فاعلية وحدة مقترحة فى نظرية الجراف وتطبيقاتها فى تنمية تحصيل أساسيات نظرية الجراف والتفكير البصري لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية

إعداد
د. يحيى زكريا صاوي
مدرس المناهج وطرق تدريس الرياضيات
كلية التربية – جامعة عين شمس

مستخلص البحث:

هدف البحث الحالى إلى دراسة فاعلية وحدة فى نظرية الجراف وتطبيقاتها فى تنمية تحصيل أساسيات نظرية الجراف والتفكير البصري لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، وفى إطار تحقيق ذلك قام الباحث ببناء أدوات البحث والتي تمثلت فى الاختبار التحصيلى في نظرية الجراف، واختبار التفكير البصري. وخلصت نتائج البحث إلى:
وجود فرق دال إحصائيا بين متوسطات درجات التلاميذ عند مستوى دلاله (٠.٠١)، فى القياس القبلى والبعدي للاختبار التحصيلى، وذلك لصالح التطبيق البعدى الأمر الذي يشير إلى تمكن التلاميذ من أساسيات نظرية الجراف ونماذجها وتطبيقاتها.
وجود فرق دال إحصائيا بين متوسطات درجات التلاميذ عند مستوى دلاله (٠.٠١)، فى القياس القبلى والبعدي لاختبار التفكير البصري. الأمر الذي يشير إلى امتلاك نظرية الجراف العديد من الخواص والأنواع التى ساعد توظيفها داخل الأنشطة فى تنمية التفكير البصري.

Abstract:

The present research aimed at studying the effectiveness of a unit in Graph Theory and its applications in developing the achievement of graph theory basics and visual thinking for preparatory stage pupils. To achieve that, the researcher designed the research instruments, they are: the achievement test in Graph Theory and the visual thinking test. The research presented the following results:

- There is a statistically significant difference between the pupils' mean scores at the level (0,01) on the achievement pre and post test administrations favoring the post test scores. This indicates that the pupils master the Graph Theory basics and its models and applications.
- There is a statistically significant difference between the pupils' mean scores at the level (0,01) on the visual thinking pre and post test administrations favoring the post test scores. This indicates that the types and characteristics of the Graph Theory that were used in the activities helped in developing the visual thinking.

المقدمة:

يُشكل العصر الحالى بمتغيراته تحديا غير مسبوق على نحو يسهم فى تغيير الغاية من عمليتى التعليم والتعلم، فلم تعد الغاية إعداد أجيال مزودة بالمعرفة فحسب، بل إعداد أجيال مفكرة قادرة على استشراف المستقبل والتأقلم مع تحدياته، وتدريب عقول ناضجة وإطلاق طاقات عقلية كامنة والوصول بالمتعلم إلى أقصى ما تسمح به قدراته.

ولما كانت المرحلة الإعدادية تمثل فى كونها القاعدة الأساسية والبنية الرئيسية فى حياة التلاميذ، ففيها يبدأ التلميذ فى إثبات ذاته وتأكيد شخصيته ويتعلم كيف يدبر شئون نفسه وشراء حاجاته، كما تظهر لديه الميول والمواهب فى هذه المرحلة وتتفجر طاقاته الإبداعية ويتعرف على قدراته ويبدأ فى اختيار مهنة المستقبل.

لذلك تبدأ الميول تظهر لدى التلاميذ نحو المواد الدراسية والتى من بينها الرياضيات، لذا يجب علينا أن نسعى دائما لتنمية حب الرياضيات ودراستها لدى تلاميذ هذه المرحلة.

لذلك فإن تطوير مناهج الرياضيات يعد أمرا ضروريا لإدخال المستحدثات العلمية الحديثة، لإعداد جيل من الطلاب لديهم القدرة على مواجهة الحياة فى القرن الحادى والعشرين بمتطلباته وتحدياته المختلفة، ولتحبيب الطلاب فى الرياضيات وإثارة دوافعهم للتوسع فى دراستها باستمتاع وتقدير، وذلك بجانب الاستعانة بكل الأساليب التى تجعل تعلم الرياضيات عملية ممتعة مشوقة جذابة مهما كان فيها من تجريد وشكلية (نظلة خضر، ٢٠٠٤، ١٣).

ومن الرياضيات العصرية التى ظهرت فى العقود الأخيرة نظرية الجراف Graph theory التى نشأة من محاولة ليونارد أويلر حل لغز مدينة كونيسنبرج Konigsberg الآن هى مدينة كالينجراد Kaliningrad بروسيا، حيث تنقسم المدينة لأربعة مناطق تتصل بعضها ببعض عن طريق سبعة جسور، وأثناء إقامة أويلر فى المدينة فكر فى إمكانية التنقل عبر المناطق الأربعة عبورًا لكل جسر من الجسور السبعة مرة واحدة فقط.

وبما أن الرياضيات مجالًا خصبًا وثريًا لتنمية التفكير بمستوياته لدى الطلاب، فهى تساعدهم على فهم البيئة الطبيعية والبيئة البشرية وإدراك طبيعة التفاعل بينهما، ونظرية الجراف كأحد أفرع الرياضيات تتضمن من المفاهيم والخصائص ما يساعد على تنمية التفكير، إضافة لتوسعها نتيجة حلها العديد من المشكلات فى مختلف

المجالات مثل: مشكلة الجسور السبعة لأويلر، مشكلة الألوان الأربعة، مشكلة توصيل الخدمات، مشكلة البائع المتجول ومشكلة تصافح الأيدى ومشكلة إيجاد أقل تكلفة وكلها مشكلات مرتبطة بالواقع ولها عديد من التطبيقات.

ولما لنظرية الجراف من تطبيقات عصرية لمشكلات الحياة الواقعية وروابط بالطبيعة والفن والرياضيات والعلوم فإنها من الممكن أن تساعد فى تنمية أنواع التفكير المختلفة والتى من بينها التفكير البصرى والذى يعد أحد أنواع التفكير التى تهتم التربية بتنميته لدى التلاميذ لما له من فائدة كبيرة فى دراسة مختلف المواد الدراسية، فتمكن الفرد من هذا النوع من التفكير يساعده بدرجة كبيرة على الاتصال بالآخرين، فالتفكير البصرى يجمع بين أشكال الاتصال البصرية واللفظية فى الأفكار، بالإضافة إلى أنه وسيط للاتصال والفهم الأفضل لرؤية الموضوعات المعقدة والتفكير فيها.

مما سبق وفى حدود علم الباحث لا توجد دراسات عربية تناولت بناء وحدة قائمة على نظرية الجراف العصرية Graph Theory لتلاميذ المرحلة الإعدادية، مما دعا الباحث للتفكير فى بناء وحدة كمحاولة منه لتطوير منهج رياضيات المرحلة الإعدادية بالمستحدثات الرياضية التى تذخر بالتطبيقات المرتبطة بحياتنا العصرية.

الإحساس بالمشكلة:

من خلال عمل الباحث فى مجال التربية العملية ولقائه مع معلمى الرياضيات، أتضح أن تلاميذ المرحلة الإعدادية يعانون من ضعف فى مستوى الرياضيات وقد يرجع ذلك إلى أن مناهج الرياضيات على درجة عالية من الشكلية والصرامة ولا تعكس روح الرياضيات العصرية ولا الجمال المتمثل فى أنظمتها وأشكالها، وتركيباتها، وتعميماتها، وروحها العصرية.

كما دعت العديد من المؤتمرات والدراسات لتطوير مناهج الرياضيات وإدخال تغيرات في المناهج تساهم في مواكبة التغيرات التي تحدث بسرعة في محتوى الرياضيات مثل المؤتمر القومي لتطوير مناهج التعليم الإعدادي بالقاهرة عام ١٩٩٤ والذى عقد بالجمعية المصرية للتنمية والطفولة بالتعاون مع وزارة التربية والتعليم وقد تم تطوير مناهج المرحلة الإعدادية على أساس توصيات هذا المؤتمر، وكذلك المؤتمر العلمى لجمعية تربويات الرياضيات والذى عقد فى عام ٢٠٠٠ وهدف إلى إلقاء الضوء على معايير ومستويات الرياضيات المدرسية وأيضا تعليم وعلم الرياضيات فى عصر المعلوماتية.

ومن هذا المنطلق أوصت العديد من الدراسات والبحوث بأهمية تدريس أساسيات وتطبيقات الجراف فى المراحل التعليمية المختلفة وبمستويات مناسبة كنظرية عصرية تساعد على تفسير وحل مشكلات واقعية عصرية، وكذلك تطبيقاتها الواسعة فى كافة أنظمة الحياة التكنولوجية والعلمية العصرية، إضافة إلى إن إدخال موضوعات جديدة يؤكد على حيوية الرياضيات وتجددها وتطورها ومسايرتها متطلبات العصر، كما أنها تساعد فى تنمية أنواع مختلفة للتفكير ومن هذه الدراسات McDuffie, Amy Rao,2001)(Oslund,Erik& Galen, E, 2001) .(smithers & others, 2005)

وبناء على ذلك، فإن البحث الحالى ينطلق من اتجاهات عالمية ومحلية ترى ضرورة تضمين الرياضيات العصرية فى مناهج المراحل التعليمية المختلفة والتي منها المرحلة الإعدادية، وكذلك الحاجة إلى تنمية العقلية المتجددة وتنمية حب الرياضيات لاستكمال الدراسة بها مستقبلا.

مشكلة البحث:

يعانى تلاميذ المرحلة الاعدادية ضعفا فى مستوى تحصيل الهندسة والتفكير البصرى كأحد أنواع التفكير لذا جاء البحث الحالي كمحاولة للتصدى لهذا الضعف، ومن ثم تتحدد مشكلة البحث الحالى فى دراسة فاعلية وحدة مقترحة فى نظرية الجراف وتطبيقاتها فى تنمية تحصيل أساسيات نظرية الجراف والتفكير البصرى لدى تلاميذ الصف الثانى الإعدادى.

وبذلك يحاول البحث الحالى الإجابة على السؤال الرئيسى التالى:

ما فاعلية وحدة مقترحة فى نظرية الجراف وتطبيقاتها فى تنمية تحصيل أساسيات نظرية الجراف والتفكير البصرى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟

ويتفرع من هذا السؤال الرئيسي الأسئلة التالية:

١. ما الأساسيات المتضمنة فى نظرية الجراف العصرية Graph theory والمناسبة لتلاميذ المرحلة الإعدادية؟
٢. ما صورة الوحدة المقترحة فى نظرية الجراف العصرية Graph theory؟
٣. ما فاعلية تدريس الوحدة المقترحة فى تنمية تحصيل أساسيات نظرية الجراف العصرية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟
٤. ما فاعلية تدريس الوحدة المقترحة فى تنمية التفكير البصرى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟

حدود البحث:

يقتصر البحث الحالى على:

١. عينة من تلاميذ الصف الثانى الإعدادى بمدرسة النقراشى الإعدادية بنين بالقاهرة.
٢. تقديم المبادئ والأساسيات المتضمنة فى نظرية الجراف العصرية والمناسبة لتلاميذ الصف الثانى الإعدادي.
٣. بعض مهارات التفكير البصري (مهارة التعرف على الشكل ووصفه، مهارة تحليل الشكل، مهارة ربط العلاقات فى الشكل)

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى دراسة فاعلية وحدة مقترحة فى نظرية الجراف وتطبيقاتها فى تنمية تحصيل أساسيات نظرية الجراف والتفكير البصري لدى تلاميذ الصف الثانى الإعدادى وذلك من خلال:

١. إعداد وحدة فى هندسة نظرية الجراف Graph theory يمكن تضمينها فى الصف الثانى الإعدادى.
٢. تبسيط مفاهيم وأساسيات نظرية الجراف Graph theory ونماذجها العصرية لتلاميذ الصف الثانى الإعدادى.
٣. قياس فاعلية البرنامج فى تنمية تحصيل أساسيات نظرية الجراف العصرية لدى تلاميذ الصف الثانى الإعدادى.
٤. قياس فاعلية البرنامج فى تنمية التفكير البصرى لدى تلاميذ الصف الثانى الإعدادى.

أهمية البحث:

تظهر أهمية البحث الحالي من خلال:

١. مساعدة مخططى المناهج على تطوير مناهج الرياضيات المدرسية والجامعية بتبسيط موضوعات عصرية كنظرية الجراف.
٢. تعريف تلاميذ الصف الثانى الإعدادى بأهمية تطبيقات نظرية الجراف العصرية فى كثير من المجالات.
٣. يقدم البحث مقترحات لبحوث فى نظرية الجراف العصرية للعديد من الباحثين وذلك لحداثة هذا المتغير فى مجال تدريس الرياضيات..

٤. يحاول البحث الحالى تقديم إطار نظرى حول نظرية الجراف العصرية، والذي يمثل إضافة هامة للأدبيات التربوية العربية فى هذا المجال.
٥. يقدم البحث اختبار لقياس التحصيل في نظرية الجراف، واختبار لقياس التفكير البصرى لتلاميذ الصف الثانى الإعدادى.

التصميم التجريبى:

اتبع الباحث التصميم التجريبى الذى يعتمد على المجموعة الواحدة من خلال التطبيق القبلى والتطبيق البعدى نظراً لحداثة الموضوع، فلم يتطرق له التلاميذ من قبل أثناء سنوات الدراسة.

فروض البحث:

١. يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطى درجات التطبيق القبلى والبعدى لمجموعة البحث فى الاختبار التحصيلى لنظرية الجراف لصالح التطبيق البعدى.
٢. يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطى درجات التطبيق القبلى والبعدى لمجموعة البحث فى اختبار التفكير البصرى لصالح التطبيق البعدى.

مصطلحات البحث:

– **نظرية الجراف Graph theory:**

هي نظرية تبحث فى وصف خصائص الأشكال، وتهتم بالتحقق من الخصائص الرياضية لبعض الأشكال والظواهر الطبيعية ومحاولة تفسيرها، ولذلك فإن نظرية الجراف تربط المتعلم بالعالم المحيط به، كما أن دراسة الأشكال من الجانب الرياضى يسهم فى إثراء تفكير المتعلمين، ويرى (Rusin, 2001) أن نظرية الجراف تعد دراسة للرسوم الرياضية المستخدمة فى نمذجة العلاقات بين الشبكات من خلال الرؤوس والأحرف.

ويمكن وصف نظرية الجراف بأنها "نظام رياضى عصرى له لغته الخاصة الذي يعتمد فيها على رسوم (تمثيلات) كنماذج للعلاقات فى مجالات متعددة، كما لها خصائص ذاتية تثير الخيال، وارتباطات واسعة بالطبيعة ومعظم المجالات المعرفية والرياضية والإنسانية.

– **التفكير البصري Visual Thinking:**

منظومة من العمليات تترجم قدرة الفرد على قراءة الشكل البصري نتيجة رؤية بعض الأشكال الفنية أو الهندسية الناتجة من معطيات الموقف التعليمى الذى يمر به الفرد ويترتب على ذلك إدراك علاقات تساعد على تكوين تصورات ذهنية جديدة واكتساب بعض المهارات ومن ثم تحويل اللغة البصرية التى تحملها تلك الأشكال إلى لغة لفظية (مكتوبة أو منطوقة) ، واستخلاص المعلومات منها.

إجراءات البحث:

سار البحث الحالى وفق الخطوات التالية:

أولاً: تم الإجابة عن سؤال البحث الأول من خلال:

١. تحديد الأساسيات الخاصة نظرية الجراف العصرية Graph theory والمناسبة لتلاميذ الصف الثانى الإعدادى.
٢. تحديد الموضوعات الرياضية القائمة على نظرية الجراف العصرية Graph theory والمناسبة لتلاميذ الصف الثانى الإعدادى.
٣. الاطلاع على مواقع الإنترنت ذات العلاقة بنظرية الجراف العصرية Graph theory ودراسة الاتجاهات العالمية الحديثة المرتبطة بها.

ثانياً: تم الإجابة عن سؤال البحث الثانى من خلال:

- تحديد أساسيات نظرية الجراف التى سيتم تقديمها فى الوحدة المقترحة.
- اختيار عناصر الوحدة المقترحة.
- تحديد أهداف الوحدة المقترحة.
- تحديد الأنشطة التعليمية المتضمنة فى الوحدة المقترحة.
- تحديد الخطة الزمنية لتدريس الوحدة المقترحة.
- تحديد استراتيجيات لتدريس الوحدة المقترحة.
- تحديد الوسائل المستخدمة فى تدريس الوحدة المقترحة.
- تحديد وسائل التقويم.

ثالثاً: تم الإجابة عن سؤالى البحث الثالث والرابع من خلال:

١-إعداد أدوات البحث والتى تتمثل فى:

- الاختبار التحصيلى في نظرية الجراف.
- اختبار التفكير البصري.

٢-اختيار مجموعة البحث.

٣-إجراء تجربة البحث وتتضمن:

- تطبيق أدوات البحث قبليا على مجموعة البحث.
- تطبيق الوحدة المقترحة على مجموعة البحث.
- تطبيق أدوات البحث بعديا على مجموعة البحث.

رابعا: جمع البيانات ومعالجتها إحصائيا.

خامسا: تفسير النتائج ومناقشتها.

سادسا: اقتراح التوصيات والبحوث المستقبلية.

الإطار النظرى والأبحاث ذات العلاقة

أولاً-نظرية الجراف Graph theory:

١- نشأة هندسة الجراف:

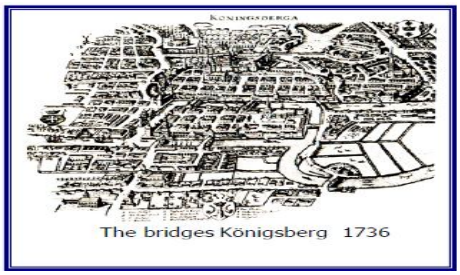
تعتبر الرياضيات من العلوم الهامة التى لا يمكن الاستغناء عنها، فالفرد مهما كانت ثقافته لا يمكنه الاستغناء عن الرياضيات لما يشغله هذا العلم حيزا مهما فى أمور الحياة المختلفة.

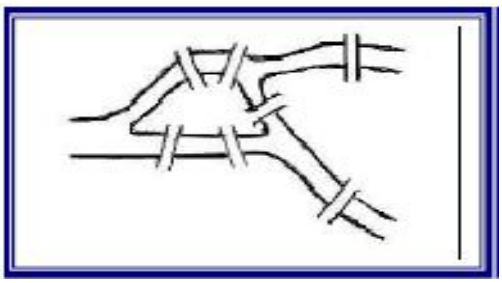
فقد اعتمدت البشرية منذ زمن بعيد الممتد إلى آلاف السنين على علم الرياضيات، حيث استخدم القدماء المصرين واليونانيين الرياضيات فى الحياة التجارية والمدنية المختلفة، وكان التركيز منصبا على علم الهندسة الاقليدية والحساب إلى أن ظهرت فروع أخرى، والتى بدأ الاهتمام بها منذ القرن الخامس قبل الميلاد.

وقد شهدت العقود الثلاثة الأخيرة ثورة كبيرة فى علم الرياضيات طغت على كل الثورات السابقة؛ حيث ظهر ما يسمى بالرياضيات العصرية. وهذه الرياضيات وليدة لنظريات حديثة فى مجالات وأفرع مختلفة، وساعدت على تقدم علوم الكمبيوتر وأساليبه لمحاكاة التصرفات الإنسانية، وتطبيقاته فى الرسوم والنمذجة. (نظلة خضر،٢١،٢٠٠٤)

هذه الرياضيات العصرية تمثلت فى هندسة الفراكتال، والمنطق الفازى، ونظرية الفوضى(الهيولية)، وهندسة الجراف، حيث تعد هندسة الجراف نموذج للرياضيات العصرية المتجددة، وساعدت بشكل كبير فى تقدم علوم الكمبيوتر وأساليبه وتطبيقاته فى الرسوم والنمذجة.

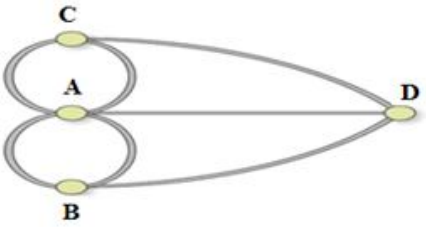
يُذكر أن بدايات نظرية الجراف تعود إلى عام ١٧٣٦م عندما حل أويلر Euler مشكلة جسور كونيسنبرج السبعة بروسيا (الآن كلينجراد Kaliningrad) حيث تقع مدينة كونيسنبرج على نهر بريجل الذى يقسم المدينة لأربع مناطق تتصل ببعضها ببعض عن طريق سبعة جسور، وأثناء إقامة أويلر بالمدينة فكر فى إمكانية التنقل عبر المناطق الأربعة عبورًا بكل جسر من الجسور السبعة مرة واحدة فقط.

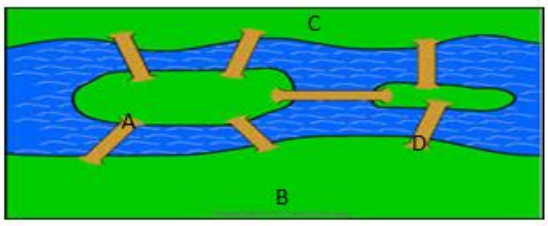




شكل (١): مشكلة جسور كونيسنبرج السبعة

بعد تفكير من أويلر فى الحل، قام بتمثيل مناطق اليابسة (A,B,C,D) برؤوس (نقاط) ومثل كل جسر من الجسور بأحرف تربط هذه الرؤوس بعضها ببعض، وتحولت المشكلة الواقعية للتساؤل " هل من الممكن البدء بنقطة فى اليابسة وعبور كل جسر من الجسور السبعة مرة واحدة فقط، ثم العودة لنفس النقطة مرة أخرى؟"





شكل (٢): تحويل مشكلة الجسور السبعة لجراف

وفى، عام ١٧٣٦، كتب أويلر مقالته موضحاً فيها إمكانية المرور عبر الرؤوس دون عبور أى جسر من الجسور السبعة أكثر من مرة، وقد تحول الحل لأول نظرية theory فى نظرية الجراف Graph theory. (Nursing deo, 1994)

واستمر أويلر فى إثراء نظرية الجراف بتقديمه "جراف أويلر" والذي استفاد منه فى مجالات متعددة كتصميم الأرضيات وفى علم الأحياء لإعادة بناء تسلسل الحمض النووى من شظايا، كما أنها تستخدم فى تصميم الدوائر CMOS لإيجاد بوابة المنطق الأمثل.

وقد شهدت دراسة نظرية الجراف وتطبيقاتها نموًا كبيرًا فى القرنين الثامن والتاسع عشر، ثم ازداد تطور النظرية من الناحيتين النظرية والتطبيقية فى القرن العشرين، حيث وُضعت أسس وتعاريف جديدة طبقًا للثورة العلمية. وفى ظل التطور المعرفى والتكنولوجى الذى نشهده ولارتباط نظرية الجراف بشكل رئيسى بمعظم فروع الرياضيات الأخرى وتطبيقاتها فى مجالات متعددة لعلوم الحاسب والعلوم الطبيعية أصبحت نظرية الجراف وسيلة مهمة لإنشاء نماذج رياضية لدراسة العلوم المختلفة.

وبعد ذلك، ولمدة قرنين كانت النتائج المتعلقة بنظرية الجراف قليلة. وفى عام ١٩٣٦ ألف كونج Konig أول كتاب حول نظرية الجراف. ثم تسارع الاهتمام بنظرية الجراف وتطبيقاتها فى النصف الثانى من القرن الماضى حيث تتواجد الآن فى معظم المناهج الجامعية.

يتضح مما سبق أن نظرية الجراف وليدة رياضيات حديثة لرياضيين مبدعين، بالإضافة لجذورها فى رياضيات العصور المختلفة وتحدى العلماء عبر القرون، وبالرغم من أهمية نظرية الجراف إلا إنها لم ينظر إليها فى ذلك الوقت بل ظلت سنوات بعدها حتى بدأت تنمو باعتبارها فرع من فروع الرياضيات تربطه بعدد من المجالات، وتطورت فى النصف الثانى من القرن التاسع عشر بواسطة كل من Hamilton، Kempe , Tait , Heawood ، وقد شهدت ثورة كبيرة على يد König, Kuratowski, Whitney, Erdös, Tutte.

(N. Vedavathi 1, Dharmaiah Gurram1, 2013)

تبحث نظرية الجراف فى وصف خصائص الأشكال، وتهتم بالتحقق من الخصائص الرياضية لبعض الأشكال والظواهر الطبيعية ومحاولة تفسيرها، ولذلك فإن نظرية الجراف تربط المتعلم بالعالم المحيط به، كما أن دراسة الأشكال من الجانب الرياضى يسهم فى إثراء تفكير المتعلمين، ويرى (Rao, 2001) أن نظرية الجراف تعد دراسة للرسوم الرياضية المستخدمة فى نمذجة العلاقات بين الشبكات من خلال الرؤوس والأحرف.

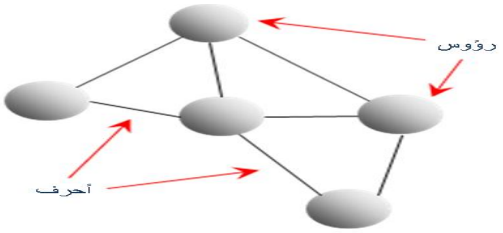
ويمكن وصف نظرية الجراف بأنها "نظام رياضى عصرى له لغته الخاصة الذى يعتمد فيها على رسوم (تمثيلات) كنماذج للعلاقات فى مجالات متعددة، كما لها

خصائص ذاتية تثير الخيال، وارتباطات واسعة بالطبيعة ومعظم المجالات المعرفية والرياضية والإنسانية.

ونظرية الجراف بالبحث الحالى هى: نظرية عصرية لها لغتها الخاصة، التى تعتمد على النماذج لتمثيل العلاقات فى مجالات عصرية متعددة؛ عن طريق تجمع واحد أو أكثر من نقاط nodes تسمى رؤوس vertices ترتبط ببعضها البعض بأحرف edge، والتى ساهمت فى تقديم حلول لمشكلات ظلت لسنوات محل بحث الرياضيين كمشكلة الألوان الأربعة والبائع المتجول، من خلال العديد من أفكارها الخاصة كجراف أويلر، هاملتون، جراف الشجرة والجراف المستو، إضافة لتطبيقاتها فى المجالات المختلفة كعلوم الكمبيوتر والكيمياء مما جعلها قاسم مشترك بين مختلف العلوم.

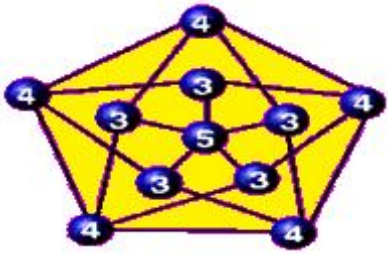
٢ـ أفكار أساسية لنظرية الجراف:

الجراف Graph (G): هو تجمع من واحد أو أكثر من نقط تسمى رؤوس vertices، أوnodes ترتبط ببعضها البعض بأحرف (arcs) edges قد تكون مستقيمة أو منحنية، (سنرمز للرؤوس V، الأحرف E).



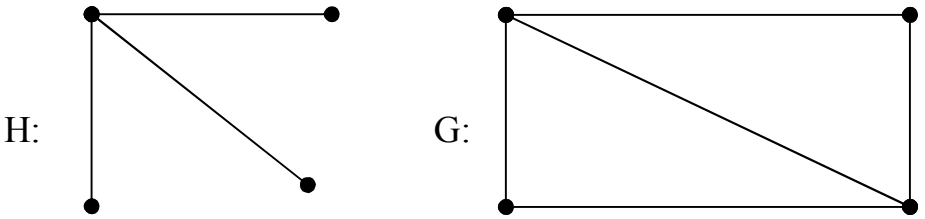
شكل (٣): رؤوس وأحرف الجراف

- تعتمد الجراف بشكل أساسى على الرؤوس والأحرف، حيث بتغير خصائصها تتغير طبيعة الجراف، كما تتحدد بهم خصائص الجراف فعلى سبيل المثال رتبة الجراف graph orderهى عدد الرؤوس التى تشكل الجراف، ودرجة أى رأس بالجراف degree of vertex هى عدد الأحرف الواصلة لهذا الرأس. (Vasudev.C, 2006, 5)



شكل(٤): جراف رتبته ١١ ودرجة كل رأس موضحة داخلها

- الجراف الجزئى Sub graph: يقال للجراف H أنه جراف جزئى sub graph من الجراف G إذا كان مجموعة رؤوسه هى مجموعة جزئية من مجموعة رؤوس G وكان كل حرف فى H هو حرف فى G أى (V (H) ⊂V (G), E (H) ⊂ E (G)، والشكل التالى يوضح مفهوم الجراف الجزئى:



شكل (٥): الجراف الجزئى

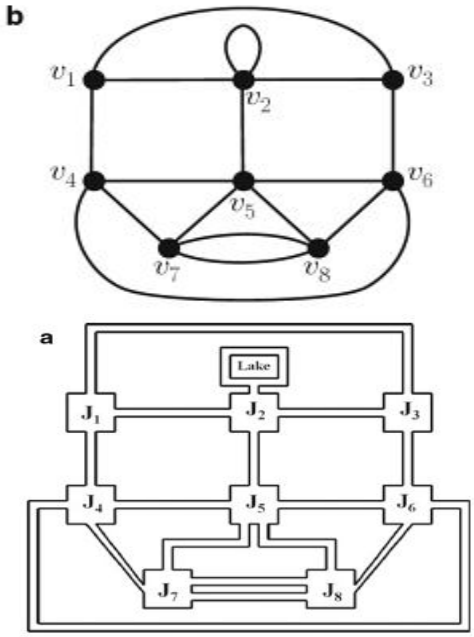
٣- بعض نماذج لنظرية الجراف:

تتمتع الرياضيات بجاذبية خاصة وسحر وبريق مبهر، فهى مادة إيقاظ الفكر وبناء العقول فهى حجر الأساس التى تبنى عليه أبحاث الفضاء والفلك والأجهزة الإلكترونية التى دخلت جميع مجالات الحياة وانتقلت بالناس من عالم إلى عالم أخر، فهى تهتم بتحليل البيانات والقياسات والملاحظات العملية، كما أنها تهتم بدراسة النماذج الرياضية للظواهر الطبيعية والسلوك الإنسانى والأنظمة الاجتماعية وتعتمد فى تحليلها على الاستدلال والاستنباط والبرهان.

فمع توسع نظرية الجراف وتشعبها فى نمذجة العلاقات بمختلف المجالات،" ونظراً لأهمية النماذج في تدريس الرياضيات فهي من جهة تساعد على اكتشاف أو فهم أو توضيح المادة، كما يمكن أن تخلق بيئة فكرية حرة تحبب التلاميذ فى الرياضيات،

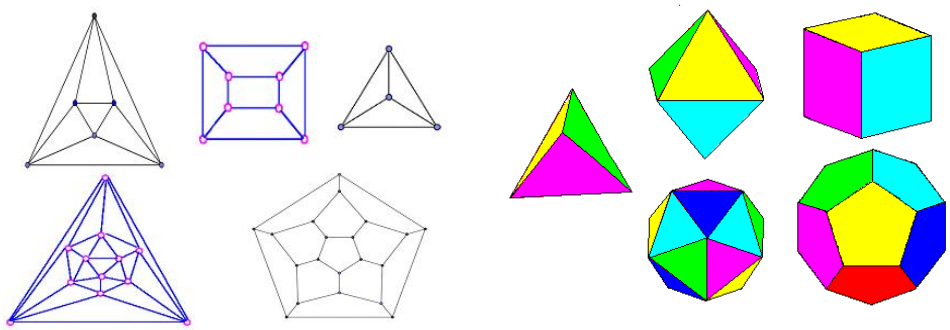
ومن جهة أخرى تقوى رؤية الطلاب للرياضيات المتقدمة من خلال النماذج الرياضية، فمنها تتضح أن الرياضيات تنمو إما من تعميمات ناشئة عن تجريدات من الرياضيات نفسها، أو من تجريدات للمواقف الرياضية التى تصف المواقف الطبيعية ". (نظلة خضر، ١٩٨٤، ٨٤)

فيمكن استخدام نظرية الجراف فى تمثيل نموذج لشبكة طرق كما هو موضح بالشكل التالى:



شكل (٦): نموذج لشبكة طرق بالجراف

نموذج آخر للجراف معروف باسم Platonic graphs وهى جرافات منتظمة تتكون من رءوس وأحرف للمجسمات المنتظمة التالية الهرم الثلاثى tetrahedron، المكب cube، ثمانى الأوجه octahedron، ذو الإثنى عشر وجها dodecahedron وذو العشرون وجها icosahedron، فكل هذه النماذج تعطى فرصة للتلاميذ لكى يأخذوا خبرة بالنواحى العملية، فالنماذج تعمل على إكساب التلاميذ الأسلوب العلمى لحل المشكلات ومن جهة أخرى تكسبهم اتجاهات إيجابية نحو التذوق الجمالى والفنى فى الرياضيات وإثارة الاهتمام للتوسع فى دراستها مدى الحياة بحب وتقدير، والشكل التالى يوضح نموذج لجرافات المجسمات المنتظمة:



شكل (٧): نموذج لجرافات المجسمات المنتظمة

وهو ما أكدت عليه بعض الكتابات والدراسات من أهمية استخدام الجراف فى نمذجة العديد من المواقف الواقعية. (Nursing deo, 1994) ، (Suresh singh, G.,) 2010

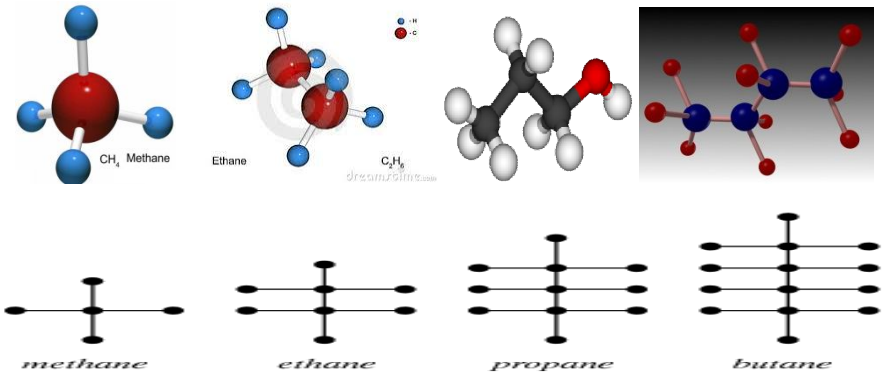
٤- بعض تطبيقات نظرية الجراف فى العلوم الأخرى:

تتحدد أهمية أى علم فى مدى إسهامه فى تقدم العلوم المختلفة، ولنظرية الجراف العديد من الإسهامات فى تطور مختلف العلوم، حيث يمتد أثرها فى كافة مجالات وأنشطة الحياة وفى تقديم حلول للعديد من المشكلات كإيجاد أقل تكلفة لبناء مدن سكنية أو شبكة السكك الحديدية إضافة لتطبيقات أخرى غير مباشرة حيث تدخل فى وصف وتحليل خلايا الجلد إضافة إلى أبحاث أمراض السرطان وفيما يلي عرض لبعض هذه التطبيقات:

١. الكيمياء:

فى عام ١٨٧٥ كان كيلى أول من استعمل نظرية الجراف في الكيمياء، حيث مثل جزيئات الهيدروكربونات بأشجار جذرية ثم أخذ كل الأشكال الممكنة وعمل على إيجاد تلك التى تكون متطابقة كيميائيا، حيث إن تطابق الجراف أو الجراف ال جزئى sub graphذو أهمية كبرى في الكيمياء العضوية، فيمثل الجزىء كجراف رؤوسه تمثل الذرات وأحرفه تمثل الوصلات bondsبين ذرات الجزىء، والشكل التالى يوضح تمثيل جزيئات الإيثان والميثان والبروبان والبوتان بالجراف.

(Kenneth H, Rosen, 2007, 589) (Ranganathan, k & Balakishnan, R, 2012, 31)



شكل (٨): توضيح الجزيئات الكيميائية بجراف

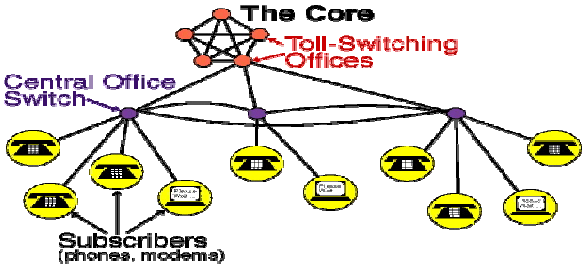
٢. العلوم الإلكترونية:

تمثل نظرية الجراف أحد الأركان الأساسية فى تصميم شبكة الانترنت مثل تصميم الشبكات الاجتماعية، حيث تمثل الروؤس الأفراد والأحرف تمثل العلاقات فيما بينهم (كالفيس بوك والتويتر). (Vedavathi& Dharmaiah, G, 2013)

شكل (٩): تمثيل الشبكات الاجتماعية بجراف

٣. علوم الاتصالات:

حيث تستخدم نظرية الجراف فى تصميم شبكات الاتصالات (التليفونات) للمدن والأحياء.



شكل (١٠): تمثيل شبكات الاتصالات بجراف

وفى إطار التعرف على فاعلية نظرية الجراف وتطبيقاتها فى مجالات العلوم والحياة استهدف بحث (منال فاروق سطوحى، ١٩٩٦) تطوير مقرر الجبر بمرحلة التعليم الثانوى العام، حيث عملت الباحثة على تقديم وحدة مقترحة فى الجراف تضمنت مجموعة من أساسيات ومفاهيم الجراف وجرافى أويلر وهاملتون فقط، وتوصلت نتائج البحث إلى فاعلية الوحدة المقترحة فى التمكن من المفاهيم المتضمنة، كما قدمت تصورًا مقترحًا لتطوير مقرر الجبر.

وأوصت بضرورة العمل على تضمين مقرر الجبر بالمرحلة الثانوية لموضوعات من الرياضيات العصرية خاصة نظرية الجراف.

كما استهدفت دراسة (Oslund, Erik & Galen, E, 2009) تقديم نظرية الجراف للطلاب المعلمين على ثلاثة أجزاء، الجزء الأول خلفية نظرية لنظرية الجراف، الجزء الثانى تقديم للجراف الموجه ونظريات حوله والجزء الثالث تقديم لنظرية kedlaya. أوصت الدراسة بضرورة تضمين الجراف للطلاب المعلمين.

كما استهدفت دراسة (McDuffie, Amy Roth, 2001) تقديم وحدة دراسية بنظرية الجراف؛ حيث عمل الباحثان على تقديم المصطلحات والمفاهيم الأساسية بنظرية الجراف فى سياق حل المشكلات المتعلقة بالسفر الجوى air travel، من خلال الأنشطة الرياضية والاهتمام بمناقشة الطلاب شملت الدراسة على دليل للمعلم لتقديم الوحدة وأوراق عمل للطلاب.

توصلت الدراسة لفاعلية وحدة نظرية الجراف فى تنمية حل المشكلات المتعلقة بالسفر الجوى لدى الطلاب؛ كما أوصت بضرورة تضمين وحدة بنظرية الجراف بالمرحلة الثانوية.

كما استهدفت دراسة (smithers & others, 2005) تقديم وحدة فى نظرية الجراف لفصول المدرسة الثانوية حيث عمل الباحثون على توضيح وإبراز جمال وأهمية

نظرية الجراف فى حلها لمشكلات متنوعة، وتوصلت الدراسة إلى فاعلية الوحدة فى زيادة خبرات الطلاب وتحصيلهم للمفاهيم المتضمنة فى الوحدة وزيادة مهاراتهم فى حل المشكلات مع التأكيد على إبراز جمال نظرية الجراف.

كما استهدفت دراسة (Robinson, Teresa, 2006) تقديم نظرية الجراف لتلاميذ المرحلة الإعدادية وكيفية الاستفادة منها فى حل مشكلات العالم الواقعى، وأوصت الدراسة بضرورة تضمين نظرية الجراف بمقررات المرحلة الإعدادية.

تعقيب:

من خلال عرض الدراسات والبحوث السابقة يتضح ما يلى:

- قامت الدراسات بتقديم مقدمة غير متعمقة لأفكار الجراف لمراحل تعليمية مختلفة.
- الاهتمام بتقديم نظرية الجراف للطلاب فى مراحل التعليم المختلفة.
- تنوع طرق التدريس التى استخدمت فى تقديم مفاهيم نظرية الجراف للطلاب.

وقد استفاد الباحث من هذه الدراسات فى:

١. أهمية ربط موضوعات نظرية الجراف بكل ما يحيط بالفرد فى الطبيعة والفن وتكنولوجيا العصر وغيرها حتى يمكنه اكتساب أساسيات تلك الموضوعات بسهولة ويسر.
٢. الاستخدام الفعال لأنشطة ترتبط بمواقع نظرية الجراف يثرى من عمليات البحث عن تطبيقاته العصرية.
٣. أهمية التقويم البنائى كوسيلة للتشخيص والعلاج وقدرته على التغلب على الصعوبات التى تظهر أول بأول.

ثانياً- التفكير البصري Visual Thinking:

يعتبر التفكير البصري أحد أنواع التفكير التى تهتم التربية بتنميته لدى التلاميذ لما له من فائدة كبيرة فى دراسة مختلف المواد الدراسية وخاصة مادة الرياضيات، وقد نشأ هذا النوع من التفكير فى مجال الفن، فالفنان حينما يرسم لوحة ما فإنه يرسل رسالة ما عبر هذه اللوحة، وعندما يعجب المشاهد بها فهذا يعنى أنه قد فكر تفكيرا بصريا وفهم الرسالة المتضمنة باللوحة. وهذا يعنى أن تمكن الفرد من هذا النوع من التفكير يساعده بدرجة كبيرة على الاتصال بالآخرين، فالتفكير البصري يجمع بين أشكال الاتصال البصرية واللفظية فى الأفكار، بالإضافة إلى أنه وسيط للاتصال والفهم الأفضل لرؤية الموضوعات المعقدة والتفكير فيها.

ومن جهة أخرى فإن الكلمات لها لغة ثانية، فنحن نستطيع أن نترجم كلتا الكلمات المكتوبة والمنطوقة إلى أفلام وصور ملونة وندعمها أيضًا بالصوت، فعندما يتحدث شخص ما فان كلماته تترجم إلى صور فورًا، وعليه يوجد سؤال يجب أن نطرحه، هل الصورة تعادل ألف كلمة؟ كحسابات تاريخية من الاكتشافات والاختراعات العلمية نجد أن الأدوات البصرية هى أدوات إدراكية قوية.

وعليه فإن التعبير البصري مألوف إلينا فهو من الاستعمالات الشائعة ومن الوسائل الأساسية لتشكيل ومعالجة الصورة العقلية فى حياتنا اليومية، إن الأشكال البصرية مهمة لتمثيل المعرفة، ليس فقط كأدوات إرشادية وتربوية لكن كسمات تربط التفكير بالتعلم.

أضف إلى ذلك بأن الأدوات البصرية ساهمت فى نجاح كثير من بحوث العلماء فى مجال الرياضيات مثل.(Klotz, 1994)

وقد تعددت تعريفات التفكير البصري، نذكر منها:

- يرى فان هيل أن التفكير الهندسى لدى التلميذ يمر بعدة مستويات من التعقيد، وهي تبدأ بمستوى التعرف أو التفكير البصرى حيث لا يستطيع المتعلم تمييز الأشكال الهندسية إلا عن طريق ربطها بمثيرات بصرية.

- تعرفه مديحة حسن بأنه نمط من أنماط التفكير الذى ينشأ نتيجة استثارة العقل بمثيرات بصرية. ويترتب على ذلك إدراك علاقة أو أكثر تساعد على حل مشكلة ما أو الاقتراب من الحل. (مديحة حسن، ٢٠٠٤، ٢٦)

- ويرى (عبد الله السيد عزب،٢٠٠٢، ٣٧) أن التفكير البصرى هو قدرة عقلية ترتبط بصورة مباشرة بالجوانب الحسية البصرية، ويحدث هذا النوع من التفكير عندما يوجد تنسيق متبادل بين ما يراه الطالب من أشكال، ورسومات، وعلامات، وما يحدث من ربط ونتاجات عقلية معتمدة على الرؤية والرسم المعروض.

- وتعرفه نجوان حامد تعريفا إجرائيا على أنه: قدرة طلاب الصف الأول الثانوى الصناعى على التصور البصرى، والترجمة البصرية، والتمييز البصرى، والتحليل البصرى، والتنظيم البصرى، وإنتاج نماذج بصرية جديدة. (نجوان حامد، ٢٠٠٧، ٣٢)

- وفى ضوء التعريفات السابقة يمكن تعريف التفكير البصرى على أنه:

منظومة من العمليات تترجم قدرة الفرد على قراءة الشكل البصرى نتيجة رؤية بعض الأشكال الفنية أو الهندسية الناتجة من معطيات الموقف التعليمى الذى يمر به الفرد ويترتب على ذلك إدراك علاقات تساعد على تكوين تصورات ذهنية جديدة واكتساب بعض المهارات ومن ثم تحويل اللغة البصرية التى تحملها تلك الأشكال إلى لغة لفظية (مكتوبة أو منطوقة)، واستخلاص المعلومات منها، والشكل التالى يوضح منظومة عمليات التفكير البصرى:

شكل (١١): منظومة عمليات التفكير البصري

ونستخلص من الشكل السابق أن مهارات التفكير البصري تتضمن:

١. مهارة التعرف على الشكل ووصفه:

القدرة على تحديد أبعاد وطبيعة الشكل المعروض.

٢. مهارة تحليل الشكل:

القدرة على رؤية العلاقات فى الشكل وتحديد خصائص تلك العلاقات وتصنيفها.

٣. مهارة ربط العلاقات فى الشكل:

القدرة على الربط بين عناصر العلاقات فى الشكل وإيجاد التوافقات بينها والمغالطات فيها.

٤. مهارة إدراك وتفسير الغموض:

القدرة على توضيح الفجوات والمغالطات فى العلاقات والتقريب بينها.

٥. مهارة استخلاص المعانى:

القدرة على استنتاج معاني جديدة والتوصل إلى مفاهيم ومبادئ علمية من خلال الشكل المعروض مع مراعاة تضمن هذه الخطوة الخطوات السابقة، إذ أن هذه الخطوة هى محصلة الخطوات الخمس السابقة.

أهمية التفكير البصري:

إن العصر الذي نعيش فيه هو عصر (البصريات Visual) حيث كثر استخدامه في شتى مناشط الحياة وظهر ذلك واضحا في مجال الاتصال الجماهيرى والإعلام والدعاية والتربية والتعليم. (على عبد المنعم، ٢٠٠٠) وقد توصلت معظم الأبحاث في مجالات التربية وعلم النفس والفن إلى أهمية التفكير البصري، وخاصة في العملية التعليمية، فالطلاب والمعلمون بحاجة إلى التفكير بصورة بصرية، حيث تترك الفرصة أيضا للطلاب للرؤية، كما يتاح لهم ما يسمعونه من قبل المعلمين. (نجوان حامد، ٢٠٠٧، ٧٣)

كما أن دراسة الهندسة تكون صعبة بدون استخدام مهارات التفكير البصري، لأنها تساعد على تخيل الأشكال والمجسمات الهندسية.

وترجع أهمية التفكير البصرى فى العملية التعليمية إلى تحقيق الفوائد التالية:

١- تنمية مهارات اللغة البصرية لدى التلاميذ سواء الصم أو العاديين.

٢- تنمية القدرة على فهم الرسائل البصرية المحيطة بأفراد العملية التعليمية من كل جهة.

٣- تنمية القدرة على حل المشكلات من خلال اختيار وتحديد المفاهيم البصرية، وهذا ما أطلق عليه (Arnheim) ذكاء الإدراك (Intelligence of perception) وهذا ما أكدته دراسة (Longo,P.,2001).

٤- تحمل اللغة البصرية الكثير من المعانى التى قد يحتاج التعبير عنها استخدام العديد من الكلمات. (مديحة حسن،٢٠٠٤)

٥- يسهل تذكر المعلومات المتضمنة بها واستبقائها لفترة طويلة، فلقد ثبت علميا أن الإنسان يتذكر: ٢ % مما يقرأه، ٣٠% مما يسمعه، ٤٠% مما يراه، ٥٠% مما يقوله٠(مديحة حسن، ٢٠٠٤)

٦- مساعدة التلاميذ على فهم وتنظيم وتركيب المعلومات في المواد الدراسية ومساعدتهم على تنمية القدرة على الابتكار، وإنتاج الأفكار الجديدة، كما أشارت إلى ذلك دراسة (Blair,R.,2003). التفكير البصري مصدر جيد يفتح الطريق لممارسة

الأنواع المختلفة من التفكير مثل التفكير الناقد، والتفكير الابتكارى. (مديحة حسن،٢٠٠٤)

٧- واللغة البصرية لغة عالمية يفهمها الإنسان باختلاف لغته أو لهجته. (مديحة حسن،٢٠٠٤)

٨- تنمية القدرة على التصور البصرى والتمييز البصرى.

٩- مزايا التفكير البصري فى التعلم الجماعى كما حددتها مجموعة الأيدون وهي:

- تحقيق الاتصال الفعال بين أعضاء فريق العمل الجماعى بعضهم بعضا.

- تنمية القدرة على تنمية الاكتشاف وتقدير أوجه التشابه والاختلاف للمشهد البصرى من خلال الرؤية المختلفة لأعضاء الفريق.

- تنمية القدرة على إنتاج مزيد من الحلول المبتكرة.

١٠- الرؤية الكلية للشئ بدلا من النظر إلى التفاصيل. (Clair,R.,2000, 90)

استراتيجية التفكير البصرى (VIS Visual Thinking Strategy):

يقصد باستراتيجية التفكير البصرى تقنية تساعد الأفراد ومجموعات العمل الصغيرة على إعداد الخطط وتنفيذها والتحقق من نتائجها، لإنجاز مهام محددة بطرق بصرية، والعمل بهذه الاستراتيجية يحسن من فرص المشاركة النشطة من جانب الأفراد فى إنتاج الأفكار الإبداعية والتعليقات والمدخلات التى ربما لم تكن معلنة قبل جلسة التخطيط الاستراتيجى البصرى. **(وائل عبد الله،٢٠٠٨، ٧٩-٨٠)**

طورت استراتيجية التفكير البصرى فى الولايات المتحدة بدءًا من منتصف السبعينات من قبل العالم النفس الإدراكي أبيجال هوسن Abigail Housenوالعالم الفنان فيليب ينوان Yenawine Philip من خلال بحثهم "محاولة فهم درجات الاختلاف بين نظرات الأشخاص المتأثرين بقطعة فنية ذات معنى"، والتى بحث فى أنماط السلوك الملاحظ فى العالم والتى كانت كل تفسيراتها معتمدة على الملاحظات. (Reilly JM, Ring J, Duke L,2005: 2-250)

وتتضمن أهداف استراتيجية التفكير البصرى تطوير مهارات الاتصال ومهارات التفكير الإبداعى والمنطقى والأكثر من ذلك أنه يكسب التلاميذ الثقة فى التعامل مع التعقيد والغموض وتنوع الآراء.

حيث يشير الدليل المعرفى والدليل التجريبى المستند على أبحاث استراتيجية التفكير البصرى إلى أن التطوير فى الأشكال البصرية قد تبنى التطوير الإدراكي عمومًا، بالإضافة لذلك فإن استراتيجية التفكير البصرى التى تقدم للتلاميذ فى مواقف مختلفة تخدمهم عند تعرضهم لمواضيع أخرى، كذلك المناقشات التى تتم عبر عمليات التفكير البصرى تعمل على تطوير أسلوب التلاميذ فى النقاش وتفيدهم فى التعامل مع المجالات الأخرى فى المجتمع.

وتعتمد استراتيجية التفكير البصري على تقديم الرسومات أو الأشكال الهندسية للتلاميذ مع اعطائهم الفرصة للامعان والتفكير فى الأشكال المقدمة إليهم، ثم توجيه أسئلة للتلاميذ مثل ماذا لاحظتم فى الأشكال المعروضة أمامكم؟ ثم نترك لهم بعض الوقت ثم نوجه سؤال آخر مثل هل لاحظتم أشياء أخرى؟ وهكذا ...

وفى إطار التعرف على فاعلية البرامج والاستراتيجيات لتنمية مهارات وقدرات التفكير البصرى استهدف بحث (Catherine McLoughlin, 2001) تقديم تصورا عن الأدوات التقنية للتفكير البصرى وكيفية توظيفها فى التعليم، وتوصلت نتائج البحث إلى تقديم أمثلة متنوعة من التقنيات التى يمكن أن تحسن البعد البصرى للاتصال والتعلم المتفاعل مثل تقنيات الحاسوب.

كما استهدف بحث (عفانة، ٢٠٠١) معرفة أثر استخدام المدخل البصرى فى تنمية القدرة على حل المسائل الرياضية والاحتفاظ بها لدى طلبة الصف الثامن الأساسى بغزة، وكان من أهم نتائج التى توصل إليها البحث أنه توجد فروق جوهرية فى القدرة على حل المسائل الرياضية بين التلاميذ المجموعة التجريبية الذين تعلموا الرياضيات باستراتيجية المدخل البصرى والتلاميذ المجموعة الضابطة الذين تعلموا الرياضيات باستراتيجية المدخل التقليدى لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

كما استهدف بحث (مديحة حسن، ٢٠٠١) تقديم برنامج فى الرياضيات لتنمية مهارات التفكير البصرى لدى الطالب الأصم فى المرحلة الابتدائية، وتوصلت نتائج البحث إلى فاعلية البرنامج فى تنمية مهارات وقدرات التفكير البصرى لدى عينة الدراسة.

كما استهدفت دراسة (Despina Stylianou and Ed Dubinsky, 1996) تعرف أثر التفاعل بين كل من التفكير البصرى والتفكير التحليلى على حل مسائل الجبر الخطى لدى تخصص الرياضيات، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن عينة الدراسة قد وظفوا كلا من مهارات التفكير البصرى ومهارات التفكير التحليلى لحل مشكلات الجبر الخطى.

كما أشارت نتائج دراسة (Campbell& Campbell, 1999, 69) التى استهدفت تقديم مجموعة من المواد التعليمية البصرية لتنمية الذكاء البصرى مثل تصميم الجداول والرسوم البيانية والخرائط والصور والنماذج إلى فاعلية هذه المواد التعليمية فى تنمية الذكاء البصرى والمنطق الرياضى.

كما استهدف بحث (zyryanova, 1998) تعرف أثر الوراثة والبيئة على الذكاء والتفكير البصرى لدى الأطفال من سن ٦-١٠ سنوات، وأوضحت النتائج أن هناك علاقة بين نسبة الذكاء والتفكير البصرى، وهذا يعنى وجود قدر من التفكير البصرى وهذا القدر لا ينمو بتأثير الجينات كلما تقدم العمر، وإنما ينمو بإعداد برامج تعليمية موجهة، مما يبرر الحاجة لإعداد برامج تعلمية فى التفكير البصرى.

واستهدفت دراسة (Talbot, et al, 1997) إعداد برنامج قائم على التدريس وفق التفكير البصرى، حيث قدمت الدراسة عددا من استراتيجيات التدريس فى العلوم والرياضيات والدارسات الاجتماعية، وكلها تساعد على تنمية التفكير البصرى لدى المتعلمين، ويشمل الجزء الأول من البرنامج فلسفة البرنامج والإطار العام له، والأهداف التعليمية من مرحلة رياض الأطفال حتى الصف السادس، وتوصلت نتائج الدراسة إلى فاعلية البرنامج فى تنمية مهارات التفكير البصرى لدى الطلاب فى مختلف التخصصات.

التعقيب:

من خلال عرض الدراسات والبحوث السابقة يتضح ما يلى:

أن الدراسات والبحوث التى اهتمت بالتفكير البصرى قد هدفت إلى:

- تصميم برنامج لتنمية التفكير البصرى للتلاميذ فى مختلف المراحل.

- التعرف على أثر استخدام الكمبيوتر على التحصيل فى الرياضيات وبعض جوانب التفكير البصرى وتنمية القدرة على التفكير والتخيل البصرى.

- تناول التفكير البصرى من حيث التعريف والقدرات البصرية والأهمية والاستراتيجية وغيرها.

<u>وقد استفاد الباحث من هذه الدراسات فى:</u>

- الاهتمام بتنمية التفكير البصرى لدى التلاميذ الصم وأهميته فى زيادة نسبة الذكاء لديهم واستخدام أنشطة التفكير البصرى الملائمة.

- التعرف على بعض القدرات البصرية الفرعية المرتبطة بالتفكير البصرى، والتى يمكن الاستفادة منها فى تحديد مهارات التفكير البصرى الخاصة بهذا البحث.

- تحديد مهارات التفكير البصرى المناسبة لمستوى تلاميذ الصف السابع الابتدائى للصم.

- التنوع فى استخدام الوسائط التعليمية أثناء تدريس الوحدة.

إعداد أدوات البحث الميدانية ونتائجها:

١- الاختبار التحصيلى فى نظرية الجراف:

- **الهدف من الاختبار:** يهدف الاختبار إلى قياس مدى تحصيل التلاميذ لأساسيات نظرية الجراف والمتضمنة في الوحدة المقترحة، والاختبار معد لقياس مستويات الأهداف المعرفية (تذكر – فهم – التطبيق)، ويقاس الهدف إجرائياً فى هذا البحث بالدرجة التى يحصل عليها المتعلم فى الاختبار التحصيلى لنظرية الجراف.
- **إعداد جدول المواصفات:** تم إعداد جدول المواصفات وفق خطوات محددة وصولا لجدول المواصفات التالى:

جدول (١): جدول مواصفات الاختبار التحصيلي في نظرية الجراف

الدرس	تذكر	فهم	التطبيق	مجموع
الأول	٠	١	٢	٣
الثانى	٢	١	١	٤
الثالث	١	٠	١	٢
الرابع	١	١	٠	٢
الخامس	٢	٠	٠	٢
السادس	٢	٠	٠	٢
عدد الأسئلة	٨	٣	٤	١٥

- **صياغة مفردات الاختبار:**
  - اختيار من متعدد ذات أربعة بدائل.
  - أسئلة مقالية تتطلب من التلميذ الإجابة عنها.

بعد صياغة مفردات الاختبار، قام الباحث بإعادة قراءتها بعد بضعة أيام؛ للتخلص بقدر الإمكان من تأثير الألفة بالمفردات وليضع نفسه موضع التلميذ، خاصة من ناحية وضوح العبارات وصعوبة الأسلوب وغموض بعض الكلمات.

- **تصميم نظام لتقدير درجات الاختبار:** اتبع الباحث النظام التالى فى توزيع الدرجات على الاختبار التحصيلى فى نظرية الجراف وهو: الدرجة الكلية للاختبار (٤٠) درجة مقسمة كالتالى:
  - ثمانى درجات للسؤال الأول.
  - أربع درجات للسؤال (الثانى، الرابع، الخامس، السابع).
  - عشر درجات للسؤال الثالث.
  - ثلاث درجات للسؤال (السادس، الثامن).
- **صدق الاختبار:** تم عرض الاختبار على مجموعة من المحكمين لتعرف آراءهم من حيث:
  - شمول الاختبار لمحتوى الوحدة.
  - مدى مناسبة الأسئلة لمستوى التلاميذ.
  - مدى الصحة العلمية واللغوية لكل سؤال.
  - أية مقترحات أخرى (بالإضافة أو الحذف).

وقد أجرى الباحث التعديلات، حيث عُدلت صياغة بعض الأسئلة، ومن ثم أصبح الاختبار فى صورته النهائية صالحاً للتطبيق والاستخدام.

- **ثبات الاختبار:** استخدم الباحث طريقة إعادة الاختبار لحساب ثبات الاختبار، حيث تم تطبيق معادلة بيرسون لحساب معامل الارتباط، كانت قيمة هذا المعامل (٠.٨٤) وهذا يشير إلى ارتفاع معامل ثبات الاختبار.
- **حساب زمن الاختبار**: تم تسجيل الزمن الذي استغرقه كل تلميذ ليجيب على أسئلة الاختبار، وتم حساب المتوسط لهذه الأزمنة فكان زمن الاختبار ساعة ونصف.

٢- اختبار التفكير البصري:

- **الهدف من الاختبار**: يهدف الاختبار إلى قياس قدرة التلميذ على التفكير البصري بعد دراسة الوحدة المقترحة، ويقاس اجرائياً بالدرجة التى يحصل عليها التلميذ فى اختبار التفكير البصرى.

-الصورة المبدئية لاختبار التفكير البصرى:

تكون الاختبار في صورته الأولية من (٤) أسئلة حول نظرية الجراف وتطبيقاتها موزعة علي موضوعات الوحدة لقياس مهارات التلميذ فى التفكير البصرى.

وللتأكد من صدق الاختبار عُرض على مجموعة من المحكمين وذلك لإبداء الرأي فيه من حيث:

- شمول الاختبار لكافة مهارات التفكير البصري وهي:
  ١. مهارة التعرف على الشكل ووصفه.
  ٢. مهارة تحليل الشكل.
  ٣. مهارة ربط العلاقات فى الشكل.
  ٤. مهارة إدراك وتفسير الغموض.
  ٥. مهارة استخلاص المعانى.
- مدي مناسبة كل مفردة للتلاميذ.
- مدى الصحة العلمية واللغوية.

وقد أجرى الباحث التعديلات التى أقرها السادة المحكمون.

- **ثبات الاختبار:** استخدم الباحث طريقة إعادة الاختبار لحساب ثبات الاختبار، حيث تم تطبيق معادلة بيرسون لحساب معامل الارتباط، كانت قيمة هذا المعامل (٠.٨٩) وهذا يشير إلى ارتفاع معامل ثبات الاختبار.
- **حساب زمن الاختبار**: تم تسجيل الزمن الذي استغرقه كل تلميذ ليجيب على أسئلة الاختبار، وتم حساب المتوسط لهذه الأزمنة فكان زمن الاختبار ساعة ونصف.

٣- الإطار التطبيقى للبحث:

لتحقيق أهداف البحث الميدانية قام الباحث بالإجراءات الآتية:

اختيار عينة البحث:

تم اختيار عينة البحث من تلاميذ الصف الثانى الإعدادى بطريقة عشوائية وعددهم ٣٠ تلميذاً من مدرسة النقراشى الإعدادية بإدارة حدائق القبة التعليمية، وهي العينة التي سوف يدرس لها الوحدة المقترحة؛ بهدف تعرف فاعليتها فى تنمية تحصيل أساسيات نظرية الجراف والتفكير البصري.

التصميم التجريبى للبحث:

اتبع الباحث التصميم التجريبى الذي يعتمد على مجموعة واحدة والتطبيق القبلى والتطبيق البعدى لأدوات البحث، حيث تم تطبيق الأدوات على عينة البحث ثم تطبيق الوحدة ثم تطبيق الأدوات بعديا على نفس العينة.

التطبيق القبلى:

تم التطبيق القبلى لأدوات البحث على عينة البحث - التي تم اختيارها من مدرسة النقراشى الإعدادية بنين - قبل بدء التجربة والمتمثلة فى الاختبار التحصيلى فى نظرية الجراف واختبار التفكير البصري وتم رصد نتائج.

تدريس الوحدة:

بعد الانتهاء من التطبيق القبلي لأدوات البحث تم تدريس الوحدة المقترحة في الفترة من السبت الموافق ٢٠١٦/٣/٥ إلى الخميس ٢٠١٦/٤/٢١ وذلك بواقع حصة أسبوعياً.

التطبيق البعدى:

عقب الانتهاء من تدريس الوحدة تم إعادة تطبيق أدوات البحث بهدف رصد مدى التقدم فى مستوى عينة البحث تمهيداً للتعرف على مدى فاعلية الوحدة المقترحة فى تحقيق أهدافها، وتم رصد النتائج ومعالجتها إحصائياً تمهيداً لتفسيرها وتقديم التوصيات والمقترحات فى ضوء النتائج التى تم التوصل إليها.

الأسلوب الإحصائى المستخدم:

تم حساب وتحليل البيانات ولنتائج باستخدام برنامج الحزمة الإحصائية (Spss).

نتائج البحث وتفسيرها:

قد تم تناول نتائج البحث ومناقشتها فى ضوء مشكلة البحث وأهميتها، وذلك للتحقق من صحة فروض البحث، وفيما يلي عرض لنتائج التحقق من فروض البحث:

***مناقشة الفرض الأول:**

ينص الفرض الصفرى المناظر للفرض الأول على: لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطى درجات التطبيق القبلى والبعدى لمجموعة البحث فى الاختبار التحصيلى لنظرية الجراف.

وللتحقق من صحة هذا الفرض تم حساب قيمة (ت) للمجموعات المترابطة للكشف عن دلالة الفروق بين القياسين القبلى والبعدى، والجدول التالى يوضح ذلك:

جدول (٢)
نتائج اختبار(ت) لدلالة الفرق بين متوسطى درجات التلاميذ فى القياس القبلى والبعدى للاختبار التحصيلى لنظرية الجراف.

التطبيق	العدد	المتوسط الحسابى	الانحراف المعيارى	درجة الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	قيمة (ت) الجدولية	مستوى الدلالة	حجم التأثير
القبلى	٣٠	٣.٥	٣.٢	٢٩	١٩.٢١	٢.٤٦٢	دال عند ٠.٠١	٠.٩٩٧
البعدى	٣٠	٣٢.٨١	٤.٦					

يتضح من الجدول السابق ارتفاع متوسط درجات عينة البحث فى التطبيق البعدى للاختبار التحصيلى لنظرية الجراف عن متوسط درجاتهم فى التطبيق البعدى، حيث بلغ متوسط درجاتهم فى التطبيق البعدى (٣٢.٨١)، بينما بلغ متوسط درجاتهم فى التطبيق القبلى (٣.٥)، كما أن قيمة ت المحسوبة (١٩.٢١) أكبر من قيمة ت الجدولية مما يدل على وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند متوسط (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدى للاختبار التحصيلى في نظرية الجراف، كما يتضح أن حجم التأثير كبير حيث بلغ (٠.٩٩٧) مما يدل على فاعلية الوحدة المقترحة فى تنمية تحصيل أساسيات نظرية الجراف لدى تلاميذ الصف الثانى الإعدادى.

***مناقشة الفرض الثانى:**

ينص الفرض الصفرى المناظر للفرض الثانى على: لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطى درجات التطبيق القبلى والبعدى لمجموعة البحث فى اختبار التفكير البصري.

وللتحقق من صحة هذا الفرض تم حساب قيمة (ت) للمجموعات المترابطة للكشف عن دلالة الفروق بين القياسين القبلى والبعدى، والجدول التالى يوضح ذلك:

جدول (٣)

نتائج اختبار(ت) لدلالة الفرق بين متوسطى درجات التلاميذ فى القياس القبلى والبعدى لاختبار التفكير البصري.

التطبيق	العدد	المتوسط الحسابى	الانحراف المعيارى	درجة الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	قيمة (ت) الجدولية	مستوى الدلالة	حجم التأثير
القبلى	٣٠	٤.٢	٣.٨	٢٩	٢٢.٥٧	٢.٤٦٢	دال عند ٠.٠١	٠.٩٩٨
البعدى	٣٠	٣٦.٥٤	٤.٩					

يتضح من الجدول السابق ارتفاع متوسط درجات عينة البحث فى التطبيق البعدى للاختبار التحصيلى لنظرية الجراف عن متوسط درجاتهم فى التطبيق البعدى، حيث بلغ متوسط درجاتهم فى التطبيق البعدى (٣٦.٥٤)، بينما بلغ متوسط درجاتهم فى التطبيق القبلى (٤.٢)، كما أن قيمة ت المحسوبة (٢٢.٥٧) أكبر من قيمة ت الجدولية مما يدل على وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند متوسط (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدى لاختبار التفكير البصرى، كما يتضح أن حجم التأثير كبير حيث بلغ (٠.٩٩٨) مما يدل على فاعلية الوحدة المقترحة فى تنمية التفكير البصرى لدى تلاميذ الصف الثانى الإعدادي.

ويمكن تفسير تلك النتائج فيما يلي:

أولاً: توصلت نتائج البحث إلى وجود فرق دال إحصائيا بين متوسطى درجات التلاميذ عند مستوى دلاله (٠.٠١)، فى القياس القبلى والبعدي للاختبار التحصيلى، وذلك لصالح التطبيق البعدى الأمر الذي يشير إلى تمكن التلاميذ من أساسيات نظرية الجراف ونماذجها وتطبيقاتها، ويرجع الباحث ذلك إلى:

- طبيعة نظرية الجراف وارتباطها بكل ما يحيط بالفرد فى الطبيعة والفن وتكنولوجيا العصر وغيرها مما ساهم فى اكتساب أساسيات نظرية الجراف بسهولة ويسر.

- استخدام أنشطة عديدة أثناء تدريس الوحدة المقترحة والتي ساعدت التلاميذ على الاستمتاع بالتعلم، وإظهار المثابرة في أداء العمل.

- استخدام البرمجيات التفاعلية الديناميكية والتى تعتمد على التفاعل بين الطلاب والبرمجية، المعلم والطلاب، مما أدى إلى تنشيط التعلم وجعل الطلاب مشاركين

إيجابيين في تلك الأنشطة، والإسهام فى توفير مناخ يتميز بالاكتشاف والحرية ومراعاة الفروق الفردية بين الطلاب.

- التنوع فى استخدام الوسائل التعليمية بين برمجيتى جافا وفلاش، وبرمجيات الألعاب التعليمية، بالإضافة للنماذج الملموسة وأوراق العمل التى ساعدت على تنمية مفاهيم وأساسيات نظرية الجراف.

- تفعيل دور الطلاب الذين درسوا البرنامج المقترح ساعد فى زيادة ثقتهم بأنفسهم، وفى قدراتهم الكامنة، مما أسهم فى زيادة دافعيتهم نحو التعلم مما أثر بصورة إيجابية فى رفع مستوى تحصيلهم.

ثانيا: توصلت نتائج البحث إلى وجود فرق دال إحصائيا بين متوسطى درجات التلاميذ عند مستوى دلاله (٠.٠١)، فى القياس القبلى والبعدي لاختبار التفكير البصري، ويُرجع الباحث ذلك إلى:

- إن للجراف العديد من الخواص والأنواع التى ساعد توظيفها داخل الأنشطة فى تنمية التفكير البصري.

- استخدام البرمجيات التفاعلية الديناميكية وتوفير مناخا ساهم فى تنمية التفكير البصري.

- تنوع الأنشطة التي استخدمها الباحث في تدريس الوحدة المقترحة من نشاط بسيط إلى أكثر تعقيداً كان لها أثر كبير في مواجهة الفروق الفردية بين التلاميذ مما أدي إلى تنمية التفكير البصري كلا حسب قدراته.

توصيات البحث:

فى ضوء النتائج التى توصل إليها البحث، يمكن تقديم مجموعة من التوصيات الآتية:

١- العمل على تضمين الرياضيات العصرية في مقررات الرياضيات الدراسية بمختلف مراحل التعليم.
٢- التركيز على استخدام طرق التدريس الحديثة بعيدا عن الأساليب التقليدية والتى تركز على الحفظ والتلقين دون مشاركة من جانب المتعلم.
٣- ضرورة أن تحتوي برامج إعداد معلم الرياضيات على تطبيقات الرياضيات العصرية في مختلف المجالات لما له من أثر في تنمية الجوانب الوجدانية لدى الطالب المعلم مما ينعكس على تلاميذه في المستقبل.

٤- ضرورة أن تحتوي المقررات على مشكلات غير روتينية بحيث تدفع الدارسين للبحث والتعلم.

البحوث المقترحة:

١- إجراء بحوث مكملة للبحث الحالى عينة كبيرة ممثلة لتلاميذ المرحلة الإعدادية بحيث يمكن تعميم نتائجها.
٢- إجراء بحوث عن تأثير نظرية الجراف على ميول واتجاهات الطلاب في كافة مراحل التعليم المختلفة.
٣- بناء تصور مقترح لبرنامج تدريبى للمعلمين أثناء الخدمة قائم على التدريس بالاستعانة ببعض البرمجيات التفاعلية مما يسرى العملية التعليمية.
٤- معرفة أثر تضمين أساسيات نظرية الجراف كأنشطة إثرائية فى المقررات الدراسية الحالية.
٥- دراسة فاعلية وحدة فى نظرية الجراف على تنمية الابتكار الاستكشافى بمراحل التعليم المختلفة.

مراجع البحث:

أولاً: المراجع العربية:

١- عبد الله السيد عزب سلامه (٢٠٠٢): تدريس التحويلات الهندسية باستخدام العروض التقديمية، مجلة تربويات الرياضيات، جامعة عين شمس، المجلد (٣).

٢- عزو عفانة (٢٠٠١): أثر استخدام المدخل البصري في تنمية القدرة على حل المسائل الرياضية والاحتفاظ بها لدى طلبة الصف الثامن الأساسي بغزة "المؤتمر العلمي-الثالث عشر، ٢٣ يوليو الجزء الثاني، مناهج التعليم والثورة المعرفية والتكنولوجية المعاصرة، ٢٥ جامعة عين شمس.

٣- على محمد عبد المنعم (٢٠٠٠): الثقافة البصرية، القاهرة، دار البشرى للطباعة والنشر.

٤- مديحه حسن محمد (٢٠٠١): برنامج مقترح في الرياضيات لتنمية التفكير البصري لدى التلميذ الأصم في المرحلة الابتدائية، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، المؤتمر العلمى السنوي، الرياضيات المدرسية: معايير ومستويات، المجلد الأول.

٥- مديحه حسن محمد (٢٠٠٤): تنمية التفكير البصري في الرياضيات لتلاميذ المرحلة الابتدائية (الصم – العاديين)، القاهرة، عالم الكتب.

٦- منال فاروق سطوحى (١٩٩٦): تطوير مقترح لمقرر الجبر بمرحلة التعليم الثانوى العام، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية البنات، جامعة عين شمس.

٧- نجوان حامد القبانى (٢٠٠٧): فاعلية برنامج كمبيوتر قائم على الواقع الافتراضى في تنمية القدرة على التفكير والتخيل البصري وفهم بعض العمليات والمفاهيم في الهندسة الكهربية لدى طلاب التعليم الصناعى، رسالة دكتوراه، كلية التربية، جامعة الإسكندرية.

٨- نظلة حسن أحمد خضر (٢٠٠٤): معلم الرياضيات والتجديدات الرياضية فى هندسة الفراكتال وتنمية الابتكار التدريسى لمعلم الرياضيات، القاهرة، عالم الكتب.

٩- نظلة حسن أحمد خضر (٢٠٠٤): القراءة للإبداع حول المعرفة في رياضيات اليوم وجذورها للمساهمة في صنع رياضيات الغد، ندوه الهيئة المصرية العامة للكتاب، ديسمبر.

١٠- نظلة حسن خضر (١٩٨٤): دراسات تربوية رائدة فى الرياضيات، القاهرة، عالم الكتب.

١١- وائل عبد الله محمد على (٢٠٠٨): فاعلية وحدة مقترحة في هندسة الفراكتال باستخدام الكمبيوتر فى تنمية مهارات التفكير البصري والميل نحو الرياضيات الديناميكية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، مجلة تربويات الرياضيات (مجلة بحثية محكمة)، كلية التربية، جامعة بنها، المجلد الحادى عشر، يوليو ٢٠٠٨.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

12. Campbell, & Campbell, B. (1999). **Multiple intelligences and student achievement: success stories from six schools. Association** for supervision and curriculum development, Alexandria, Verginia, U.S.A.

13. Catherine McLoughlin (2001): **Technological tools for visual thinking: What does their search tell us? Teaching and Learning** Centre University of New England.
14. Clair, R.N. (2000): " **Visual Metaphor, Cultural Knowledge, and the Rhetoric ", ERIC, ED.445871.54- Clem**ents, H. (2000)**: " (**Geometric Spatial Thinking in Early Childhood Education)" The 78th **Annual Meeting of the National Council of Teachers of Mathematics**. San Francisco, CA, April 2000.
15. Despina Stylianou and Ed Dubinsky (1996): **Determining Linearity: The Interplay between Visualization and Analysis.**
16. Kenneth H, Rosen (2007): **Discrete Mathematics and its applications,** sixth edition, international edition pp589.
17. Klotz, E. A. (1994): **Visualization in geometry: a case study of a multimedia mathematics education project. In W. Zimmerman & S. Cunningham (Eds.), Visualization in teaching and learning mathematics** (pp. 95-104). USA: Mathematics Association of America. 100
18. McDuffie, Amy Roth(2001)**: Flying through Graphs: An Introduction to Graph Theory,** Mathematics Teacher, v94 n8 p680-88 Nov (EJ670423)
19. N. Vedavathi, Dharmaiah Gurram (2013): **Applications On Graph Theory International Journal of Engineering Research & Technology** (IJERT) Vol. 2 Issue 1, January ISSN: 2278-0181
20. Nursing deo (1994): **Graph theory with application to engineering and computer science**, google books.
21. Oslund, Galen, E. (2009): **Some problem in graph theory**, Austin state university, master degree.
22. Ranganathan, k & Balakishnan, R (2012)**: A textbook of graph theory**, second edition, Springer science business, media New York.
23. Rao, G.S.S (2001)**: Discrete structures and graph theory, third edition, scitch publication, p4.25**
24. Reilly JM, Ring J, Duke L **(2005): Visual thinking strategies: a new role for art in medical education**. Fam Med **37(4)**
25. Robinson, Teresa, (2006): **Graph Theory for the Middle School**, East Tennessee State University.
26. Suresh singh, G (2010): **Graph Theory**, eastern Economy.

Smithers, Dayna& Teresa (2005): **Graph theory for the secondary school classroom**, East Tennessee State University, 1425694.