، والقياس، والتنبؤ، وتطبيق الرياضيات على المواقف الحياتية.

لكل هذه الأسباب يعد موضوع حل المشكلات الرياضية من أهم الموضوعات التي شغلت العاملين في مجال تدريس الرياضيات والمهتمين بطرق تدريسها منذ فترة طويلة وحتى الآن.

ولذلك أجريت العديد من الدراسات التي استهدفت التعرف على فعالية برامج واستراتيجيات تدريسية على تنمية قدرات التلاميذ في حل المشكلات الرياضية، مثل:

دراسة قام بها(**سمير إيليا قمص، ١٩٩٠**) أظهرت نتائجها أن تدريس الخوارزميات وخرائط التدفق يسهم بصورة فعالة في تنمية مهارات حل المشكلات الرياضية لدى طلاب الصف الأول الثانوي العام.

وفي نفس الاتجاه قام (**رضا مسعد السعيد، ١٩٩٤**) بدراسة توصلت إلى عدة نتائج منها أن تدريس أسلوب حل المشكلات لطالبات الكليات المتوسطة في سلطنة عمان بمعاونة الحاسوب التعليمي يؤدى إلى رفع مهارات حل المشكلات الرياضية لديهم.

أما دراسة (**مصطفى محمد مصطفي عبد القوي، ١٩٩٣**) فقد أظهرت عدة نتائج أهمها أن المعالجة الصريحة لتدريس حل المشكلات أفضل من كلاً من المعالجة الضمنية و الاستراتيجية المعتادة في تنمية أداء حل المشكلات الرياضية بأنواعها المختلفة لدى تلاميذ الصف الثاني الثانوي.

وفي نفس الاتجاه قام (**Hohn & Frey, 2002**) بدراسة أظهرت عدة نتائج أهمها فعالية الاستراتيجية (Solved) في حل المشكلات الرياضية وعمليات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.

أما دراسة (**Kim, 2003**) فقد أظهرت عدة نتائج أهمها أن استراتيجية الكلمات المفتاحية أكثر فعالية من استراتيجية الرسم والاستراتيجية المعرفية في مساعدة التلاميذ ذوي صعوبات التعلم في حل المشكلات اللفظية بصورة أكثر دقة وطلاقة.

ودراسة (Follmer, 2001) فقد أظهرت نتائجها فعالية التدريس المباشر لاستراتيجيات الاستدلال والقراءة المطلوبة في حل المشكلات الرياضية غير الروتينية على أداء التلاميذ في حل المشكلات غير الروتينية.

ودراسة (Mayberry, 1990) فقد توصلت إلى فعالية تطبيق جوانب مختارة من برنامج High Intensity Program الذي قام بإعداده مجموعة من أساتذة الجامعة لتدريب المعلمين على تدريس حل المشكلات الرياضية على اتجاهات المعلمين نحو تدريس حل المشكلات الرياضية، ومهارات حل المشكلات الرياضية لديهم ولدى تلاميذهم في رياض الأطفال والصفوف الابتدائية الخمسة الأولى.

اهتمت بعض الدراسات بالتعرف على أثر بعض المتغيرات على القدرة على حل المشكلات الرياضية مثل:

دراسة (Serafino, 1998) التي أظهرت عدة نتائج أهمها تفوق التلاميذ مرتفعي المعرفة السابقة على التلاميذ منخفضي المعرفة السابقة في اختبارات حل المشكلات الرياضية، كما أثبتت تفوق مجموعة التلاميذ التي درست باستخدام النموذج التوليدي الموجه على مجموعة التلاميذ التي درست باستخدام نموذج حل المشكلة المنظم تفوقاً دالاً في اختبارات حل المشكلة الرياضية، ووجود أثر دال إحصائياً للتفاعل بين نماذج التدريس والمعرفة السابقة على أداء التلاميذ في حل المشكلات الرياضية.

وفي دراسة قام بها (Capraro, 2000) فقد توصلت إلى أن معتقدات وممارسات المعلمين لها تأثير إيجابي على مهارات حل المشكلة الرياضية لتلاميذهم بالصف الرابع والخامس.

واتفق مع ذلك دراسة (Lyons, 1991) حيث أظهرت نتائجها وجود علاقة دالة موجبة بين الحالة المزاجية للطلاب والقدرة على حل المشكلات الرياضية لدي طلاب الجامعة.

دراسة (Farrand, 2002) فقد أظهرت نتائجها عدم وجود فروق دالة بين البنين والبنات في حل المشكلات الرياضية.

وفي نفس الاتجاه قام(Marolla, 1998) بدراسة توصلت إلى عدم وجود فروق دالة بين التلميذات اللاتي يدرسن بمدارس البنات والتلميذات اللاتي يدرسن بالمدارس المشتركة (بنين وبنات) في حل المشكلات الرياضية.

علي ضوء ما سبق يتضح أن مجموعة هذه الدراسات أشارت إلي أن تنمية حل المشكلات ضرورة حتمية لتكوين الفرد، ولذلك أكدت هذه الدراسات علي ضرورة تنمية حل المشكلات من خلال بعض طرق وأساليب التدريس مثل: الخوارزميات وخرائط التدفق، أسلوب حل المشكلات، المعالجة الصريحة، والمعالجة الضمنية، استراتيجية الكلمات المفتاحية، استراتيجية الرسم، الاستراتيجية المعرفية، كما أكدت علي أهمية استخدام برامج تعليمية لتنمية القدرة علي حل المشكلات الرياضية.

واختلف هذا البحث عنها في استخدام استراتيجية خرائط المفاهيم علي تنمية حل المشكلات الجبرية لتلاميذ المرحلة الإعدادية وفقاً لمستويات السعة العقلية لهم، وهذا لم تهتم به أي من الدراسات السابقة المتعلقة بحل المشكلات الرياضية.

كما أن معظم الدراسات المتعلقة بحل المشكلات الرياضية قد اهتمت ببحث أثر بعض المتغيرات مثل: المعرفة السابقة، معتقدات المعلمين، الحالة المزاجية للطلاب، النوع علي حل المشكلات الرياضية، إلا أن هذا البحث اهتم ببحث أثر السعة العقلية علي حل المشكلات الجبرية لتلاميذ المرحلة الإعدادية وهذا لم تهتم به أي من الدراسات السابقة.

غير أن هذا البحث قد أفاد من مجموعة هذه الدراسات في التعرف علي طبيعة حل المشكلات الرياضية، وكيفية تنميتها وقياسها، ومعرفة الأسس التي يتعين إتباعها عند بناء اختبار حل المشكلات الجبرية.

٢.١.١.٥.٢. نظرية فان هيل و مستويات التفكير الهندسي

مقدمة

نمت نظرية فان هيل (Van Hiele Theory) عن طريق اثنين من التربويين الرياضيين في أواخر عام ١٩٥٠، وكان الهدف الأساسي منها هو تفسير الصعوبة التي يعاني منها الكثير من الطلاب في إجراء العمليات المعرفية العليا والبرهنة، وكان أول من وضعها الهولنديان دينا فان هيل – جلدوف Dina Van Hiele-Geldof وزوجها بيير ماري فان هيل Pierre Marie Van Hiele ، حيث قاما بتقديم هذه المستويات من خلال بحثين للدكتوراه قاما بتقديمها لجامعة يوترخت Utrecht بهولندا عام ١٩٥٧. وتوفيت دينا بعد فترة قصيرة من انتهائها من الرسالة، وقام فان هيل Van Hiele بعدها بتفسير النظرية وتطويرها، ولم يتم ترجمة أعمالهما إلى اللغة الإنجليزية إلا في عام ١٩٧٤، وفيما يلي عرض ملخص لهذه المستويات كما ذكرتها مجموعة من الدراسات والبحوث وأمثلة عليها.

٢.١.١.٥.٢.١. مستويات التفكير الهندسي لفان هيل

اتفقت مجموعة الدراسات والبحوث التالية:- (Crowley, 1987, 1-15)، (Moody, 1996, 19-24)، (Fuys & Geddes, 1984, 1-2)، (إبراهيم عشوش، ١٩٩٦، ١٦- ٢٣)، (حسن سلامة، ١٩٩٥، ٢١١- ٢٢٧)، (شعبان أبو حمادي، ١٩٩٣، ٧١– ٨٢)، (محمد ربيع حسنى، ٢٠٠٠، ٨٩ – ٩٢)، (أيمن مصطفى مصطفى عبد القادر، ١٩٩٧، ٤٦ – ٥٥)، (عثمان نايف السواعي، ٢٠٠٤، ١٥٤ – ١٥٦) ، (Mistretta, 2000, 366)، (Fuys etal., 1995, 58-71) على أن مستويات التفكير الهندسي لفان هيلي هي:-

المستوى الأول : التصور Visualization
المستوى الثاني : التحليل Analysis
المستوى الثالث : الاستدلال غير الشكلي Informal Deduction
المستوى الرابع : الاستدلال الشكلي Formal Deduction
المستوى الخامس : التجريد البحت أو التدقيق المحكم Rigor

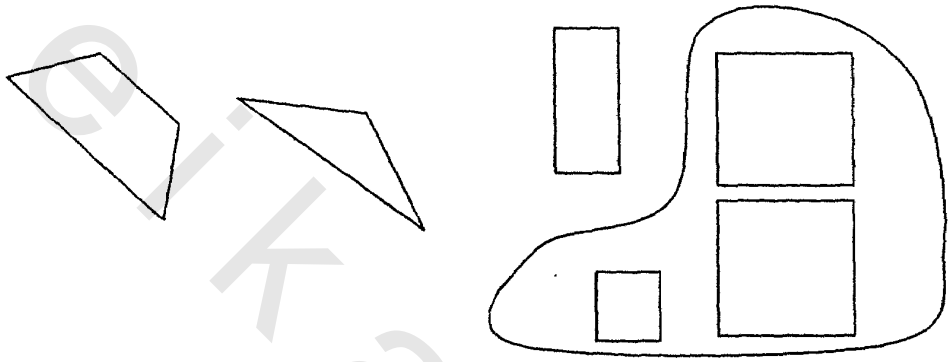
وفيما يلي وصف تفصيلي لكل مستوى:-

١) مســـــتوى التصـــــور Visualization

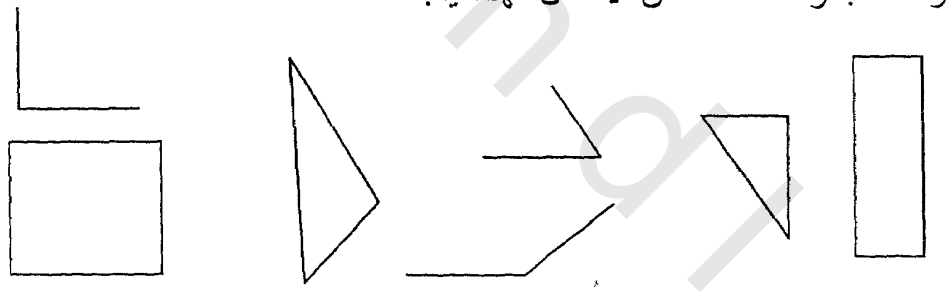
وفيه يتعامل التلميذ مع الأشكال الهندسية (مربعات، مثلثات، مستطيلات...)، والعناصر الهندسية الأخرى (الخطوط، الزوايا) كما يراها ككوينات محسوسة كلية، وليست عناصر لها خصائص جزئية، ويمكن للتلميذ في هذا المستوى القيام بالأنشطة التالية:

١. تحديد بعض حالات الأشكال كما تبدو في صورتها الكلية مثل:

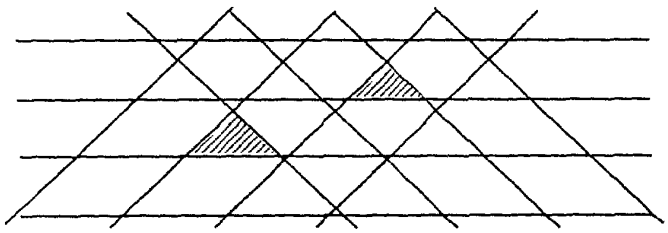
أ. أن يتعرف التلاميذ على المربعات من بين مجموعة من الأشكال الهندسية سواء كانت في صورتها الفيزيائية أو في صورتها المرسومة.



ب. أن يتعرف التلاميذ على الزوايا والمستطيلات والمربعات والمثلثات في أوضاع مختلفة ووسط مجموعة مختلفة من الأشكال الهندسية.



ج. أن يتعرف التلاميذ على بعض العناصر الهندسية داخل بعض الأشكال المتداخلة، فمثلاً حدد الزوايا والخطوط المتوازية والمثلثات في الشكل التالي:



د. إعـــداد بعـــض الأشـــكال الهنـدســـية البســـيطـة.

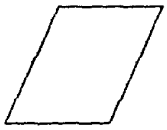
هـ. رسم المثلث أ ب جـ بدون استخدام أي أدوات هندسية.

openkanar.com

و. بناء بعض الأشكال الهندسية باستخدام عيدان الكبريت أو المطاط.

٢. تسمية بعض الأشكال الهندسية أو الخصائص الهندسية.

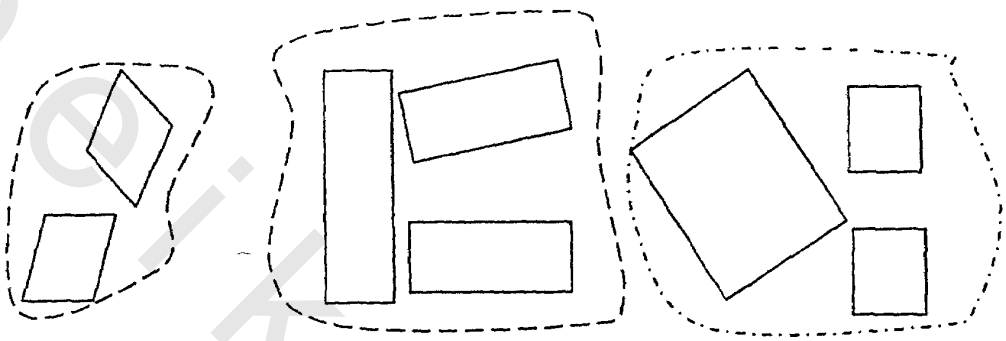
مثال: الشكل المرسوم أمامك يمثل:



أ) مربـــــع ب) متوازي أضلاع

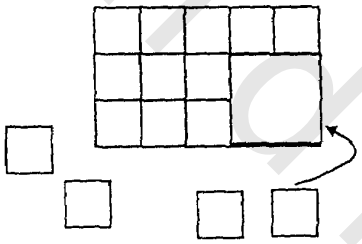
جـ) مستطيل د) معـــــــــين

٣. تصنيف مجموعة من الأشكال الرباعية على إنها مربعات ومستطيلات وأشكال أخري لأنها تبدو متشابهة.

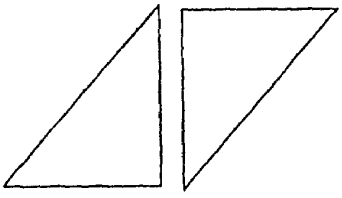


٤. حل بعض المشكلات الهندسية التي تتطلب التعامل معها سواء بالقياس والعد أو بالقص وإعادة التركيب مثل:

أ. باستخدام الوحدات المربعة الصغيرة أوجد مساحة المستطيل الموضح:



ب. باستخدام المثلثين الموضحين اصنع مربعاً مرة ومتوازي أضلاع مرة ثانية:



٥. تحديد أجزاء بعض الأشكال الهندسية.

<u>ولكن لا يستطيع التلميذ في هذا المستوى القيام بالآتي:</u>

١. لا يستطيع أن يحلل الشكل الهندسي إلى عناصره البسيطة.

٢. لا يفكر في الخصائص كخاصية تصف مجموعة من الأشكال.

٣. لا يقوم بعمل تعميمات عن الأشكال أو يستخدم لغات مرتبطة مثل: كل أو بعض لمجموعة من الأشكال لها خاصية ما.

obeikandl.com

٢) مستوى التحليل Analysis

في هذا المستوى يستطيع التلميذ أن يحلل المفاهيم الهندسية إلى مكوناتها والعلاقات بين هذه المكونات، ويمكنه التوصل عملياً إلى خصائص مجموعة معينة من الأشكال، واستخدام هذه الخصائص في حل بعض المشكلات، ويمكن للتلاميذ في هذا المستوى القيام بالأنشطة التالية:

١. رسم أشكال هندسية باستخدام خواصها.

أ. يستطيع التلميذ رسم المثلث الذي له خصائص معينة رسماً دقيقاً.

مثال: ارسم مثلث أضلاعه متساوية في الطول، زواياه متساوية في القياس باستخدام الأدوات الهندسية.

٢. تحديد الخواص والعلاقات المتضمنة في شكل هندسي معروف لدي التلاميذ مثل:

أ. كل ضلعين متقابلين في متوازي الأضلاع متطابقان ومتوازيان.

ب. المربع فيه أربع زوايا قوائم والأضلاع الأربعة متطابقة.

٣. استخدام المدلولات اللفظية الصحيحة للتعبير عن العناصر والخصائص والعلاقات للأشكال الهندسية مثل:

أ. الأضلاع المتقابلة متطابقة.

ب. القطران ينصف كل منهما الآخر.

ج. الزوايا المتقابلة متطابقة.

د. الأضلاع المتقابلة متوازية.

٤. مقارنة الأشكال طبقاً لخواصها والعلاقات بين مكوناتها مثل:

أ. مدى الاختلاف والاتفاق بين المربع والمعين من حيث:-

- الأضلاع.
- الزوايا.
- مساحة السطح لكل منهما بدلالة قطريه.

ب. صياغة العلاقات.

مثال: المربع والمستطيل زواياهما الأربع قوائم.

ج. أوجه الشبه والاختلاف بين متوازي الأضلاع والمستطيل من حيث:

- أطوال الأضلاع.
- قياسات الزوايا.

٥. استخدام التعبيرات اللفظية لوصف الأشكال الهندسية في ضوء خصائصها واستخدام الوصف في رسم بعض الأشكال مثل:

أ. ارسم شكلاً هندسياً فيه أربع زوايا وأربعة أضلاع متطابقة وليس مربعاً.

ب. صف شكل هندسي(بناء على الرسم الذي أمامك).

٦. اكتشاف بعض الخصائص لأشكال معينة وتعميم تلك الخصائص على مجموعة من الأشكال.

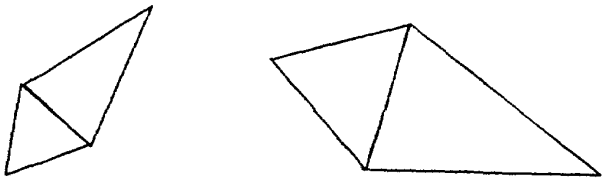
مثال: بعد قيام التلاميذ بعدد من المحاولات يتوصلوا إلى أن:-

- وضع مثلثين قائمين متطابقين معاً يكونا مستطيلاً.
- مساحة المثلث تساوى نصف مساحة المستطيل المشترك معه في القاعدة والارتفاع.

- قياس الزاوية الخارجة عن مثلث تساوي مجموع الزاويتين الداخليتين ماعدا المجاورة لها.

٧. وصف مجموعة من الأشكال الهندسية بخاصية واحدة (مثلاً: متوازي الأضلاع، المستطيل، المربع، المعين جميعها أشكال رباعية).

٨. اكتشاف خصائص بعض الأشكال الهندسية غير المعروفة لديهم عملياً.
مثال: ما خصائص الأشكال التالية:



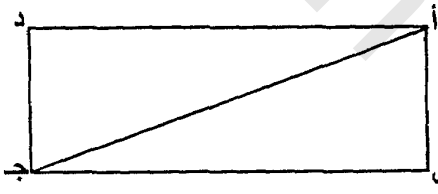
٩. حل بعض المشكلات الهندسية باستخدام بعض المعلومات والخصائص المعطاة.

١٠. صياغة جمل رياضية هندسية صحيحة باستخدام أدوات التعميم مثل: كل، بعض، لا شيء.....الخ.

١١. استخدام الروابط المنطقية بشكل صحيح (إذا كان..... فإن.....).

١٢. تحليل الشكل الأكبر إلى أجزاءه أو مكوناته.

مثال: التعرف على Δأ ب جـ كجزء من المستطيل أ ب جـ د المرسوم أمامه.



١٣. تصنيف الأشكال الهندسية طبقاً لخواصها.

<u>ولكن لا يستطيع التلميذ في هذا المستوى القيام بالآتي:-</u>

١. تفسير كيف تترابط خصائص شكل ما معاً.
٢. صياغة التعريفات الدقيقة.
٣. لا يمكنه التمييز بين الشروط الضرورية والكافية.
٤. لا يستطيع إعطاء برهان أو تفسير منطقي للتعميمات التي توصل إليها عملياً، ولا يستطيع استخدام الروابط المنطقية الخاصة بالبرهان وهي (∵، ∴).

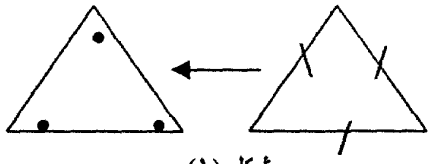
٣) مستوى الاستدلال غير الشكلي Informal Deduction

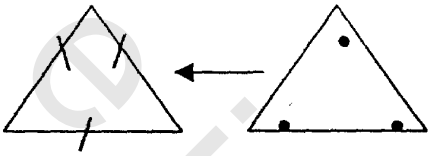
في هذا المستوى يصيغ التلميذ التعريفات الهندسية ويستخدمها، ويقدم براهين(أو تفسيرات) غير قياسية للخواص السابق اكتشافها، وذلك باستخدام الرسوم والمواد والأدوات الهندسية، ويستطيع التلميذ أن يتتبع بعض البراهين الهندسية التي تعتمد على أسلوب الاستنباط. ويمكن للتلميذ في هذا المستوى القيام بالأنشطة التالية:

١. صياغة تعريفات للمفاهيم الهندسية في ضوء خواصها.
مثال: يُعرف التلميذ المثلث المتساوي الأضلاع بأنه مثلث قياسات زواياه الداخلة متساوية

٢. التعرف على الخواص الكافية للتمييز بين المفاهيم الهندسية.
مثال: التعرف على أن الخاصية التي تميز المستطيل عن متوازي الأضلاع هي أن زواياه الأربع قوائم.

٣. التعرف على العلاقات الرياضية ومعكوسها.
مثال: يعرض المعلم على التلاميذ الشكلين التاليين:


شكل (١)

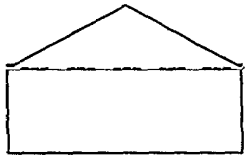

شكل (٢)

ثم يسألهم عن أي شكل من الشكلين يمثل العلاقة الرياضية " إذا كانت زوايا المثلث الداخلة متساوية في القياس فإن أضلاعه الثلاثة تكون متساوية في الطول"، وأي منهما يمثل معكوسها.

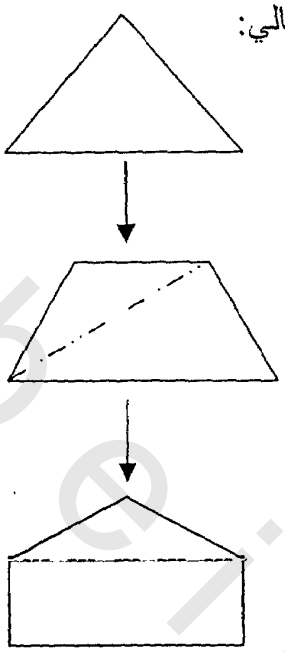
٤. التعبير الرمزي عن خواص المفاهيم الهندسية وعن العلاقات التي بينها.
مثال: التلميذ يعبر رمزياً عن التعريف التالي " يقال أن المستقيمين ل، م متوازيان إذا كان تقاطعهما المجموعة الخالية" كما يلي: $\because$ ل $\overleftrightarrow{}$ $\cap$ م $\overleftrightarrow{}$ $= \phi$ $\therefore$ ل $\overleftrightarrow{}$ // م $\overleftrightarrow{}$

٥. اكتشاف خاصية جديدة لشكل معين باستخدام الاستنتاج.
مثال: اكتشاف أن مجموع قياسات الزوايا الداخلة لأي شكل رباعي تساوي ٣٦٠° وذلك من خلال تقسيم الشكل الرباعي إلى مثلثين ومعرفة أن مجموع قياسات زوايا المثلث الداخلة تساوي ١٨٠°.

٦. ترتيب مجموعة من الخصائص في رسم شجري.
مثال: يمكن اكتشاف أن مجموع قياسات الزوايا الداخلة لأي شكل رباعي تساوي ٣٦٠° من خلال تقسيم الشكل الرباعي إلى مثلثين ومعرفة أن مجموع قياسات زوايا المثلث الداخلة تساوي ١٨٠°، ويمكن استخدام كل من المثلث والشكل الرباعي بنفس الطريقة، في إيجاد مجموع قياسات زوايا الشكل الخماسي (٥٤٠°).



وعلى ذلك يمكن للطالب أن يرتب ما سبق في رسم شجري كالتالي:



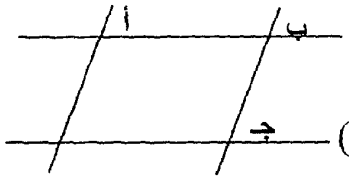
المثلث ١٨٠°

الشكل الرباعي ٣٦٠°

الشكل الخماسي ٥٤٠°

٧. الإتيان ببراهين غير شكلية (أشباه براهين) لإثبات صحة القواعد أو النظريات باستخدام الرسم، والطي، والمواد والأدوات الهندسية.

مثال: يستنتج الطالب أنه:



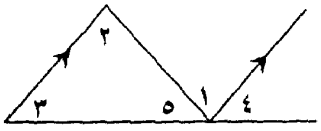
إذا كان ق (< ب) = ق (< أ)

، ق (< ب) = ق (< جـ)

فـإن ق (< أ) = ق (< جـ) لأن كلتيهما تساوي ق (< ب)

٨. تكملة برهان استنتاجي لمشكلة هندسية.

مثال: تكملة برهان أن" مجموع قياسات زوايا المثلث الداخلة = ١٨٠° "



ق (< ١) = ق (< ٢) لأنهما ----

ق (< ٤) = ق (< ٣) لأنهما ----

مجموع الزوايا ق (< ١) + ق(< ٣) + ق (< ٥) = ١٨٠°

لأن ----------

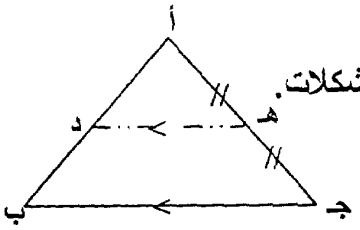
٩. إعطاء أكثر من شرح واحد لإثبات نظرية هندسية معينة.

مثال: يتمكن الطلاب من إعطاء شرحين مختلفين لإثبات لماذا يكون مجموع الزوايا الداخلة لأي مثلث = ١٨٠°

١٠. استخدام استراتيجيات مقبولة لإثبات صحة بعض المشكلات.

مثال : إذا كانت هـ منتصف أ جـ ، د هـ // ب جـ

أوجد نسبة طول د هـ إلى طول ب جـ ؟



٤) مستوى الاستدلال الشكلي Formal Deduction

تم تقسيم هذا المستوى إلى مستويين فرعيين هما: مستوى الاستدلال، مستوى البرهان الهندسي(والذي سيتم عرضه في محور خاص به).

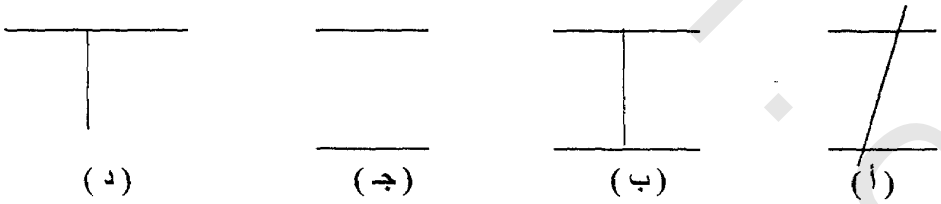
أما عن مستوى الاستدلال، ففي هذا المستوى يفهم التلميذ الاستدلال بمعناه المجرد، كما يتم استخدام قواعد المنطق في الاستدلال على صحة قضية أو عبارة رياضية معينة، أيضاً يتم إدراك العلاقات التي بين المفاهيم الهندسية. ويمكن للتلميذ في هذا المستوى القيام بالأنشطة التالية:

١. استنتاج نتائج صحيحة من مقدمات أو معلومات معطاة.
مثال: إذا كان " كل المربعات مستطيلات "، و" كل المستطيلات متوازيات أضلاع"، فإنه يمكن استنتاج أن" كل المربعات متوازيات أضلاع".

٢. إدراك تكافؤ التعاريف المختلفة للمفهوم الهندسي.
مثال: إدراك التلميذ أن كل مما يأتي يمثل تعريفاً للمربع:
- شكل رباعي أضلاعه متساوية في الطول وقياس كل زاوية من زواياه قائمة.
- متوازي أضلاع أضلاعه متساوية في الطول وقطراه متعامدان ومتساويان في الطول.
- مستطيل أضلاعه متساوية في الطول.

٣. التعرف على خصائص الأشكال الهندسية من حيث الشروط الضرورية والكافية والإتيان بتعاريف مكافئة لهذه التعاريف.
مثال: يستطيع التلميذ إكمال التعاريف التالية للمعين:
- المعين هو شكل رباعي.....
- المعين هو متوازي أضلاع .....

٤. إدراك العلاقات التي بين المفاهيم الهندسية كتحديد التلميذ الخاصية المشتركة بين الأشكال المرسومة وغير موجودة بالشكل الرابع المرسوم.



٥) مستوى التجريد Rigor

وهو أرقى مستويات التفكير الهندسي، وهو الاستدلال المجرد الكامل Rigor Deduction، وفي هذا المستوى يتمكن التلميذ من فهم الاستدلال المنطقي كما هو معروف ويتوصل إلى نظريات في مختلف أنظمة المسلمات الهندسية، كما يحلل ويقارن بين الأنظمة الهندسية المختلفة، كما يفهم ضرورة البرهان غير المباشر ويستخدمه في الحل، كما يمكنه دراسة هندسات مختلفة في غياب النماذج الحسية. ويمكن للتلميذ في هذا المستوى القيام بالأنشطة التالية:

١. التمكن من استنتاج وإثبات بعض النظريات في مختلف أنظمة المسلمات الهندسية.

٢. المقارنة بين الأنظمة الهندسية المختلفة كالمقارنة بين الهندسة الإقليدية والهندسة اللاإقليدية، واكتشاف كيف يؤثر التغير في المسلمات في النظام الهندسي الناتج والمبني على هذه المسلمات.
٣. دراسة أو فحص مجموعة من المسلمات الهندسية وتحديد مدى الاستقلال أو الاتساق فيما بينها.
٤. دراسة المنطق الرياضي دراسة متعمقة، مما ينمى القدرة على استخدام استراتيجيات مختلفة في الاستنتاج الرياضي.
٥. ابتكار نظام مسلمي لهندسة يمكن أن تبنى عليه.
٦. اختراع طرق عامة لحل مجموعة من المشكلات الهندسية المتشابهة.
٧. استحداث طرق واستراتيجيات عامة لبرهنة بعض النظريات الهندسية.
٨. فهم البرهان غير المباشر واستخدمه في الهندسة.
٩. التعامل مع الرموز المجردة طبقاً لقوانين المنطق الشكلي.

ومن الواضح أنه لا يستطيع العمل في هذا المستوى إلا الطلاب الموهوبون الذين يتمتعون بقدرات عقلية وأساليب تفكير هندسي مرتفعة جداً.

وعلى ذلك فإن المستويات الأربعة الأولي(التصور، والتحليل، والاستدلال غير الشكلي، والاستدلال الشكلي) هي المستويات التي يمكن تحقيقها من خلال مقررات الهندسة بالمرحلة الإعدادية، بينما المستوى (الخامس) التجريد يتحقق من خلال مقررات الهندسة بالمرحلة الثانوية.

ونظرا لأن هذا البحث أجرى على تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، لذلك اقتصر على مستويات التفكير الهندسي الأربعة الأولى.

٢. ١. ١. ٥. ٢. ٢. خصائص نموذج فان هيل Properties of Van Hiele Model

حدد ثنائي فان هيل بعض الخصائص التي تصف النموذج، وهى كما ذكرتها مجموعة من المراجع والدراسات السابقة مثل: (Crowley, 1987, 4)،(أمل محمد أمين، ٢٠٠٠، ٤١)، (أيمن مصطفى مصطفى، ١٩٩٧، ٥٥-٥٦)، (مكة عبد المنعم البنا، ١٩٩٤، ٨٥-٨٧)، وهى على النحو التالي:

١) التسلسل الثابت Fixed Sequence

طبقاً لنظرية فان هيل، فإنه عند فهم الهندسة ينبغي على المتعلم أن يتقدم في مستويات فان هيل بالترتيب، فلا يستطيع الفرد التقدم للمستوى(ن) إلا إذا تخطي المستوى (ن - ١) وتسمي هذه الخاصية بخاصية التسلسل الثابت.

٢) التجاور Adjacency

ويقصد بهذه الخاصية أنه عند كل مستوى من مستويات التفكير فإن ما كان حقيقياً (جوهرياً)Intrinsic يصبح عرضياً (غير جوهرياً) Extrinsic في المستوى التالي.

٣) التمييـــــز Distinction

لكل مستوى رموزه ومصطلحاته اللغوية ونظام العلاقات الخاصة التي تربط بين هذه الرموز، فالعلاقة التي تكون صحيحة في مستوى ما ربما تعدل في مستوى آخر.

فمثلاً ربما يكون للشكل الواحد أكثر من اسم، فالمربع ممكن أن يكون مستطيلاً كما يمكن أن يكون متوازي أضلاع، ولا يدرك المتعلم في المستوى الأول أن هذا النوع من التضمين والتشابك يمكن أن يحدث، فهذا النوع من الأفكار والمصطلحات اللغوية تعد أساسية في المستوى الثاني.

٤) الانفصـــــال Separation

إذا كان المتعلم في مستوى معين والتدريس المقدم له في مستوى آخر فإن التعلم والتقدم المرغوب فيه ربما لا يحدث، وخصوصاً إذا كان المعلم والمواد التعليمية والمفردات اللغوية وما إلي ذلك عند مستوى أعلي من مستوى التعليم، فإن المتعلم لا يستطيع متابعة عمليات التفكير المطلوبة.

وهذا ما أطلق عليه فان هيل بالحاجز اللغوي Language Barrier وأكد أنه هو السبب الرئيسي للنتائج السيئة في امتحانات الرياضيات.

٥) التحقيق (المكسب) Attainment

ويقصد بهذه الخاصية أنه بالوصول إلى المستوى الأعلى يتم الوصول إلى الفهم الكامل في عمليات التعلم، ولها خمسة أوجه متعاقبة ولكن غير متقاربة على نحو تام وهي: الاستقصاء Inquiry ، والتوجيه المباشر Directed Orientation، والتفسير والتعليل Explanation، والتوجيه الحر Free Orientation ، والتكامل Integration.

من خلال العرض السابق، وحيث إن تنمية التفكير الهندسي للتلاميذ يعد من أهم أهداف تدريس الهندسة، فقد شهدت السنوات الأخيرة اهتماماً ملحوظاً بالتفكير الهندسي في ضوء نموذج فان هيل، حيث:

اهتمت العديد من الدراسات باستخدام استراتيجيات تدريسية متنوعة لتنمية مستويات التفكير الهندسي لفان هيل مثل:

دراسة (**محمد ربيع حسنى، ١٩٩٨**) التي أظهرت عدة نتائج أهمها فعالية استخدام معمل الرياضيات في تدريس الهندسة لتلاميذ الصف الرابع الابتدائي على تحصيلهم وأدائهم للمهارات العملية وتفكيرهم الهندسي.

ودراسة (**Bell, 1998**) فقد توصلت إلى فعالية المدخل الاستقصائي الحدسي على تنمية مستويات فان هيل للتفكير الهندسي في الهندسة الميكانيكية، وقدراتهم على التنبؤ، وميولهم نحو الرياضيات والتكنولوجيا.

وفى دراسة قامت بها (**أمل محمد أمين**، ٢٠٠٠) أظهرت فعالية استخدام أسلوب تحليل النظم في تدريس وحدة التشابه لطلاب الصف الأول الثانوي على تحصيلهم لجوانب تعلمها وعلى تفكيرهم الهندسي.

أما دراسة(**Wu, 1994**) توصلت إلى أن نموذج فان هيل كان أكثر فاعلية من استراتيجية المحاضرة في تنمية التفكير الهندسي والتحصيل في موضوعات الهندسة اللإقليدية.

واتفقت مع ذلك دراسة (**صلاح عبد الحفيظ**، ١٩٩٩) حيث أظهرت عدة نتائج أهمها أن استخدام النموذج التعليمي العام (لجانييه المعدل) يسهم في تنمية مستويات التفكير الهندسي بنفس القدر الذي يسهم به نموذج فان هيل، ولا توجد أفضلية لنموذج عن الآخر في تنمية التفكير الهندسي.

أما دراسة(**محمد راضى قنديل**، ٢٠٠٠) فقد أظهرت نتائجها فعالية الاستراتيجية المقترحة في تنمية التفكير الهندسي لدى تلاميذ المستويين المتوسط والمرتفع من التصور البصري المكاني كل على حدة، أما التلاميذ ذوى المستوى المنخفض من التصور البصري فلم يصل أثر الاستراتيجية المقترحة على تنمية التفكير الهندسي لديهم إلى حد الفعالية.

وفى دراسة(**Corley, 1990**) فقد أظهرت عدة نتائج أهمها تفوق الاستراتيجية المعتادة على الأنشطة المصممة بطريقة خاصة في تنمية مستويات التفكير الهندسي لطلاب المدرسة العليا، ووجود علاقة دالة موجبة بين كل من تحصيل الهندسة ومستويات التفكير الهندسي لطلاب المدرسة العليا.

إلا أن دراسة (**Idris, 1998**) فقد أظهرت عدة نتائج أهمها فعالية الأنشطة التدريسية المقترحة على تنمية كل من التفكير الهندسي، والتصور البصري المكاني، والتحصيل في الهندسة لتلاميذ المدرسة المتوسطة.

وفى دراسة (**Mistretta, 1996**) توصلت إلى فعالية استخدام وحدة دراسية في مادة الهندسة بالصف الثامن للمرحلة الإعدادية تتضمن: الأشكال الهندسية، والمساحات في ضوء نموذج " فان هيل " للتفكير الهندسي في تنمية مهارات التفكير الاستدلالي (الاستقرائي – الاستنباطي)، والتفكير الناقد والتفكير التحليلي.

أما دراسة (**مكة عبد المنعم البنا**، ١٩٩٤) توصلت إلى أن البرنامج المقترح ذو كفاءة وفاعلية في تنمية التفكير الهندسي لدى أفراد المجموعة التجريبية، كما أن للبرنامج أثر واضح في تحسين مستوى الطلبة.

وفى نفس الاتجاه أشارت دراسة (**Baynes, 1998**) إلى أهمية التركيز على مستويات فان هيل للتفكير الهندسي في بناء برنامج في الهندسة يعد المتعلمين في المرحلة الثانوية لتحسين أنماط تفكيرهم في مقرر الهندسة المجردة، حيث توصلت إلى أن البرنامج المقترح كان أكثر كفاءة من البرنامج المعتاد في رفع مستوي المتعلمين التفكيرى في ضوء مدخل فان هيل.

اتفقت بعض الدراسات على فعالية استخدام الكمبيوتر في تدريس الرياضيات (الهندسة) على تنمية التفكير الهندسي، مثل:

دراسة(**شعبان أبو حمادي، ١٩٩٣**) والتي أظهرت نتائجها أن استخدام الكمبيوتر في تدريس الهندسة بلغة اللوجو لتلاميذ وتلميذات المجموعة التجريبية له أثره الايجابي على مستويات " فان هيل " للتفكير الهندسي والاتجاه نحو الكمبيوتر لديهم.

واتفقت مع ذلك دراسة (**Breen, 1999**) حيث أظهرت عدة نتائج أهمها أن استخدام التدريس الموجه القائم على الكمبيوتر أدى إلى أن حقق تلاميذ الصف الثامن مستوى الاستدلال غير الشكلي من مستويات التفكير الهندسي، بالإضافة إلى تحسن في إدراك التلاميذ للمفاهيم الهندسية المعيارية.

وفي نفس الاتجاه قام (**July, 2001**) بدراسة حيث أظهرت عدة نتائج أهمها فعالية وكفاءة برنامج الكمبيوتر (GSP) على تنمية التفكير الهندسي بصفة عامة، وعلى وجه الخصوص لدى الطلاب ذوي المستويات المنخفضة في التفكير الهندسي، كما أثبت البرنامج فعالية وكفاءة في تنمية القدرات المكانية ثلاثية الأبعاد، وكما أظهرت أن استخدام برنامج (GSP) في تدريس الهندسة الفراغية يوفر بيئة بصرية ديناميكية تنمي التصور والعمليات الاستدلالية لدى الطلاب.

وفي مقابل ذلك قام(**Smyser, 1994**) بدراسة أظهرت نتائجها عدم فعالية استخدام برنامج الكمبيوتر Geometric Supposer Softwareعلى كل من: التصور البصري المكاني، ومستويات التفكير في الهندسة، وتحصيل الهندسة لدى التلاميذ عينة البحث.

اهتمت بعض الدراسات بالكشف عن العلاقة الارتباطية بين مستويات التفكير الهندسي وبعض المتغيرات الأخرى كالقدرة الاستدلالية، والقدرة على كتابة البراهين الهندسية، وتحصيل الهندسة مثل:

دراسة (**Stover, 1989**) التي توصلت إلى أن مستوى تحصيل كتابة البرهان الهندسي لدى أفراد العينة يرتبط بمستويات فان هيل ارتباطاً جوهرياً، كما أن القدرة الاستدلالية لها علاقة جوهرية هي الأخرى بتلك المستويات.

أما دراسة(**Chang, 1992**) فقد أظهرت نتائجها وجود علاقة دالة موجبة بين مستويات التفكير الهندسي ثنائي البعد ومستويات التفكير الهندسي ثلاثي البعد.

وفي دراسة(**إبراهيم عشوش، ١٩٩٦**) توصلت إلى وجود علاقة ارتباطية دالة موجبة بين مستويات التفكير الهندسي وكل من مستويات النمو المعرفي والتحصيل في الهندسة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي.

أما دراسة (**Roberts, 1996**) فقد توصلت إلى أن المتغيرات المستقلة مثل: حجم الصف الدراسي (عدد المتعلمين)، التنافس، والنوع ليس لها علاقة بمستويات فان هيل للتفكير الهندسي.

ودراسة (**مكة عبد المنعم البنا، ١٩٩٤**) فقد توصلت إلى أن هناك علاقة ارتباطية دالة بين التفكير الهندسي والتحصيل في الهندسة لدى أفراد العينة.

كما أظهرت دراسة (**محمد راضى قنديل، ٢٠٠٠**) وجود علاقة دالة موجبة بين التصور البصري المكاني والتفكير الهندسي لتلاميذ الصف الأول الإعدادي.

واتفقت مع ذلك دراسة(**Idris, 1998**) فقد أظهرت عدة نتائج أهمها وجود علاقة دالة موجبة بين التفكير الهندسي وكل من: القدرة على التصور البصري، والأسلوب المعرفي الاعتماد / الاستقلال عن المجال الإدراكى، والتحصيل الهندسي لتلاميذ المدرسة المتوسطة.

وفى مقابل ذلك فإن دراسة (**July, 2001**) توصلت إلى أنه لا توجد علاقة دالة موجبة بين التفكير الهندسي وكل من: التصور البصري المكاني، وتحصيل الهندسة.

يتضح مما سبق أن مجموعة هذه الدراسات أشارت إلي أن تنمية مستويات التفكير الهندسي ضرورة حتمية لتكوين الفرد، ولذلك أكدت هذه الدراسات علي ضرورة تنمية مستويات التفكير الهندسي من خلال بعض طرق وأساليب التدريس مثل: معمل الرياضيات، المدخل الاستقصائي الحدسي، أسلوب تحليل النظم، نموذج فان هيل، النموذج التعليمي لجانييه، كما أكدت علي أهمية استخدام برامج ووحدات تعليمية لتنمية التفكير، وأثبتت بعض الدراسات فعالية استخدام الكمبيوتر في تدريس الرياضيات علي تنمية مستويات التفكير الهندسي.

واختلف هذا البحث عنها في استخدام استراتيجية خرائط المفاهيم علي تنمية مستويات التفكير الهندسي لتلاميذ المرحلة الإعدادية وفقاً لمستويات السعة العقلية لهم، وهذا لم تهتم به أي من الدراسات السابقة المتعلقة بالتفكير الهندسي.

كما أن معظم الدراسات المتعلقة بالتفكير الهندسي قد اهتمت ببحث أثر بعض المتغيرات مثل: التحصيل المعرفي في الهندسة، النوع، القدرة علي التصور البصري المكاني، الأسلوب المعرفي علي التفكير الهندسي، إلا إن هذا البحث اهتم ببحث أثر السعة العقلية علي التفكير الهندسي لتلاميذ المرحلة الإعدادية وهذا لم تهتم به أي من الدراسات السابقة.

غير أن هذا البحث قد أفاد من مجموعة هذه الدراسات في التعرف علي طبيعة التفكير الهندسي وتحديد مستويات التفكير الهندسي التي ينبغي تنميتها لتلاميذ المرحلة الإعدادية، وكيفية تنميته وقياسه، ومعرفة الأسس التي يتعين إتباعها عند بناء اختبار التفكير الهندسي.

٢.١.١.٥.٣. البرهان الرياضي Mathematical Proof

٢.١.١.٥.٣.١. مفهوم البرهان الرياضي

إن البرهان الرياضي يحتل مكانة مهمة في الرياضيات المدرسية، وذلك لأن الرياضيات ليست مفاهيم وعلاقات وقوانين فقط، بل تتضمن أيضاً تحليل مشكلات وبرهنة نظريات وتطبيقات وتكوين تراكيب رياضية، كما أن أحد الأهداف الأساسية من تدريس الهندسة بل والرياضيات عموماً هو أن يتعلم الطلاب أفكار وطرق البرهان الرياضي، لذلك فإن مفهوم البرهان الرياضي من أهم المفاهيم التي تؤثر في تقدم الطالب في تحصيل الرياضيات.

وأشار (فرد ريك هـ. بل، ١٩٨٦، ١٤١-١٤٢)إلي"أن البرهان على وجه العموم، هو أية مناقشة منطقية، أو تقديم لشواهد تقنع فرداً ما بقضية معينة، أي أنه صيغة مناقشة تجري على مجموعة من الفروض (المعطيات) التي يفترض أنها صواب، وتتابع حتى تنتهي إلي مجموعة من النتائج التي تشتق منطقياً من الفروض".

وعرفه (أحمد سيد أحمد، ١٩٩٩، ٢٨) بأنه" متتابعة منظمة من تتابع واحد أو أكثر من الاستنتاجات، تبدأ من مقدمات مقبولة وتنتهي بالنتيجة المطلوبة، وكل تتابع من هذه الجمل لها تبرير مقبول رياضياً مثل: التعريف، والمسلمة، والنظرية، والمعطي".

وأشار (وليم عبيد وآخرون، ٢٠٠٠، ١٦٧) إلى البرهان بأنه" معالجة لفظية أو رمزية، تتمثل في تتابع من العبارات تستنبط كل منها من سابقتها، استناداً إلى شواهد معترف بصحتها (مثل: المسلمات، والنظريات، والمعطيات)، واستنباطاً بأساليب يقرها المنطق، ويكون البرهان صحيحاً إذا وفقط إذا كان:-

١. كانت الاستراتيجية المستخدمة تعتمد على توتولوجية منطقية.
٢. كانت العبارات المستخدمة كشواهد مقبولة بصحتها.

أي أن البرهان يستند دائماً على توتولوجية منطقية (تقرير مركب دائم الصواب)، وإلا فإنه لا يصلح برهاناً رياضياً، ولكن البرهان الرياضي – على الرغم من أنه مبنى على مناقشات منطقية – إلا أنه ينتهي باشتقاق نتائج من فروض، فإذا افترض الفرد صحة مجموعة من الفروض فإنه يمكنه استخدام المناقشات الاستنباطية الصحيحة لإثبات صحة النتائج، لذا يختلف البرهان عن الإقناع إذ أن مجرد الإقناع لا يعنى أن هناك برهاناً، فوسائل الإقناع متعددة وتعتمد على شواهد جزئية: كالاستنتاج، والاستناد إلى السلطة، والتجريب، أي يعتمد على أحد شرطي البرهان فقط.

كما أضاف(مجدي عزيز، ٢٠٠٢، ٩٢) أن" البرهان يعتمد – بمعناه الرياضي – على صحة قضية ما على عنصرين أساسيين: -

٢. النظام الرياضي الذي تنتمي إليه هذه القضية، بما في هذا النظام من أوليات ومعرفات ومسلمات ومبرهنات سابقة، تكون مرتبطة بالقضية.
٣. الاستراتيجية المتبعة في الوصول من المقدمات أو المعطيات إلى النتيجة أو القضية المطلوب البرهان على صحتها، وهذه الاستراتيجية لابد وأن تعتمد على إحدى صور الاستنتاج الصالح منطقياً (Valid Inference).

أي أنه في البراهين الرياضية من الضروري أن يتم الاستناد إلى أسباب معترف بصحتها رياضياً، وأن يتم استخدام استراتيجية تعتمد على استنتاج صالح، ومن ثم يمكن الوصول إلى نتائج صحيحة في إطار النظام الذي يتم العمل فيه".

مما سبق يتضح أن معظم التعاريف السابقة قد عرفت البرهان عن طريق وصف الصورة التي يكون عليها البرهان (بدءاً من المقدمات وانتهاءاً بالنتيجة المطلوبة).

وفي هذا المستوي الفرعي، التلميذ يستطيع تقديم الدليل أو الحجة لبيان صحة عبارة ما مستخدماً صحة العبارات السابقة، ويتضمن هذا المستوي الأنشطة التالية: (إبراهيم عشوش، ١٩٩٦، ٢٣):

١. التعرف علي ما هو معطي وما هو مطلوب في المسألة.
٢. رسم مسألة معطاة رسماً صحيحاً.
٣. تحديد العمل إن وجد في المسألة المعطاة.
٤. استخدام خطوات الاستدلال والأدوات المنطقية مثل (∴ ، ∵) ، (إذا كان .....فإن.....) في البرهان الهندسي.
٥. كتابة برهان كامل لإثبات صحة تمرين ما.
٦. إعطاء أكثر من تفسير لخطوات برهان معطي.
٧. إكمال براهين ناقصة معطاة له.

٢.١.١.٥.٣.٢. أنواع البرهان الرياضي

توجد بعض الاختلافات حول تصنيف أنماط البرهان الرياضي، وهذه الاختلافات كما أكد (أحمد سيد أحمد، ١٩٨٩، ٣٩) ترجع إلى عدم الاتفاق حول معنى البرهان غير المباشر وحدوده، أو إلى الدمج بين أساليب الإقناع وأساليب البرهان الرياضي، أو الدمج بين طرق التفكير في البرهان وطرق التعبير عنه، أو الاقتصار على البراهين المباشرة وغير المباشرة وضعف الاهتمام بالبراهين الخاصة ببعض قضايا الرياضيات.

كما أضاف (مجدي عزيز، ٢٠٠٢، ٩٤-٩٥) أن البرهان الرياضي يكتسب صورته الفعلية من خلال ثلاثة عناصر أساسية يعتمد عليها السير في البرهان، هي:

١. المعطيات: وهي العبارات المعطاة صراحة كأسباب أو كمقدمة، وهذه يفترض الفرد صحتها.
٢. عبارات مساعدة تنتمي للنظام الذي يعمل فيه الفرد(مثل: الهندسة الإقليدية، أو جبر الفئات أو.....)، وهذه العبارات لا تعطى صراحة في المسألة موضع البرهان، ولكن الطالب يحددها بناء على خبراته وتحليله للمسألة، وتتمثل هذه العبارات في: المسلمات، والنظريات، والتعريفات، والبراهين السابقة.
٣. الطريق الذي يسلكه الفرد للوصول من سبب أو أكثر إلى نتيجة معينة لا بد وأن يكون معتمداً على أحد صور الاستنتاج الصالح، وهناك اتفاق عام على وجود ثلاث خطوات أساسية، تحدد الطريق الذي يسلكه الفرد في البراهين، وهي:
   أ. تحليل المعطيات.
   ب. تحليل المطلوب.
   ج. إيجاد العلاقة بين المعطيات والمطلوب.

وصنف (فرد ريك هـ. بل، ١٩٨٦، ١٤٥-١٦٠) أنواع البرهان الرياضي إلى:

١. البرهان المباشر.
٢. البرهان بإثبات استحالة التناقض.

كما صنف (وليم عبيد وآخرون، ٢٠٠٠، ١٣٣) البرهان الرياضي إلى ما يلي:

١. **البرهـــان المباشـــر:**

وعرفه (وليم عبيد وآخرون، ٢٠٠٠، ١٣٣) بأنه" إثبات صحة المطلوب نفسه، أي أن تتابع العبارات المستخدمة في البرهان تؤدى مباشرة إلى العبارة التي تمثل المطلوب ذاته".

وأشار (رأفت رياض، ٢٠٠١، ١٨٨) إلى أنه" في البرهان المباشر يتم برهنة التقارير الرياضية عن طريق الانتقال من المعطيات إلى المطلوب مباشرة، بالاستعانة بالمنطق والمسلمات والتعاريف الرياضية، أي أنه يعتمد على الحقيقة الرياضية " إذا كان ----- ----- فإن ------- ".

وأكد (مجدي عزيز، ٢٠٠٢، ٩٦) أن البرهان المباشر هو أكثر البراهين استخداماً، وفيه يتعامل الفرد مع " المطلوب " نفسه وليس مع " مطلوب " مكافئ له، وفيه قد يحتاج الفرد إلى:

أ. البرهان على صدق عبارة شرطية مثل (ق ← ك)

وفى هذه الحالة يفترض الفرد صحة ق ثم يثبت صحة ك (بالاستعانة بخواص النظام). وطبقاً لقواعد العبارات الشرطية فإن الشرط يكون صادقاً عندما يكون مقدم الشرط (ق) صادقاً وتالي الشرط(ك) صادقاً.

ب. استخـــدام سلســـلة من العبـــارات الشرطيـــة

إذا كانت المعطيات (ق) والمطلوب (ك) مثلاً، فلابد من وجود نتائج وسيطية تُنظم بواسطتها سلسلة من العبارات الشرطية المعطوفة، للوصول من المعطيات إلى المطلوب.

٢. **البرهان غيـر المباشـر**

أشار (حسن سلامة، ١٩٩٥، ٨٠) إلى أن" البرهان غير المباشر يعتمد على افتراض عكس ما هو معطى، وباستخدام المعلومات المعطاة والمنطق الرياضي يتم إيجاد تناقض بين ما توصل إليه الباحث وبين ما هو معطى، ومن ثم يثبت خطأ الفرض الأول".

أما(وليم عبيد وآخرون، ٢٠٠٠، ١٣٣) فأضاف أن" البرهان غير المباشر هو البرهان الذي يتم فيه إثبات عبارة تكافئ المطلوب منطقياً، فقد يكون المطلوب مثلاً إثبات أن أ←ب يمكن ذلك مباشرة ولكنه يتم إثبات العبارة المكافئة نفى ب ← نفى أ".

وأكد (محمد محمد قاسم، ١٩٩٩، ٣٧٦) أن" البرهان غير المباشر هو حجة للبرهنة على صحة نتيجة ببيان أن نقيضـــها يوقع في التناقـــض، إذا وضعت نتيجة لمقدمات تلك الحجة".

وأشار (فرد ريك هـ. بل، ١٩٨٦، ١٥٨) إلى مجموعة من الصعوبات التي تواجه استخدام البرهان غير المباشر، تتمثل في:

أ. معظم التلاميذ لا يرون البرهان غير المباشر في الرياضيات إلا عند دراستهم الهندسية النظرية، ومن ثم فإنه لا يكون قد تكوّن لديهم مفهومية كافية لهذا النوع من البرهـــان.

ب. يعالج كثير من المدرسين البرهان غير المباشر دون شرح للصيغة المنطقية التي يستند إليها هذا النوع من البرهان.

ج. ينبغي استخدام البرهان غير المباشر فقط عندما تكون قضية إما صواب أو خطأ، فإذا كانت القضية غير محددة فإن الفرد قد يصل إلى تناقض بفرض أنها صواب وأيضاً بفرض أنها خطأ.

واهتم هذا البحث بالبرهان المباشر، وذلك للأسباب التالية:

١. تركز طبيعة الرياضيات في المرحلة الإعدادية على البرهان المباشر.
٢. تجنب الصعوبات التي تواجه تطبيق البرهان غير المباشر كما ذكر سالفاً.
٣. يتطلب أداء المتعلم لمهارات البرهان غير المباشر التمكن من مهارات البرهان المباشر.

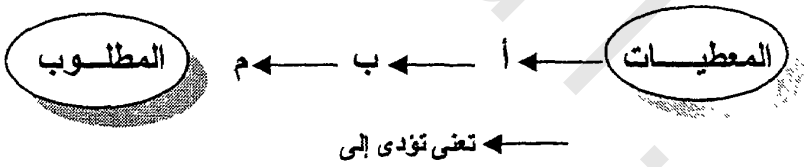
٢. ١. ١. ٥. ٣. ٣. طرق التفكير في البرهان الرياضي

توجد طرق رئيسة للتفكير في البرهان ينبغي الاهتمام بإكسابها للتلاميذ في دراستهم للبرهان وهي:-

١) الطريقة التركيبية

وتعتمد الطريقة التركيبية على البدء بالمعطيات، والحقائق، والمعلومات المعطاة، ثم استنتاج علاقات في ضوء هذه المعطيات، ومن هذه العلاقات المستنتجة يمكن استنتاج علاقات جديدة أيضاً، وهكذا حتى يتم الوصول إلى المطلوب، وعليه فإن استنتاج المطلوب يتطلب المضي في خطوات منطقية متتالية بداية من المعطيات (مجدي عزيز، ١٩٩٧أ، ٨٤).

ويمكن تمثيل مسار التفكير الذي يتبعه التلميذ في الطريقة التركيبية للتفكير في البرهان كما بالشكل(٣).

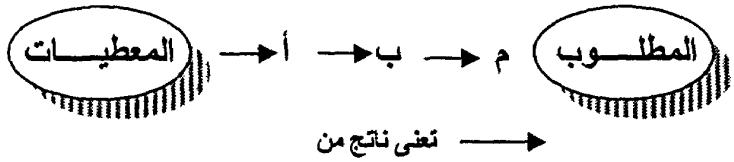


شكل (٣)
مخطط لمسار التفكير في البرهان بالطريقة التركيبية.

٢) الطريقة التحليلية

وتعتمد الطريقة التحليلية على البدء بالمطلوب إثباته، وتحويله إلى مطلوب آخر أقرب في علاقته بالمعطيات من المطلوب الأول " الأصلي "، ثم تحويل المطلوب الآخر، الذي سبق الوصول إليه إلى مطلوب ثاني أقرب في علاقته بالمعطيات من المطلوب الأصلي، وهكذا تستمر خطوات الانتقال التحويلي حتى يصل التلميذ للحل الصحيح (مجدي عزيز، ١٩٩٧أ، ٨٤- ٨٥).

ويمكن تمثيل مسار التفكير الذي يتبعه التلميذ في الطريقة التحليلية للتفكير في البرهان كما بالشكل(٤).



شكل (٤)
مخطط لمسار التفكير في البرهان بالطريقة التحليلية.

واهتم هذا البحث بطريقة التفكير التركيبية أكثر من طريقة التفكير التحليلية في البرهان الرياضي، وذلك للأسباب التالية:-

١. تتناسب الطريقة التركيبية مع طبيعة البرهان المباشر الذي اقتصر عليه هذا البحث، حيث إن البرهان المباشر يعتمد على مقدمات مقبولة، ومعترف بصحتها والانتهاء بالمطلوب.

٢. تتناسب الطريقة التركيبية مع المرحلة التعليمية، التي اهتم بها هذا البحث، وهى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، حيث تمثل هذه المرحلة بداية المرحلة الأولية لدراسة البرهان، وقد يكون من اليسير أن يبدأ التلميذ بالتعامل مع المعطيات للوصول إلى المطلوب، في حين يتيسر استخدام الطريقة التحليلية في المراحل التعليمية التالية بعد أن يتمكن التلميذ من التفكير التركيبي.

٣. تساعد الطريقة التركيبية التلميذ على اكتساب مهارات التسجيل المنطقي للبرهان أكثر من الطريقة التحليلية، كما أكد(مجدي عزيز، ١٩٩٧أ، ٨٤)، وتعد مهارات التسجيل من المهارات الواجب تنميتها في المراحل الأولى لتعلم مهارات البرهان.

٢.١.١.٥.٣.٤. التعبير الكتابي عن البرهان الرياضي

عرض (أحمد سيد أحمد، ١٩٩٩، ٣٦) طريقتين رئيستين من طرق صياغة وتسجيل البرهان هما:

١) **برهان العمودين Two Column Proof:** ويأخذ البرهان في هذا الشكل صورة عمودين متقابلين، حيث يحتوى العمود الأول على الخطوات المتتالية للبرهان، ويحتوى العمود الثاني على الأسباب المقابلة لهذه الخطوات (معطى – مسلمة – نظرية .....الخ).

٢) **برهان الفكرة (العرض) Paragraph Proof:** ويأخذ البرهان في هذا الشكل صورة خطوات متتالية دون ذكر الأسباب المقابلة لكل خطوة من خطوات البرهان.

ويعد برهان العمودين هو الطريقة الأكثر مناسبة في مراحل التعليم قبل الجامعي، في حين تناسب الطريقة العرضية مراحل التعليم الجامعي.

٢.١.١.٥.٣.٥. أهميـــة البرهـــان في تعليـــم / تعلـــم الرياضـــيات

اتفق كل من (أحمد سيد أحمد، ١٩٩٩، ٨٣ – ٨٦)، (فرد ريك هـ. بل، ١٩٨٦، ١٦٠-١٦١) على أن أهمية البرهان الرياضي في تعليم / تعلم الرياضيات تتمثل في تحقيق عدد من الجوانب الإيجابية المرتبطة بالاهتمام بالبرهان الرياضي، ويمكن إيجاز هذه الإيجابيات في النقاط التالية:

١. مساعدة الطلاب على اكتساب فهم أفضل للطرق التي يستخدمها الرياضيون، ولطبيعة تركيب وبنية الرياضيات.

٢. البراهين النظرية يمكن أن تكون مثيرة وتجذب انتباه الطلاب إذا ما عولجت كلعبة منطقية، وهذا في حد ذاته مبرراً لدراستها.

٣. مساعدة الطلاب على استيعاب القوانين الرياضية، وتذكر الحقائق والمفاهيم والمبادئ الرياضية.

٤. إثارة التفكير الإبداعي والناقد لدى المتعلمين.

٥. مساعدة الطلاب في تكوين بنيات عقلية رياضية تحتوى على شبكات من الخبرات الرياضية، وتمثل منظمات بعدية لخبرات رياضية سبق دراستها، وقد تمثل منظمات بعدية لخبرات تعلم جديدة.

٦. مساعدة الطلاب في حل بعض مشكلاتهم الحياتية وذلك من خلال اكتسابهم لأنماط التفكير المرتبطة بالبرهان الرياضي.

٧. إكساب الطلاب المهارات الخاصة بالقدرة على حل المشكلات.

٨. مساعدة الطلاب في تيسير النماء العقلي، وتنمية قدراتهم على التعلم الذاتي للرياضيات.

٩. مساعدة الطلاب في التغلب على الصعوبات التي تصادفهم في دراسة الهندسة.

١٠. يعد البرهان أحد المفاهيم الحاكمة في الرياضيات، وهو أحد المفاهيم الأساسية في الرياضيات المدرسية.

١١. دراسة البراهين النظرية تكوّن عند الطلاب تقدير وتذوق للأساليب الاستنباطية، وتمكنهم من اختيار الصيغ الاستنباطية الجديدة التي تقدم لهم إلى جانب ممارسة استخدامها وتطبيقها وتحسينها.

١٢. من أهداف تدريس البرهان الرياضي توسيع المعارف الرياضية وإزالة الشكوك حول صحتها.

٢. ١. ٢. خرائـــط المفاهيـــم

مقـدمـــة

ظهرت خرائط المفاهيم من خلال مشروع تبناه نوفاك Novak ومجموعة من طلابه أطلقوا عليه مشروع تعلم كيف تتعلم " Learning How to Learn"، وقد اشتمل هذا المشروع استراتيجيتين للتعلم تساعدان على التعلم ذي معنى: الاستراتيجية الأولي هي خرائط الشكل V Vee Mapping، أما الاستراتيجية الثانية هي خرائط المفاهيمConcept Mapping وهي استراتيجية التدريس التي تم استخدامها في هذا البحث مع تلاميذ المجموعة التجريبية.

٢. ١. ٢. ١. تعريف خرائط المفاهيم

ورد في الأدبيات التربوية العديد من التعاريف الخاصة بخرائط المفاهيم، وأظهرت هذه التعاريف جانباً أساسياً هو التطور الكيفي الذي رافق تطور نظرة الباحثين لخرائط المفاهيم، من التركيز على الشكل الذي يمثل مجموعة من المفاهيم، تنتظم في شكل هرمي بواسطة كلمات رابطة، إلي النظر لخرائط المفاهيم على أنها ترميز بصري للأفكار الموجودة في البنية المعرفية، يعكس هذا التنظيم الرمزي أفكار المتعلم، ويؤدي إلى التفكير فيما تعنيه هذه الأفكار، ويساعد على اكتشاف العلاقات التي تربط بينها، وبالتالي اختبار فهم المتعلم لموضوع ما.

وبدءاً من التعريف الذي قدمه (Novak, 1990, 938) بأنها" مخطط هرمي للمفاهيم توضع فيه المفاهيم الأكثر عمومية في القمة، وتترتب تحتها المفاهيم الأكثر حسية حتى تنتهي بأمثلة محددة، تربط بين هذه المفاهيم روابط توضح نوع العلاقة بينها "، والذي وضع فيه الشروط الأساسية الثلاثة لأي خريطة مفاهيم وهي: الهرمية، والتفرع، وتحديد نوع العلاقات بين المفاهيم، فإن هذه الشروط كانت محوراً للعديد من التعاريف التي قدمها الباحثون فيما بعد لخريطة المفاهيم.

فعرفها (Ruiz-Primo & Shavelson, 1996, 569) بأنها " رسم تخطيطي يتكون من: عقد تمثل المفاهيم، وخطوط رابطة تشير إلى العلاقة بين كل مفهومين"، كما عرفها (Schmid & Telaro, 1990, 79) بأنها "رسم تخطيطي يوضح العلاقات المتبادلة بين المفاهيم في بعدين أحداهما أفقي والآخر رأسي".

وأكد (Bennett & Nelson, 1994, 23) أن خرائط المفاهيم هي "وسائل فعالة للتمثيل الهرمي والبصري للتعميمات والقضايا المرتبطة ببعضها، داخل نظم المفاهيم المرتبطة مع بعضها البعض في أفرع المعرفة".

في حين عرف (عزو إسماعيل عفانة، ١٩٩٩، ٤٢ – ٤٣) خرائط المفاهيم بأنها "خرائط تتضمن مجموعة من المفاهيم الرياضية المنظمة بصورة هرمية، وذلك في ضوء علاقات أفقية تربط المفاهيم الفرعية التي على نفس المستوى من العمومية، وعلاقات رأسية تبدأ من المفهوم الرئيسي إلى المفاهيم الأقل عمومية، حيث يتم ربط المفاهيم الفرعية في الاتجاه الأفقي، أوفي الاتجاه الرأسي، بأسهم يكتب عليها كلمات رابطة تعطي تعبيرات ذات معنى بين المفاهيم ثنائية التكوين".

واتفق كل من (فؤاد سليمان قلادة، ٢٠٠٤، ٢١٣- ٢١٤)، و(حسن حسين زيتون، ١٩٩٨، ٦٥٢ - ٦٦٣) على أن "خرائط المفاهيم هي رسوم تخطيطية، تدل على علاقات بين المفاهيم، وهي تحاول أن تعكس التنظيم المفاهيمي لفرع من فروع المعرفة، وهذه الرسوم التخطيطية تأخذ بعدين:

١. **البعد الأحادي:** وهي خرائط أحادية البعد، وهي عبارة عن مجموعات أو قوائم من المفاهيم تميل إلى أن تكون خطاً رأسياً، وهي تعطي تمثيلاً أولياً للتنظيم المفاهيمي لفرع من فروع المعرفة أو جزءاً منه.

٢. **البعد الثنائي:** وهي خرائط ثنائية البعد، وفيها تكون العلاقات بين المفاهيم في الاتجاه الرأسي والاتجاه الأفقي، وهي تجمع بين مزايا كل من الأبعاد الرأسية والأفقية، ولذلك تسمح بتمثيل العلاقات بين المفاهيم تمثيلاً تاماً وبدرجة كبيرة".

كما أشار (Roberts, 1999, 707-708) إلى خرائط المفاهيم باعتبارها أداة تساعد في الكشف عن فهم المتعلم العميق للعلاقات بين مفاهيم فرع من فروع المعرفة، وعرفها على الشكل التالي " شكل تخطيطي يوضح فهم المتعلم للعلاقات بين المفاهيم المتضمنة في فرع من فروع المعرفة، عن طريق تجميع المفاهيم التي يتضمنها الموضوع، وترتيبها في صورة هرمية من الأكثر عمومية وشمولية عند قمة الخريطة يليها المفاهيم الأكثر تخصصاً، ويتم تمثيل العلاقات بين المفاهيم عن طريق كلمات أو عبارات وصل يتم كتابتها على الخطوط التي تربط بين مفهومين".

وعلى ذلك فخرائط المفاهيم ليست رموزاً بصرية للأفكار فحسب، ولكنها طريقة للتفكير في معنى هذه الأفكار، وظهر هذا في تعريف (Nicoll etal., 2001, 863) وإن كان بشكل ضمني فهو أكد علي أن لخرائط المفاهيم جانبين: الأول كمي يعكس قدرتها على بناء المعنى لدى المتعلم وقدرتها على تغيير البنية المعرفية للمتعلم، والثاني كيفي يعكس قدرة خرائط المفاهيم على تحليل البنية المعرفية وتحديد فهمه لموضوع التعلم، فعرفها" بأنها وسيلة قيمة لتمثيل المعرفة التي يكتسبها الفرد فعلياً خلال فترة زمنية محددة، حيث يطور المتعلم بني معرفية مترابطة فيما بينها، يتم تمثيل مظاهرها المختلفة في شكل كمي يتمثل بعدد المفاهيم، وعدد الروابط الموجودة فيما بينها، وشكل كيفي يقاس بترتيب المفاهيم، وتدرجها الشبكي".

واتفق(Jegede etal., 1990, 952) مع Nicoll بوصف خرائط المفاهيم على أنها وسيلة لتمثيل المعرفة، ولكنه أيضاً أكد على أهمية خرائط المفاهيم في ترميز المعنى، واختزال الحقيقة في شكل بصري، مما يساعد على اكتشاف البنية غير الملاحظة للأفكار، كما أكد على أهميتها في تفعيل التخطيط المنطقي لعملية التعلم، وبناء المعنى، وعرفها بأنها " وسيلة تنظيم مرئي للشكل المعرفي للمتعلم في شكل أكثر تكاملاً".

ومن خلال التحليل السابق للتعريفات التي اهتمت بخرائط المفاهيم، يمكن ملاحظة عدة نقاط أهمها:-

١. إن خرائط المفاهيم هي رسوم تخطيطية تبرز مكونات البنية المعرفية لدى المتعلم، ولذا فلها القدرة على اكتشاف طريقة فهم محددة لموضوع ما.

٢. إن خرائط المفاهيم ترتبط بالمعرفة السابقة للمتعلم، وتمثل البنية المعرفية له، وتساعده على تصنيف الأفكار، وربطها بشكل ذي معنى.

٣. إن خرائط المفاهيم تزود المتعلم بصورة واضحة عن المنظومات المفاهيمية للمادة الدراسية، وأي فرع من فروع المعرفة.

٤. إن خرائط المفاهيم عبارة عن مستويات من المنظومات المفاهيمية من المفاهيم المتمايزة، إذ يظهر من خلالها مبدأي التمايز التدريجي والتوفيق التكاملي.

٥. خرائط المفاهيم ذات طبيعة هرمية، إذ يحتل قمة الهرم المفهوم العام، ثم تندرج تحته بصورة تنازلية المفاهيم الأخرى حسب عموميتها، حتى يستقر الأمر في نهاية الخريطة بالأمثلة والحقائق.

٦. تتضمن خرائط المفاهيم وصلات بين المفاهيم يُكتب عليها كلمات وأدوات رابطة، وذلك من أجل الربط بين المفاهيم وتوضيح العلاقة بينها.

٢. ١. ٢. ٢. طبيعة خرائط المفاهيم

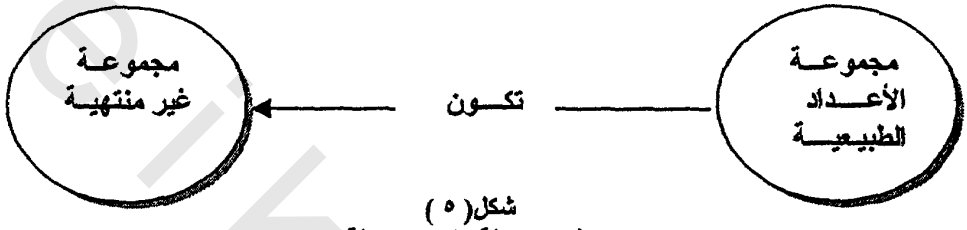
خرائط المفاهيم تمثل العلاقات ذات المعنى بين المفاهيم، فهي وسيلة لاستخراج المفاهيم من النص الدراسي، وبالتالي تحديد الأفكار الرئيسة التي ينبغي أن يتم التركيز عليها من أجل التعلم(Novak & Gowin, 1984, 15).

ويتحقق ذلك من خلال وجود المفاهيم داخل أشكال بيضاوية أو دائرية، وتنساب الخريطة من المفهوم العام الذي يوجد على قمة الخريطة إلى أسفل، حيث توجد مستويات من المفاهيم الثانوية، بحيث يزداد كل مستوى من مستويات المفاهيم تخصصاً وهو يتقدم لأسفل، وكل الخطوط الرابطة بين المفاهيم يكون مكتوب عليها الكلمات الرابطة، وبذلك يمكن قراءة كل فرع من فروع الخريطة من قمته حتى أخره في نهاية الخريطة إلي أسفل، وغالباً في نهاية كل فرع من فروع الخريطة توجد أمثلة للمفهوم الطرفيTerminal Concept الذي يسبقها مباشرة، وهذه الأمثلة تدعم الخريطة، وربما تتضمن هذه الأمثلة في أي مكان آخر في الخريطة، إلا أن الأمثلة لا توضع داخل دوائر مثل المفاهيم، وقد توضع داخل أشكال بيضاوية أو دائرية منقطة، وحيثما يكون من المناسب الربط بين أفرع الخريطة يتم ذلك بواسطة الخطوط العرضية Cross Links - مثل الكباري التي تربط بين ضفتي النهر- ويُكتب على هذه الخطوط العرضية الكلمات الرابطة المناسبة، وقد تكون هذه الخطوط العرضية منقطة أو غير كاملة، وتوضع أسهم في نهاية الخطوط الرابطة لتوضح أن القضية ليست ثنائية الاتجاه (Wandersee, 1990, 928).

وتشير الروابط العرضية بين المفاهيم في الأفرع المختلفة للخريطة إلى تكامل العلاقات بين المفاهيم، ولذلك تمثل الروابط العرضية مستوى أعلى للتعلم ذي المعنى، وتوضح الروابط العرضية الجيدة التفكير الإبداعي لدى الأفراد، أي أن تمثيل المعرفة في الخريطة له بعدان: أحداهما المفاهيم، والآخر الروابط التي توضح العلاقة بينها، وهكذا تزود الخريطة بنوع من خرائط الطريق البصرية والتي توضح بعض الممرات التي يمكن السير فيها بسهولة من أجل ربط معاني المفاهيم، كما تزود بتلخيص تخطيطي لما تم تعلمه(نوفاك وجوين، ١٩٩٥، ١٩).

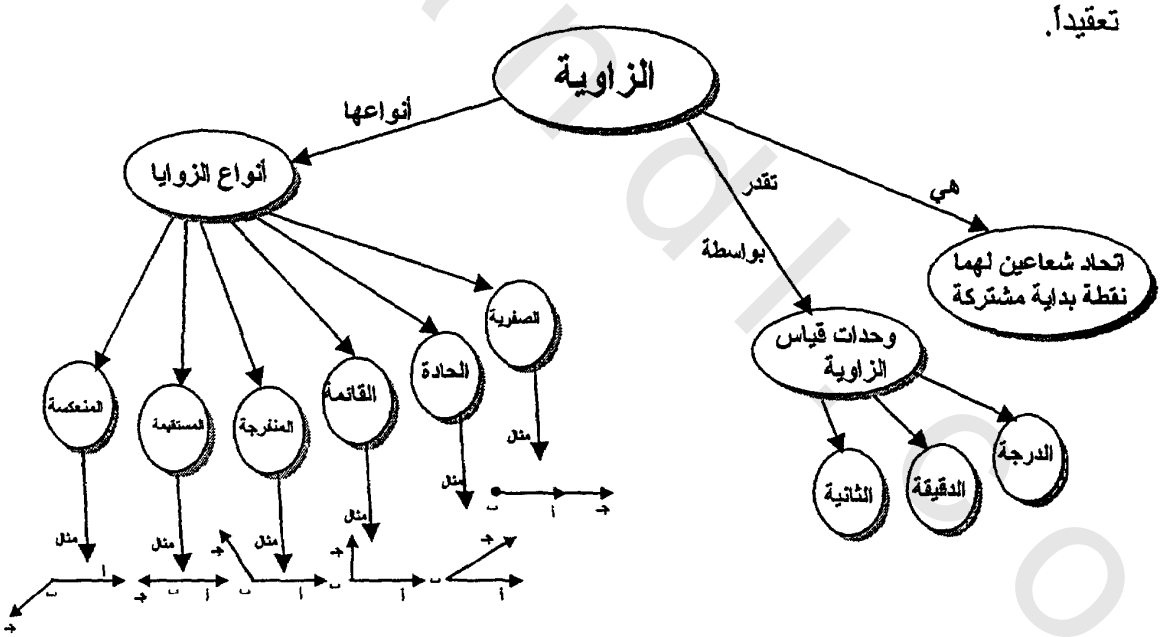
ويُلاحظ أن خريطة المفاهيم تتسع تبعاً لمبدأ التمايز التدرجي، فالمفاهيم والروابط الجديدة تضاف للخريطة إما بإضافة أفرع جديدة للخريطة أو بتفصيل المستويات الموجودة في الخريطة في المستويات التالية لها لأسفل، وينمو المعنى لدى المتعلم كلما أدرك مفاهيم جديدة وعلاقات جديدة بين المفاهيم (Ruiz-Primo & Shavelson, 1996, 571).

وتتكون أبسط خريطة للمفاهيم من مفهومين يرتبطان بالروابط المنطقية مثل كلمات:"لأن"، " على الرغم من"، أو الأفعال البسيطة. ولكي يتم تركيز الانتباه على دلالة المفاهيم، يتم وضع هذه المفاهيم داخل إطارات يتم الربط بينها بخطوط موصوفة، وتكوّن المفاهيم مع الروابط المنطقية ما يطلق عليه الأفكار، ويوضح الشكل(٥) مثال لخريطة مفاهيم بسيطة لفكرة مألوفة.



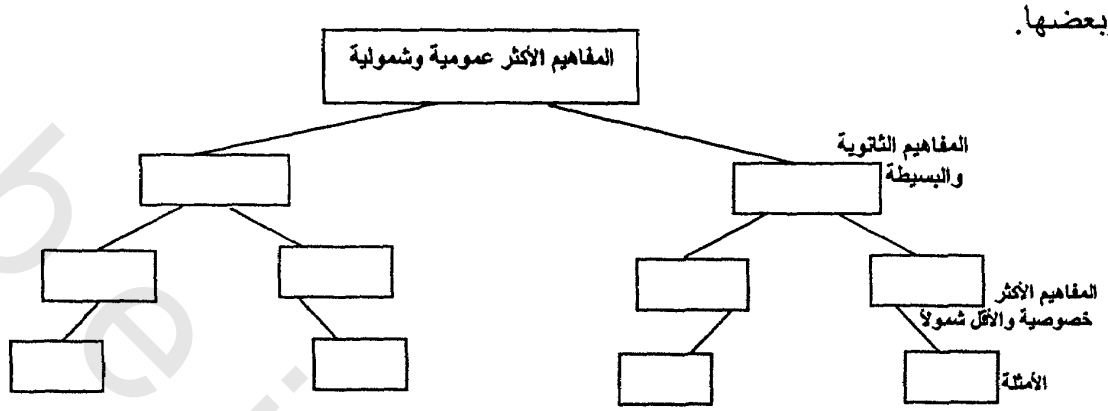
شكل(٥)
مثال لخريطة مفاهيم بسيطة

ومن الممكن البدء بخريطة مفاهيم أكثر تعقيداً لتوضيح معاني ما تحتوى عليه من مفاهيم للطلاب، ثم تعزيز معاني المفاهيم التي لديهم، ويوضح الشكل(٦) مثال لخريطة مفاهيم أكثر تعقيداً.



شكل(٦)
مثال لخريطة مفاهيم أكثر تعقيداً

ويوضح شكل (٧) نموذجاً مبسطاً لخريطة المفاهيم، وفي هذا النموذج تظهر المفاهيم الأكثر عمومية وشمولية عند قمة الخريطة، وتظهر المفاهيم في ترتيب تنازلي حتى قاعدة الخريطة، حيث تظهر المفاهيم الأكثر تخصصاً، كذلك من الممكن أن تظهر الأمثلة عند قاعدة الخريطة، وتدل الخطوط التي تصل بين المفاهيم على العلاقات التي تربط بين هذه المفاهيم وبعضها.



شكل (٧)
نموذج مبسط لرسم خريطة المفاهيم

٢. ١. ٢. ٣. خطوات بناء خرائط المفاهيم

اتفق عدد من الباحثين مثل:
(Roberts, 1999, 707-708)،(Mintzes etal., 1997, 426), (Novak, 1998, 227-228)
(Trowbridge & Wandersee, 1998, 119)على أن يتم بناء خرائط المفاهيم وفقاً للخطوات التالية:

١. تحديد المحتوى المعرفي المراد تخطيطه، والذي غالباً ما يكون نص في كتاب أو شريط فيديو أو مقالة في جريدة.....الخ، و ينبغي ألا يكون طويلاً بحيث لا تصبح خريطة المفاهيم طويلة ومحتوية على مفاهيم كثيرة جداً، وقد اقترح(Novak, 1998, 227-228) أن يتم صياغة المحتوى المعرفي في صورة سؤال رئيسي، واستخدام هذا السؤال الرئيسي Focus Question كموجه في تحديد من ١٠ إلى ٢٠ مفهوم له علاقة بهذا السؤال.

٢. تحديد نوعية كل مفهوم تبعاً للصفات المميزة له، ودراسة العلاقات المتبادلة بين تلك المفاهيم، وكتابتها في تسلسل هرمي بشكل مستقل على بطاقات صغيرة.

٣. مراجعة قائمة المفاهيم مع إضافة مفاهيم أخرى كلما يتطلب الأمر.

٤. رسم المفاهيم في الخريطة في تسلسل هرمي، يبدأ بالمفاهيم الأكثر عمومية أو شمولية إلى الأكثر خصوصية تدريجياً لأسفل، وتجميعها وفقاً لمستوى التجريد والترابط بينها، وهنا ينبغي مراعاة ما يلي:

أ. أن تكون المفاهيم ذات العمومية المتساوية أو التي على نفس الدرجة من الخصوصية في مستوى أفقي واحد، ويُتوقع دائماً أنها لا تزيد عن ٤ أو ٥ مستويات.

ب. لابد من وضع اثنين أو ثلاثة أو أربعة مفاهيم فرعية تحت كل مفهوم عام، و ينبغي تجنب وضع أكثر من ثلاثة أو أربعة مفاهيم تحت أي مفهوم آخر في الخريطة، وإذا ظهر على سبيل المثال من ٦- ٨ مفاهيم تنتمي إلي مفهوم نوعي أو فرعي، فإن هذا

المفهوم النوعي يسمى مفهوم عند المستوى المتوسط من العمومية، وبالتالي يؤدي إلى ظهور مستوى آخر من التسلسل الهرمي في خريطة المفهوم.

ج. يفضل أن تكتب المفاهيم داخل دوائر أو مربعات أو مستطيلات، فمثلاً اقترحت (عفت الطناوى، ٢٠٠٠، ٢٩٨) وضع المفاهيم الأكثر عمومية (مفاهيم الدرجة الأولى) داخل مستطيلات، ووضع المفاهيم عند المستوى المتوسط من العمومية (مفاهيم الدرجة الثانية) داخل دوائر، ووضع أقل المفاهيم عمومية (مفاهيم الدرجة الثالثة) داخل مثلثات أو قطع ناقص.

٥. تحديد العلاقات بين المفاهيم: حيث يتم ربط المفاهيم ببعضها البعض عن طريق وضع خطوط تصل بين المفاهيم، وتُعرف هذه الخطوط بخطوط الربط.

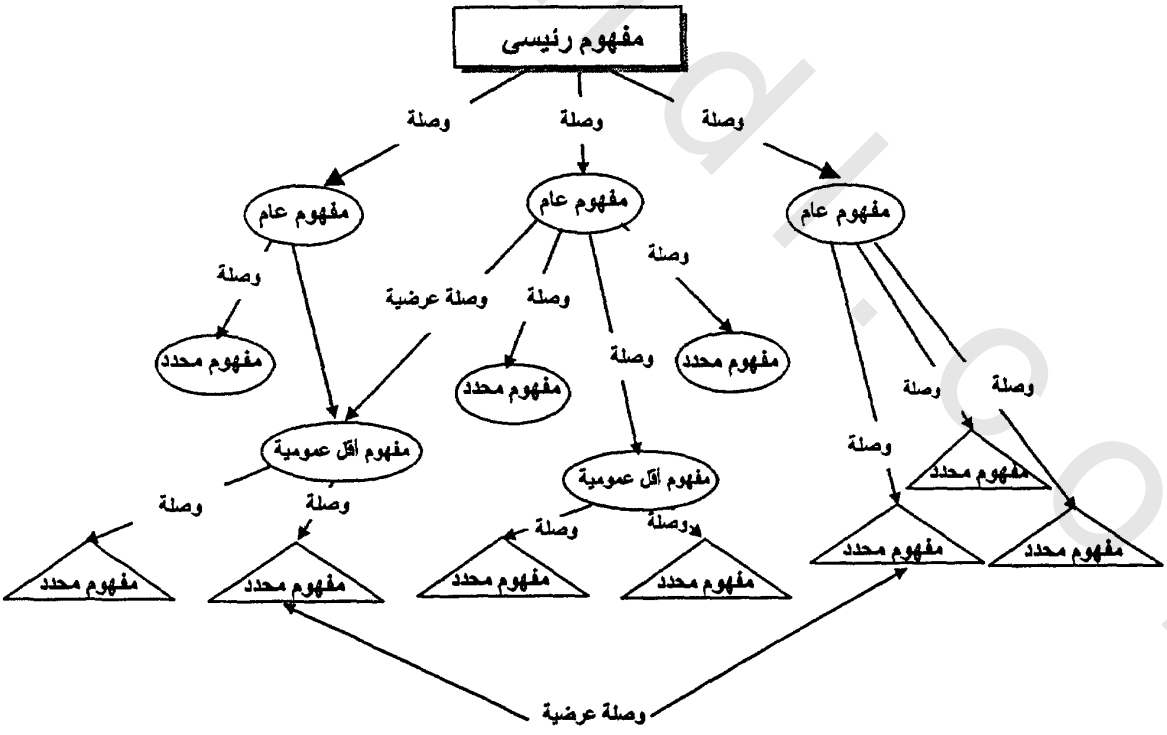
٦. وضع كلمات موجزة تسمى كلمات الربط Linking Words على خطوط الربط التي تصل بين المفاهيم، لتدل على نوع العلاقة بين المفهومين.

٧. تحديد الوصلات العرضية Cross Links في كل أجزاء الخريطة، ووضع اسم لكل وصلة، وهذه الوصلات يمكن أن تساعد في إيجاد علاقات جديدة بين المفاهيم.

٨. تزويد الخريطة بالأمثلة المناسبة للمفاهيم النوعية عند كل تفرع في نهاية الخريطة كلما أمكن ذلك.

٩. مراجعة بنية الخريطة، للتأكد من صلاحيتها، وللتأكد من دقة التسلسل الهرمي، وصحة العلاقات، وتعديلها إذا تطلب ذلك حتى يتم الوصول إلى الصورة النهائية، وهذه المراجعة لابد وأن تتم بصورة مستمرة كلما اكتسب الفرد معرفة وبصيرة جديدة حول الموضوع.

ويوضح شكل(٨) البنية الهرمية لخريطة المفهوم.



شكل (٨)
البنية الهرمية لخريطة المفاهيم

ويتضح من الشكل السابق أن أكثر المفاهيم عمومية وشمولية تقع في قمة الخريطة، أما المفاهيم الأكثر تحديداً فتوضع تحت تلك المفاهيم، وتظهر مع أمثلة لها بالقرب من قاعدة الخريطة، ويتضمن كل مستوى من مستويات السلسلة الهرمية تلك المفاهيم التي لها نفس الرتبة والعمومية، أما درجة التمايز بين المفاهيم فيستدل عليها من التفريعات الموجودة في الخريطة، وتشير الخطوط التي تصل بين المفاهيم إلى العلاقات التي تربطها ببعضها، أما الخطوط العرضية فتمثل العلاقات بين المفاهيم، وتُظهر درجة التكامل بين المفاهيم.

وأكد(Novak, 2004) أن بناء خرائط المفاهيم يتطلب ثلاثة شروط، وهي:-

١. أن تكون المادة المتعلمة واضحة مفهوماً، ومقدمة بلغة واضحة ومرتبطة مع المعرفة السابقة للمتعلم.
٢. أن يمتلك المتعلم معرفة مسبقة متعلقة بالموضوع.
٣. أن يكون المتعلم مخير في رسم خرائط المفاهيم، وأن لا يجبر على القيام بذلك.

بالإضافة إلى ذلك فإن عملية بناء خريطة المفهوم تتضمن ثلاثة نشاطات كبرى، هي:

١. تحديد الموضوع الأساسي أو المفهوم الأساسي للخريطة.
٢. تحديد العلاقة بين المفهوم الأساسي، والمفاهيم الفرعية.
٣. التأكد من دقة ووضوح، وصحة العلاقات بين المفاهيم.

٢. ١. ٢. ٤. التطبيقات التربوية لخرائط المفاهيم

تعددت التطبيقات التربوية التي أثبتت خرائط المفاهيم فيها فاعليتها، ومن هذه التطبيقات:

٢.١. ٢. ٤. ١. خرائط المفاهيم كاستراتيجية للتدريس.

٢.١. ٢. ٤. ٢. خرائط المفاهيم لإعداد المعلم تربوياً.

٢.١. ٢. ٤. ٣. خرائط المفاهيم في مجال تخطيط المناهج.

٢.١. ٢. ٤. ٤. خرائط المفاهيم كأداة للتقويم.

وفيما يلي عرض تفصيلي لهذه التطبيقات:

٢.١. ٢. ٤. ١. خرائط المفاهيم كاستراتيجية للتدريس

تستخدم خرائط المفاهيم كأداة تدريسية، فهي توضح العلاقات الهرمية بين المفاهيم المتضمنة في موضوع واحد، أو في وحدة دراسية، أو في مقرر، فهي تمثل تمثيلات مختصرة للأبنية المفاهيمية التي يدرسها الطلاب، وهو الأمر الذي يزيد من احتمالية إسهامها في تسهيل تعلم هادف لتلك الأبنية (عفت الطناوي، ٢٠٠٠، ٣٠).

وتعد خرائط المفاهيم أداة لرؤية العلاقات الداخلية بين المفاهيم بأسلوب هرمي متكامل، وقد استخدمت بفاعلية في المجال التعليمي في مواد كثيرة، وبخاصة في مادة العلوم لزيادة التعلم ذي المعنى والتدريس الفعال (Edmondson, 1995, 778).

ويعتمد أسلوب التدريس بخرائط المفاهيم على التلاميذ، حيث يطلب المعلم من التلاميذ أن يلاحظوا المفهوم الرئيسي للدرس، وكتابة قائمة بالمفاهيم التحتية والكلمات الرابطة، وذلك أثناء مناقشة الدرس، ثم يطلب من التلاميذ تنظيم المفاهيم في شكل هرمي من الأكثر عمومية وشمولية إلى الأقل، ثم الأمثلة. وبعد ذلك العمل على توصيل المفاهيم المترابطة أو ذات العلاقة، مع توضيح العلاقة بين المفاهيم على الخطوط الرابطة، حتى يحصلوا على خريطة المفاهيم ذات العلاقات الهرمية والروابط ذات المعنى بين المفاهيم(Jegede etal., 1990, 954).

ويراعي عند التدريس باستخدام خرائط المفاهيم ما يلي: (Wandersee, 1990, 927-928)

١. إعداد المعلم لخريطة المفاهيم وتقديمها في صورتها النهائية غير مفيد للمتعلمين، بينما اشتراك المتعلم في بناء الخريطة بنفسه يوجهه لاكتشاف المعنى، وقد يقوم المعلم باستخدام مجموعة خرائط مفاهيم لوحدة سبقت دراستها بهدف مراجعة الوحدة، ولا ينبغي أن يشجع المعلم تلاميذه على حفظ خرائط المفاهيم، وإلا يعود بذلك إلى عملية التعلم القائم على الحفظ، وقد تقدم خرائط المفاهيم كمنظم متقدم قبل دراسة الوحدة، وتظهر فاعلية خرائط المفاهيم في كونها وسيلة بصرية، لتمثيل المفاهيم ليسهل الاحتفاظ بها في الذاكرة، وتنقل الرسالة المتمثلة في المفاهيم في شكل رسم تخطيطي.

٢. في بداية تعلم التلاميذ لبناء خرائط المفاهيم ربما يعاني بعض التلاميذ من صعوبة في صياغة معاني القضايا، ويظهر ذلك في استخدامهم لفعل "يكون" على معظم الخطوط الرابطة بين المفاهيم، ويحتاج التلاميذ في مثل هذه الحالة إلي أن يروا أمثلة لأفعال أخرى بالإضافة لاستخدام الصفات والحال وحروف الجر، وبذلك تظهر خريطة المفاهيم كمناقشة تخطيطية تستخدم المعلومات والاستنتاجات والتبريرات والتدعيم والاستثناءات.

وقد أوضح (Hawk, 1986, 86-87) فائدة خرائط المفاهيم كاستراتيجية تدريسية في تسهيل التعليم فيما يلي:-

١. تزود المتعلم بملخص Over View للمادة المراد تعلمها.
٢. تزود المتعلم بإطار يساعد في تمثيل واستيعاب المصطلحات الجديدة، وتنظيم المفاهيم الرئيسة في نمط منطقي.
٣. توجه الطلاب للنظر إلي السبب، والنتيجة، والمقارنة، والتضاد، وتسلسل الأحداث، وأنواع العلاقات الأخرى.
٤. تعطي ثباتاً للمعلومات الجديدة، وتقوى من قدرة المتعلمين على استرجاع المادة المتعلمة.
٥. تزود المتعلم بمعينات بصرية للمعلومات المكتوبة أو اللفظية، مما يساعد على بناء إطار من المصطلحات والمفاهيم للمتعلمين.

وهناك العديد من الدراسات التي استخدمت خرائط المفاهيم كاستراتيجية في التدريس للحصول على تعلم أفضل في فروع الرياضيات في المراحل المختلفة، ومن تلك الدراسات:

دراسة (محمود عبد اللطيف محمود، ١٩٩٥) التي استهدفت التعرف على أثر استخدام استراتيجية خرائط المفاهيم في تدريس الرياضيات على التحصيل والاحتفاظ بالتعلم واتجاهات التلاميذ نحو مادة الرياضيات، وقد تم معالجة المشكلة من خلال إعادة صياغة وحدة الأعداد الصحيحة المقررة على تلاميذ الصف الأول الإعدادي وفقاً لاستراتيجية خرائط المفاهيم،

وتكونت عينة الدراسة من ١٢٤ تلميذاً بالصف الأول الإعدادي تم تقسيمهم إلى مجموعتين متكافئين: أحداهما تجريبية عددها (٦٠) تلميذاً درست باستراتيجية خرائط المفاهيم، والأخرى ضابطة عددها (٦٤) تلميذاً درست بالاستراتيجية المعتادة، حيث توصلت إلي فعالية استخدام استراتيجية خرائط المفاهيم في تدريس الرياضيات على التحصيل، والاحتفاظ بالتعلم، واتجاهات التلاميذ نحو مادة الرياضيات.

وفي نفس الاتجاه قام (عزو إسماعيل عفانة، ١٩٩٩) بدراسة استهدفت التعرف على أثر استخدام استراتيجيات مخططات المفاهيم (الاستراتيجية الأولي: تقديم مخططات المفاهيم قبل الدرس، الاستراتيجية الثانية: تقديم مخططات المفاهيم بعد الدرس، الاستراتيجية الثالثة: بناء الطلاب لمخططات المفاهيم بأنفسهم بعد تقسيمهم إلي مجموعات متجانسة)، مقارنة بالاستراتيجية المعتادة على تحصيل أفراد عينة البحث في مادة الرياضيات، واتجاهاتهم نحوها ونحو الاستراتيجيات المستخدمة، وتكونت العينة من ٨٤ طالباً موزعين على أربعة صفوف دراسية من طلاب الصف الثامن الأساسي بمحافظة غزة، حيث أظهرت نتائجها تفوق المجموعة التي درست باستراتيجية تصميم مخططات المفاهيم القائمة على العمل الجماعي تفوقاً دالاً على المجموعات الثلاث الأخرى (المعتادة، إعطاء مخططات المفاهيم قبل الدرس، إعطاء مخططات المفاهيم بعد الدرس) في تحصيل الرياضيات.

وفي دراسة (Swarthout, 2001) التي استهدفت التعرف على أثر استخدام خرائط المفاهيم كاستراتيجية تدريسية على تنمية التحصيل في الرياضيات لدى معلمي الرياضيات بالمرحلة الابتدائية قبل الخدمة وعلى معتقداتهم حول طبيعة الرياضيات، واتجاهاتهم نحو خرائط المفاهيم، وتكونت عينة الدراسة من مجموعتين تدرس الرياضيات بجامعة أوهايو: أحداهما تجريبية عددها(١٣٨) طالب درست باستخدام خرائط المفاهيم، والأخرى ضابطة عددها (٧٠) طالب درست بالاستراتيجية المعتادة، حيث تم تطبيق اختبار تحصيلي في الرياضيات، ومقياس للمعتقدات حول طبيعة الرياضيات، ومقياس للاتجاه نحو مادة الرياضيات على المجموعتين، ومقياس للاتجاه نحو خرائط المفاهيم على المجموعة التجريبية، توصلت إلي عدة نتائج أهمها فعالية استخدام خرائط المفاهيم كاستراتيجية تدريسية على تنمية التحصيل في الرياضيات لدى معلمي الرياضيات بالمرحلة الابتدائية قبل الخدمة، وعلى معتقداتهم حول طبيعة الرياضيات، واتجاهاتهم نحو خرائط المفاهيم.

تبين من العرض السابق أن مجموعة هذه الدراسات اهتمت ببحث أثر خرائط المفاهيم علي بعض المتغيرات مثل: التحصيل في الرياضيات، والاحتفاظ بالتعلم، واتجاهات التلاميذ نحو مادة الرياضيات، والاتجاهات نحو خرائط المفاهيم، ومن هنا اتفق هذا البحث مع مجموعة هذه الدراسات من حيث إنه اهتم بخرائط المفاهيم كأحد المتغيرات المستقلة، إلا أنه اختلف عنها من حيث المتغيرات التابعة وهي التفكير الرياضي ككل ومكوناته الفرعية(التفكير الهندسي- وحل المشكلات الجبرية) كل علي حدة لتلاميذ المرحلة الإعدادية ذوي السعات العقلية المختلفة، وهذا لم تهتم به أي من هذه الدراسات.

وقد أفاد هذا البحث من مجموعة هذه الدراسات في تحديد الخطوات التي تتبع عند بناء خرائط المفاهيم، وكيفية تدريب التلاميذ عليها والفترة المناسبة لذلك، وكيفية تقديمها للمتعلم بشكل ييسر عملية التعلم، وكذا إعطاء بعض المؤشرات عن فعالية استراتيجية خرائط المفاهيم علي

بعض المتغيرات كالتحصيل في الرياضيات، والاحتفاظ بالتعلم، واتجاهات التلاميذ نحو مادة الرياضيات، والاتجاهات نحو خرائط المفاهيم بما يفيد في صياغة فروض البحث.

٢. ١. ٢. ٤. ٣. خرائط المفاهيم لإعداد المعلم تربوياً

Concept Mapping for Teacher Education

يمكن أن يستخدم المعلم خرائط المفاهيم مع أي محتوى أو أي مادة علمية وفي أي مرحلة عمرية، والاستفادة من خرائط المفاهيم التي يتم بنائها بواسطة المتعلم كتغذية رجعية له، ومرآة تبين مدى فهم المتعلم للمحتوى الذي يدرسه (Schmid & Telaro, 1990, 79).

ولذلك أكد (Trowbridge & Wandersee, 1998, 125)على أهمية تضمين التطبيقات التربوية لخرائط المفاهيم كجزء أساسي في برامج إعداد المعلم، فخرائط المفاهيم كأداة لما وراء المعرفة تساعد الطالب المعلم علي:

١. إدراك مفاهيم المحتوى المعرفي الذي يدرسه بصورة قائمة على المعنى.
٢. إحداث تكامل بين المفاهيم عبر فروع المعرفة التي يدرسها.
٣. التخطيط للتدريس.
٤. تطوير استراتيجيات التقويم.
٥. تطبيق مبادئ النظرية البنائية في عملية التدريس.

٢. ١. ٢. ٤. ٣. خرائط المفاهيم في مجال تخطيط المناهج

يمكن اشتقاق خرائط المفاهيم لدرس مفرد، أو لمقرر، أو لبرنامج تربوي كامل، وخريطة المفاهيم التي تشتمل على مجموعة كبيرة من المفاهيم ذات العلاقات تصبح المكون المعرفي للمنهج، ويصبح المنهج عبارة عن سلاسل مترتبة على نواتج التعلم المقصود، وهذه النواتج يمكن أن تكون ذات طبيعة وجدانية أو معرفية أو نفس حركية، كما أن خرائط المفاهيم تعد مفيدة في تركيز انتباه مصمم المنهج على تدريس المفاهيم، وعلى تخطيط الأنشطة المنهجية التي تعمل كأداة لتعلم المفهوم (عفت الطناوى، ٢٠٠٠، ٣٠١).

واستخدام خرائط المفاهيم كأداة في تصميم وتطوير المنهج له عدة مميزات، تم التوصل إليها من عدد من الباحثين مثل:- (Edmondson, 1995, 780-792) ،(Starr & Krajcik, 1990, 990)،(Grayson, 2002) **والتي تتمثل في:**

١. تُزيد من قدرة المعلمين وواضعي المنهج على التركيز على الأساس المفاهيمي اللازم للمتعلمين، ويقللون من استخدام الكلمات.
٢. تتضح الأهمية النسبية للمفاهيم في هذا المنهج من خلال البناء الهرمي للمفاهيم.
٣. تساعد المعلمين على تحديد العائد المطلوب تحقيقه خلال عملية التعلم بسهولة.
٤. تسمح للقائم على تخطيط المنهج أن يحدث تكامل بين عناصر المنهج، وربط هذه العناصر بخبرات المتعلم بصورة قائمة على المعنى (Trowbridge & Wandersee, 1998, 124-125).

٥. تُزيد من قدرة المعلمين في التعرف على الأجزاء عديمة القيمة بالمقرر وبالتالي حذفها، كما تساعد في التعرف على الموضوعات المطلوب التركيز عليها أثناء عملية التدريس.

٦. تُزيد من قدرة المعلمين في بناء خرائط مفاهيم تتضمن: استراتيجيات التدريس المناسبة لكل درس، والزمن المناسب لتدريس كل درس.

٧. تُزيد من قدرة المعلمين على وضع أساس للمناقشة بين تلاميذهم، وتلخيص المفاهيم الرئيسة للمقرر.

٨. تساعد خرائط المفاهيم في تطوير المنهج بصورة مستمرة، وبصورة أكثر تكاملاً وبتسلسل منطقي.

٢. ١. ٣. ٤. ٤. خرائط المفاهيم كأداة للتقويم

Concept mapping as an assessment tool

أضاف نوفاك إمكانية استخدام خرائط المفاهيم كأداة تشخيصية لتقويم تعلم التلاميذ عن الموضوع بدلاً من الاختبارات التقليدية المكتوبة.

كما أكد (Wilcox & Maria, 1998, 464-465) على أهمية استخدام خرائط المفاهيم كأداة لتقويم المعرفة الكامنة عند التلاميذ وما يعرفه التلاميذ من قبل، فمن خلال الكلمة التي توضح نوع الترابط بين مفهومين أو أكثر، والتمييز لأوجه الشبه والاختلاف بين زوج من المفاهيم، وترتيب المفاهيم المختلفة من الأكثر عمومية إلى الأقل عمومية، يمكن من خلال ذلك التعرف على المعرفة السابقة الموجودة لدى المتعلم. واستخدام خرائط المفاهيم كأداة تقويم من الممكن أن يتم بعدة أساليب منها:

٢. ١. ٢. ٤. ٤. ١. مقارنة خريطة التلميذ بخريطة محكية

Compare the students' map with a criterion map

حيث يُطلب من التلميذ بناء خريطة مفاهيم لموضوع ما أو مفهوم معين، وتُقارن هذه الخريطة بخريطة أخرى نموذجية قام ببنائها متخصص قد يكون المعلم وذلك لنفس المفهوم أو الموضوع، حيث يُفترض أن الخريطة النموذجية تعكس أفضل بناء للموضوع (Kinchin, 2000, 65-66).

٢. ١. ٢. ٤. ٤. ٢. تقدير مكونات خرائط التلاميذ

Scoring the components of the students' maps

فقد وضع(Novak, 1981, 20) معياراً للحكم على الخرائط التي يبنيها التلاميذ كما بالشكل(٩)، وأكد أن خرائط المفاهيم أداة تقويم قوية، فهي سهلة التقدير وموضوعية. وتم إيجاز المعايير التي وضعها نوفاك كما يلي:-

١. العلاقات بين المفاهيم **Relationships**

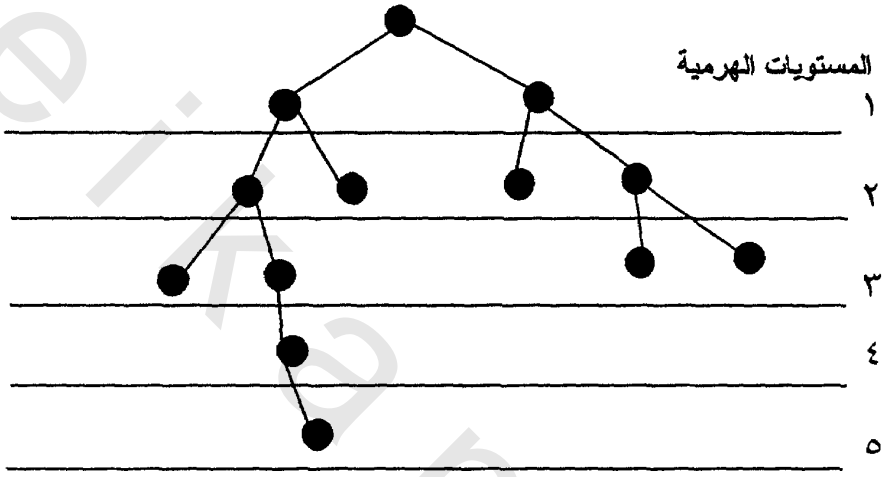
درجة لكل علاقة صحيحة بين مفهومين.

٢. البـــــناء الهرمي Hierarchy

درجة لكل مستوى هرمي صحيح من المستويات الهرمية.

٣. التـــــــــفرع Branching

تفرع خريطة المفاهيم يرجع للقدرة على التمييز بين المفاهيم في المستويات الهرمية، فيكون درجة لأول تفرع من المفهوم الرئيسي الموجود على قمة الخريطة، وثلاث درجات لأي تفرع تالي فمثلاً: الخريطة في الشكل (٩) تحرز سبع درجات، حيث درجة للمستوى الأول، وثلاث درجات للمستوى الثاني، وثلاث درجات للمستوى الثالث، ونظراً لأن المستويين الرابع والخامس ليس لهما أي تفرع فليس لهما أي درجة.



شكل (٩)
يوضح المستويات الهرمية لخرائط المفاهيم وتفرعها لتقدير الخريطة

٤. من العام إلى الخاص General to Specific

إذا لم تكن هناك علاقات من العام إلى الخاص تكون الدرجة صفراً، وإذا كان هناك أقل من ١٠% من الخريطة من هذا الانتقال تكون الدرجة صفراً، أما إذا كانت النسب كالآتي فالدرجات موضحة أمامها:-

١٠% - ٢٩% انتقال صحيح من العام للخاص = درجة واحدة
٣٠% - ٤٩% انتقال صحيح من العام للخاص = درجـــــتان
٥٠% - ٦٩% انتقال صحيح من العام للخاص = ثلاث درجات
٧٠% - ٨٩% انتقال صحيح من العام للخاص = أربع درجات
٩٠% - ١٠٠% انتقال صحيح من العام للخاص = خمس درجات

٥. الوصلات العرضية Cross Links

الروابط العرضية توجد بين أحد فرعي الخريطة وفرع آخر لتوضيح العلاقة بين المفاهيم، وتكون درجة لكل علاقة عرضية صحيحة.

كما اتفق عدد من الباحثين مثل: (فؤاد سليمان قلادة، ٢٠٠٤، ٢٣٥-٢٤٠)، (حسن حسين زيتون، ١٩٩٨، ٦٥٩-٦٦٢)، (Novak & Gowin, 1984, 36-37)، (Kinchin, 2001, 1259) على وجود صيغتان لتقدير خرائط المفاهيم: الأولى عبارة عن صيغة عامة تتيح للمعلم إلقاء نظرة سريعة عن الخرائط، أما الصيغة الثانية فتقدم قياساً أكثر شمولاً لسمات خريطة المفاهيم، وبطبيعة الحال، فإن الصيغة الثانية تتطلب وقتاً أطول لاستخدامها بشكل مناسب، وكذلك فإنها تشير إلى مواطن الضعف الموجودة في الخرائط، ومما هو جدير بالذكر، أن استخدام هذه الصيغة ينبغي أن يتم عندما يكون الطلاب قد ألفوا استراتيجية خرائط المفاهيم بدرجة كاملة.

ويعرض الجدول(١) الصيغة العامة التي تعتمد على التقدير العام للخريطة دون فحص دقيق لها، وتساعد هذه الصيغة المعلمين على تحديد المعرفة السابقة للمتعلم بصفة عامة:

جدول (١)
قائمة للصيغة العامة لتقدير خرائط المفاهيم التي يقوم الطلاب ببنائها

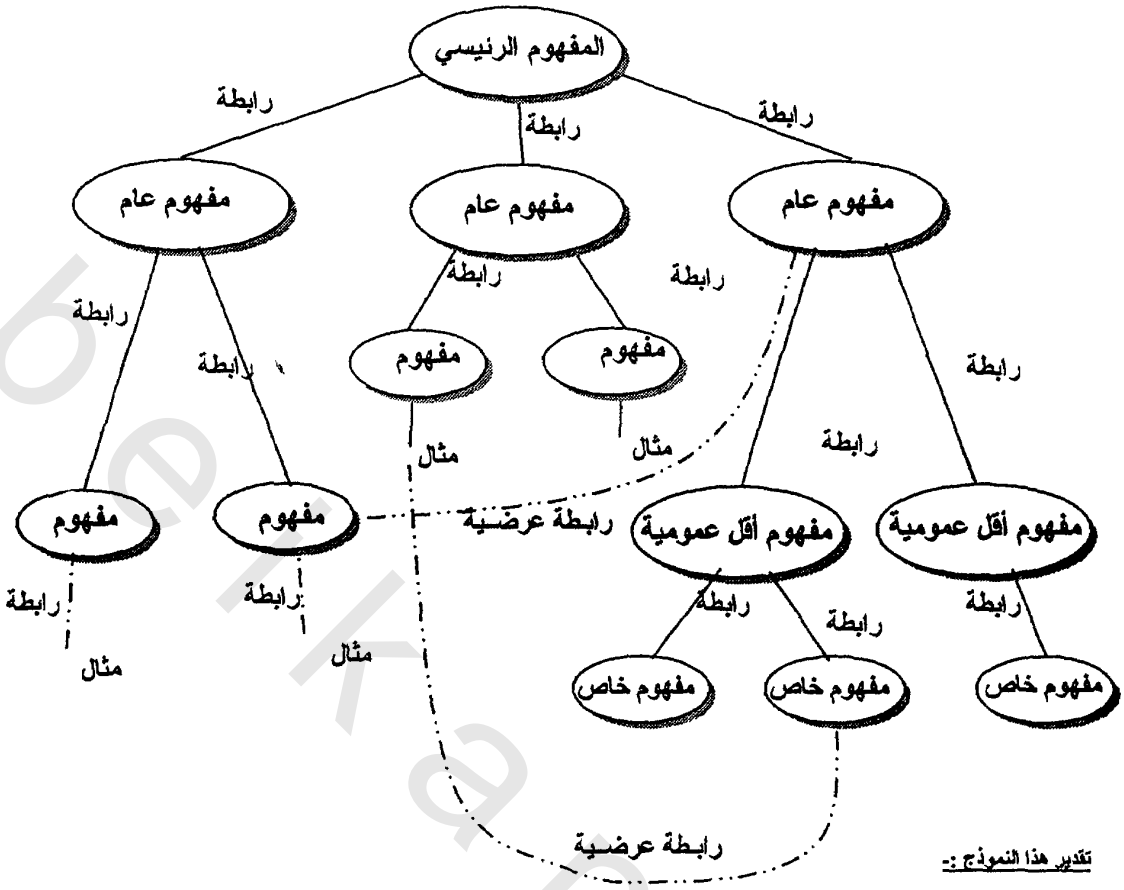
معايير التقدير	التقدير		
	نعم	لا	الاستفسارات تحتاج إلى تعديل
١- هل العلاقات بين المفاهيم أشير إليها على الخطوط، وهل هي صحيحة بدرجة كافية؟	( )	( )	( )
٢- هل المفاهيم على الخريطة مرتبة من العام إلى الخاص؟ (ابحث عن المفهوم الأكثر شمولية عند قمة الخريطة).	( )	( )	( )
٣- هل المفاهيم مرتبطة؟ (ابحث عن الخطوط بين المفاهيم، وينبغي الإشارة إلى العلاقات بين المفاهيم، بمعنى ضرورة وجود شيء مكتوب على الخطوط).	( )	( )	( )
٤- هل الخريطة متسلسلة هرمياً؟ (ابحث عن أكثر المفاهيم شمولاً وارتباطه بمفهومين أو أكثر تحته من المفاهيم التابعة).	( )	( )	( )

أما الصيغة الثانية لتقدير خرائط المفاهيم فتعطي نظرة تحليلية للخريطة على الرغم من أنها تتطلب وقتاً أطول في تطبيقها، ويعبر عن هذه الصيغة الجدول(٢).

جدول (٢)
صيغة تفصيلية لتقدير خرائط المفاهيم التي يقوم الطلاب ببنائها

١- العلاقات Relationships هل العلاقات الدالة على معنى بين مفهومين مشار إليها بخط موصل أو كلمة أو كلمات رابطة؟ هل هذه العلاقة صحيحة؟ يتم إعطاء درجة واحدة لكل علاقة صحيحة وذات معنى.
٢- التسلسل الهرمي Hierarchy هل تعكس الخريطة تسلسلاً هرمياً؟ هل كل مفهوم تابع أو تحتي يعد أكثر نوعية وأقل عمومية من المفهوم الموضوع أعلى منه؟ وذلك في ضوء سياق المادة التي رسمت منها الخريطة؟ ويتم إعطاء خمس درجات لكل مستوى صحيح من مستويات التسلسل الهرمي.
٣- الروابط المتبادلة Cross Links هل تعكس الخريطة روابط ذات معنى بين جزء وآخر من التسلسل الهرمي للمفاهيم؟ هل العلاقة الموضحة صحيحة وذات معنى؟ يتم إعطاء عشر درجات لكل رابطة تبادلية تكون صحيحة وذات دلالة، ودرجتين لكل رابطة صحيحة ولكنها لا توضح تركيباً ذات دلالة بين مجموعة من المفاهيم. إن الروابط التبادلية تشير إلى القدرة الإبداعية لدى الطلاب ومن ثم ينبغي إعطاء عناية خاصة لها.
٤- الأمثلة Examples إن الأحداث والأشياء النوعية التي تعد أمثلة صحيحة لما يشير إلى اسم المفهوم، يمكن إعطاء كل منها درجة واحدة (وهذه لا توضع داخل دوائر لأنها ليست مفاهيم).
بالإضافة إلى ما سبق، فمن الممكن بناء خريطة مفاهيم بحيث يتم تقديرها في ضوء المادة التي ستبني منها الخريطة، وهذه الخريطة تستخدم كمعيار حيث يتم قسمة الدرجات التي يحصل عليها الطالب على درجات هذه الخريطة المعيارية، فيكون الناتج نسبة مئوية تستخدم للمقارنة (وقد يكون أداء بعض الطلاب أفضل من الخريطة المعيارية، وعلى ذلك فقد يحصلون على نسبة أكبر من ١٠٠%).

والشكل (١٠) يوضح نموذج لتقدير خريطة المفاهيم باستخدام الصيغة التفصيلية:



شكل (١٠)
نموذج لتقدير خريطة المفاهيم

وهناك العديد من الدراسات التي استخدمت خرائط المفاهيم كأداة للتقويم للحصول على تعلم أفضل في فروع الرياضيات في المراحل المختلفة، ومن تلك الدراسات:

دراسة (Toumasis, 1995) التي توصلت إلي فاعلية استخدام خرائط المفاهيم كأوراق عمل تقدم للتلاميذ في مساعدة التلاميذ على تحديد وتحليل المفاهيم الرياضية المهمة التي يدرسونها، وأيضاً كطريقة لتعيين الواجبات المنزلية للتلاميذ، وأخيراً كطريقة تساعد المعلم على تقييم مدي تحصيل التلاميذ للمفاهيم الرياضية.

وفي دراسة قام بها (Grunow, 1999) توصلت إلى عدة نتائج أهمها أن معرفة معلمي الرياضيات بالمحتوى يمكن تحسينها بشكل كبير من خلال استخدام خرائط المفاهيم، وأن المعلمين يمكنهم أن يكونوا واعيين للسياقات التي تسهل تطويرهم للمحتوى المعرفي، ولخرائط المفاهيم الفعالية والإجراءات الموثوقة في عملية التقويم.

أما دراسة (Osterhus, 1999) فقد توصلت إلي فعالية استخدام برنامج لتطوير تمثيلات مدرس المرحلة الابتدائية في معرفتهم لموضوع الضرب والقسمة من خلال خرائط المفاهيم، وأن المقالات المدرسية أعطت فرصة المناقشة للمفاهيم والإجراءات المرتبطة بالضرب والقسمة، كما أتاحت خرائط المفاهيم تمثيلاً تخطيطياً من خلال التمثيلات التي طبقت على مبادىء رياضية، وهذا أشار إلى نمو المعرفة المفاهيمية في نهاية البرنامج التدريبي.

٢. ١. ٢. ٥. استراتيجيات تقديم وبناء خرائط المفاهيم

يبدأ المعلم تقديم استراتيجية خرائط المفاهيم بمحاولة تعريف الطلاب معنى المفهوم، وهذه المقدمة يمكن أن تكون في صورة مجموعة من الأنشطة، أو يمكن تقديمها بصورة مباشرة عن طريق تعريف معنى المفهوم، ثم يلي ذلك مساعدة الطلاب على بناء خرائط المفاهيم عن طريق مجموعة من الأنشطة (نوفاك وجوين، ١٩٩٥، ٢٩).

وعرض (Novak & Gowin, 1984, 24-36) مداخل مختلفة لتقديم خرائط المفاهيم لمتعلمين مختلفين في أعمارهم: فكانت هناك طريقة لتقديم خرائط المفاهيم للتلاميذ من الصف الأول حتى الصف الثالث، وطريقة ثانية للتلاميذ من الصف الثالث حتى الصف السابع، وطريقة ثالثة من الصف السابع حتى الجامعة.

واقتصر الحديث في هذا البحث على الطريقة الثانية، وهي التي تناسب العمر الزمني لعينة البحث، وهي كالتالي:-

٢. ١. ٢. ٥. ١. أنشطة الإعداد لخرائط المفاهيم Activities to prepare for concept map

يبدأ المعلم بتوضيح للتلاميذ المقصود بمعنى المفاهيم من خلال الأنشطة الآتية:-

١. يعد المعلم قائمتين من الكلمات على السبورة أو على جهاز العرض فوق الرأس، مستخدماً إحدى القائمتين لكلمات مألوفة عن الأشياء، والأخرى لكلمات مألوفة عن الأحداث، فعلي سبيل المثال، يمكن أن تتضمن كلمات الأشياء: سيارة، كلب، كرسي، شجرة، أما كلمات الأحداث فيمكن أن تتضمن: المطر، التفكير، اللعب، حفلة عيد الميلاد. ثم تدور المناقشة حول التشابه أو الاختلاف بين مضمون القائمتين.

٢. يطلب المعلم من التلاميذ وصف ما يدور في أذهانهم عند سماعهم لكلمة " سيارة " أو " كلب".... الخ، وعليه أن يساعدهم على إدراك اختلاف التصور الذهني لنفس الكلمات باختلاف تفكير الأفراد. إن هذه الصورة الذهنية التي يكونهاالفرد لهذه الكلمات، عبارة عن مفاهيم الفرد. ثم يقدم المعلم للتلاميذ كلمة " مفهوم " ويعرفهم بها.

٣. يكرر المعلم الأنشطة المتضمنة في الخطوة السابقة، مستخدماً كلمات الأحداث، ويطلب من التلاميذ إدراك الفروق بين الصور الذهنية التي يتم تكوينها عن الأحداث، وبين مفاهيم الأحداث، وأن مفاهيم الفرد لا تكون متطابقة تماماً على الرغم من معرفته لنفس الكلمات. إن الكلمات هي أسماء المفاهيم، ولكن كلاً منها ينبغي عليه أن يكتسب معاني هذه الكلمات من زاوية خاصة به.

٤. يتم عمل قائمة لكلمات مثل " يكونون "، " حيث "، "يكون "، " ثم "، " مع "، ويسأل المعلم التلاميذ عن الصور التي تأتي إلى أذهانهم عند سماعهم لهذه الكلمات. إن هذه الكلمات ليست كلمات مفاهيم، ولكنها تسمي كلمات رابطة وتستخدم في المحادثة والكتابة. وأن هذه الكلمات الرابطة تستخدم مع كلمات المفاهيم مكونة " جملاً " ذات معنى.

٥. إن أسماء الأعلام ليست كلمات مفاهيم، ولكنها أسماء خاصة بأناس، أو أحداث، أو أماكن، أو أشياء. ويضرب المعلم بعض الأمثلة لهذه الأسماء ومساعدة التلاميذ على إدراك الفرق بين الأسماء الدالة على " تناسقات " في الأحداث أو الأشياء، وبين تلك الدالة على أحداث أو أشياء خاصة (أسماء الأعلام).

٦. باستخدام كلمتين من كلمات المفاهيم مع كلمة أو عدة كلمات رابطة، يقوم المعلم بتكون جمل قصيرة على السبورة؛ وذلك لتوضيح كيفية استخدام الفرد لكلمات المفاهيم والكلمات الرابطة لنقل المعاني، ومثال ذلك: " هناك سحب ورعد ".

٧. يطلب المعلم من التلاميذ تكوين جمل قصيرة، مع تحديد كلمات المفاهيم وتوضيح ما إذا كانت كلمات دالة على أحداث أم على أشياء، وكذلك تحديد الكلمات الرابطة.

٨. يقدم المعلم للتلاميذ بعض الكلمات القصيرة، ولكنها غير مألوفة مثل " كتيب "، " مصقول "، "جرو "، إن هذه الكلمات تمثل مفاهيم سبق تعلمها من قبل، ولكنها تحمل إلى حد ما معاني خاصة. ومن المناقشة يمكن التوصل إلي إدراك أن معاني المفاهيم مرنة وليست ثابتة، وتنمو وتتغير كلما زاد التعلم.

٩. يختار المعلم قطعة من الكتاب المدرسي (صفحة) وينسخ منها نسخاً للتلاميذ، ويطلب منهم قراءة هذه القطعة، وتحديد ما بها من مفاهيم رئيسة، وكذلك ملاحظة بعض الكلمات الرابطة، وبعض كلمات المفاهيم التي تعد قليلة الأهمية بالنسبة للفكرة التي تعالجها القطعة.

٢. ١. ٢. ٥. ٢. الأنشطة المتعلقة ببناء خرائط المفاهيم Concept Mapping Activities

بعد تقديم المعلم للتلاميذ معنى المفهوم، يبدأ في مساعدة التلاميذ على بناء خرائط المفاهيم، من خلال مجموعة من الأنشطة الآتية:-

١. يجعل المعلم التلاميذ يرتبوا المفاهيم التي حصلوا عليها من الكتاب المدرسي بدءاً بالمفاهيم الأكثر عمومية والأكثر شمولية، فالمفاهيم الأقل عمومية والأقل شمولية. ثم التأكيد على ضرورة التمييز بينها. ويطلب المعلم من التلاميذ رسم خريطة المفاهيم ومناقشتها على السبورة.

٢. إعطاء تدريبات للتلاميذ على بناء خرائط المفاهيم كواجبات منزلية أو في الفصل، يختارها المعلم من الكتاب المدرسي بالاستعانة بالخطوتين ٨، ٩. ومن المفيد أن يكون هناك خريطتان أو أكثر من خرائط التلاميذ تتضمن نفس القطعة من الكتاب المدرسي، حتى يتم إجراء المقارنة بينهم، كذلك يكون من المفيد اشتراك التلاميذ كمجموعات ثنائية أو ثلاثية في بناء الخريطة الواحدة، حيث يدور بين التلاميذ مناقشة فعالة بدرجة كبيرة، بوضعها على السبورة أو على جهاز العرض فوق الرأس، وشرحها لجميع تلاميذ الفصل.

٣. تكليف التلاميذ بقراءة الخرائط التي أعدوها باعتبارها قصصاً، وذلك بعد يوم أو يومين من إتمامها. إن التلاميذ الذين أعدوا خرائط جيدة سوف يُظهرون دقة ملحوظة في تعبيرهم عن المعنى الموجود في النص، حتى ولو لم يتذكروا هذا النص.

٤. يقوم المعلم بتجميع قائمتين أو أكثر من قوائم كلمات المفاهيم من موضوع سبق مناقشته حديثاً في الفصل، ويطلب من التلاميذ اختيار قائمة الكلمات، وبعد ذلك يطلب منهم أن يكرروا خطوة (١).

٥. يبدأ المعلم تدريب التلاميذ على بناء عدد من الخرائط، وعلى إجراءات تقدير تلك الخرائط ووضع درجات لها.

٦. يقوم المعلم بإجراء "مناقشة متدرجة" مع تلاميذ الفصل حيث:

أ. يراجع معهم تعريف " المفهوم "Concept، و" الشيء " Object، و"الأحداث"Events، و "الكلمات الرابطة " Linking Words، و" أسماء الأعلام " Proper nouns.

ب. يذكرهم بأن بعض المفاهيم مثل: " الانفجار البركاني" عبارة عن كلمتين أو أكثر، ومع ذلك فهي تشتمل على مفاهيم أبسط وأكثر عمومية.

ج. يناقش معهم أهمية التعلم وفعاليته عن طريق ربط المفاهيم الجديدة بالمفاهيم التي يعرفها الفرد من قبل.

د. يؤكد على بناء الخرائط بطريقة متسلسلة هرمياً كطريقة تساعد على تصنيف معاني المفاهيم الأكثر نوعية، تحت المفاهيم الأكثر عمومية.

هـ. التأكيد على أن الروابط المتقاطعة على الخرائط تعنى وسيلة ترابط المفاهيم التي قد تبدو غير مترابطة، هذا الربط أو التكامل بين معاني المفاهيم يُدّعم عملية استبقاء المفاهيم واستخدامها فيما بعد، خاصة في حل المشكلات أو ابتكار مواد جديدة (قصص جديدة، أشعار، موسيقي، تجارب).

و. يناقش معهم أوزان بديلة للمعايير الخاصة بمفتاح تقدير الخرائط، وربما يبنى معهم مفتاحاً بديلاً لتقدير خرائط المفاهيم.

٧. يناقش المعلم الطلاب في مشاعرهم واتجاهاتهم، فيما يتعلق بخرائط المفاهيم، والتعلم بالاستظهار، والتعلم ذي المعنى.

٢. ١. ٣. الذاكرة والسعة العقلية

٢. ١. ٣. ١. الذاكرة Memory

تعد الذاكرة من أهم موضوعات البحث السيكولوجي، وقد لاقت اهتماماً كبيراً من جانب المتخصصين في هذا المجال، وذلك لأن فهم الذاكرة يعد أساساً لفهم التعلم.

وأكد (Stewart & Atkin, 1982, 323) أن مشكلة فهم كيف يتعلم الفرد هي بالضرورة مشكلة فهم كيفية تخزين المعلومات في الذاكرة، وكيفية انتقال تلك المعلومات المخزنة، ثم كيفية استرجاعها لكي تُستخدم من جديد في التعلم وحل المشكلات.

وبذلك تعد الذاكرة من أهم العمليات العقلية العليا في حياة الفرد، ويعتمد عليها عدد كبير من العمليات الأخرى مثل: الإدراك، والوعي، والتعلم، والتفكير، وحل المشكلات، والتحدث، وكل ما يفعله الفرد يعتمد على الذاكرة(أحمد محمد عبد الخالق، ١٩٩٠، ٢٦٣).

وتتكون الذاكرة من عدة منظومات منها السعة العقلية، إذ تعد مكون من مكونات الذاكرة، ولذلك يبدأ الحديث بالذاكرة.

٢.١.٣.١.١. مفهـــــوم الذاكـــــرة

للذاكرة أثر عميق في الحياة النفسية، فالإدراك لا يقوم إلا على تذكر الصور السابقة، كما أن الشخصية لا تقوم إلا على تذكر الماضي، فلولا الذاكرة لما تكونت الشخصية ولا تم الإدراك ولا اكتسبت العادات، ولا أمكن التخيل والحكم والاستدلال، وكلما كانت الذاكرة أقوى كان العقل أوسع وأغنى (جميل صليبا، ١٩٨١، ٣٩٧).

وأكد (Allen & Santrock, 1993, 152) أن الذاكرة هي "الاحتفاظ بالمعلومات لوقت طويل، وتتكون من عدة أنظمة تتفاعل مع بعضها بطرق عديدة ".

وأشار (أرنوف ويتيج، ١٩٨١، ٢٠٨) أن الذاكرة "هي القدرة على الاحتفاظ باستجابة سبق اكتسابها، والقدرة على استعادتها".

وأضاف(محمد إسماعيل عمران، ١٩٨٣، ٥٢-٥٦) أن الذاكرة "عملية عقلية، يمكن تميز أربع عمليات رئيسة فيها هي:

١. **تكوين أو تثبيت الانطباعات Fixation:** وتعنى هذه العملية نشاط اكتساب أو تعلم المعلومات والخبرات، وتكوين انطباعات عنها في شكل تصورات ذهنية تُعرف بآثار الذاكرة Memory Traces.
٢. **الاستبقاء Retention:** وتعنى عملية خزن الانطباعات في الذاكرة، وتكوين ارتباطات بينها لتشكيل وحدات من معنى.
٣. **الاستدعـــاء Recall:** هي عملية استرجاع ما استبقاه الفرد في ذاكرته من انطباعات وصور، أي عملية استعادة الفرد للاستجابات المتعلمة تحت ظروف الاستثارة في المواقف اللاحقة، والاستدعاء يتم دون وجود المنبه الأصلي أي المعلومة التي سبق تعلمها، والنجاح معناه أن التعلم قد تم إنجازه بكفاءة(أحمد محمد عبد الخالق، ١٩٩٠، ٢٦٥).
٤. **التعرف Recognition:** وهى العملية التي يتحقق بها استجابة الألفة بالأشياء أو الموضوعات التي عرفها الفرد من قبل، وبالتالي يتعرف عليها مرة أخرى في مواقف أخرى ارتباطاً بإشارات وعلامات معينة دالة عليها، أي يتم مقارنة بين المعلومات المعطاة والمختزنة في الذاكرة(أحمد محمد عبد الخالق، ١٩٩٠، ٢٦٧).

ويتوقف بناء الذاكرة على عدة عوامل رئيسة: (عبد الوهاب كامل، ١٩٩٤، ١٩٠- ١٩١).

١. **التـذكـــــــر:** أي حجم وتجانس المعلومـات وزمـــن تعلمها.
٢. **الممارســـــة:** أي التعامل مع المعلومات بصورة كلية أم جزئية.
٣. **الفروق الفردية:** أي نـــوع الذاكـــرة التي يُعتـمد عليـــــها.
٤. **الموقـــــف :** قد يكون موقف اضطراب أو خوف يؤثر على استدعاء المعلومات.

وأكد (فتحي مصطفى الزيات، ٢٠٠١، ٩٣) أن" مفهوم الذاكرة غالباً ما يُستخدم بمعنيين:

١. **الذاكرة كعملية:** وهى تمثل الميكانيزمات الديناميكية المرتبطة بما هو محمول في الذاكرة، واسترجاع المعلومات المتعلقة به في شكل أداء.
٢. **الذاكرة كناتج:** يستخدم هذا المفهوم للإشارة إلى ناتج عمليتي التعلم والاحتفاظ".

وأضاف(سامي عبد القوى، ١٩٩٥، ١٦٧) أنه توجد تعريفات عديدة للذاكرة، ولكنها تشير في النهاية إلى معنى من المعاني التالية: " قابلية الفرد للاحتفاظ بالمعرفة واستدعائها وتذكرها عند الحاجة إليها، أو هي العملية التي يتم بها استدعاء الخبرة السابقة عن طريق التخيل أو الكلمات أو غير ذلك، أوهي الوظيفة أو مجموعة الوظائف العقلية التي تعمل على احتفاظ الفرد بآثار خبرات الماضي واستعادتها أو الانتفاع بها فيما بعد".

٢.١.٣.١.٢. أنـــواع الذاكـــرة

أشار(Stewart & Atkin, 1982, 323) إلى أن " نظام الذاكرة يتكون من المدخلات التي ينبغي أن يتم تحويلها إلى رموز خاصة، ثم يتم معالجة وتجهيز هذه المدخلات، وبعد ذلك يتم تخزينها حيث تجرى مجموعة من العمليات التي تسمح للمدخلات أن تخزن والمخرجات أن تنتج فتكون الاستجابة".

ولقد اختلفت أنواع ومسميات الذاكرة تبعاً لأسس التقسيم المتبعة، وفيما يلي أهم هذه الأنواع وأسس تقسيمها:

٢.١.٣.١.٢.١. تصنيف أولى للذاكـرة:

١) الـذاكرة الأوليـة Primary Memory

وهى" ما يوجد في الشعور المباشر، وقد تكون لفظية أو بصرية أو سمعية أو شمية، وتمثل جزء من الحاضر النفسي، وتعد سجلاً دقيقاً نسبياً آنياً للأحداث التي يتم استقبالها" (ستيوارت هولس وآخرون، ١٩٨٣، ٤٥٨)، وهـى" تمثل الذاكرة قصيرة المدي من وجهة النظر المعاصرة، وتعكس مدى احتوائها على تلك المادة ما لم تترك في الوعي"(عبد الوهاب كامل، ١٩٩٤، ١٨٩).

٢) الـذاكرة الثانويـة Secondary Memory

"وفيها الماضي النفسي، والمواد التي توجد فيها ربما تحرف أو تشوه، كما أنها قد تكون مملوءة بالفجوات أو الثغرات"(فتحي مصطفي الزيات، ١٩٩٥، ٢٣٥)، " وتمثل الذاكرة

طويلة المدى في النماذج المعاصرة، حيث تحتوى على تلك المادة التي تركت الوعي، ولكن يمكن استدعاؤها إلى الوعي عند الحاجة"(عبد الوهاب كامل، ١٩٩٤، ١٨٩).

٢.١. ٣. ١. ٢. ٢. تصنيف على أساس مستوى المعلومات:

(عادل محمود العدل، ١٩٨٩، ٢٨)

١) ذاكرة عرضية Episodic Memory

وهى تتعلق بالمعلومات التي تحدث عرضياً، وتشمل خبرات الحياة الشخصية، ولذلك فهي متغيرة دائماً وعند استدعائها تُحدث إضافة للمعلومات الأصلية.

٢) ذاكرة سيمانتية Semantic Memory

وهى التي تتعلق بالمعلومات الأصلية التي يملكها الفرد عن الكلمات والرموز اللفظية ومعناها وطريقة معالجتها، ويعد تغيرها قليل جداً، ويمكن استدعاء المعلومات منها بالإضافة إلى القواعد الأساسية التي تحكمها، ويكون لتنظيم الذاكرة دور كبير فيها.

٢. ١. ٣. ١. ٢. ٣. تصنيف على أساس شكل تخزين المعلومات:

(عبد الوهاب كامل، ١٩٩٤، ١٧٤- ١٧٥)

١) ذاكرة لفظية منطقية Logical Verbal Memory

وهذا النوع يحدث فيه تذكر الألفاظ ذات المعنى، وإعادتها مرة ثانية في صورة طبق الأصل دون إدراك لمدلولاتها.

٢) ذاكـــرة بصرية Visual Memory

وهى تقوم على طبع وتسجيل المعلومات بالذاكرة، إذ لها أهمية في عملية تحويل المعلومات اللفظية إلى جداول وأشكال مختلفة، وتساعد في عملية تنظيم التذكر، وأيضاً لها أهميتها في الإبداع الفني والابتكار.

٣) الذاكرة الحركية Motor Memory

حيث تعتمد على شكل المادة المتعلمة، ولها أهميتها في قوانين الفيزياء والميكانيكا، حيث إنها خاصة بالأنشطة الحركية.

٤) الذاكرة الانفعالية Emotional Memory

محتواها ينحصر في تلك الحالات التي تمثل مكاناً في خبرة الفرد السابقة، ولها أهميتها في نشاط البؤس والسرور.

٢. ١. ٣. ١. ٢. ٤. تصنيف على أساس نوع المعلومة المستعادة:

(فتحي مصطفي الزيات، ١٩٩٥، ٢٤٨)

١) ذاكرة استرجاعية: - يستعاد فيها القواعد والقوانين.

٢) ذاكرة اشتقاقية: ينشأ من خلالها معلومات علاقية.

٢. ١. ٣. ١. ٢. ٥. تصنيف على أساس زمن التذكر:(فرج عبد القادر طه، ١٩٨٩، ١٧٦-١٧٧)

١) **الذاكرة القريبة:** وهى القدرة على تذكر الأشياء التي يعرفها الفرد من مدة قصيرة نسبياً، كتذكر اسم شخص تعرف عليه الفرد منذ أسبوع.

٢) **الذاكرة البعيدة:** وهى القدرة على تذكر الأشياء التي يعرفها الفرد من مدة طويلة قد تصل لسنوات الطفولة.

٣) **ذاكرة الأسماء أو الأرقام أو ذاكرة الأماكن أو الأحداث:** وغالباً ما تختلف قوة الفرد في إحداها عن الأخرى.

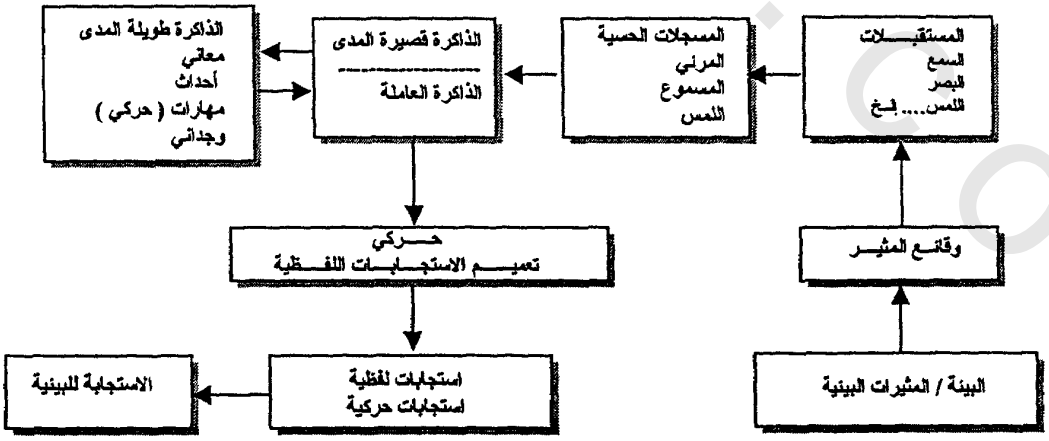
٢. ١. ٣. ١. ٢. ٦. تصنيف على أساس معالجة وتجهيز المعلومات

أوضح نموذج معالجة المعلومات أن السلوك ليس مجرد مجموعة استجابات ترتبط على نحو آلي بمثيرات تحدثها، كما هو الحال عند المدرسة الارتباطية، وإنما هو بمثابة نتاج لسلسلة من العمليات المعرفية التي تتوسط بين استقبال هذا المثير وإنتاج الاستجابة المناسبة له.

ولقد ظهر هذا الاتجاه في أواخر الخمسينات من القرن الماضي، مستفيداً من التطورات التي حدثت في مجال هندسة الاتصالات والحاسوب الالكتروني. فقد عمد أصحاب هذا الاتجاه إلى تفسير ما يحدث داخل نظام معالجة المعلومات لدى الفرد على نحو مناظر لما يحدث في أجهزة الاتصالات، من حيث عملية تحويل الطاقة المستقبلة من شكل إلى آخر. ففي الهاتف على سبيل المثال، يتم تحويل الطاقة الصوتية إلى طاقة كهربية ثم إلى طاقة صوتية، في حين يتم استقبال المدخلات في الحاسوب ويتم معالجتها في وحدة معالجة المعلومات وفق أوامر وتعليمات مخزنة ليتم إنتاج مخرجات معينة.

وبهذا المنظور، فهم أكدوا أن الدماغ البشري يعمل بأسلوب مماثل لما يحدث في الحاسوب الإلكتروني، حيث إن المعلومات أثناء معالجتها تمر في مراحل تتمثل في: الاستقبال، والترميز، والتخزين، وإنتاج الاستجابة، وفى كل مرحلة من هذه المراحل، يتم تنفيذ عدد من العمليات المعرفية(عماد الزغول، ٢٠٠٣، ١٧٣ – ١٧٤).

وقد قدم علماء النفس عدة نماذج لمكونات نموذج معالجة المعلومات، ويوضح الشكل(١١) محاولة لتخليص أهم الأفكار التي تضمنتها هذه النماذج(فتحي مصطفي الزيات، ١٩٩٦، ٣١٧).



شكل (١١)
يوضح المحددات/
الأوجه الرئيسة لنظام تجهيز المعلومات لدى الإنسان

وقد أوضح هذا النموذج أن وعاء المعرفة عند البشر في صورها المختلفة هي الذاكرة، حيث يعكس مخزون الذاكرة عند الفرد ثراءه وقدرته على تجهيز المعلومات ومعالجتها، وأوضح هذا النموذج أن نظام معالجة المعلومات لدى الفرد يتألف من ثلاثة مكونات (أنظمة) رئيسة تتمثل في: الذاكرة الحسية أو ما يسمى بالمسجلات الحسية، والذاكرة قصيرة المدى أو الذاكرة العاملة، والذاكرة طويلة المدى، وهذه الأنظمة مشابهة إلى درجة ما لأنظمة معالجة المعلومات في الحاسوب الإلكتروني (عماد الزغول، ٢٠٠٣، ١٧٧).

وفيما يلي شرح موجز لكل مكون:-

١) الذاكرة الحسية Sensory Memory

تُعرف الذاكرة الحسية أيضاً بالمخزن الحسي Sensory Storage أو المسجل الحسي Sensory Register، وتختص بحمل المعلومات في صيغة خام غير معالجة نسبياً لفترة قصيرة جداً من الزمن، بعد اختفاء الصورة التي يكون عليها المثير. وعلى ذلك فالذاكرة الحسية تتيح نوعاً من اقتفاء أثر المثير كي يبقى بعد أن يكون المثير نفسه قد اختفى (فتحي مصطفي الزيات، ١٩٩٨، ٣٣٢).

وتُعرف بأنها مخزن متسع السعة يستقبل المعلومات عند أول عرضها، وتبقى فيه جزء قليل من الثانية يصل إلى ٠,٥ – ١ ثانية للمعلومات البصرية، ٣-٤ ثواني بالنسبة للمعلومات السمعية، وتُفقد بسرعة كبيرة جداً ما لم تنتقل إلى الذاكرة قصيرة المدى (Leahey & Harris, 1997, 106).

وقد تكون هذه المعلومات سمعية – بصرية – تذوقية – لمسية، وتسمح باستدعاء فوري للمعلومة، وتحجب الصورة الجديدة الصورة القديمة، ويمكن أن ينتبه لها الفرد وتنتقل إلى الذاكرة قصيرة المدى(أحمد محمد عبد الخالق، ١٩٩٠، ٢٧٤).

وذكر (أحمد إبراهيم، ١٩٩٤، ٩٠) أنه يتم استقبال المعلومات في الذاكرة الحسية بصورة متوازية، وبدون أي حدود على سعة التجهيز في هذه المرحلة، ويتم ذلك حتى تتم عملية التعرف على النمط وعند ذلك تحدث حدود واسعة للتجهيز، حيث يبدأ التجهيز عندئذ للذاكرة قصير المدى ذات السعة المحدودة.

ومن خصائص الذاكرة الحسية كما ذكرها:(Stewart & Atkin, 1982, 323)،(فتحي مصطفي الزيات،١٩٩٨، ٣٣٤)

١. تظل الفقرات (المعلومات) في الذاكرة الحسية حوالي ثانيتين أو أقل، بينما تظل في الذاكرة قصيرة المدى لفترة تصل إلى ٣٠ ثانية.
٢. المعلومات التي يتم استقبالها في الذاكرة الحسية تظل في صورتها الخام وغير معالجة نسبياً، بينما يتم تجهيز ومعالجة المعلومات في الذاكرة قصيرة المدى مثلاً: بالتسميع، أو التحويل، أو المقارنة، أو تغيير ترتيب الفقرات، أو تنظيمها، أو تزامنها، أو تعاقبها.

٣. المعلومات التي يتم استقبالها في الذاكرة الحسية هي دقيقة تماماً في تمثيلها للمثير، بينما المعلومات في الذاكرة قصير المدى أكثر ميلاً للتشويه أو التحريف، ومن ثم تصبح أقل تمثيلاً للمثيرات الخام.

٤. المعلومات التي تستقبل في الذاكرة الحسية تُسجل كما هي في صورتها الخام، بينما يتم انتقاء وتجهيز ومعالجة المعلومات في الذاكرة قصيرة المدى، لذا فالمعلومات فيها تكون انتقائية في التجهيز والمعالجة.

٥. تعد مخزناً مؤقتاً للمعلومات الحسية.

٦. لا يوجد ملمح للإجابة الفورية بمعنى أنه لا توجد قدرات تكرارية.

٧. تؤدى دوراً في المعالجة أو التشغيل الإدراكي، ونمط التعرف والاستنتاج.

وبناء على ذلك يمثل مخزن المعلومات الحسية الكاميرا التي تلتقط بها صورة فورية لكل ما يراه الفرَد ويسمعه أو يتذوقه أو يلمسه، وتعد هذه الصورة هي المعلومات التي يمكن أن يحتفظ بها الفرد في الذاكرة أو يتجاهلها بالنسيان.

٢) الذاكرة العاملة أو الذاكرة قصيرة المدى Working Memory or Short Term Memory

قدمت النظريات المختلفة عدة أسماء تُطلق على الذاكرة العاملة، فيمكن تسميتها بالذاكرة قصيرة المدى Short Term Memory أو الذاكرة الفورية Immediate Term Memory أو الذاكرة الوسيطةIntermediate Term Memory، ويمكن اختصارها في .S.T.M ، وهذه الذاكرة لديها سعة محددة في تخزين المعلومات (رحاب أحمد راغب، ٢٠٠٠، ٣٣).

وهى " عبارة عن موقع تحدث فيه معظم الأعمال المعرفية، حيث تتم فيه معالجة المعلومات والمعارف التي تم تحويلها من الذاكرة الحسية لتخزينها في الذاكرة طويلة المدى، وهى أيضاً الموقع الذي يمكن أن تتفاعل فيه عناصر المعرفة المحولة من الذاكرة الحسية مع العناصر المستدعاة من الذاكرة طويلة المدى، كما أن الذاكرة العاملة لها قدرة محدودة"(وليم عبيد وعزو إسماعيل عفانه، ٢٠٠٣، ٨٦).

وأكد (طلعت منصور وآخرون، ١٩٨١، ٢٢٢) أنها " المرحلة التي يتم فيها الاحتفاظ بالمعلومات مؤقتاً لزمن قصير، يتراوح بين عدد قليل من الثواني إلى عدد قليل من الدقائق".

وأشار(أنور الشرقاوى، ١٩٨٤، ٥٠) " أنها محدودة في إمكانياتها، حيث إنها تمثل الفترة الزمنية بين تقديم أو ظهور المثيرات في المواقف واستدعائها، فهي ليست صورة كاملة للأحداث التي تمت على المستوى الحسي، وإنما تحتفظ فيما يبدو بالتفسير المباشر لهذه الأحداث الذي يكون صورة أو تمثيلاً لها".

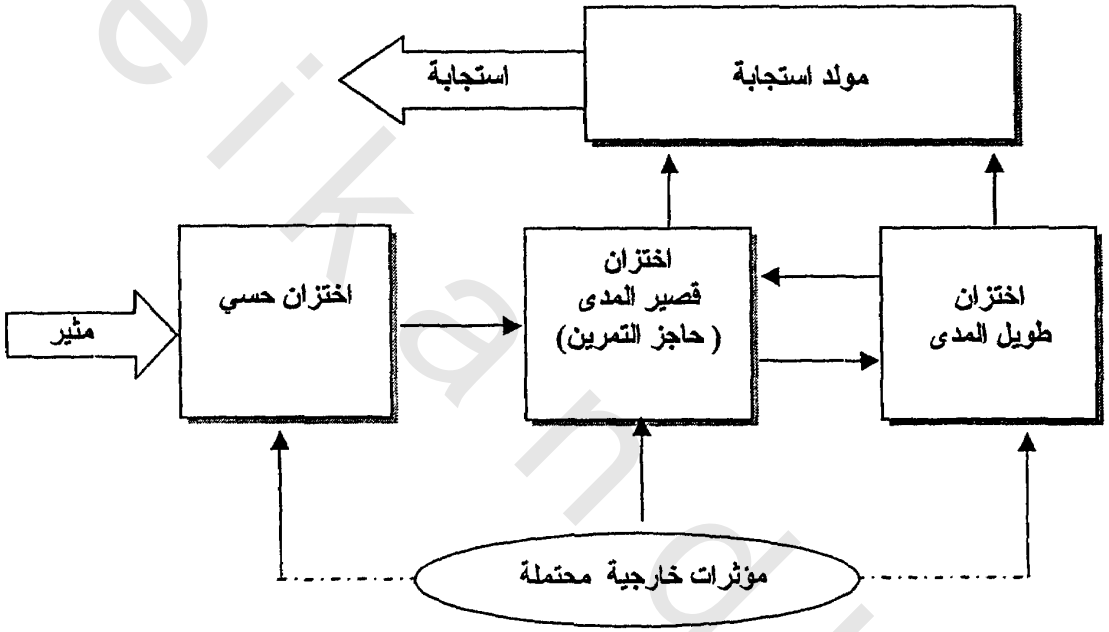
وتصل إليها المعلومات من الذاكرة الحسية، وهى مركز الوعي لدى الفرد، ولها وظيفتان(أحمد محمد عبد الخالق، ١٩٩٠، ٢٧٤):

١. التخزين المؤقت للمعلومات.

٢. إدارة هذا المخزن، أي اختيار المادة التي تخزن بشكل مؤقت لتصل إلى المرحلة التالية وهى الذاكرة طويلة المدى وسحبها عند الحاجة.

وأضاف (أحمد محمد عبد الخالق، ١٩٩٠، ٢٧٨) أن " الذاكرة قصيرة المدى تسمى بالصندوق العقلي الذي يضم سبعة فراغات، والمفردات التي يتم تكرارها أو تسميعها تعد غير قابلة للإزاحة".

وانطلق (أرنوف ويتيج، ١٩٨١، ١٩٨- ١٩٩) على السعة المحدودة لعملية الاختزان قصير المدى اسم " حاجز التدريب أو التكرار " حيث افترض أن التكرار ضروري للمحافظة على المادة المتعلمة كما بالشكل(١٢).



شكل (١٢)
يوضح أهمية حاجز التكرار في بقاء المادة المتعلمة في الذاكرة قصيرة المدى

وبذلك يتضح أن الفرق بين نظام الذاكرة قصيرة المدى ونظام تخزين المعلومات الحسي من حيث ممارسة عملية التكرار، ففي التخزين الحسي لا تبقى المعلومات أكثر من عدة أجزاء من الثانية، في حين يمكن في نظام الذاكرة قصير المدى أن تبقى وحدات قليلة من المعلومات لفترة زمنية غير محدودة بواسطة عملية التكرار أو التسميع Rehearsal (أنور الشرقاوى، ١٩٨٤، ٥١).

وأثبت أيضا العالم الألماني (Miller, 1956) أن هناك عدداً سحرياً (٢ ± ٧) جزلة أو وحدات من المعلومات يمكن أن تتحملها الذاكرة قصيرة المدى، وتكون فترة الاكتساب قصيرة جداً تصل إلى دقيقة واحدة، وذلك عندما تُعرض المعلومات في محاولة واحدة، وتُفقد المعلومات بالإزاحة.

والجزل هو التقسيم إلي وحدات كبيرة، وجزلة Chunk مصطلح استخدمه ميللر يشير إلي مجموعة العناصر العقلية التي يقوم الفرد بتنظيمها، وبالنسبة لمن يعرفون الحروف ولا يعرفون الكلمات فإن كلمة"قطة" تتكون من ثلاث وحدات(جزلات Chunks)، ولكن لمن يعرفون الكلمات فإن هذه الكلمة تعد وحدة واحدة (روبرت سولسو، ٢٠٠٠، ٢٨٢).

وعلي هذا يمكن القول أن الذاكرة قصيرة المدى تحمل حوالي سبع وحدات Seven Chunks يُضاف إليها أو يُخصم منها وحدتين، أو بمعنى آخر ما بين ٥ ، ٩ وحدات ، والوحدة chunk يمكن أن تكون مجموعة أرقام أو أحرف أو جزلة أو مقطع من المعلومات، ذلك لأن الناس يمكنهم تذكر حوالي سبع وحدات أرقام أو أحرف بصورة عشوائية الترتيب .

ومع ذلك فإن هذه الأرقام أو الأحرف يمكن تنظيمها داخل وحدات أكبر فمثلاً: ترميز القاهرة 002 والمنصورة 050 وحي غرب 34 والمنزل 2019، ومن ثم فإن أي من هذه الترميزات تمثل وحدات أو مقاطع وعلى هذا فإن رقم التليفون 002/050/34/2019 يحتوى على أربع وحدات (4+1+1+1)، وكلما نجح الفرد في ترميز الوحدات الأصغر داخل وحدات أكبر، بحيث يقل العدد النهائي للوحدات، كلما أدى ذلك إلى تخفيف العبء على الذاكرة قصيرة المدى بما يمكنها من حمل عدد أكبر من الوحدات، ومن ثم تذكر أيسر وفعالية أكبر(فتحي مصطفى الزيات، ١٩٩٨، ٣٦٠-٣٦١).

وتمتاز الذاكرة قصيرة المدى بالخصائص التالية:

١. ذكر(Schweickert & Boruff, 1986, 419)أن سعة الذاكرة قصيرة المدى تبلغ(٧) وحدات من المعلومات(جزل) Chunks مضافاً إليه أو منقوصاً منه (٢) أي (٧ ± ٢) وحدة معلومات.

٢. اتفق كل من (ستيوارت هولس وآخرون، ١٩٨٣، ٣٣٣) و(أمين سليمان، ١٩٨٨، ٦١) أن زمن بقاء المعلومات أو " الجزل " بالذاكرة قصيرة المدى يتراوح بين ثانية إلى عدد قليل من الثواني نتيجة لعملية التسميع سواء كان بصرياً أو صوتياً.

٣. أضاف(Lefton, 1985, 116) أن المعلومات من الذاكرة قصيرة المدى تُنسي بواسطة " التضاؤل " وهو الأقل تأثيراً، والتداخل هو الأكبر تأثيراً، ويحدث التداخل في مرحلة التشفير نتيجة الإزاحة والتشابه، بينما يحدث عند الاسترجاع نتيجة الكف الراجع أو الكف اللاحق.

٤. أكدت (لندا دافيدوف، ١٩٨٣، ٣٦٤) أن من وظائف الذاكرة قصيرة المدى:
   أ. التخزين المؤقت للمعلومات.
   ب. الإدارة الشاملة أي اختيار المادة التي تبقى مؤقتاً في مخزن الذاكرة.
   ج. نقل الخبرات إلى الذاكرة طويلة المدى لتسجيلها لوقت أطول.
   د. سحب المعلومات من أجهزة الذاكرة الأخرى.

ويتضح مما سبق أن الذاكرة قصيرة المدي الأحداث فيها سريعة ومباشرة، وسعتها محدودة وتحمل المعلومات التي وصلت إليها من الذاكرة الحسية أو المعلومات التي تُستدعى من الذاكرة طويلة المدى لفترة قصيرة في العقل، وتتراوح المعلومات التي تحملها الذاكرة قصيرة المدى ما

بين خمس إلى تسع وحدات في وقت واحد ذات معنى، والوحدة chunk يمكن أن تكون مجموعة أرقام أو أحرف أو جزلة أو مقطع من المعلومات، ذلك لأن الفرد يمكنه تذكر حوالي سبع وحدات أرقام أو أحرف بصورة عشوائية الترتيب.

وينبغي على المعلم أن يساعد التلاميذ في التغلب على السعة المحدودة للذاكرة قصيرة المدى عن طريق تحويل العلاقات المعقدة إلى علاقات بسيطة، والتعامل مع المعلومات في صورة أجزاء صغيرة حتى لا تصبح حملاً على الذاكرة قصيرة المدى، وبالتالي يصبح تخزين المعلومات ومعالجتها أمراً صعباً مما يؤثر على استدعاء المعلومات عند الحاجة إليها، وهذا ما تضمنه هذا البحث من استخدام استراتيجية خرائط المفاهيم التي تساعد على ترتيب المفاهيم بصورة هرمية قائمة على المعنى حتى يسهل معالجتها وتخزينها في الذاكرة.

٣) الذاكرة طويلة المدى Long Term Memory

عرفها (فؤاد أبو حطب، ١٩٩٠، ٢٩٧) بأنها "الذاكرة التي توجد بها تسجيلات دائمة أو شبه دائمة للمعلومات".

وأكد (فاروق عبد الفتاح، ١٩٨٥، ١٣٤) أن "لهذه الذاكرة وسعاً غير محدود، حيث تبقى المعلومات بها لفترات طويلة تمتد من بضع دقائق إلى عدد من السنوات".

وأشار (Barsalou, 1992, 116) إلى أن هذه المعلومات تتضمن: الخبرات الشخصية، والأسماء، والوجوه، والتواريخ، والأماكن والأحداث المهمة.

وذكر (طلعت منصور وآخرون، ١٩٨١، ٢١١) أنه لا تكون آثار الذاكرة طويلة المدى فعالة إلا إذا دعمّت وفقاً لقوانين التعلم، حيث تبقى عندئذ لأطول فترة ممكنة، وتميل أكثر إلى مقاومة الانطفاء.

وأوضح (أحمد فائق، ٢٠٠٣، ١٤٢) أن " الذاكرة طويلة المدى مثل المخزن الضخم الذي لا يمتلئ أبداً بالحقائق والمشاعر والصور والمهارات والاتجاهات والتي تتراكم مع ازدياد خبرة الفرد في الحياة، وعند مواجهته لمواقف أو مشكلات جديدة فإنه يستدعى مجموعات من المعلومات من الذاكرة طويلة المدي إلى الذاكرة قصيرة المدى لكي تساعده في التعامل معها ومعالجة المعلومات الجديدة".

و" يتم استرجاع المعلومات من الذاكرة طويلة المدى باستمرار، إلا أن الذاكرة قصيرة المدى تهيمن على عملية الاسترجاع، وتكون المهمة أحياناً سهلة وآلية فلا يتطلب الأمر جهداً، وعندما يبدأ الناس عملية الإدراك يقارنون الحاضر بالماضي، وهذا أيضاً يتم بدون مجهود، غير أنه في بعض الأحيان يكون استرجاع الذكريات طويلة المدى أمراً شاقاً عصيباً" (لندا دافيدوف، ١٩٨٣، ٣٥٠).

وذكر (وليم عبيد وعزو إسماعيل عفانه، ٢٠٠٣، ٨٦) أن الذاكرة طويلة المدى هي "عبارة عن مستودع المعلومات والمعارف والمهارات المستدامة التي يبدو أن لها قدرات

تخزينية غير محددة، وتقوم هذه الذاكرة بتنظيم وهيكلية كميات المعارف التي تستقبلها بطريقة تُيسر استدعاءها، ويتم تنظيم هذه المعارف في شبكات مفاهيمية تتضمن مفاهيم مركزية مختلفة، تربط بينها خطوط اتصال تحتوى على آلاف الشبكات تبادلية الارتباط وبينية العلاقات، التي تمكنها من اشتقاق معارف جديدة من المعارف المختزنة".

وتم تحديد أهم سمات الذاكرة طويلة المدى فيما يلي:(Stewart & Atkin, 1982, 321-323)

١. ذات سعة غير محدودة تتسم بالديمومية.
٢. الانتباه للمعلومات مطلب رئيس؛ ليتم تحويل المعلومات من الذاكرة قصيرة المدى إلى الذاكرة طويلة المدى.
٣. استرجاع المعلومات منها يتطلب تخطيطاً، ومعالجات تدريس مناسبة لطبيعة تكوينها وتركيبها.
٤. يتم تخزين المعلومات فيها بصورة هرمية منظمة، ويمكن استرجاعها بنفس صورة التخزين.
٥. تحتفظ بالمعلومات مدة زمنية تتراوح بين دقائق وتمتد لسنوات.
٦. لكي تكتسب المعلومات شرعية البقاء في الذاكرة طويلة المدى، فينبغي تكرارها في الذاكرة قصيرة المدى، وأن تكون خالية من صور التشويش السمعي، وأن تكون متنوعة بالقدر الذي يجعل التداخل بين بنودها المتعاقبة أقل ما يمكن.

وهذه الأنواع المختلفة من الذاكرة ترتبط ارتباطاً وثيقاً ببعضها البعض، وإنما يتم الفصل بينها بغرض الدراسة.

٢. ١. ٣. ٢. السعة العقلية Mental Capacity

٢.١. ٣. ٢. ١. مفهوم السعة العقلية

تعددت الآراء التي اهتمت بمصطلح السعة العقلية فذكر(Pascual – Leone, 1970, 306) بأنها "جزء محدود من الذاكرة، يتم فيها معالجة كل من المعلومات المستقبلة والمسترجعة في وقت واحد، وبذلك فهي تمثل العدد الأقصى من المخططات العقلية التي يستطيع العقل تجميعها في عمل عقلي واحد".

في حين عرفها (Lawson, 1983, 118) بأنها" الحد الأقصى من الوحدات المعرفية أو المخططات (Chunks) التي يستطيع الفرد التعامل معها في وقت واحد، حيث إن لكل فرد سعة عقلية، وهى التي تحدد قدرته على الإنجاز، وتحدد إمكانية التنبؤ بالأداء"، وأطلق عليها (Lawson, 1983) حجم الاستيعاب الذهني، كما يقاس باختبار الأشكال المتقاطعة والذي أعده بسكاليونى لهذا الغرض.

ونظر البعض للسعة العقلية بأنها "الذاكرة العاملة أو الذاكرة قصيرة المدى، والتي تتحدد بسبع وحدات قد تزيد أو تنقص بمقدار وحدتين (٧ ± ٢)، وهذه الوحدات يمكن أن تكون: صورة، أو كلمة، أو عدد" (Shavelson, 1974, 232).

وأكد ذلك (إسعاد البنا وحمدي البنا، ١٩٩٠ب، ١٣٧) فقد توصلا إلى أن "عامل السعة العقلية ذلك الجزء المحدد من المخ، الذي يتم فيه وضع الأفكار والمعلومات في أثناء التفكير، ويحدد قدرة الفرد على التعلم، وقد أشارا إلى أن أي إرهاق للسعة العقلية، أو تحميلها فوق طاقتها يمثل العامل المشترك بين العوامل التي تسبب الصعوبات التي يواجهها التلاميذ أثناء دراستهم".

وأشار (Miller, 1956, 81-82) إلي أن السعة العقلية هي " أقصى عدد من الوحدات أو الأجزاء (Chunks) من المعلومات أو المخططات التي يستطيع الفرد التعامل معها ومعالجتها في وقت واحد أثناء حل السؤال"، وتوصل إلى أن سعة الذاكرة الفورية (أو قصيرة المدى) في تجهيز المعلومات تتحد بسبع وحدات للفرد البالغ تزيد أو تنقص بمقدار اثنين (العدد السحري = ٧ ± ٢)، وأوضح ميللر أن الوحدات السبع يمكن أن تكون مفردات فردية (سبعة أعداد أو كلمات)، وقد تكون كلمة مكونة من خمسة أحرف في المتوسط فيكون بذلك جملة الحروف المسترجعة (٣٥) حرفاً.

وعرفها (Scardamalia, 1977, 29) بأنها" أقصى عدد من المخططات العقلية التي يضعها الفرد نشطة في ذاكرته أثناء حل المشكلة، وهى مسئولة عن وضع المعلومات لوقت محدد لإجراء بعض العمليات باستخدام هذه المعلومات".

وحيث إن المعلومات المختزنة والتي يتم فهمها تختلف من فرد لآخر، فإن طريقة اكتساب أي معلومة تختلف أيضاً من فرد لآخر، فالمعلومات الجديدة تتفاعل مع المعلومات المسترجعة من الذاكرة طويلة المدى ليتم تفسيرها ومعالجتها وتنظيمها وهو ما يعرف بعملية التفكير، ونتيجة هذا إما أن يظهر في صورة استجابة (كتابة – رسم – كلام...)، أو يُخزن في الذاكرة طويلة المدى (إسعاد البنا وحمدي البنا، ١٩٩٠ب، ١٣٩).

وتلعب الذاكرة العاملة دوراً مهماً في أشكال التفكير المعقد مثل: الاستدلال، وحل المشكلات، ولها دور أيضاً في تخزين المعلومات التي يراد معالجتها، والاهتمام بتحصيلها، والفروق الفردية في الذاكرة العاملة ضرورية فهي تعكس الكمية الكلية للسعة (Cantar & Engel, 1993, 1111).

كما أكد كل من (صلاح عبد الحفيظ وعايدة سيدهم، ١٩٩٨، ٥٧) على أن السعة العقلية هي "المنطقة المحتوية على المعلومات التي يستطيع التلميذ ترتيبها وتنظيمها في ذاكرته، والتعامل معها في وقت واحد أثناء حل المشكلات المقدمة إليه".

كما عرفها (عادل السيد محمد سرايا، ١٩٩٥، ١٤) بأنها "مكون عقلي (افتراضي)، داخل الذاكرة البشرية، يختلف من فرد لآخر، ومحدد بعدد معين من المعلومات، ومسئول عن تجهيز المعلومات الجديدة لتندمج مع المعلومات السابقة في البناء المعرفي للفرد مما يؤدى إلى حدوث تعلم ذو معنى".

وعرفتها (نجاح السعدي، ١٩٩٦، ٢٤) بأنها "مقدار المعلومات التي يستطيع التلميذ ترتيبها، وتنظيمها في ذاكرته، والتعامل معها أثناء حل مشكلة تقدم له".

وعلى ضوء ما سبق يتضح أن السعة العقلية للفرد جزء من الذاكرة البشرية(منطقة عقلية)، يتم فيها معالجة وتجهيز المعلومات، حيث يتم فيها التفاعل بين المعلومات التي تأتى عن طريق عملية الإدراك، والمعلومات المسترجعة من الذاكرة طويلة المدى، ونتيجة هذا التفاعل إما أن تظهر في شكل استجابة مثل: الكتابة، أو الكلام، أو الرسم، أو يُعاد تخزينها في الذاكرة طويلة المدى، وتلك المنطقة ذات حد أقصى من وحدات المعلومات – تبلغ بالنسبة للفرد البالغ (٧ ± ٢) وحدة معرفية – التي يستطيع الفرد التعامل معها، ومعالجتها في ذاكرته في وقت واحد في أثناء حل المشكلة (أداء المهمة).

٢. أ. ٣. ٢. ٢. السعة العقلية والعمر الزمني

لقد تم استخدام السعة العقلية كمقياس كمي لتفسير مراحل النمو المعرفي عند " بياجيه"، باعتبار أن أي مرحلة عامة من مراحل النمو المعرفي قد تتضمن عدداً من مخططات Schemas المعلومات التي على أساسها يعالج الفرد المعلومات (فاطمة مصطفى رزق، ١٩٩٣، ٣٩).

وذكر(Pascual–Leone, 1970, 305) أن السعة العقلية تزداد بازدياد العمر الزمني بمعدل وحدة واحدة كل عام منذ سن الثالثة وحتى سن الخامسة عشر، ويتضح هذا من الجدول التالي:

جدول (٣)
العلاقة بين العمر الزمني ومراحل النمو المعرفي والسعة العقلية

العمر الزمني	مراحل النمو المعرفي	السعة العقلية
٣ - ٤	مرحلة ما قبل العمليات المبكرة	e + 1
٥ - ٦	مرحلة ما قبل العمليات المتأخرة	e + 2
٧ - ٨	مرحلة العمليات المحسوسة المبكرة	e + 3
٩ - ١٠	مرحلة العمليات المحسوسة المتأخرة	e + 4
١١ - ١٢	مرحلة العمليات الشكلية المبكرة	e + 5
١٣ - ١٤	مرحلة العمليات الشكلية المتوسطة	e + 6
١٥ فأكثر	مرحلة العمليات الشكلية المتأخرة	e + 7

ويُلاحظ من الجدول السابق أن الرمز (e) يشير إلى الجهد أو الطاقة العقلية التي يتم بها تجهيز ومعالجة المخططات العقلية اللازمة لأداء المهمة، والأعداد من ١:٧ تمثل أكبر عدد من

المخططات أو الوحدات التي يمكن أن تتساوى في الأهمية أثناء الإجابة عن أسئلة معينة، والعدد (٧) هو الحد الأقصى الذي تستطيع السعة العقلية تشغيلها بنجاح أثناء أداء المهمة (حل المشكلة) (Kwon etal., 2000, 1174-1175).

وأشار البعض إلى أن السعة العقلية ككل لا تزداد مع العمر، وإنما تظل ثابتة، إلا أن التغير ينحصر في زيادة كفاءة منطقة التفكير، ويرجع ذلك إلى عوامل النضج البيولوجى أو الخبرة أو الاثنين معاً (Moshman etal., 1987, 29).

وهذا يعنى أنه على الرغم من أن سعة الذاكرة العاملة عدد ثابت من الوحدات، فإن المعلومات التي تخزن في الذاكرة ليتم استرجاعها، يمكن أن يتم زيادتها من خلال بناء وحدات ذات معنى تشغل حيزاً صغيراً في الذاكرة العاملة، لذا فإن الطريقة التي تنظم بها المادة تحدد بدرجة كبيرة سعة الذاكرة (Chandran etal., 1987, 145).

وبناء على ما سبق، فإنه لا يوجد حتى الآن اتفاق عما إذا كانت السعة العقلية تنمو سنوياً لدى الفرد، حتى تصل إلى أقصى حد لها عند مرحلة المراهقة، أم أنها قيمة ثابتة لا تنمو مع العمر، ولكن أي زيادة ترجع إلى استخدام هذه السعة حيث يتم اكتساب استراتيجيات وطرق أفضل لتكوين وحدات ذات معنى تشغل حيزاً صغيراً في الذاكرة العاملة.

٢. ١. ٣. ٢. ٣. السعة العقلية وخرائط المفاهيم

تعد السعة العقلية أو الذاكرة العاملة من أهم العوامل التي تشارك في عملية تجهيز وتشغيل المعلومات في الذاكرة، ولكن عندما يتم تحميلها بكمية كبيرة من المعلومات تفوق طاقتها التشغيلية، وبالتالي تقل كفاءتها مما يترتب عليه انخفاض مستوى الأداء (Naiz, 1991, 20).

وحيث إنه من الصعب تغيير السعة العقلية تغييراً مادياً أو ملموساً، فإنه بالإمكان فقط زيادة كفاءتها في تشغيل ومعالجة المعلومات، عن طريق تنسيق وتنظيم المعلومات في صورة وحدات ذات معنى، فذلك لا يمثل حملاً زائداً عليها مما يجعل عملية فهم واستيعاب المعلومات والمفاهيم أمراً يسيراً (Lawson & Thompson, 1988, 735-736). وهنا يأتي دور خرائط المفاهيم كطرق تدريس فهي تعمل على تقليل كم المعلومات المقدمة للفرد، من خلال تنظيمها في صورة هرمية تتفق وتخزينها في الذاكرة طويلة المدى.

وبناء على ما تقدم فإن استخدام خرائط المفاهيم كاستراتيجية تدريسية، قد يُسهم في تخفيف الحمل الزائد على سعة تشغيل المعلومات (السعة العقلية) مما يؤدى إلى ارتفاع مستوى الأداء وتحقيق التعلم ذي المعنى.

وأكد (El Banna, 1987, 17) في (عادل محمد سرايا، ١٩٩٥، ٧٨) على أنه عندما يستقبل التلميذ المعلومات ويتم تنسيقها وتنظيمها، فإنه يصبح قادراً على تجميع Chunking محتوى المعلومات ذات المستوى العالي في أقل عدد من الوحدات، ومن ثم يرتفع أداؤه، ويتوقف ذلك على نوع الاستراتيجيات المستخدمة في تقديم هذه المعلومات للفرد.

واستخدام خرائط المفاهيم كمعالجات تدريسية في تنسيق وتنظيم المفاهيم الرياضية، يؤدى إلى زيادة قدرة المتعلم على تجميع (Chunking) المفاهيم والمعلومات في صورة وحدات ذات معنى، بحيث تشغل حيزا أقل في ذاكرة المتعلم، وترك فراغاً أكبر لإتمام عملية تشغيل ومعالجة المعلومات، الأمر الذي يؤدى تباعاً إلى نتائج أفضل في الأداء.

٢.١.٣.٢.٤. السعة العقلية والبنية المعرفية

أكد أوزوبل أن النجاح الأكاديمي للفرد يستند في المقام الأول على ما لديه من خبرات ومفاهيم سابقة مختزنة في بنيته المعرفية(Novak etal., 1971, 490).

وأظهرت بعض الدراسات التي أجريت على أفراد من بيئات ثقافية مختلفة، أن معارف الطلاب القبلية (البنية المعرفية) ذات أثر فعال على أدائهم، وتبين أن الطلاب ذوى الأداء الأفضل لا يعنى أن سعتهم العقلية أكبر، ولكن يعنى ذلك أن هؤلاء الطلاب يمتلكون بنى معرفية أفضل تساهم في رفع مستوى الأداء (هناء عبده علي عباس، ١٩٩١، ٣٨).

ويتبدى دور البنية المعرفية واضحاً عند مواجهة الأفراد بأداء مهمة ما، فعندما تكون لديهم معرفة سابقة بهذه المهمة يكون الأداء أفضل أو العكس من ذلك، ويعد عامل الألفة بالموضوع الدراسي وتنظيم محتوياته في وحدات معرفية منظمة ذات معنى، أحد الوسائل التي تساعد المتعلم على تحقيق التعلم ذو المعنى حتى لو كانت سعتهم العقلية محدودة، وهنا يبرز دور خرائط المفاهيم كأداة لجعل الموضوع الدراسي ذات ألفة وتحقيق التعلم ذو المعنى(عادل السيد محمد سرايا، ١٩٩٥، ٧٩).

٢.١.٣.٢.٥. السعة العقلية وعلاقتها بحل المشكلات

على الرغم من أن السعة العقلية ليست هي المحدد الوحيد لعملية معالجة المعلومات في الذاكرة، إلا أنها تعد من المحددات الأساسية التي تحد من قدرة الفرد على حل المشكلة، فهي تمثل أقصى عدد من الوحدات المعرفية، أو المخططات العقلية التي يستطيع الفرد التعامل معها أو معالجتها في وقت واحد أثناء حل المشكلة (Scardamalia, 1977, 29).

ومن هنا فإن أية زيادة في كمية المعلومات المطلوب التعامل معها والتفكير فيها، سوف تؤدى إلى تحميل السعة العقلية فوق طاقتها، بما ينتج عنه انخفاض الأداء أو الإخفاق في حل المشكلة(Naiz, 1989, 422).

فإذا كانت المتطلبات المعرفية للسؤال أكبر من السعة العقلية للتلميذ، فإنه لن يستطيع حل هذا السؤال ما لم يكن لديه استراتيجية معينة للحل حتى يقلل الحمل على الذاكرة العاملة، وعندما تصبح المتطلبات المعرفية أقل من أو تساوى السعة العقلية، فإن ذلك يعد ضرورياً ولكنه شرط غير كاف للنجاح في السؤال (Johnstone etal., 1993, 663-664).

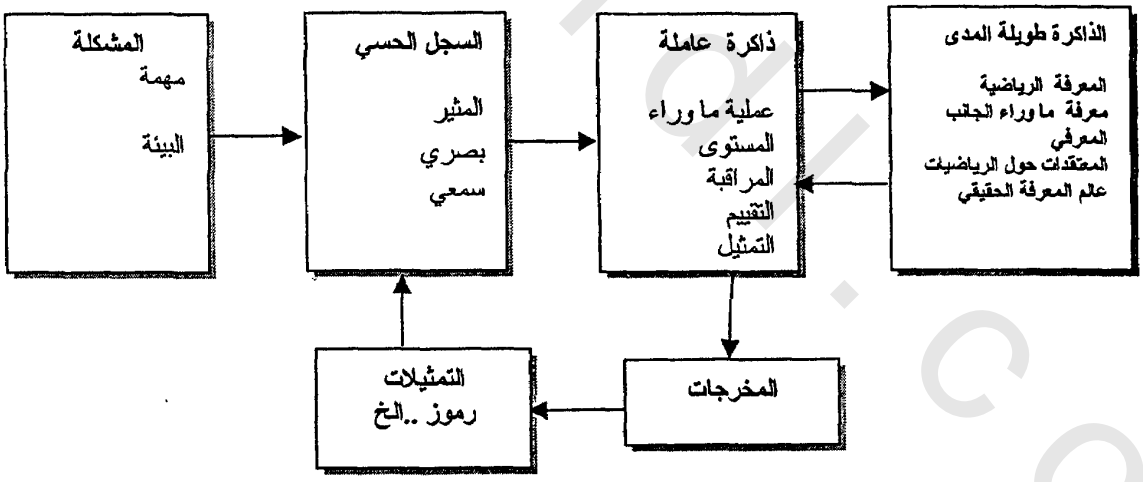
وأشار (Johnstone & El Banna, 1989, 169) في(هناء عبده عباس، ١٩٩١، ٢٤) إلي أنه ربما ترجع أهمية تجميع المعلومات في وحدات صغيرة ذات معنى إلى أن هذا التجميع يجعل المعلومة تشغل حيزاً أقل في الذاكرة العاملة، وبالتالي تترك مكاناً أكبر لعملية التفكير، وإذا

لم يكن لدى الفرد طريقة للتجميع، فإن كلاً من المعلومة التي يتم استقبالها والمعلومة المسترجعة تشغل حيزاً في الذاكرة العاملة تاركة منطقة صغيرة، أولا تترك مكاناً لعملية التفكير، وبذلك يصبح التعلم صعباً.

وحدد (Schoenfeld, 1992) في (وليم عبيد وعزو إسماعيل عفانه، ٢٠٠٣، ١٨٩-١٩١) خمسة أبعاد تتفاعل معاً في حل المشكلة الرياضية كما هو موضح بالشكل(١٣)، وفيه يبين أن النشاط الرياضي في حل المشكلات الرياضية يتمشى مع عمل الذاكرة قصيرة المدى.

حيث تُعرض المشكلة كمهمة في بيئة معينة، وهذا ينشط المسجلات الحسية السمعية والبصرية، مما يؤدي إلي تحرك الذاكرة العاملة لبناء واستدعاء وتفصيل التمثيلات العقلية وبدء عمليات ما وراء المعرفة. كما تعمل التمثيلات العقلية أيضاً علي تزويد المسجلات الحسية التي تنشط بدورها الذاكرة العاملة وقد يؤدي ذلك في معظم الأحيان إلي حل المشكلة، حيث تكون المخرجات الناتجة من الذاكرة العاملة علي شكل كلام، كتابة رموز، أشكال توضيحية، ترتيب الأشياء، وأشكال أخري من التمثيلات التي تستخدم في حل المشكلة.

وفي الذاكرة العاملة تتم عمليات ما وراء المعرفة التي تشتمل علي طرق تخطيط حل المشكلة مثل: وسائل تحويل تمثيلات المشكلة نحو الهدف المرغوب، وتقرير أي عمليات أو استراتيجيات سيتم استخدامها، كما تتضمن هذه الذاكرة أيضاً مراقبة نشاط العقل والتقدم الذي أحرزه نحو الحل، وتتضمن أيضاً تقييم الخطط والتفكير الواعي حيث تتم تجريب المشاعر والاتجاهات التي تدعم محتوي الذاكرة طويلة المدى.



شكل (١٣)
تركيب الذاكرة وحل المشكلة الرياضية

وبما أن السعة العقلية (سعة الذاكرة قصيرة المدى) أحد العوامل التي تؤثر في قدرة الفرد على حل المشكلات، حيث إنه من الممكن أن يكون عدم الوصول إلى حل نتيجة لمحدودية سعة تلك الذاكرة العاملة، لذلك أجري كثير من الباحثين عدة دراسات اهتمت بالسعة العقلية واستراتيجيات مختلفة تم تنظيم المادة العلمية بها، حيث إن:-

معظم الدراسات اتفقت على أهمية السعة العقلية كعامل مؤثر إيجابي في التحصيل المعرفي، مثل:

دراسة (Mitchell & Lawson, 1988) التي توصلت إلى أن كل من السعة العقلية والأسلوب المعرفي(الاعتماد/ الاستقلال) عن المجال، ومستوى النمو المعرفي، والذكاء المرن عوامل منبأة بالتحصيل الدراسي في علم الوراثة.

وفى دراسة (هناء عبده على عباس، ١٩٩١) أظهرت نتائجها وجود تأثير دال إحصائياً للسعة العقلية على التحصيل في العلوم، كما يوجد تأثير دال إحصائياً للتفاعل الثنائي بين استراتيجية التدريس والسعة العقلية على التحصيل في العلوم، إلا أنه لا يوجد تأثير دال إحصائياً للتفاعل الثنائي بين الأسلوب المعرفي والسعة العقلية على التحصيل في العلوم.

واتفقت دراسة (عبد الشافي أحمد سيد رحاب، ١٩٩٣) ودراسة (محمد محمود خليل سعودي، ٢٠٠٠) علي وجود علاقة ارتباطية موجبة بين السعة العقلية للتلميذ، ومستوى أداءه وتحصيله في النحو.

ودراسة (حمدي عبد العظيم البنا، ١٩٩٦) التي أظهرت نتائجها وجود معامل ارتباط موجب بين درجات التلاميذ في كل من المتغيرات المعرفية (النمو المعرفي – السعة العقلية – نمط الاستقلال / الاعتماد على المجال)، وبين درجاتهم في الاختبار التحصيلى في العلوم.

وفي دراسة قام بها(عبد الملك طه عبد الرحمن، ١٩٩٨) أظهرت عدة نتائج أهمها وجود تأثير دال إحصائياً للسعة العقلية على التحصيل المعرفي للطلاب في الفيزياء، بالإضافة إلى وجود تفاعل دال إحصائياً بين السعة العقلية وأساليب التدريس المستخدمة على كل من التحصيل الدراسي في مادة الفيزياء، ودرجات الأداء العملي للطلاب، وعلى إدراك الطلاب للخصائص البنائية للمادة.

وفى دراسة (حمدي عبد العظيم البنا، ٢٠٠٠) فقد أظهرت نتائجها وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١) في التحصيل الدراسي بين متوسطات درجات الطلاب ذوى السعة العقلية المختلفة لصالح الطلاب ذوى السعة العقلية الأكبر.

كما أثبتت الدراسات التي قام بها كل من (Mitchell & Lawson, 1988)، و(حمدي البنا، ١٩٩٦)، (Naiz, 2000) أن السعة العقلية عامل منبئ جيد بالتحصيل المعرفي.

اتفقت معظم الدراسات السابقة على أهمية السعة العقلية كأحد المحددات الرئيسة في القدرة على حل المشكلات، مثل:

دراسة (أبو السعود محمد أحمد، ١٩٩٢) التي أظهرت نتائجها وجود علاقة ارتباطية موجبة دالة إحصائياً عند مستوى ٠,٠٥ بين أداء الطلاب لمهام الكيمياء الفراغية والسعة العقلية، كما يمكن التنبؤ بأداء الطلاب في مهام الكيمياء الفراغية من خلال السعة العقلية، بينما لا يمكن التنبؤ بهذا من خلال بعض عوامل القدرة المكانية.

واتفقت الدراسات التي قام بها كل من (Naiz, 1988a) (Naiz, 1988b) و(Naiz & Lawson, 1985) و(Aradaç, 2001) علي وجود تأثيرات دالة إحصائياً للسعة العقلية والأسلوب المعرفي ومستوى النمو المعرفي علي أداء الطلاب في حل المشكلات

الكيميائية، بالإضافة إلى انخفاض أداء الطلاب في حل المشكلات الكيميائية بزيادة المتطلبات العقلية للمشكلة.

أما دراسة (نجاح السعدي عرفات، ١٩٩٦) فقد أظهرت عدة نتائج أهمها وجود تأثير دال إحصائياً للسعة العقلية على أداء حل المشكلات في الوراثة، بالإضافة إلي وجود تأثير دال إحصائياً للتفاعل بين استراتيجيات التدريس والسعة العقلية على أداء حل المشكلات في الوراثة، إلا أنه لا يوجد تأثير دال إحصائياً للتفاعل بين السعة العقلية والتفكير الاستدلالي على أداء حل المشكلات في الوراثة، كما أنه لا يوجد تأثير دال إحصائياً للتفاعل بين السعة العقلية والتفكير الاستدلالي والاستراتيجيات المستخدمة على أداء حل المشكلات في الوراثة.

واتفقت مع ذلك دراسة (صلاح عبد الحفيظ وعايدة سيدهم، ١٩٩٨) والتي استهدفت التعرف على أثر التفاعل بين السعة العقلية وبعض استراتيجيات التدريس (استراتيجية تمثيل المشكلة – استراتيجية الأسئلة التنقيبية) على أداء تلاميذ الصف الخامس الابتدائي لمهارات حل المسائل الرياضية اللفظية واستمرارية مهارات الحل لديهم، وتكونت عينة الدراسة من (١٣٥) تلميذاً وتلميذة من تلاميذ الصف الخامس الابتدائي، تم تقسيمهم إلى ثلاث مجموعات متساوية العدد: مجموعة تجريبية أولى درست باستراتيجية تمثيل المشكلة، مجموعة تجريبية ثانية درست باستخدام استراتيجية الأسئلة التنقيبية، ومجموعة ضابطة درست بالاستراتيجية المعتادة، وتكونت أدوات الدراسة من اختبار الأشكال المتقاطعة لقياس السعة العقلية، واختبارات مهارات حل المسائل الرياضية اللفظية، حيث أظهرت عدة نتائج أهمها:-

١. تفوق التلاميذ ذوى السعات العقلية المرتفعة على التلاميذ ذوى السعات العقلية المنخفضة تفوقاً دالاً في مجموع اختبارات مهارات حل المسألة الرياضية اللفظية.

٢. وجود فروق دالة إحصائية بين متوسطات درجات تلاميذ مجموعات السعات العقلية المختلفة (٣، ٤، ٥) بكل من المجموعة الضابطة، والمجموعة التجريبية الأولى، والمجموعة التجريبية الثانية في مجموع اختبارات مهارات حل المسألة الرياضية اللفظية لصالح ذوى السعة العقلية المرتفعة.

٣. وجود تفاعل دال إحصائياً بين مجموعات السعات العقلية، واستراتيجيات تدريس حل المشكلات على أداء التلاميذ لمجموع اختبارات مهارات حل المسألة الرياضية اللفظية.

٤. تفوق التلاميذ ذوى السعات العقلية المرتفعة على التلاميذ ذوى السعات العقلية المنخفضة تفوقاً دالاً في التطبيق المؤجل لاختبارات مهارات حل المسألة الرياضية اللفظية.

٥. وجود تفاعل دال إحصائياً بين مجموعات السعات العقلية، وبعض استراتيجيات حل المشكلات الرياضية في التطبيق المؤجل لاختبارات مهارات حل المسألة الرياضية اللفظية.

وفى دراسة قام بها (Naiz & Robinson, 1992) أظهرت عدة نتائج منها أن الزيادة الصغيرة في المتطلبات المعرفية للمشكلة الكيميائية يمكن أن تؤدى إلى تغيرات في دور المتغيرات المعرفية: السعة العقلية، ومستوى النمو المعرفي، إلى المدى الذي يصبح فيه زيادة المتطلبات المعرفية للمشكلة الكيميائية يفوق أهمية المميزات التي يكتسبها الطلاب من خلال التدريب على مشكلة مشابهة لتلك المشكلة.

إلا أن دراسة (Staver & Jacks, 1988) التي استهدفت التعرف على أثر كل من مستوى النمو المعرفي، والأسلوب المعرفي (الاعتماد / الاستقلال) عن المجال الإدراكى، وسعة الذاكرة العاملة على أداء الطلاب في حل مشكلات الاتزان الكيميائي، أظهرت عدة نتائج أهمها أن سعة الذاكرة العاملة لا تؤثر على أداء الطلاب في حل مشكلات الاتزان الكيميائي.

اتفقت بعض الدراسات على أن الطلاب ذوي السعة العقلية المرتفعة لديهم القدرة العالية على استخدام استراتيجيات الاستدلال أثناء حل المشكلات، ومن تلك الدراسات:

الدراسة التي قام بها (Naiz, 1996)التي توصلت إلي وجود علاقة دالة موجبة بين الاستراتيجيات الاستدلالية التي يستخدمها الطلاب أثناء حل المشكلات الكيميائية، وبعض المتغيرات المعرفية مثل: مستوى النمو المعرفي، السعة العقلية، والقدرة الاستقلالية.

واتفقت مع ذلك دراسة (Kwon etal., 2000) حيث أظهرت عدة نتائج أهمها وجود علاقة دالة موجبة بين السعة العقلية، وكل من مهارة الاستدلال التناسبي، والقدرة الاستقلالية، والعمر الزمني وكلها عوامل منبأة جيدة بمهارة الاستدلال التناسبي.

اتفقت بعض الدراسات على أهمية السعة العقلية كعامل مؤثر في عملية اكتساب المفاهيم، حيث أثبتت تلك الدراسات أن أداء الطلاب ذوي السعة العقلية المرتفعة أفضل من أداء الطلاب ذوي السعة العقلية المنخفضة في اختبارات المفاهيم التي تم إعدادها، ومن تلك الدراسات:

دراسة (سعيد حامد يحيى، ١٩٩٢) حيث أظهرت نتائجها تفوق الطلاب ذوى السعة العقلية المرتفعة على أقرانهم ذوى السعة العقلية المنخفضة في اكتساب المفاهيم العلمية.

واتفقت مع ذلك دراسة (عادل السيد محمد سرايا، ١٩٩٥) التي أظهرت عدة نتائج أهمها وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات التلاميذ في اختبار تحصيل المفاهيم العلمية ترجع لاختلاف السعة العقلية، كما توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات التلاميذ في اختبار تحصيل المفاهيم العلمية ترجع للتفاعل بين المعالجات التدريسية المستخدمة والسعة العقلية.

وفى نفس الاتجاه قامت (هناء محمد عبد الجليل، ٢٠٠٠) بدراسة أظهرت عدة نتائج أهمها وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات التلاميذ في اختبار تحصيل المفاهيم العلمية لصالح التلاميذ ذوى السعة العقلية المرتفعة، بالإضافة إلي عدم وجود فروق دالة إحصائية ترجع للتفاعل الثنائي بين استراتيجية التدريس والسعة العقلية على تنمية المفاهيم العلمية.

اتفقت بعض الدراسات على أهمية السعة العقلية كعامل مؤثر تأثيراً إيجابياً في عملية التفكير، حيث أثبتت أن السعة العقلية تقيد وتحد من تفكير الفرد، بمعنى أنه كلما زادت السعة العقلية أدى إلى زيادة مساحة التفكير لدى الفرد مما يزيد من قدراته على التعامل مع المعلومات ومعالجتها والاحتفاظ بها داخل الذاكرة، مثل:

دراسة (محمود على عامر، ٢٠٠٠) حيث أظهرت عدة نتائج أهمها تفوق التلاميذ ذوى السعات العقلية المرتفعة على التلاميذ ذوى السعات العقلية المنخفضة تفوقا دالاً في التفكير الجغرافي.

واتفقت مع ذلك دراسة (أمنية السيد الجندي ومنير موسى، ٢٠٠١) حيث أظهرت عدة نتائج أهمها تفوق التلاميذ ذوى السعات العقلية المرتفعة على التلاميذ ذوى السعات العقلية المنخفضة تفوقاً دالاً في التفكير الابتكاري. بالإضافة إلي عدم وجود تفاعل دال إحصائياً بين استراتيجيات ما وراء المعرفة ومستويات السعة العقلية المختلفة على اختبار التفكير الابتكارى.

وفى نفس الاتجاه قامت (فاتن السيد محمد، ٢٠٠٢) بدراسة أظهرت عدة نتائج أهمها تفوق التلاميذ ذوى السعات العقلية المرتفعة على التلاميذ ذوى السعات العقلية المنخفضة تفوقاً دالاً في مهارات التفكير العلمي.

اهتمت بعض الدراسات ببحث العلاقة بين السعة العقلية وبعض استعدادات الطلاب، مثل:

الدراسة التي قام بها (Kwon etal., 2000) والتي أثبتت وجود علاقة ارتباطية دالة موجبة بين السعة العقلية والقدرة الاستقلالية.

ودراسة (إيهاب جودة أحمد، ١٩٩٨) والتي أكدت على عدم وجود علاقة دالة بين السعة العقلية، ودرجات معدلات القلق الناتج عن حل المسائل الفيزيائية للطلاب.

ودراسة (Dechsri, 1994) والتي أثبتت وجود علاقة دالة موجبة بين السعة العقلية، واتجاهات الطلاب نحو العمل المعملي.

ودراسة (محمد محمود خليل سعودي، ٢٠٠٠) والتي أثبتت وجود فروق في السعة العقلية ترجع إلى النوع (بنين – بنات).

اهتمت بعض الدراسات ببحث العلاقة الارتباطية بين السعة العقلية والأداء العملي للطلاب، حيث:

اتفقت دراسة **(محمود عبد المنعم زقرد، ١٩٩٤)**، ودراسة**(عبد الملك طه عبد الرحمن، ١٩٩٨)** على وجود تأثير دال إحصائياً للسعة العقلية على الأداء العملي للطلاب، أي أنه كلما زادت السعة العقلية للطلاب زادت قدراتهم على الأداء العملي.

تبين من مجموعة هذه الدراسات أهمية السعة العقلية كعامل مؤثر إيجابي في العديد من المتغيرات مثل: التحصيل المعرفي، القدرة علي حل المشكلات، اكتساب المفاهيم، عملية التفكير، القدرة الاستقلالية، اتجاهات الطلاب، الأداء العملي، واتفق هذا البحث مع معظم الدراسات المتعلقة بالسعة العقلية في التعرف علي أثر السعة العقلية علي التفكير وحل المشكلات، غير أنه اختلف عنها في عدة جوانب منها طبيعة المادة الدراسية(الرياضيات). حيث لم يتم العثور علي دراسة عربية مصرية اهتمت ببحث أثر السعة العقلية علي التفكير الرياضي ككل ومكوناته الفرعية(التفكير الهندسي- حل المشكلات الجبرية) كل علي حدة، بالإضافة إلي دراسة مدي التفاعل بين خرائط المفاهيم كاستراتيجية تدريسية والسعة العقلية للتلميذ علي التفكير الرياضي ككل ومكوناته الفرعية(التفكير الهندسي- حل المشكلات الجبرية) كل علي حدة.

وقد أفاد هذا البحث من مجموعة هذه الدراسات في تحديد التصميم التجريبي المناسب، والأساليب الإحصائية المناسبة في معالجة البيانات، وكذا إعطاء بعض المؤشرات عن أثر السعة العقلية علي بعض المتغيرات، وأثر التفاعل بين السعة العقلية وبعض استراتيجيات التدريس علي بعض المتغيرات بما أفاد في صياغة فروض البحث.

٢٠٢٠ فروض البحث

في ضوء ما أسفرت عنه الدراسات السابقة من نتائج تم صياغة الفروض التالية:

١. يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية ككل ومتوسط درجات تلاميذ المجموعة الضابطة ككل في التطبيق البعدي لاختبار حل المشكلات الجبرية لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

٢. يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية ككل ومتوسط درجات تلاميذ المجموعة الضابطة ككل في التطبيق البعدي لاختبار التفكير الهندسي لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

٣. يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية ككل ومتوسط درجات تلاميذ المجموعة الضابطة ككل في التطبيق البعدي لاختبار التفكير الرياضي ككل لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

٤. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعة التجريبية ذوي السعات العقلية المختلفة في التطبيق البعدي لاختبار حل المشكلات الجبرية لصالح تلاميذ السعة العقلية الأعلى.

٥. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعة التجريبية ذوي السعات العقلية المختلفة في التطبيق البعدي لاختبار التفكير الهندسي لصالح تلاميذ السعة العقلية الأعلى.

٦. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعة التجريبية ذوي السعات العقلية المختلفة في التطبيق البعدي لاختبار التفكير الرياضي ككل لصالح تلاميذ السعة العقلية الأعلى.

٧. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية ومتوسط درجات تلاميذ المجموعة الضابطة ذوي السعات العقلية المختلفة في التطبيق البعدي لاختبار حل المشكلات الجبرية.

٨. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية ومتوسط درجات تلاميذ المجموعة الضابطة ذوي السعات العقلية المختلفة في التطبيق البعدي لاختبار التفكير الهندسي.

٩. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية ومتوسط درجات تلاميذ المجموعة الضابطة ذوي السعات العقلية المختلفة في التطبيق البعدي لاختبار التفكير الرياضي ككل.

١٠. يوجد تفاعل دال إحصائياً بين مستويات السعة العقلية للتلميذ واستراتيجية خرائط المفاهيم في التطبيق البعدي لاختبار حل المشكلات الجبرية.

١١. يوجد تفاعل دال إحصائياً بين مستويات السعة العقلية للتلميذ واستراتيجية خرائط المفاهيم في التطبيق البعدي لاختبار التفكير الهندسي.

١٢. يوجد تفاعل دال إحصائياً بين مستويات السعة العقلية للتلميذ واستراتيجية خرائط المفاهيم في التطبيق البعدي لاختبار التفكير الرياضي ككل.