فاعلية برنامج مقترح في تدريس هندسة المرحلة الإعدادية باستخدام هندسة الفراكتال في تنمية التفكير الإبداعي لدي طلاب المرحلة

بحث مشتق من رسالة دكتوراه

إعداد
أ.عبدالناصر عبدالصمد أبوالغيط محمد

إشـــــراف
أ.د. عزيز عبد العزيز قنديل
أ.د.علاء الدين سعد متولي
د.أسامة عبدالعظيم محمد معوض
كلية التربية – جامعة بنها

مقدمة:

تعيش المجتمعات اليوم عصر التقدم العلمي والتكنولوجي ، حيث تتسارع المعلومات وتنمو تطبيقات المعرفة لتساهم في تقدم المجتمعات وتطورها ، وهذا بدوره يتطلب تطوير المناهج وأساليب تدريسها لكي تنمو قدرة الفرد للمشاركة بفاعلية في سباق الحياة وتطورها٠

ومناهج الرياضيات وتربوياتها لابد وأن تتجاوب مع معطيات التطور فتخلع عنها ردائها التقليدي الذي يقتصر نسيجه علي مجموعة من القواعد والقوانين التي تعاني عزوفاً من معظم الطلاب ٠(وليم عبيد ، ١٩٩٨ : ٣) ٠

ويؤكد كل من (فايز مراد ، ٢٠٠١ : ١٣)، (مجدي عزيز ،٢٠٠٠ : ٢١) علي أن الرياضيات في هذا العصر أصبح من الضروري تحولها من الرياضيات المدرسية باعتبارها نظم شكلية إلي رياضيات حياتية باعتبارها أشياء يمارسها الناس ، أو بمعني أكثر وضوحاً اعتبار الرياضيات نشاطاً إنسانيا ، حيث يؤكدا علي ضرورة الاهتمام بالرياضيات المعيشية والوظيفية عند تكوين مناهج الرياضيات ٠

وفي هذا الصدد أشار (Thompson , 1997: 3) إلي أن الرياضيات بفضل الاتجاهات الحديثة تحولت من المنظومة المجردة التي لا يدرك المتعلم دلالتها إلي منظومة متسقة تهدف إلي تنمية الحس الرياضي والاتصال والقدرة علي مواجهة المشكلات الحياتية٠

فتطوير مناهج الرياضيات يعد أمراً ضرورياً لإدخال المستحدثات العلمية والتكنولوجية الحديثة ، وإعداد جيل من الطلاب لديهم القدرة علي مواجهة الحياة في القرن الحادي والعشرين بمتطلباتها وتحدياتها المختلفة ٠ (عزة محمد ، ٢٠٠٢ : ٣)

وتعد الهندسة أحد فروع الرياضيات الهامة بجميع مراحل التعليم حيث إنها تهتم بدراسة الأشكال الهندسية وخواصها في المستوي ، والمجسمات في الفراغ ، والعلاقات بينهما ، وتطبيقاتها في الحياة ، وتحتل الهندسة جزءاً رئيسياً من حياتنا اليومية ، فالحس المكاني ضروري لفهم بيئتنا والعيش فيها، فهي تساعدنا علي وصف عالمنا الطبيعي وتمثيله وفهمه كما أن الهندسة تدخل في كثير من المهن كأعمال المهندسين والمعماريين، ومصممي الأزياء وغيرهم. (عثمان السواعي ، ٢٠٠٤)

ونلاحظ أن الهندسة الاقليدية وغيرها من الهندسيات تتعامل مع الخطوط والدوائر والمكعبات وهذه الأشكال الموجودة فى العالم المحيط بنا، ولكن عادة ما تضع تلك

الهندسيات مواصفات وخصائص لهذه الأشكال فمثلا الحائط هو تقريبا مستوى ذو بعدين والجبال تعتبر مخروط وساق الشجرة يعتبر اسطوانة وهكذا ولكن الجبـال ليست مخروط وكذلك ساق الشجرة ليس اسطوانـة. (Randi , etal , 1999 : 260)

وأمام هذا التطور الهائل في شتي المجالات والميادين والعلوم ومنها الرياضيات وقفت الهندسة الاقليدية عاجزة عن تفسير الكثير من الظواهر في الطبيعة كظواهر الاضطراب في الطبيعة الجوية، والتيارات المائية، أو في تقلبات تعداد الكائنات الحية، أو في اضطرابات القلب والمخ. (سها توفيق، ٢٠٠٦ : ٤)

وبناء علي ما سبق يعد منهج الهندسة المستوية أحد فروع الرياضيات التي تدرس بجميع مراحل التعليم ومنها المرحلة الإعدادية والتي ينبغي أن تتناوله محاولات المراجعة والتطوير بتبني مداخل جديدة في تدريسها ٠

وقد ظهرت رياضيات عصرية في العقود الأخيرة أحدثت ثورة كبيرة في الرياضيات وفروعها طغت علي كل الثورات السابقة ففي الهندسة ظهرت الهندسة الاسقاطية والتوبولوجي والهندسة اللاإقليدية الزائدية والتناقصية وأخيراً هندسة الفراكتال Fractal Geometry التي تتميز بأنها وليدة رياضيات أكثر حداثة ، وساعد في نموها التقدم في علوم الكمبيوتر وإمكاناته، وتتميز أيضاً بتطبيقاتها الواسعة في تكنولوجية العصر٠ (مكة البنا ، ٢٠٠٧ : ١٨٣)

وأطلق على هذه الهندسة أيضاً اسم الهندسة الكسورية Fractal Geometry، وهذه الهندسة تعمل في أساسها مع الأشكال الطبيعية الموجودة في حياتنا ولهذا يطلق عليها أيضا هندسة الطبيعة (Reinstein, 1997) ، (Sprott, 2003) حيث أن الهندسة الكسورية تهتم بدراسة المكونات الجزئية للأشكال الهندسية أو الطبيعية وفقا لمجموعة من الخصائص الرياضية٠

لقد اكتشف العالم الرياضي الفرنسي ماندلبروت Mandelbrot الهندسة الكسورية من خلال البحث والدراسة في الزخارف الرياضية وفحص أعمال أشهر الرياضيين أمثال : (جوليا وكانتور سيربينسكي وهاوسدورف وفون كوخ) ، وتهتم الهندسة الكسورية بدراسة الأشكال غير المنتظمة مثل الزلازل وجسم الإنسان والجبال والشواطئ، أي بدراسة الأشكال الطبيعية وفقاً لمجموعة من الخصائص الرياضية، وقد ارتبط نمو وبلورة هندسة الفراكتال بحل مشكلات لظواهر طبيعية كانت تغفل من قبل في الاتصالات ، والتنبؤ بالطقس، والأجرام السماوية، وتشخيص الأمراض، وفي السينما والتليفزيون٠ (نظلة خضر ،٢٠٠٤ : ١٧٣)

وتشير بعض الدراسات مثل: ، دراسة لانجيل (Langille , 1997)، دراسة ماكي (McKee ,1997)، دراسة (رضا أبو علوان ، ٢٠٠١) إلي أن أهمية دراسة هندسة الفراكتال تكمن في التالي :

١- يمكن من خلال خواصها وصف الظواهر الجوية ، وموضوعات ترتبط بالبيئة والفلك ٠

٢- تقدم حلاً بسيطاً للتوصل إلي التفاصيل الدقيقة للأشياء الكبيرة مثل السحب التي لا يمكن قياس حدودها وكذلك المناظر الطبيعية ٠

٣- يمكن من خلالها مزج الفنون مع الرياضيات فتتحول المعادلات من مجرد أرقام ورموز إلي أشكال ورسومات ٠

٤- تستثير التفكير الابتكاري والاستقصائي عند المتعلمين من خلال فحص وتحليل مكونات أشكال الفراكتال ٠

٥- تظهر الطالب المكتشف من خلال ربطه الدائم للأشكال في الطبيعة بالخصائص الرياضية لهندسة الفراكتال ٠

والهندسة الكسورية لها ملامح تثير التفكير الرياضي الخلاق ، فهي تشبع العقل وتحلق بالأفكار بعيداً وقريباً تحس أنك تعرفها لأنها قريبة من الطبيعة والواقع ثم تقربك إلي أعمال رياضية ابتكارية لتفسر وتوضح خواصاً لهذه الهندسة من أشكال تستطيع القيام بعملها ٠

ويحظي الإبداع وتنمية التفكير باهتمام واسع النطاق في جميع الدول ويلقي عناية في التربية بوجه عام ، ومناهج التعليم بوجه خاص ٠ لذلك يجب تطوير مناهج الرياضيات من أجل تنمية الإبداع ، احتضان الإبداع وتنميته ورعايته ، استخدام طرق تدريس غير تقليدية تحفز الإبداع مثل التعلم التعاوني والتفاعلي والبنائي، نشر ثقافة الإبداع، استخدام أساليب تقويم إبداعية ، واكتشاف التلاميذ المبدعين ورعايتهم ٠(خليفة عبد السميع وآخرون ، ٢٠٠٣: ٦٢٢)

الإحساس بالمشكلة:

نبعت المشكلة لدي الباحث من خلال:

أولاً: الاطلاع علي الدراسات السابقة وتحليل نتائجها٠

فقد أشارت نتائج بعض الدراسات مثل:

(Heinz &etal , 1992) ، (Vacc , 1992)، (McKee , 1997) ، (Langille, 1997) (أمل الشحات ، ٢٠٠٥) ، (سها توفيق ، ٢٠٠٦) ، (انجي توفيق ، ٢٠١١) إلي ضرورة تضمين الرياضيات المدرسية بالمراحل التعليمية المختلفة موضوعات هندسة الفراكتال لما لها من أهمية تطبيقية وتأثير فعال علي تنمية إحساس الطلاب بالطبيعة ، وإدراكهم لجمال الأشكال الهندسية ، وإلي إمكانية تدريس المفاهيم الأساسية لهندسة الفراكتال لتلاميذ المرحلة الإعدادية ، وعلي وجود ارتباطات قوية بين الرياضيات المدرسية وموضوعات هندسة الفراكتال ، وأكدت علي أهمية تدريس بعض موضوعات هندسة الفراكتال، وخاصة التشابه الذاتي والتكرار المرحلي، وأهمية تدريس تطبيقات هندسة الفراكتال في الطبيعة.

ثانياً : قام الباحث بإجراء دراسة استطلاعية علي عينة قوامها (٦٠) تلميذاً وتلميذة من تلاميذ الصف الأول الإعدادي ، وتضمنت هذه العينة فصلين بمدرسة كفر القرنين الإعدادية ، التابعة لإدارة الباجور التعليمية بمحافظة المنوفية ،حيث تم تطبيق اختبار في التحصيل في مادة الهندسة المستوية بعد انتهاء التلاميذ من دراسة المنهج ، وقد أظهرت نتيجة الاختبار وجود تدني في تحصيل التلاميذ حيث بلغ المتوسط الحسابي لإجابة التلاميذ علي الاختبار (٣٠, ١٢) والنسبة المئوية (٤٠%) ٠

كما تم تطبيق اختبار في التفكير الإبداعي علي نفس العينة وكشف تحليل النتائج عن وجود تدني في مهارات التفكير الإبداعي ككل حيث أن(٦٠%) من تلاميذ العينة حصلوا على أقل من نصف الدرجة النهائية من بينهم(١٠%) حصلوا على الدرجة (صفر). (إعداد مكة البنا،٢٠٠٧)

ثالثاً: اهتمت الدراسات السابقة بوضع برامج لاكتساب مفاهيم ومهارات هندسة الفراكتال ولم تهتم بتضمين هندسة الفراكتال في مناهج الرياضيات المدرسية بالمراحل التعليمية المختلفة٠

مما سبق عرضه يتضح أهمية تنمية التحصيل والتفكير الإبداعي في الرياضيات ، وأن مناهج الهندسة الحالية وخاصة المرحلة الإعدادية لا تهتم بتضمين خصائص هندسة الفراكتال ومكوناتها وأنشطتها العديدة فيها، وتركز على تعليم المفاهيم والمهارات الأساسية من خلال موضوعات الهندسة المختلفة ، الأمر الذي يعوق تنمية الإبداع في الهندسة ، وهذا ما دعا الباحث لمحاولة إعداد برنامجاً تعليمياً في الهندسة المستوية قائم علي هندسة الفراكتال ودراسة أثره علي تنمية التحصيل والتفكير الإبداعي في الرياضيات ٠

وتحددت مشكلة البحث الحالي في الإجابة علي السؤال الرئيس الآتي :

ما فاعلية برنامج مقترح في تدريس هندسة المرحلة الإعدادية باستخدام هندسة الفراكتال في تنمية التحصيل والتفكير الإبداعي لدي طلاب المرحلة ؟

وتتطلب الإجابة عن هذا السؤال الرئيس الإجابة عن الأسئلة الفرعية التالية:

١- ما صورة برنامج في هندسة المرحلة الإعدادية قائم علي هندسة الفراكتال لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي ؟

٢- ما فاعلية البرنامج المقترح في تنمية التحصيل لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي؟

٣- ما فاعلية البرنامج المقترح في تنمية التفكير الإبداعي لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي ؟

أهمية البحث: قد تفيد نتائج البحث الحالي في:

١- **المتعلمين:** تعريف المتعلمين بأهمية الهندسة في كثير من المجالات الحياتية وفي الطبيعة من حولنا من خلال تدريس بعض موضوعات هندسة الفراكتال.

٢- **المعلمين:** يساعد البحث معلمي المرحلة الإعدادية علي التعرف علي خصائص هندسة الفراكتال التي يجب إكسابها وتأكيد تعلمها لتلاميذ هذه المرحلة.

٣- **الموجهين:** مساعدة القائمين على توجيه الرياضيات بصفة عامة وتدريس الهندسة بصفة خاصة على استخدام إستراتيجيات غير نمطية في تدريس الهندسة .

٤- **مخططي المناهج:** توجيه نظر القائمين علي تخطيط وتطوير مناهج الرياضيات بضرورة تضمين هندسة الفراكتال ضمن محتوي مقرر الهندسة المستوية في المرحلة الإعدادية ، والتي يمكن من خلالها تنمية تحصيل التلاميذ في مقرر الهندسة ، وتنمية التفكير الإبداعي في الرياضيات.

٥- **الباحثين:** تقديم توصيات ومقترحات للباحثين تفتح المجال أمامهم لدراسات بحثية أخري.

حدود البحث: اقتصر البحث الحالي علي :

١- مجموعة من تلاميذ الصف الأول الإعدادي بمدرستي كفر القرينين الإعدادية والجزيرة الشرقية للتعليم الأساسي التابعتين لإدارة الباجور التعليمية بمحافظة المنوفية كمجموعتين ضابطة وتجريبية ٠

٢- موضوعات منهج الهندسة المستوية المقرر علي تلاميذ الصف الأول الإعدادي الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠١٥ / ٢٠١٦

منهج الدراسة:

١- المنهج الوصفي في الاطلاع علي البحوث والدراسات السابقة لإعداد البرنامج المقترح وإعداد أدوات البحث.

٢- يتبع البحث المنهج شبه التجريبي حيث يستخدم الباحث التصميم التجريبي للمجموعتين تجريبية وضابطة ذات التطبيق (القبلى- البعدى) ٠

أدوات البحث:

تمثلت أدوات البحث الحالي في :

١- اختبار تحصيلي في الهندسة المستوية لتلاميذ الصف الأول الإعدادي٠

مستوياته (التذكر ، الاستيعاب ، حل المشكلات) ٠ (إعداد الباحث)

٢- اختبار في التفكير الإبداعي لتلاميذ الصف الأول الإعدادي ٠

الأبعاد التي يتناولها (الطلاقة ،المرونة ،الأصالة ،الحساسية للمشكلات)٠(إعداد الباحث)

إجراءات البحث:

للإجابة عن أسئلة البحث سار البحث وفق الخطوات الآتية :

١- الاطلاع علي البحوث والدراسات السابقة الخاصة بهندسة الفراكتال ودراستها وتحليلها٠

٢- تحليل محتوي منهج الهندسة المقرر علي تلاميذ الصف الأول الإعدادي لتحديد الموضوعات التي تتناسب مع مفاهيم وموضوعات هندسة الفراكتال.

٣- إعداد البرنامج التعليمي وفقاً للخطوات التالية:

(٣-١) تحديد فلسفة البرنامج والتي تقوم علي تضمين هندسة الفراكتال في مناهج الهندسة المستوية الحالية لتلاميذ الصف الأول الإعدادي.
(٣-٢) تحديد أسس بناء البرنامج من حيث : طبيعة تلاميذ المرحلة الإعدادية والأهداف والمحتوى وطرائق التدريس وأساليب التقويم والوسائل والأنشطة.
(٣-٣) تحديد أهداف البرنامج : تتحد أهداف البرنامج التعليمي في قسمين رئيسيين هما:
* أهداف تعليمية : وهي أهداف عامة توضح النتيجة النهائية لعملية التعلم لجميع عناصر البرنامج والأجزاء المكونة له .
* أهداف سلوكية : وهي تصف السلوك النهائي الذي يتوقع المعلم أن يصل إليه التلميذ في نهاية كل درس في إطار الأهداف العامة للبرنامج المتوقع الوصول إليها.
(٣-٤) تحديد محتوي البرنامج : يتم تحديد محتوي البرنامج في ضوء الأسس السابقة.
(٣-٥) تحديد استراتيجيات التدريس : سوف يستخدم الباحث استراتيجيات متنوعة لتدريس محتوى البرنامج المقترح بما يتفق مع المحتوى والهدف منه، ومن هذه الإستراتيجيات: (التعلم التعاوني – الطريقة المعملية – العصف الذهني).
(٣-٦) الأنشطة التعليمية : وتشمل علي كل ما يقوم به الباحث والتلاميذ من أنشطة باستخدام بعض الوسائل التعليمية مثل (الورق المقوي – أوراق الرسم البياني – الأدوات الهندسية) ، كما يمكن الاستعانة ببعض النباتات الطبيعية مثل نبات القرنبيط لتوضيح بعض خصائص هندسة الفراكتال، وكذلك يمكن استخدام جهاز الكمبيوتر لعرض بعض الأشكال الفراكتالية.
(٣-٧) تحديد أساليب التقويم : في ضوء أسس تقويم البرنامج المقترح وفى ضوء استراتيجيات التدريس المختلفة المتبعة ستتنوع تبعا لذلك أساليب التقويم، حيث سيتم التقويم على مرحلتين: (التقويم البنائى - التقويم النهائى).
(٣-٨) إعداد كتيب التلميذ.
(٣-٩) إعداد دليل المعلم.

٤- إعداد أدوات البحث وتشمل اختبار في التحصيل واختبار في التفكير الإبداعي وعرضها علي مجموعة من المحكمين للتحقق من صدقها وثباتها .
٥- عرض البرنامج في صورته الأولية علي السادة المحكمين وتعديله في ضوء آرائهم.
٦- اختيار عينة البحث من تلاميذ الصف الأول الإعدادي وتقسيمها إلي مجموعتين تجريبية وضابطة .
٧- تطبيق أدوات البحث قبليا .

٧- تدريس البرنامج المقترح في الهندسة المستوية للمجموعة التجريبية ، بينما الضابطة تدرس بالمحتوي العادي ٠
٩- تطبيق أدوات البحث بعدياً علي عينة البحث ٠
١٠- إجراء المعالجة الإحصائية المناسبة للبيانات لاختبار صحة الفروض والإجابة عن أسئلة البحث.
١١- عرض النتائج وتفسيرها.
١٢- تقديم التوصيات والأبحاث المقترحة.

مصطلحات البحث:

*** البرنامج التعليمي:**

يعرفه البحث الحالي إجرائياً علي أنه نسق أو منظومة تدريس مكونة من مجموعة من الدروس تم إعدادها عن طريق إعادة صياغة محتوي منهج الهندسة المستوية المقرر علي تلاميذ الصف الأول الإعدادي بتضمين هندسة الفراكتال فيه، والتي تتضمن مجموعة المعلومات والخبرات التعليمية المتكاملة والمترابطة والمنظمة بما تشمله من مفاهيم وعلاقات وتطبيقات وأنشطة (صفية ولا صفية) والتي تدرس باستخدام استراتيجيات التعلم التعاوني والطريقة المعملية والعصف الذهني ، بهدف تنمية التحصيل والتفكير الإبداعي لدي تلاميذ الصف الأول الإعدادي ٠

*** هندسة الفراكتال: Fractal Geometry**

تأتي كلمة فراكتال من الفعل اللاتيني Franger ويعني يفتت أو يكسر ، أو من الكلمة اللاتينية Fractions وتعني تفتيت أو تكسير لتكوين أجزاء غير منتظمة ومعقدة، واستخدمها ماندلبروت لتدل على الطبيعة المجزأة وغير النظامية للأشكال الطبيعية التي تبدو مفتتة وغير مستوية في أشكال مركبة ، مثل التغيرات المتعرجة جداً لساحل البحر. (ريتشارد تيلور،٢٠٠٣ : ٢٣٩)

وتعرفها (انجي توفيق أحمد ،٢٠١١ :٢٦) بأنها فرع الهندسة الذي يهتم بدراسة الأشكال الهندسية غير المنتظمة وذات تفاصيل لانهائية والتي تظهر في الأشياء في الطبيعة، وهذه التراكيب لها من الخصائص التي تميزها عن غيرها من الأبعاد الهندسية مثل التشبه الذاتي والتكرار المرحلي والبعد الفراكتالي.

ويعرفها الباحث إجرائياً : بأنها شكل هندسي غير منتظم ينتج من تكرار عملية معينة تسمي المولد ، ويمكن تقسيمه إلي عدد لا نهائي من الأجزاء المتشابهة ذاتياً بمقاييس مختلفة حيث كل جزء هو صورة مصغرة من الشكل الأصلي.

التفكير الإبداعي: Creative Thinking

عرفه (حازم عبد الله أحمد ، ٢٠١٥ :٧٦) بأنه قدرة المتعلم علي إنتاج أكبر كم من الأفكار(طلاقة)، والتنوع بين الأفكار (المرونة)، وإنتاج أفكار ذات قيمة (أصالة) عند مواجهه مشكلة هندسية.

ويعرف الباحث التفكير الإبداعي إجرائياً: بأنه قدرة تلاميذ الصف الأول الإعدادي علي إنتاج أشياء أو أفكار جديدة أو حلول متنوعة للمشكلات وتتميز هذه الأفكار أو الحلول بالطلاقة والمرونة والأصالة والحساسية للمشكلات، ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في اختبار التفكير الإبداعي في مادة الرياضيات.

الإطار النظري والدراسات السابقة:

أولاً: هندسة الفراكتال

نشأة وتطور هندسة الفراكتال :

هندسة الفراكتال هي فرع من الرياضيات يركز على النماذج غير المنتظمة والأشكال التي توجد في الطبيعة والتي لها بعد غير صحيح أو بعد كسوري ، وبالرغم من أن أصول هذه الهندسة ترجع إلى أواخر القرن التاسع عشر وبدايات القرن العشرين، إلا أن إعادة ولادتها تعود إلى الرياضي البولندي بينوا ماندلبروت كما تعود أو تنسب الهندسة الاقليدية إلى إقليدس، وكان ماندلبروت هو أول من فكر في هذه الهندسة من خلال تأمله للأشكال المحيطة، بنا فلا نجد حولنا بشكل واضح ومحدد ودقيق خطوط مستقيمة أو دوائر أو مربعات أو خطوط متوازية، فسأل ماندلبروت نفسه ما نوع الهندسة التي تمكننا من دراسة تلك الأشكال المعقدة حولنا وبالطبع كان من الواضح أنها ليست الهندسة الاقليدية ٠ (Crayton, 1998)

إن الهندسة الاقليدية أو الكلاسيكية تعطى فكرة تقريبية عن مكونات الأشياء الطبيعية، وتمثل اللغة التي نستخدمها عند تصميم شكل يحاكى الشكل الطبيعي، لكن الهندسة الكسورية تعتبر امتداد للهندسة الكلاسيكية حيث تمكننا من عمل نماذج دقيقة للمكونات الطبيعية للأشكال بداية من أوراق الشجر إلى المجرات والكواكب (Barnsley, 1988)، حيث أن الفلسفة الأساسية التي تقوم عليها الهندسة الكسورية هي الطبيعة، أي

أنه مهما كان الشكل معقد أو كان سلوكه الحركي في النظام معقد، فبالنظر في هذا الشكل أو النظام بدقة شديدة وبشيء من التخيل والتحليل نجد أحد الظواهر في أحد المستويات يشبه الشكل كله في مستويات أخرى. (Turner, Blackledge and Andrews, 1998)

وترجع جذور هذه الهندسة (هندسة الفراكتال) إلى زمن طويل على يد العديد من علماء الرياضيات والتي أطلق عليها في هذا الوقت اسم الهندسة الكسورية الكلاسيكية (Crill, & others, 1991)، ومن هؤلاء العلماء البرت Albrecht Durer (١٤٧١-١٥٢٨)، فاتو Pierre Fatou (١٨٧٨- ١٩٢٩)، هلبرت David Hilbert (١٨٦٢-١٩٤٣)، جاستون Gaston Julia (١٨٩٣-١٩٧٨)، ومرت الهندسة الكسورية بالعديد من المراحل والتطورات حتى أصبح لدينا الهندسة الكسورية المعاصرة على يد علماء آخرين استفادوا من إسهامات العلماء السابقين مثل كانتورGeorge Cantor (١٨٤٥-١٩١٨)، بيانو Giuseppe Peano (١٨٥٨-١٩٣٢)، فون كوخ Helge Von Koch (١٨٧٠-١٩٢٤)، سيربينسكي Waclaw Sierpinski (١٨٨٢-١٩٦٩) وآخرون، إلا أن الفضل يرجع إلى بينوا ماندلبروت Benoit Mandelbrot في وضع أسس هذه الهندسة في تقرير كتب باللغة الفرنسية عام ١٩٧٥ ونشر بالإنجليزية عام ١٩٧٧ وقام ماندلبروت عام ١٩٨٣ بنشر كتابه The Fractal Geometry of Nature الذي عرض فيه العديد من المفاهيم الكسورية وأمثلة ونماذج كسورية عديدة ووضح كيفية ربطها بالطبيعة، لهذا يطلق عليه والد الهندسة الكسورية.

(Mandelbrot, 1983)، (Lornell & Westerberg, 1999).

مفهوم هندسة الفراكتال وخواصها :

تأتي كلمة فراكتال من الفعل اللاتيني Franger ويعني يفتت أو يكسر ، أو من الكلمة اللاتينية Fractions وتعني تفتيت أو تكسير لتكوين أجزاء غير منتظمة ومعقدة، واستخدمها ماندلبروت لتدل على الطبيعة المجزأة وغير النظامية للأشكال الطبيعية التي تبدو مفتتة وغير مستوية في أشكال مركبة، مثل التغيرات المتعرجة جداً لساحل البحر. (ريتشارد تيلور،٢٠٠٣ : ٢٣٩)

وقد عرف ماندلبروت مصطلح الفراكتال علي أنه الشكل الهندسي الخشن (أو ذو الانكسارات) الذي يمكن تقسيمه إلي أجزاء كل منها هو تصغير للشكل لعديد من المقاييس ٠(McKee,1997 :203)

ويعرف جلايك الفراكتال بأنه " الشكل الهندسي الخشن ذو انكسارات الذي يمكن تقسيمه إلي أجزاء كل منها هو تصغير للشكل للعديد من المقاييس أي أنه يتكرر من نسق معين

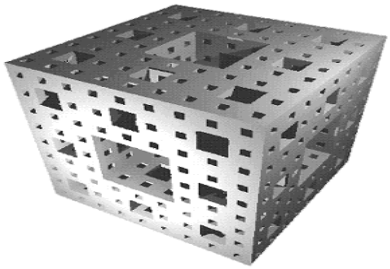
علي مستويات أقل وأقل إلي ملايين المرات فيبدو للعين المجردة عشوائياً وهو يتميز بأنه كسري الأبعاد". (جيمس جلايك ، ٢٠٠٠ : ٢٤٥)
كما عرف بيك (Beck, 2004:213) هندسة الفراكتال علي أنها "أى نموذج هندسي يظهر درجة أو مستوى عالي من التعقيد كلما كبر أو توسع هذا النموذج " ٠
وتري راندي أن هندسة الفراكتال توصف بأنها هندسة الطبيعة نظراً لارتباطها بالعوامل الطبيعية مثل النباتات ، والخلايا البكتيرية ، والشرايين الدموية في جسم الإنسان وغيرها (سوسن موافي ، ٢٠٠٤: ١١) ٠
بينما يعرفها (رضا أبو علوان ، ٢٠٠٧: ١٠) علي أنها تلك التراكيب الهندسية في الأشياء الطبيعية وهذه التراكيب لها خصائص تميزها عن غيرها من الأبعاد الهندسية ، وهي بذلك ترتبط ببحث الجزئيات الصغيرة والمتناهية في الصغر المكونة لتلك الأشياء في الطبيعة ، وتتسم بأنها :
* أشكال هندسية غير منتظمة تتكون من أجزاء غير منتهية متداخلة بمختلف القياسات، تنتج من تكرار المعادلات اللاخطية ٠
* أشكال هندسية نتجت أو نمت نتيجة تطبيق بعض القواعد الرياضية عليها ، وهذه القواعد تأخذ الشكل الأساسي وتنقله من خطوة إلي خطوة إما بالإضافة إليه أو بتطويره ، وهذه العمليات يمكن أن تتكرر بعدد غير منته من المرات٠
* أشكال هندسية تنتج من تقسيم الشكل الأساسي إلي أجزاء صغيرة ، وكل جزء هو صورة مصغرة من الشكل الأساسي ٠
يتضح من التعريفات السابقة أن هندسة الفراكتال توصف بأنها هندسة الطبيعة نظراً لارتباطها بالعوامل الطبيعية مثل النباتات ، والخلايا البكتيرية ، والشرايين الدموية في جسم الإنسان ، وهي أشكال كسورية تنتج من تقسيم الشكل الأساسي إلي أجزاء صغيرة، وكل جزء هو صورة مصغرة من الشكل الأساسي، أن هذه الهندسة لها خواص مثل التكرار المرحلي، والتشابه الذاتي، والبعد الفراكتالي والتي سوف نوضحها فيما يلي:

خواص هندسة الفراكتال:

التكرار Iteration

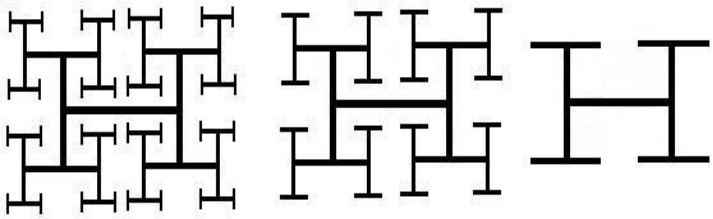
يقصد بالفعل Iterate تكرار، أي استخدام نواتج أي دالة أو عملية في أي مرحلة كقيمة لنفس الدالة في المرحلة التالية (Thomas, 2002: 49)، أي أن التكرار هو عملية يكون خلالها مخرج المرحلة الأولى هو مدخل للمرحلة التالية (Kelly, 1999:112).
إن الأشكال الكسورية تتكون نتيجة لتكرار إجراءات بسيطة مرات ومرات، فينتج عنها شكل كسوري يبدو معقد ومن الأمثلة على ذلك الشكل الكسوري الذي يطلق عليه

Menger Sponge، والذي يوضحه شكل(١) والذي يتكون عن طريق البدء بمكعب وتحويله عن طريق حذف جزء معين منه وهو المكعب الأوسط وتكرار هذه العملية (عملية الحذف) عدة مرات على كل مكعب ينتج من المرحلة السابقة، وهناك أمثلة كثيرة لأشكال كسورية يتضح من خلالها التكرار كما في مثلث سيربينسكي وفئة كانتور وبلورة الثلج لفون كوخ .



شكل (١) التكرار في Menger Sponge

والتكرار يمكن أن يوجد في حالات كثيرة سواء على أشكال طبيعية مثل نبات القرنبيط أو نبات السرخس، كما يمكن أن يتم على أشكال هندسية مثل القطعة المستقيمة والمثلث والمربع أو المكعب كما سبق الإشارة إلى ذلك، ومن الممكن إجراء عملية التكرار على أشياء أخرى كثيرة والحصول على أشكال كسورية رائعة كما يوضحه شكل (٢) الذي يمثل تكرار لحرف H ولكن بمستويات قياس مختلفة بحيث يبدأ تكوين الشكل من المقياس الأكبر إلى الأصغر.



شكل (٢) تكرار الحرف H

والتكرار يمكن أن نلاحظه أيضا في نظم الأعداد المختلفة، فمثلا إذا أخذنا في الاعتبار مجموعة الأعداد الكبيرة نجد أنها في البداية عبارة عن أعداد صغيرة حيث إن العشرات ما هي إلا تجميع لعشر وحدات، والمئات ما هي إلا تجميع للعشرات والآلاف تجميع للمئات وهكذا، ومن المفاهيم العددية الأخرى التي يتضح فيها مفهوم التكرار هو مفهوم اللانهاية، فمن المعروف أنه توجد عدة لا نهائيات فإذ اعتبرنا أن مجموعة الأعداد

الحقيقية لها نهاية معينة، وأخذنا منها مجموعة الأعداد الصحيحة كمجموعة جزئية منها نجد أن لها ما لانهاية خاصة بها، وبالمثل إذا أخذنا منها مجموعة الأعداد الطبيعية ثم مجموعة الكسور العشرية الموجودة بين أي عددين طبيعيين وهكذا.

-٢(Lauwerier, 1991:112)

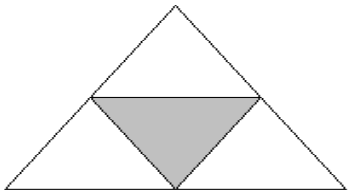
المولد Generator

هو الجزء أو العملية التي يتم تكرارها عدد من المرات في أي شكل لتكوين شكل كسوري، ويختلف هذا المولد من شكل لآخر ويتصف هذا المولد بالثبات في الشكل الواحد وهو الذي يؤدى إلى خاصية التشابه الذاتي في الشكل الكسوري ويحافظ عليها (Thomas, 2002:52)، ومن الأمثلة على المولد في بعض الأشكال الكسورية ما يلي:

المولد في بلورة الثلج لفون كوخ كما يوضحه شكل (٣) والذي يحل محل كل قطعة مستقيمة في الشكل والذي كان بدايته مثلث متساوي الأضلاع .

شكل (٣) المولد في بلورة الثلج لفون كوخ

المولد في مثلث سيربينسكي كما يوضحه شكل (٤) والذي يمثل حذف المثلث الأوسط الناتج عن تحديد منتصف أضلاع مثلث متساوي الأضلاع والتوصيل بينها.



شكل (٤) المولد في مثلث سيربينسكي

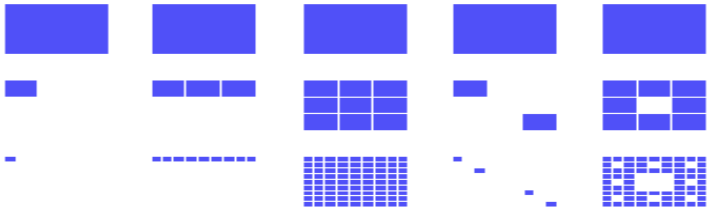
٣- التشابه الذاتي self- similarity

إن التشابه الذاتي يعتبر من أهم الخواص التي يجب توافرهـا في الشكل الكسوري، ويقصد به أن أي جـزء من الكل يشبه الكل، أو أن كل جـزء أصغر يشبه الشكل

الأصلي (Lornell&Westerberg,1999:118)، (Kelly, 1999:114)، (Cibes, 1990:150)، أي أن الشكل يشبه نفسه في جميع المقاييس بحيث يكون أي جزء من الشكل الأصلي يحتوى على نسخة مشابهة تماما للشكل الأصلي إذا تم تكبيره بالقدر الكافي (Crayton, 1998:276)، (ريتشارد تيلور،٢٠٠٣ :٢٤٠)، ويمكن تعريف الهندسة الكسورية باستخدام أحد خواصها حيث عرفت بأنها منحنيات غير منتظمة تتصف بالتشابه الذاتي (Kern& Mauk, 1990:105)، لهذا فأي شكل يتكون من مجموعة من النماذج المصغرة له نفسه يطلق عليه متشابه ذاتيا (Thomas, 2002:54)، بمعنى أن اى نموذج يمكن أن يكون أصغر أو أكبر أو تم تدويره أو تحويله لكن يظل محافظاً على خصائصه مهما كانت العملية الهندسية التي تم إجراؤها (Lorenz, 2003:262)، ولهذا تعتبر الأشكال الكسورية مستقلة من حيث القياس بمعنى أنه لا يمكن تحديد ما إذا كنا نتعامل مع الشكل الأصلي أو جزء أصغر منه لما تمتاز به من تشابه ذاتي والتي تجعل أجزاء الشكل والشكل الأصلي متشابهة سواء نظرت إليها عن قرب أو بعد٠(Naylor, 1999:360)

وتتميز هندسة الفراكتال بخصائص أساسية تميزها عن باقي فروع الرياضيات وتجعلها من الفروع الشيقة التي تجذب الفرض للبحث فيها ومحاولة معرفة كل ما هو حديد وشيق ومن هذه الخصائص التشابه الذاتي والبعد الفراكتالي. (Patrazlek , 2011 : 2)

وتتحقق خاصية التشابه الذاتي عن طريق تكرار عملية معينة عدد من المرات على شكل أو منحنى، والشكلان التاليان يوضحان ذلك حيث نجد أن شكل (٥) يمثل مجموعة متنوعة من العمليات التي تتم على المربع، ويتضح من خلال المراحل المختلفة لتلك العمليات أن المربع يحافظ على خصائصه من حيث الشكل والاختلاف في الأبعاد وعدد المربعات في الشكل.



شكل (٥) التشابه الذاتي في المربع

كما تتضح خاصية التشابه الذاتي في العديد من الأشكال حولنا في الطبيعة، كما يوضح ذلك شكل (٦) لنبات القرنبيط ونبات السرخس وأوراق الشجر الذي يتضح منهما مدى تشابه الأجزاء الصغيرة للنبات بالشكل العام له ككل.

شكل (٦) التشابه الذاتي في الأشكال الطبيعية

٤- البعد الكسوري Fractal dimension

مفهوم أبعاد الشكل في الرياضيات المدرسية وفى الهندسة الاقليدية، يمكن أن يعبر عنها بالاتجاهات اللازمة لرسم الشكل، ويمكن أيضا أن يعبر عنها باستخدام مفهوم الإحداثيات لتحديد موضع لكل نقطة (Lorenz, 2003)، فالنقطة أبعادها صفر لأنها لا تحتوى على طول أو عرض أو ارتفاع، ولكن الخط المستقيم الذي يتكون من عدد لا نهائي من النقط فله بعد واحد وهو الطول، والمستوى ذو بعدين هما الطول والعرض والمجسمات لها ثلاثة أبعاد تمثل الطول والعرض والارتفاع، ولكن الهندسة الكسورية تختلف في هذه الخاصية عن الهندسة الاقليدية.

فأبعاد الشكل الكسوري توضح مدى ما يوجد بالشكل من نتوءات أو توضح درجة عدم انتظام، وأيضا يوضح كيف يتكون الشكل كلما زادت عدد مرات التكرار، فنجد أن الأشكال غير المنتظمة مثل مثلث سيربينسكي الذي يحتوى على العديد من النتوءات لا تساوى أبعاده عدداً صحيح، بالرغم من أن حدود هذا الشكل عبارة عن خطوط مستقيمة (Biehl, 1999)، أي أن الأشكال الكسورية تمتاز بأن أبعادها تمثل بعدد صحيح أو غير صحيح ولهذا يطلق عليها أشكال ذات أبعاد كسورية (Cibes, 1990)، فالبعد الكسوري يعطى بعدد حقيقي موجب يوضح مقدار انحناءات الشكل أو المنحنى (Kern& Mauk, 1990)، ويمكن تعريف البعد الكسوري بأنه القيمة المرفوع إليها (أس) عدد الأشكال المتشابهة ذاتيا ومعامل التكبير للشكل الذي تم تقسيمه، والبعد الكسوري يقيس مدى تعقد شكل متشابه ذاتيا، أو عدد النقاط الموجودة في فئة أو شكل معطى (Robert, 1995).

إيجاد بعد شكل كسوري :

يمكن إيجاد قيمة بعد أي شكل كسوري باستخدام Hausdorff Dimension (D)، وحيث إن الشكل الكسوري يتكون من مجموعة من النماذج المصغرة المشابهة ذاتيا للشكل الأصلي، الذي يعبر عنه بالعلاقة التالية (Biehl, 1999:112-114) فإنه يمكن التعبير عن أبعاد الشكل الكسوري بالعلاقة التالية:

حيث $م = (\frac{ل}{ل_1})^{س}$

م : عدد الأشكال الصغيرة التي تشبه الشكل الأصلي.

س : بعد الشكل.

ل : طول ضلع الشكل الأصلي.

ل١ : طول ضلع الأشكال الصغيرة.

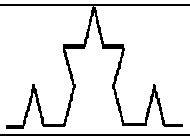
ويمكن إيجاد قيمة بعد الشكل باستخدام اللوغاريتمات بالعلاقة التالية:

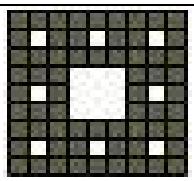
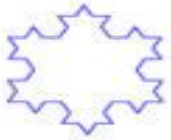
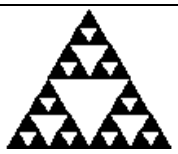
$$س = \frac{\text{لو } م}{\text{لو } \frac{ل}{ل_1}}$$

$$\text{بعد الشكل} = \frac{\text{لو عدد الأشكال الصغيرة}}{\text{لو } \frac{\text{طول الشكل الأصلي}}{\text{طول الشكل الأصغر}}}$$

ويوضح جدول (١) أبعاد بعض الأشكال الفراكتالية والبيانات اللازمة للتحقق من قيمة أبعاد كل شكل مع اعتبار أن طول ضلع الشكل الأصلي يمثل الوحدة:

جدول (١) أبعاد بعض الأشكال الكسورية

م	الشكل	عدد الأشكال المقسم إليها الشكل	طول ضلع الشكل الأصغر	قيمة بعد الشكل
١		١٦ قطعة مستقيمة	١/٩ (تسع)	١.٢٦

٢		٦٤ مربع	١/٩(تسع)	١.٨٩
٣		٦٤ قطعة مستقيمة	١/٩(تسع)	١.٨٩
٤		٢٧ مثلث	١/٨(ثمن)	١.٥٨

أهمية هندسة الفراكتال وأهدافها :

١ ـ أهمية هندسة الفراكتال :

لهندسة الفراكتال دور كبير في شرح بعض الخواص الرياضية التي يتم التركيز عليها في الرياضيات المدرسية ، كما يمكن تنمية العديد من المفاهيم الرياضية من خلالها مثل نظم الأعداد ، المتتابعات والمتسلسلات، والنهايات، بالإضافة إلى تنمية بعض المفاهيم الجديدة مثل مفهوم Iteration, Self-Similarity, Fractal dimensions، وتنمية العديد من المهارات مثل التحقق من بعض المفاهيم بالإضافة إلى المهارات العملية والعقلية (Simmt& Davis, 1998). لأن خصائص الأشكال الكسورية من الأمور التي تدعو الطلاب إلى الإعجاب ، وعدم التصديق ، والشعور بالإحباط وغير ذلك من المشاعر، خصوصاً وأنه هناك العديد من الأشياء فى الحياة الطبيعية لها هذه الخواص مثل أن جسم الإنسان يحتوى على أميال من الأوعية الدموية في حجم محدود، وأن أوراق الشجر تنتج قيمة ضخمة من مساحة السطح مع حجم محدود أيضا (Lornell& Westerberg, 1999)، يجب أن نجيب عن التساؤل الآتي:

لماذا يجب أن تحتوى مناهج الرياضيات بالمرحلة الإعدادية على هندسة الفراكتال ؟

تؤكد بعض الدراسات علي ضرورة تضمين الرياضيات المدرسية بالمراحل التعليمية المختلفة لموضوعات هندسة الفراكتال:

دراسة هينز: (Heinz &etal , 1992) والتي هدفت إلي ضرورة تضمين الرياضيات المدرسية بالمراحل التعليمية المختلفة موضوعات هندسة الفراكتال لما لها من أهمية تطبيقية وتأثير فعال علي تنمية إحساس الطلاب بالطبيعة ، وإدراكهم لجمال الأشكال الهندسية ، وإثارة التفكير الرياضي لديهم من خلال إدراكهم للمفاهيم الأساسية لهندسة الفراكتال ٠

وفي نفس المجال بحث فاك : (Vacc , 1992) في مدي إمكانية تدريس المفاهيم الأساسية لهندسة الفراكتال لأطفال المرحلة الابتدائية ، وأظهرت الدراسة أن المفاهيم البسيطة لهندسة الفراكتال مناسبة لمنهج الرياضيات بالمرحلة الابتدائية ٠

وهدفت دراسة لانجيل (Langille, 1997) إلي تنمية إحساس الطلاب نحو هندسة الفراكتال ، حيث تم تقديم هندسة الفراكتال لاثني عشر فصلاً في الرياضيات ، وقد أظهرت النتائج أهمية تدريس بعض موضوعات الفراكتال ، وخاصة التشابه الذاتي والتكرار المرحلي ، وأهمية تدريس تطبيقات هندسة الفراكتال في الطبيعة بطريقة حلزونية

بينما قدم ماكي (McKee , 1997) دراسة لبيان مدي ارتباط أنشطة وموضوعات في هندسة الفراكتال تم تقديمها لطلاب الصف التاسع بموضوعات الرياضيات المدرسية المقررة عليهم، وقد دلت النتائج علي وجود ارتباطات قوية بين الرياضيات المدرسية وموضوعات هندسة الفراكتال ، كما زادت ثقة الطلاب وإدراكهم لكيفية تكوين الأشكال وكيفية عمل التكرارات، واكتشاف التشابه الذاتي في الأشكال الهندسية والأشياء في الطبيعة٠

وفي دراسة لكامب (Camp,1999) استخدم فيها المدخل التاريخي لتقديم تصور حول هندسة الفراكتال ، وذلك من خلال تقديم اكتشافات ماندلبروت والتوصل إلي خصائص هندسة الفراكتال ، توصلت الدراسة إلي أهمية تضمين برامج تعليم الرياضيات بالمراحل التعليمية المختلفة علي تطبيقات لهندسة الفراكتال ٠

وفي مجال إعداد معلمي الرياضيات هدفت دراسة (رضا أبو علوان ،٢٠٠١) إلي إعداد وحدة في الهندسة الكسورية يمكن تضمينها في برنامج إعداد معلمي الرياضيات بكليات التربية ، وتوصلت الدراسة إلي ارتفاع متوسط درجات الطلاب المعلمين في الاختبار التحصيلي البعدي ، كما أظهرت إمكانية اكتساب معلمي الرياضيات المعارف والمهارات المتضمنة في الهندسة الكسورية ٠

كما هدفت دراسة (Stigler &etal , 2003) إلي وصف هندسة الفراكتال في مناهج الرياضيات في المدارس العليا ، وتوصلت الدراسة إلي ضرورة إدخال هندسة الفراكتال في مناهج الرياضيات لأنها تربط بين كثير من المواد وبين العديد من التطبيقات العملية ٠

بينما هدفت دراسة (أمل الشحات ، ٢٠٠٦) إلي التعرف علي اثر برنامج مقترح في الهندسة الكسورية باستخدام الكمبيوتر للطلاب المتفوقين بالمرحلة الثانوية على التحصيل والاتجاه نحو الرياضيات ، وتوصلت النتائج إلي أن البرنامج له أثر كبير في تنمية التحصيل والاتجاه نحو الرياضيات لدي الطلاب عينة الدراسة٠

كما هدفت دراسة (وائل عبد الله ،٢٠٠٨) إلى قياس فاعلية وحدة في هندسة الفراكتال باستخدام الكمبيوتر في تنمية مهارات التفكير البصري و الميل نحو الرياضيات الديناميكية لدى التلاميذ المرحلة الابتدائية ، وتوصلت النتائج إلى أن هناك علاقة قوية بين التفكير البصري و هندسة الفراكتال وإلى فاعلية الوحدة في تنمية مهارات التفكير البصري و الميل نظرا لتنوع الأنشطة و استخدام الكتاب الالكتروني .

وهدفت دراسة (وئام محمد ، ٢٠١٠) إلي التعرف علي فاعلية برنامج تدريبي قائم علي هندسة الفراكتال لتنمية مهارات حل المشكلات الهندسية والتفكير الرياضي والإبداعي لدي معلمات الرياضيات بالمرحلة المتوسطة بمدينة جدة ، وتوصلت النتائج إلي أن هندسة الفراكتال لها تأثير علي تنمية مهارات حل المشكلات الهندسية والتفكير الرياضي والإبداعي لدي المعلمات ، وأوصت الباحثة بالاهتمام بهندسة الفراكتال وتضمينها في المقررات الدراسية ٠

كما هدفت دراسة (طه علي أحمد علي ،٢٠١١) إلى التعرف على فاعلية برنامج مقترح في هندسة الفراكتال قائم علي التعلم الخليط في التحصيل المعرفي وتنمية التفكير الابتكاري وتذوق جمال الرياضيات لدي طلاب كلية التربية ، وتوصلت النتائج إلي أن البرنامج له أثر كبير في تنمية التفكير الابتكاري في الرياضيات وتذوق جمال الرياضيات لدي الطلاب المعلمين مجموعة الدراسة٠

وفي المرحلة الابتدائية هدفت دراسة (وليد القاضي ، ٢٠١٢) إلي التحقق من فاعلية تدريس وحدة مقترحة قائمة علي هندسة الفراكتال في تنمية التحصيل والتفكير الإبداعي لدي تلاميذ المرحلة الابتدائية، وتوصلت النتائج إلي وجود فرق دال إحصائية بين متوسطي درجات التلاميذ في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار التحصيل

والتفكير الإبداعي في هندسة الفراكتال لصالح التطبيق البعدي، وأوصي الباحث بالاهتمام بهندسة الفراكتال وتضمينها في المقررات الدراسية ٠

كما هدفت دراسة (محمد فخري ، ٢٠١٣) إلي التعرف علي فاعلية برنامج تعلم إلكتروني مدمج في تدريس هندسة الفراكتال وتنمية التفكير التحليلي لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية ، وتوصلت النتائج إلي وجود فرق دال إحصائية بين متوسطي درجات التلاميذ في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار التفكير التحليلي لصالح التطبيق البعدي ، وأوصي الباحث بإضافة موضوعات هندسة الفراكتال في مراحل التعليم المختلفة لمواكبة التطور العلمي.

في ضوء نتائج الدراسات السابق عرضها لاحظ الباحث:

بعض الدراسات أكدت علي ضرورة تضمين الرياضيات المدرسية بالمراحل التعليمية المختلفة موضوعات هندسة الفراكتال مثل دراسة (Stigler &etal , 2003)، (رضا أبو علوان ،٢٠٠١)،(Camp,1999)،(Heinz &etal , 1992) لما لها من أهمية تطبيقية وتأثير فعال علي تنمية إحساس الطلاب بالطبيعة وإدراكهم لكيفية تكوين الأشكال وكيفية عمل التكرارات ، واكتشاف التشابه الذاتي في الأشكال الهندسية والأشياء في الطبيعة ٠

قامت الدراسات السابقة بإكساب الموضوعات الأساسية لهندسة الفراكتال بأسلوب علمي مبسط يتناسب مع كل مرحلة دراسية باستخدام طرق ومداخل مختلفة منها استخدام برامج الكمبيوتر مثل (محمد فخري ، ٢٠١٣)، (وائل عبد الله ،٢٠٠٨)، (أمل الشحات ، ٢٠٠٦) ، والمدخل التاريخي مثل (Camp,1999)، والملاحظة والمقابلة والتسجيلات لأنشطة التلاميذ مثل (McKee , 1997) ، وبطريقة حلزونية مثل (Langille, 1997)

أوضحت معظم نتائج الدراسات السابقة فعالية تضمين الرياضيات المدرسية بالمراحل التعليمية المختلفة موضوعات هندسة الفراكتال علي تنمية التحصيل والتفكير الإبداعي٠

٢- أهداف تدريس هندسة الفراكتال:

أشارت (سها توفيق ، ٢٠١٠)، (رضا أبو علوان ،٢٠٠١) إلي أن تدريس مادة الهندسة يهدف إلى إكساب مهارات التفكير الهندسي لدى المتعلمين وكذلك مهارات استخدام أدوات الهندسة للتعبير من خلالها على الأشكال الهندسية وفهم مكوناتها، كما أشارت إلي أن تدريس هندسة الفراكتال يهدف إلى:

(١) إثراء تفكير الطلاب الهندسي بالمعارف والمهارات المرتبطة بهندسة الفراكتال.
(٢) تساعد الطلاب في وصف الأشكال الطبيعية وصفاً مضبوطاً، لأن الأشكال والأجسام في الطبيعة معظمها غير مضبوطة من غير الشكل مثل المربعات والمثلثات وغيرها، بل لها أشكال هندسية معقدة، فتساعد خصائص هندسة الفراكتال في تحديد وصف مضبوط لها.
(٣) تساعد الطلاب في ربط الرياضيات مع الأشياء في البيئة المحيطة بهم، وذلك من خلال تطبيقات هندسة الفراكتال على مجالات عديدة في فهم أشكال الخلية سواء النباتية أو الحيوانية في الأحياء ومكونات وتراكيب الصخور في علوم الأرض وكذلك في علم الهندسة.
(٤) تساعد الطلاب في فهم الرياضيات ذاتها، وذلك من خلال فهم العمليات التكرارية حيث الحاجة إلى الحسابات الرياضية فيها.
(٥) رسم الأشياء الطبيعية من الواقع على شاشات الكمبيوتر.
(٦) تعلم مزج الفنون مع الرياضيات، فتتحول المعادلات من مجرد أرقام أو رموز إلى أشكال ورسومات.
(٧) إكساب الطلاب مهارات الاكتشاف في الرياضيات من خلال مهارات ربط الأشكال في الطبيعة بالخصائص الرياضية لهندسة الفراكتال.
(٨) تعرف مكونات منظور هندسي جديد لم يألفه الطلاب في محتوى الرياضيات.
(٩) هندسة الفراكتال تبرز الجوانب الجمالية في الرياضيات وهو هدف وجداني يمكن تحقيقه من خلال تعلم هندسة الفراكتال .

ثانياً: التفكير الإبداعي:

الإبداع ظاهرة إنسانية طبيعية وليس مقصوراً علي ذوي الموهبة وهذا معناه أن الإبداع موجود لدي البشرية بدرجات متفاوتة وأساليب متنوعة. (سناء حجازي ، ٢٠٠١ : ١٦).

كما أن الإبداع مظهر من مظاهر التحديات التي ظهرت علي الساحة التربوية منذ وقت بعيد وهو يستهدف صناعة البشر علي نحو يجعل منهم صانعي حضارة تفيد البشرية جمعاء. (أحمد اللقاني ، فارعة محمد ، ٢٠٠١ : ١٠٩).

وفي استطاعة كل إنسان أن يكون مبدعاً ومبتكراً ومتفوقاً إذا ما أتيحت له فرصة التنشئة الاجتماعية التي تتعرف استعداداته وتنمي قدراته في الوقت المناسب. (مسعد عويس ، ٢٠٠٢ : ٧٣٥)

وأصل كلمة أبدع في الإنجليزية يشتق من كلمة " Creativeness " أو من " Creativity " أو من كلمة الخلق " Creation " والفعل يخلق معناه من القاموس يخرج إلي الحياة أو ينشئ ويصمم ويخترع أو يكون سبباً ٠ وكلمة أبدع في اللغة العربية غنية بالمعاني المتصلة من قريب بمعني الخلق ، فالبديع والبدع في لسان العرب هو الشيء الذي يكون أولاً ، وابتدعه أي أنشأه وأبدع الشيء أي اخترعه علي غير مثال٠ (مصطفي رجب ، ٢٠٠٧ : ٨)

أما المعني اللغوي للفظ " إبداع " فإنه يشير إلي إيجاد شيء لم يكن موجوداً من قبل أي أنه يشير إلي الجدة ، والمبدع هو أول من أوجد هذا الشيء.(أحمد سيد أحمد ، ٢٠٠٣ : ١١)

إننا في حاجة إلي تنمية عقول لديها القدرة علي الخلق والإبداع ، حتي تتمكن من مواكبة تحديات المستقبل ٠ ويُعَد ذلك مهمة أساسية للتربية والتربويين ، وخاصة المسئولين عن إعداد وتطوير مناهج وطرق تدريس الرياضيات ، فالرياضيات مجالاً خصباً لتنمية الإبداع ، ويعتبر الاهتمام بتنمية الإبداع في التدريس من الاتجاهات الحديثة في تدريس الرياضيات ، وفي ظل النظرة الحديثة ، فإن كل فرد مبدع مع اختلاف الأفراد في مستويات الإبداع ، حيث أن للإبداع مستويات عديدة ٠(سامية عبد العزيز ، ٢٠٠٩ : ١٦)

ويعرف كل من (Torrance, 1966 :7) ،(سيد خير الله، ١٩٧٤ : ٥) التفكير الإبداعي بأنه " قدرة الفرد علي الإنتاج إنتاجاً يتميز بأكبر قدر ممكن من الطلاقة الفكرية والمرونة والأصالة والتداعيات البعيدة ، وذلك كاستجابة لمشكلة أو موقف مثير"٠

وعرفه أيضا (أشرف راشد ، ٢٠٠٣ : ١٧٥) بأنه " نشاط عقلي موجه نحو اكتشاف وإنتاج علاقات جديدة أو حلول متنوعة للمشكلات الهندسية بحيث تتميز بالطلاقة الشكلية والطلاقة الفكرية والمرونة والأصالة " ٠

كما عرفه (عصام الطيب ، ٢٠٠٦ : ١٣١) بأنه " قدرة الفرد علي إنتاج أشياء أو أفكار جديدة لمشكلة أو مثير ما في مدة ومنية محددة ، وتتميز هذه الأفكار أو الأشياء بالأصالة والطلاقة والمرونة والتحسين (التطوير) ، وتكون موضع تقدير واحترام من الناحية الاجتماعية " ٠

وعرفه (وليد القاضي ، ٢٠١٢ : ٣٧) بأنه " نشاط عقلي موجه نحو اكتشاف وإنتاج علاقات جديدة أو حلول متنوعة للمشكلات المرتبطة بوحدة الهندسة القائمة علي هندسة الفراكتال بحيث تتميز بالطلاقة والمرونة والأصالة والحساسية للمشكلات " ٠

بينما عرفه (حازم عبد الله أحمد ، ٢٠١٥ :٧٦) بأنه قدرة المتعلم علي إنتاج أكبر كم من الأفكار(طلاقة)، والتنوع بين الأفكار (المرونة) ، وإنتاج أفكار ذات قيمة (أصالة) عند مواجهه مشكلة هندسية ٠

يتضح من التعريفات السابقة أن التفكير الإبداعي له مجموعة من المكونات وهي الطلاقة والمرونة والأصالة والحساسية للمشكلات ، وهو ما سوف نتناوله بالتفصيل فيما يلي :

المكونات الرئيسية للتفكير الإبداعي:

تتمثل المكونات الرئيسية للتفكير الإبداعي في الطلاقة والمرونة والأصالة والحساسية للمشكلات وفيما يلي عرض تفصيلي لكل مهارة من مهارات التفكير الإبداعي :

أ) الطلاقة : Fluency

يعرفها جيلفورد بأنها: "القدرة علي إنتاج أكبر عدد من الأفكار في موقف معين بحيث تستوفي شروطاً معينة. (عبد السلام عبد الغفار، ١٩٩٧ : ١١٣)

ويعرف الباحث الطلاقة إجرائياً : بأنها قدرة التلميذ علي إنتاج عدداً من الأفكار أو الحلول أو الطرق حول موقف معين في فترة زمنية محددة مقارنة بزملائه ، مثل بناء أشكال كسورية مختلفة لعدة تكرارات ، واكتشاف العلاقات المختلفة بين الشكل والبعد الكسوري ٠

ويمكن للمعلم أن يساعد طلابه ، ليكونوا أكثر طلاقة في التفكير أثناء تعلمهم، من خلال إعطاء الفرصة لهم للتعبير عن أفكارهم المختلفة واستدعائها، والربط بينها بوعي، وبلورة الفكرة بشكل متكامل أثناء شرح المعلم للدرس، وإدراك العلاقات بين ماهو معطي وما هو مطلوب في حل التمارين وسرعة الربط بينهما للوصول إلي الحل. (مجدي عزيز ، ٢٠٠٤ : ٧٩٩)

وللطلاقة مكونات فرعية هي :

الطلاقة اللفظية : Verbal Fluency

"وهي القدرة علي إنتاج أكبر عدد ممكن من الكلمات التي تنتمي إلي نوع معين من المعني في زمن محدد " ٠ (محمد ربيع ، ١٩٩٨ : ٢٩٩)

الطلاقة الفكرية : Ideational Fluency

"وهي القدرة علي إنتاج أكبر عدد ممكن من الأفكار التي تنتمي إلي نوع معين من الأفكار في زمن محدد " ٠ (خليل معوض ، ١٩٩٥ : ٥١)

الطلاقة الإرتباطية : Associational Fluency

"وهي القدرة علي الإنتاج للكلمات التي تشترك في المعني من ناحية ما أو في أي صفة أخري مثل إنتاج أكبر عدد ممكن من المترادفات أو المتضادات لكلمة معينة ". (محمد ربيع ، ١٩٩٨ : ٢٩٩)

الطلاقة التعبيرية: Expressive Fluency

"وهي القدرة علي التفكير السريع في الكلمات المتصلة والملائمة لموقف معين ، وصياغة الأفكار بشكل سليم". (عادل الباز وحمزة الرياشى، ٢٠٠٠ : ٤٣)

*** الطلاقة الشكلية:**

"وهي القدرة علي تكوين عدة أشكال من أشكال معطاة ، مثل تكوين أكبر عدد ممكن من الرسوم لأشكال حقيقية عديدة من مجموعة من الخطوط المتوازية المعطاة ". (مها البحيري ، ٢٠٠٥ : ٦٩)

ب) المرونة : Flexibility

يقصد بها " تلك المهارة التي يتم استخدامها لتوليد أنماط أو أصناف متنوعة من التفكير، وتنمية القدرة علي نقل هذه الأنماط ، وتغيير اتجاه التفكير، والانتقال من عمليات التفكير العادي أو المعتاد إلي الاستجابة ورد الفعل وإدراك الأمور بطرق متفاوتة أو متنوعة. (جودت سعادة ، ٢٠٠٣ : ٢٩١)

ويعرف الباحث المرونة إجرائياً: بأنها تغيير الموقف ليكون أكثر مرونة في توليد مجموعة من الأفكار غير المألوفة ، وتتصف هذه الأفكار بالتعدد والتنوع ، مثل التوصل إلي البعد الفر اكتالي لأشكال فرا كتالية جديدة باستخدام قانون البعد الكسوري٠

وتنقسم المرونة إلي قسمين :

المرونة التلقائية : Spontaneous Flexibility

"وهي القدرة علي إنتاج استجابات مناسبة لمشكلة أو مواقف مثيرة".

المرونة التكيفية : Adaptive Flexibility

وتتمثل في المقدرة علي تغيير التفكير والزاوية الذهنية لمواجهة مواقف جديدة ومشكلات متغيرة ٠ (خليل معوض ، ١٩٩٥ : ٥٢-٥٣)

ويمكن أن يستدل المعلم علي مرونة التفكير عند الطالب عندما يستطيع أن يشرح أفكار الآخرين ، أو يعيد صياغتها بلغته الخاصة ، أو يبدي رأيه فيها أو يحاول حل مشكلة ما بأكثر من طريقة ، أو يعدل من طريقة حله السابقة ، أي من خلال ملاحظة قدرته علي التحول والانتقال بفكره من مسار إلي مسار آخر، بحسب متطلبات الموقف أو المشكلة. (مجدي عزيز ، ٢٠٠٤ ، ٨٠٠)

ج) الأصالة : Originality

"وتعنى قدرة الفرد على إنتاج أفكار ماهرة تتميز بالجدة والطرافة ، أو تعكس القدرة على النفاذ إلى ما وراء الواضح والمباشر والمألوف من الأفكار، أو تقوم على التداعيات البعيدة من حيث الزمن أو من حيث المنطق". (زين العابدين درويش، ١٩٨٣ : ٧٧)

ويعرف الباحث الأصالة إجرائياً : بأنها استجابات غير شائعة مع عدم تكرار الأفكار والتميز والتفرد وتكون قليلة التكرار داخل مجموعة التلاميذ ، مثل ابتكار مولدات جديدة لبناء أشكال فراكتالية غير معروفة ، أو تطبيق مولدات معروفة علي أشكال مختلفة لإنتاج أشكال فراكتالية جديدة ٠

ويمكن للمعلم أن ينمي قدرة الأصالة في التفكير لدي الطلاب من خلال تعويدهم علي إعطاء حلول مختلفة غير مألوفة للمشكلة واحترام وتقدير وجهة نظرهم في الحل بشرط أن تكون هذه المشكلة قابلة للحل بأكثر من طريقة. (مجدي عزيز ، ٢٠٠٤ ، ٨٠٠)

د) الحساسية للمشكلات : Problem Sensibility

وهي قدرة الشخص أو ميله لأن يري المشكلات التي تنطوي عليها مواقف معينة وهذه القدرة يمكن قياسها بواسطة بعض المواقف التي يطلب من الفرد فيها أن يذكر بعض التحسينات التي يمكن إدخالها عليها ، أو تقدم للفرد بعض الأشياء الموجودة في الحياة اليومية و يطلب منه أن يذكر المشكلات المرتبطة بها أو تحديد العيوب التي تتضمنها الأشياء والمواقف التي يصادفها الفرد في حياته اليومية، وإثارة العديد من الأسئلة التي لا يمكن أن تجد إجابتها من خلال النظر إلى الشئ المقدم للفرد ، ثم القدرة على إدخال تحسينات على المواقف التي يطلب فيها من الفرد ذلك ٠ (حمزة الرياشى وعادل الباز ، ٢٠٠٠ : ٤٤)

ويعرف الباحث الحساسية للمشكلات إجرائياً : بأنها قدرة التلميذ أو ميله لأن يري المشكلات التي تنطوي عليها مواقف معينة ، وهذه القدرة يمكن قياسها بواسطة بعض

المواقف التي يطلب من التلميذ فيها أن يذكر بعض التحسينات التي يمكن إدخالها عليها ، مثل اكتشاف خصائص لأشكال فرا كتالية لم تكن معروفة من قبل.

مما سبق يتضح لنا أن تعريفات الإبداع متعددة بتعدد الاهتمامات العلمية وتوجهات البحث في هذا المجال و من الصعب الاتفاق عليها ، مع التسليم بأن الإبداع صفة إنسانية لا تقتصر علي فئة دون الأخرى ولكن تهيئة المناخ المناسب مع توافر الشروط البيولوجية يساعد على ظهور الإبداع، وأن المكونات الرئيسية للتفكير الإبداعي تتمثل في (الطلاقة والمرونة والأصالة والحساسية للمشكلات) وهي ما سوف يركز عليها هذا البحث.

التفكير الإبداعي في الرياضيات:

"أنا أبدع فأنا أعيش و أيضا أنا أعيش فأنا أبدع"، تمثل الرياضيات بيئة مناسبة ومجالاً خصباً لتنمية التفكير الإبداعي حيث تساعد طبيعتها التركيبية وبنيتها الاستدلالية على تحقيق هذا الهدف ، لذا حظي الإبداع في الرياضيات باهتمام العديد من التربويين فى الدول المتقدمة والنامية على حد سواء٠

وفيما يلي عرض لبعض تعريفات التفكير الإبداعي في الرياضيات :

يعرف هولاندس الإبداع في الرياضيات على أنه" المرونة التي يظهرها الطالب عندما يستخدم مداخل رياضية متنوعة أو عندما يقترح طرق جديدة للحل أو القدرة على تحسين أو تعديل الطرق القديمة ،والطلاقة التي تظهر من خلال إنتاج عدد من الأفكار في وقت قصير ،والأصالة التي تعبر عن محاولة الطالب استخدام مداخل جديدة غير معتادة في التعامل مع القضايا والمشكلات الرياضية "٠(في رضا مسعد ،١٩٩٨: ٣١)

بينما يعرفه (حمزه الرياشى وعادل الباز ، ٢٠٠٠ :١٠) بأنه " القدرة علي إنتاج أكبر قدر من الأفكار والحلول المتنوعة عند التعرض للمشكلات الهندسية، وذلك باعتبار الإبداع نتاج يتسم بالطلاقة والمرونة، والأصالة، والحساسية للمشكلات"٠

ويعرفه بارون بأنه "إنتاج حلول جديدة للمشكلات فى الرياضيات، هذه الحلول تتميز بالأصالة ،والصدق ، وملاءمتها فى مواجهة حاجة ما"٠(أحمد عبد السلام ، ٢٠٠٤: ٦٩)

ويري (محمود عبد الحليم ، ٢٠٠٨ : ١٧) أن الإبداع هو قدرة الفرد علي التفكير الحر الذي يمكنه من اكتشاف المشكلات والمواقف الغامضة ومن إعادة صياغة عناصر الخبرة في أنماط جديدة عن طريق تقديم أكبر عدد مكن من البدائل لإعادة صياغة هذه

الخبرة بأساليب متنوعة وملائمة للموقف الذي يواجه الفرد بحيث تتميز هذه الأنماط الجديدة بالحداثة بالنسبة للفرد نفسه وللمجتمع الذي يعيش فيه ٠

ويعرفه (حازم عبد الله أحمد ، ٢٠١٥ :٧٦) بأنه قدرة المتعلم علي إنتاج أكبر كم من الأفكار(طلاقة)، والتنوع بين الأفكار (المرونة) ، وإنتاج أفكار ذات قيمة (أصالة) عند مواجهه مشكلة هندسية ٠

من التعريفات السابقة للتفكير الإبداع في الرياضيات يعرف الباحث التفكير الإبداعي إجرائياً بأنه " قدرة تلاميذ الصف الأول الإعدادي علي إنتاج أشياء أو أفكار جديدة أو حلول متنوعة للمشكلات وتتميز هذه الأفكار أو الحلول بالطلاقة والمرونة والأصالة والحساسية للمشكلات " ، ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في اختبار التفكير الإبداعي في مادة الرياضيات ٠

أهمية التفكير الإبداعي في الرياضيات:

تعني التربية حديثاً بالتفكير الإبداعي من خلال إعداد الشيء للحياة ، وذلك يتطلب تعديل وتطوير النظام التعليمي وما فيه من مواد دراسية لجعلها أكثر توافقاً مع البيئة المحيطة للفرد ٠

ويحتل التفكير الإبداعي مكانة مهمة بالنسبة للفرد والمجتمع فهو يساعد الفرد علي الوصول إلي حلول كثيرة ونواتج أصيلة للمشكلات التي تقابله ، كما يساعده علي التوافق والانسجام مع البيئة التي ينتمي إليها ، وهذا الشعور يدفعه إلي الإحساس بقيمته الذاتية داخل المجتمع الذي يعيش فيه ، وبالنسبة للمجتمع فإن قدرة أفراده علي التفكير الإبداعي تساعده علي التقدم والازدهار وزيادة الإنتاج وتطويره ٠ (مصري حنورة ، ٢٠٠٣ :٣٣٩)

ويعد التفكير الإبداعي أسلوباً من أساليب الحياة يؤدي إلي تحسين الذات وتنميتها ، ويدفع الفرد إلي الاكتمال ، ويساعده في أن يعيش وجوده كما ينبغي أن يعيش الإنسان. (عبد السلام عبد الغفار، ١٩٩٧ : ١٣٠)

كما يعد التفكير الإبداعي أحد الأشكال الراقية للنشاط الإنساني ، كما أن التقدم العلمي وتطور الإنسانية مرهون بما يمكن أن يتوفر لها من قدرات إبداعية تمكنها دوماً من أن تقدم مزيداً من الابتكارات أو الإسهامات التي تستطيع من خلالها مواجهة ما يعترضها من مشكلات مُلحة يوماً بعد يوم ولحظة تلو الأخري٠(انشراح المشرفي،٢٠٠٥ :٣٤)

طبيعة الرياضيات وأهميتها وعلاقتها بالإبداع:

نشأت الجذور الأولي للرياضيات من خلال الحاجات الأولي المباشرة للإنسان، فعلي سبيل المثال لا الحصر ، نشأ العدد من حاجة الإنسان إلي معرفة ممتلكاته وحصرها ، كما نشأت الكسور من حاجته إلي قياس الأطوال أو الأوزان ، ونشأت الهندسة من خلال الحاجة إلي مسح الأراضي والبناء والتطلع إلي النجوم والكواكب. (أحمد سيد أحمد ، ٢٠٠٣ : ٦١)

ومما يؤكد علي علاقة الإبداع بالرياضيات ما ذكرته دراسة فيليبس وهيجنسون ، التي بعنوان : " الرياضيات المبدعة : حقيقي أم غير حقيقي (بلاغي)" ، حيث اقترحت الدراسة بأن الإبداع يمكن أن يرتبط بالرياضيات بشكل واقعي وأن الأطفال يمكن أن تتولد لديهم الخبرة بهذا في الفصل ، وأن الإبداع يُعد وبشكل مُؤكد نوع من أنواع المهنية للرياضيين وأن كلمة مبدع هي اختصار للإبداع الجمالي. (Phillips & Higginson ,1997: 81-84)

كما أن وعي المعلم بأن الرياضيات ذات طبيعة تركيبية استدلالية يجعله مدركاً أن ضعف الطلاب في تعلم موضوع ما سوف يؤدي إلي صعوبات في تعلمهم للموضوعات التالية إذا لم تعالج نقاط الضعف هذه فور ظهورها. (حمزة الرياشى ، ٢٠٠٠ : ٢٩٦)

كما تعد مناهج الرياضيات أحد المناهج التي تساهم في تنمية التفكير والقدرة علي حل المشكلات لدي لطلاب، وتسهم في زيادة قدراتهم في أنواع التفكير المختلفة إذا توفر لتدريسها الإمكانات اللازمة. (حفني محمد ، ٢٠٠٠ : ١٣١)

والرياضيات ليست مجرد مجموعة من الحقائق والمعلومات في ميادين معينة، لكنها بالدرجة الأولي طريقة تفكير واتجاه في مواجه المشكلات العقلية، ومن ثم فإن الاهتمام بتدريس الرياضيات يجب ألا يقتصر علي مجرد توصيل الحقائق للتلاميذ، بل يجب أن يعني بقدرة التلميذ علي اكتشاف الحقائق وطريقة الوصول إليها واستخداماتها وعلاقاتها مع غيرها ، ومن ثم يعمل التدريس الناجح للرياضيات علي إكساب التلاميذ قدرات ومهارات وأساليب التفكير الإبداعي. (محمد شحاته ، محمد البربري ، ٢٠٠١ : ١٣٩- ١٤٠)

وللرياضيات أهمية كبيرة في كونها أداة مهمة لتنظيم الأفكار وفهم البيئة المحيطة بنا ، وتظهر قيمتها في مساعدتنا علي حل مشكلاتنا وحل التطبيقات الحياتية التي تواجهنا وفهم واقعنا ، كما أن لها دور كبير في حياتنا فهي لغة العصر نتيجة لاستخدام الكمبيوتر والأجهزة الإلكترونية المعقدة ، وتطبيقات الرياضيات كثيرة ومتنوعة في مجالات

العلوم الأخرى والأنشطة الحياتية، وأن تقدم الأمم يقاس بمدي تقدمها في دراسة الرياضيات.(محمد شحاته، محمد البربري، ٢٠٠١ : ١٢٧)
ويري مارتين سون (Martin Son) أن في الرياضيات عموماً لا يتم التركيز علي الناتج ولكن المهم العملية العقلية التي توصل بها العقل إلي هذا الناتج ، وهذه العملية هي احدي مهارات حل المشكلة الرياضية. (عبير محمد ، ٢٠٠٣ : ٢٩)
والإبداع هو جوهر الرياضيات ، وهذا يؤكد علي مدي الإسهام الكبير للرياضيات في تنمية الإبداع. (Mann , 2006)
وتعد الرياضيات من أهم المجالات المعرفية التي يعتاد فيها المتعلم التفكير العلمي الذي يستخدمه في الرقي بطريقة معيشته في الحياة وفي حل مشكلاته ، وفي تفسير الظواهر العلمية واستخدامها لمنفعته عن طريق التطبيق العملي لهذا التفكير الذي تعتبر الرياضيات أداه له. (مكة البنا ، مرفت آدم ، ٢٠٠٨ : ١٥٢)
وإذا كان الإبداع هدفاً من الأهداف التي تسعي التربية إلي تحقيقها فإن المسؤولية الكبرى في تحقيقها تقع علي عاتق الرياضيات ، لأنها كما قال جاوس (Gawis) قديماً " ملكة العلوم وخادمتها " والرياضيات بحكم طبيعتها التحليلية التركيبية ، وبما تتضمنه من بُني ونظريات وبراهين تحتاج إلي إمعان العقل فيها ، ذات علاقة بالإبداع ، وأن صلة الإبداع بالرياضيات تتميز بالتلازم ٠ (سعيد المنوفي ، ٢٠٠٢ : ١١٧)
كما أن تنمية القدرة علي الخلق والابتكار تُعد مهمة أساسية للتربية ، وبصفة خاصة للمناهج وطرق تدريس الرياضيات ، وعليها أن تعمل علي وضع التلاميذ في التي تساعدهم علي ابتكار طرق ومفاهيم جديدة تجعلهم قادرين علي الارتقاء بمستوي تفكيرهم وإشباع حاجاتهم المتميزة ٠ (عزة شرف ، ٢٠٠٣ : ١٢٠)

من خلال ما سبق يمكن التوصل إلي الأتي :

- تعد الرياضيات بالدرجة الأولي أسلوب تفكير واتجاه في مواجهة المشكلات العقلية ، كما أن التدريس الناجح للرياضيات يعمل علي تنمية قدرات التفكير الإبداعي لدي التلاميذ٠
- الرياضيات ذات طبيعة تركيبية واستدلالية٠
- توجد علاقة وثيقة بين الإبداع والرياضيات فالإبداع هو جوهر الرياضيات٠
- للرياضيات دور كبير في فهم البيئة المحيطة بنا وفي حل العديد من المشكلات التي تواجهنا في حياتنا اليومية مثل تعاملاتنا في البيع والشراء ، كما أنها تُعد الأفراد لمهن وحرف متنوعة٠

ومن الدراسات التي اهتمت بتنمية التفكير الإبداعي في الرياضيات:
دراسة (أحمد على إبراهيم ، ٢٠٠٧) وهدفت إلي التعرف على أثر استخدام إستراتيجية ما وراء المعرفة في تدريس الرياضيات على التحصيل و تنمية التفكير الإبداعي لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي ، طبقت على عينة من طلاب الصف الثاني الإعدادي بمحافظة الفيوم و اقتصرت الدراسة على وحدة مجموعة الأعداد النسبية المقررة على الطلاب باستخدام إستراتيجية ما وراء المعرفة ٠وقد توصلت إلي فاعلية استخدام الإستراتيجية المقترحة في تنمية التفكير الإبداعي .

كما هدفت دراسة (منصور سمير الصعيدي ،٢٠٠٨) إلى التعرف على إستراتيجية الإثراء الوسيلى في تدريس الرياضيات، وأثرها على تنمية كلٍ من: مهارات التفكير الاستدلالي، ومهارات التفكير الناقد، ومهارات التفكير الإبداعي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؛ حيث استخدم الباحث اختبار للتفكير (من إعداد الباحث) ، وتوصلت النتائج إلي تفوق أداء تلاميذ المجموعة التجريبية على أداء تلاميذ المجموعة الضابطة في اختبار التفكير، ومكوناته الفرعية: (التفكير الناقد، التفكير الاستدلالي، التفكير الإبداعي).

ودراسة (صباح عبد الله عبد العظيم ،٢٠١٠) التي هدفت إلى إعداد برنامج مقترح في الرياضيات وفقاً لنظرية التعلم القائم على تركيب المخ والتعرف على أثره في: التحصيل المعرفي، وتنمية بعض مهارات التفكير (الناقد، البصري، الإبداعي) لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي؛ حيث استخدمت الباحثة اختبار للتفكير الناقد (من إعداد الباحثة) ومن أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة: فاعلية البرنامج المقترح في تنمية التفكير الناقد والإبداعي، وزيادة التحصيل لدى تلاميذ المجموعة التجريبية.
أما دراسة (إيمان سمير ،٢٠١٠) فهدفت إلى الكشف عن فاعلية إستراتيجية قائمة على خرائط المفاهيم والعصف الذهني وحل المشكلات في تنمية الإبداع الرياضي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية ، وتمثلت أدوات الدراسة في اختبار الإبداع في الرياضيات في وحدتي الإعداد والجبر (إعداد الباحثة)، وتمثلت أهم النتائج في وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار الإبداع الرياضي لصالح المجموعة التجريبية.
أما دراسة يان وسريرمان (Yan& Seiraman, 2011) فهدفت إلى استكشاف العلاقة بين القدرة على التفكير الابتكاري والقدرة على وضع المشكلة الرياضية Problem Posing لدى طلاب المرحلة الثانوية، وتمثلت أدوات الدراسة في: اختبار تورانس في التفكير الابتكــاري، اختبار وضع (تكوين) المشكلة الرياضية، اختبار

للتحصيل الرياضي، وتمثلت أهم نتائج الدراسة في: وجود علاقة ارتباطيه دالة إحصائياً بين التفكير الابتكاري والقدرة على وضع المشكلة الرياضية لدى مجموعة الطلاب الصينيون، وعدم وجود علاقة ارتباطيه دالة إحصائياً بين التفكير الابتكاري والقدرة على وضع المشكلة الرياضية لدى مجموعة طلاب الولايات المتحدة الأمريكية.

وهدفت دراسة باهار وميكر (Bahar& Maker, 2011) إلى الكشف عن العلاقة بين القدرة الإبداعية في الرياضيات والتحصيل الرياضي لدى التلاميذ الهنود في الولايات المتحدة الأمريكية، واستخدمت الدراسة اختباراً لتقييم القدرة الإبداعية في الرياضيات بجوانبها : الطلاقة والمرونة والأصالة والتفاصيل، كما استخدمت اختباراً لقياس التحصيل الرياضي، وتمثلت أهم النتائج في وجود علاقة ارتباطيه دالة إحصائياً بين التحصيل الرياضي والإبداع الرياضي.

من خلال ما سبق يتضح أنه توجد علاقة وثيقة وأكيدة بين الإبداع والرياضيات ، فالرياضيات بيئة مناسبة ومجال خصب لتنمية الإبداع ، كما أن العمل الإبداعي موجود في الرياضيات ، ويتضح ذلك من خلال وضع نظريات جديدة وبناء فروض حديثة ٠ ومن هنا يتضح أن علاقة الإبداع بالرياضيات تتصف بالتلازم ٠

الإبداع في الهندسة:

تعد الهندسة أحد فروع الرياضيات الأساسية التي تعتمد دراستها بالدرجة الأولى علي الأساليب المتقدمة في التفكير، لذا فهي من أحسن المجالات التي يمكن استثمارها في تنمية التفكير الإبداعي. (محبات أبو عميرة ، ١٩٩١ : ١٨٢)

فالرياضيات بصفة عامة والهندسة بصفة خاصة شأنها شان المواد الدراسية الأخرى تعد مناسبة لتنمية التفكير الإبداعي إذا ما تم الاهتمام بكيفية تدريسها فهي تشتمل علي كثير من المشكلات التي يمكن من خلالها تعليم التفكير الإبداعي كمهارة، ومن ثم تنميته بمزيد من التدريب عليه ، نظراً لأن كل متعلم يمتلك قدراً من هذا التفكير. (حمزة الرياش، وعادل الباز، ٢٠٠٠ : ٢٦)

مما سبق يتضح أن تنمية الإبداع الهندسي يرتبط ارتباطاً كبيراً بقدرات التفكير الإبداعي الموجودة لدي التلاميذ وبما تتيحه المدرسة من بيئة تربوية مناسبة تساعد التلاميذ علي عملية التفكير الإبداعي مع ضرورة الاهتمام بمراعاة الفروق الفردية بين التلاميذ ٠

هندسة الفراكتال وتنمية الإبداع :

يذكر نايلور (Naylor ,1999 : 360) أن الفراكتالات تقدم لنا أشكالاً ذات قيمة جمالية ، وهي ترتبط بشكل مباشر بكيفية تنظيم العالم من حولنا ، ومن وجهة نظر معظم معلمي الرياضيات فإنها تفجر طاقات الإبداع والخيال عند المتعلمين الذي يعتبر من أهم أهداف تعليم الرياضيات ٠

ويحظي الإبداع وتنمية التفكير باهتمام واسع النطاق في جميع الدول ويلقي عناية في التربية بوجه عام ، ومناهج التعليم بوجه خاص ٠ لذلك يجب تطوير مناهج الرياضيات من أجل تنمية الإبداع ، احتضان الإبداع وتنميته ورعايته ، استخدام طرق تدريس غير تقليدية تحفز الإبداع مثل التعلم التعاوني والتفاعلي والبنائي، نشر ثقافة الإبداع، استخدام أساليب تقويم إبداعية ، واكتشاف التلاميذ المبدعين ورعايتهم. (خليفة عبد السميع وآخرون ، ٢٠٠٣: ٦٢٢)

ويشير " كوتن " في هذا الصدد إلي أنه يجب تهيئة المتعلمين لممارسة التفكير الإبداعي حتي يتحقق الإنجاز الشخصي والتقدم الاجتماعي ، كما يجب أن يترك المتعلمون المدرسة وهم مبدعون ومهرة في حل المشكلات. (Cotton, et.al , 2004 : 12))

كما أكد(مكة البنا ، ٢٠٠٧ : ١٨٥) علي ضرورة تطوير مناهج الرياضيات وإدخال تغيرات في المناهج تسهم في مواكبة التغيرات التي تحدث بسرعة في محتوي الرياضيات ، بعد تراجع أعداد الطلاب الدارسين للرياضيات وتدني مستواهم ، وهذا يستدعي وقفة حاسمة لإعادة الثقة بالرياضيات بمعالجة قصور المقررات والكتب الدراسية بالمراحل المختلفة ٠ويرجع قصور الرياضيات إلي اعتمادها علي الشكلية علي حساب المعني أو الفائدة التطبيقية أو دلالتها في الحياة العصرية ، وعدم إثارتها للخيال أو الابتكار ٠

وتعد هندسة الفراكتال مجالاً خصباً للحل الإبداعي للمشكلات حيث تهتم بالطبيعة والأشكال الهندسية الغير منتظمة الموجودة في الحياة الواقعية والتي تطلب نوع من التأمل والتفكير الدقيق والعميق في هذه الأشكال وحساب المعادلات الهندسية الخاصة بها والمشكلات الحياتية ومحاولة الوصول إلي حلول إبداعية لها ٠ (سامية حسين محمد ، ٢٠١١ : ٦٠)

ومن الدراسات التي تؤكد أهمية هندسة الفراكتال في تنمية التحصيل والتفكير الإبداعي:

دراسة (سوسن عز الدين ،٢٠٠٤) وهدفت إلي تدريس بعض موضوعات الهندسة الكسورية باستخدام اللوحة الهندسية وذلك لتنمية التحصيل والتفكير الهندسي لدي تلاميذ المرحلة المتوسطة ، وتوصلت الدراسة إلي وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسطي درجات التلميذات في الاختبار التحصيلي للوحدتين (التشابه – نظرية فيثاغورث) قبل وبعد تدريس الموضوعات لصالح التطبيق البعدي ٠

ودراسة (أمل الشحات ،٢٠٠٥) والتي أشارت إلي دراسة أثر برنامج مقترح في الهندسة الكسورية باستخدام الكمبيوتر للطلاب المتفوقين بالصف الأول الثانوي في

التحصيل والاتجاه نحو مادة الرياضيات ، وتوصلت الدراسة إلي أن البرنامج له تأثير إيجابي علي كل من التحصيل وتنمية الاتجاه نحو مادة الرياضيات ٠

ودراسة (مكة البنا ، ٢٠٠٧) وهدفت الدراسة إلي إعداد وحدة في الهندسة الكسورية لتدريسها لطلاب كلية التربية وقياس أثرها علي قدرة الطلاب علي التفكير الإبداعي في الرياضيات ،وكذلك اتجاه الطلاب نحو الرياضيات ،وإمكانية إضافتها في برنامج إعداد معلمي الرياضيات بكليات التربية . وتوصلت الدراسة إلي فعالية الوحدة المقترحة ،وحجم تأثير كبير في تنمية التفكير الإبداعي والاتجاهات نحو الرياضيات ،وكذلك وجود دافعية عالية عند الطالبات لمعرفة الهندسة الكسورية وتطبيقاتها الحياتية في المجالات المختلفة.

وفي نفس المجال هدفت دراسة (طه علي أحمد علي ،٢٠١١) إلى التعرف على فاعلية برنامج مقترح في هندسة الفراكتال قائم علي التعلم الخليط في التحصيل المعرفي وتنمية التفكير الابتكاري وتذوق جمال الرياضيات لدي طلاب كلية التربية ، وتوصلت الدراسة إلي أن البرنامج المقترح في هندسة الفراكتال القائم علي التعلم الخليط له درجه عالية من الفاعلية في زيادة التحصيل وتنمية تذوق جمال الرياضيات لدي الطلاب المعلمين مجموعة الدراسة ٠

كما هدفت دراسة (وليد القاضي ، ٢٠١٢) إلي التحقق من فاعلية تدريس وحدة مقترحة قائمة علي هندسة الفراكتال في تنمية التحصيل والتفكير الإبداعي لدي تلاميذ المرحلة الابتدائية ، وتوصلت النتائج إلي وجود فرق دال إحصائية بين متوسطي درجات التلاميذ في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار التفكير الإبداعي في هندسة الفراكتال لصالح التطبيق البعدي ٠

مما سبق يتضح لنا أن لهندسة الفراكتال العديد من الفوائد التي تجعل عملية التدريس أكثر إمتاعا وأكثر حيوية وأكثر إتاحة وأكثر معلوماتية لما لها من مفاهيم وأفكار أساسية وارتباطات واسعة بالطبيعة ومعظم المجالات المعرفية والرياضية والإنسانية والفنون مما يساعد على تنمية التفكير الإبداعي في الرياضيات لدي التلاميذ ٠

إعداد أدوات البحث:

أ) الاختبار التحصيلي:

يعد الاختبار التحصيلي أداة تحديد مستوى تحقيق الأهداف ، واستفادة وتحصيل تلاميذ الصف الأول الإعدادي ومستوى تعلمهم لموضوعات البرنامج المعد في الهندسة الكسورية، وقد اتبع الباحث الخطوات التالية لإعداد الاختبار التحصيلي :

١. تحديد الهدف من الاختبار.
٢. تحديد مستويات الاختبار٠

٣. تحديد الأهمية والوزن النسبي لموضوعات منهج الهندسة المستوية ٠
٤. إعداد جدول المواصفات ٠
٥. إعداد وصياغة مفردات الاختبار.
٦. تقدير درجات الاختبار.
٧. التجربة الاستطلاعية للاختبار وذلك لتحديد: صدق وثبت الاختبار وزمنه.
٨. إعداد الصورة النهائية للاختبار.

وفيما يلي توضيح لكل خطوة من تلك الخطوات:

١- الهدف من الاختبار :

صمم هذا الاختبار لاستخدام نتائجه في الحصول علي بيانات تساعد فيما يلي :

- قياس المستوي التحصيلي لتلاميذ الصف الأول الإعدادي في مقرر الهندسة المستوية الفصل الدراسي الثاني ٠
- معرفة مدي فاعلية برنامج في الهندسة المستوية قائم علي هندسة الفراكتال علي التحصيل الدراسي .
- مقارنة المستوي التحصيلي لكل من المجموعتين التجريبية والضابطة للوقوف علي دلالة ما قد ينتج من فروق في التحصيل الدراسي .

٢- تحديد مستويات الاختبار:

تضمن الاختبار التحصيلي المستويات المعرفية التالية :

* تذكر * استيعاب * حل المشكلات

وهذا التقسيم للمستويات المعرفية قام به فريق من الباحثين في دراسة في المركز القومي للامتحانات والتقويم التربوي عام ١٩٩٤(في دعاء زكي، ٢٠١٢ : ١٨٠) وفيما يلي توضيح لكل مستوي من هذه المستويات:

- مستوي التذكر: ويقصد به قدرة التلميذ علي تذكر الحقائق والمفاهيم والتعميمات والعلاقات والعمليات ٠
- مستوي الاستيعاب : ويقصد به قدرة التلميذ علي فهم وتطبيق ما تعلمه من مفاهيم ومهارات وعلاقات في مواقف التعلم المباشرة ٠
-مستوي حل المشكلات: ويقصد به قدرة التلميذ علي استخدام المفاهيم والعمليات الرياضية في حل المشكلات (المسائل) المباشرة وغير المباشرة استخداماً صحيحاً ٠

٣- تحديد الأهمية والوزن النسبي لموضوعات منهج الهندسة المستوية:

تم تحديد الوزن النسبي لكل موضوع من موضوعات منهج الهندسة المستوية للصف الأول الإعدادي الفصل الدراسي الثاني تبعاً للأتي :

١- النسبة المئوية لعدد صفحات كل موضوع ٠

٢- النسبة المئوية لعدد الحصص المخصصة لتدريس كل موضوع ٠
٣- متوسط النسبتين السابقتين ٠
ويوضح الجدول الأتي الأهمية النسبية لكل موضوع من موضوعات المنهج :

جدول (٢)
الأهمية والوزن النسبي لموضوعات منهج الهندسة للصف الأول الإعدادي (الفصل الدراسي الثاني)

م	الموضـوعات	عدد الصفحات	نسبة عدد الصفحات	عدد الحصص	نسبةعدد الحصص	متوسط النسبتين
١	المضلع	٦	%٢٠	٤	%٢٠	%٢٠
٢	المثلث ويشمل: نظرية (١) علي المثلث	٤	%١٣,٣٣	٢	%١٠	%١١,٦٦
	نظرية (٢) علي المثلث	٢	%٦,٦٨	٢	%١٠	%٨ ,٣٤
	نظرية (٣) علي المثلث	٣	% ١٠	٢	%١٠	%١٠
٣	نظرية فيثاغورث	٤	%١٣,٣٣	٢	%١٠	%١١,٦٦
٤	التحويلات الهندسية وتشمل : أ- الانعكاس	٥	%١٦,٦٦	٤	%٢٠	%١٨,٣٤
	ب- الانتقال .	٣	%١٠	٢	%١٠	%١٠
	ج- الدوران	٣	%١٠	٢	%١٠	%١٠
	المجموع	٣٠	%١٠٠	٢٠	١٠٠ %	%١٠٠

٤-إعداد جدول المواصفات :

بعد عمل تصور مقترح لجوانب التعلم بمحتوي منهج الهندسة للصف الأول الإعدادي الفصل الدراسي الثاني ، القائم علي هندسة الفراكتال، وبعد تحديد الأهمية والوزن النسبي لموضوعات المنهج ، تم إعداد جدول المواصفات وهو جدول ثنائي البعد يربط الأهداف التعليمية بمحتوي المادة التعليمية ، ويوضح هذا الجدول توزيع مفردات الاختبار علي موضوعات المنهج في المستويات المعرفية المختارة ، وهذا ما يوضحه جدول (٣) الأتي :

جدول (٣) مواصفات الاختبار التحصيلي في منهج الهندسة للصف الأول الإعدادي (الفصل الدراسي الثاني)

م	مستوي الأهداف / الموضوعات	الأهداف السلوكية			المجموع	النسبة
		التذكر	الاستيعاب	حل مشكلات		
١	المضلع	السؤال الأول (١)	السؤال الأول (٢،٨) السؤال الثاني(١، ١٠،٩)	---	٦	%٢٣,٠٩
٢	المثلث ويشمل : نظرية (١) علي المثلث	السؤال الأول (٦)	السؤال الثاني(٤،٧) السؤال الثالث	---	٤	%١٥,٣٨
	نظرية (٢) علي المثلث	السؤال الأول (٧)	السؤال الرابع	---	٢	%٧,٦٩
	نظرية (٣) علي المثلث	السؤال الأول (٣)	---	السؤال السابع	٢	%٧,٦٩
٣	نظرية فيثاغورث	السؤال الأول (٤)	السؤال الثاني (٢، ٨)	السؤال الثامن	٤	%١٥,٣٨
٤	التحويلات الهندسية وتشمل : أ- الانعكاس	السؤال الأول (٥)	السؤال الثاني(٣) السؤال السادس	----	٣	%١١,٥٤
	ب- الانتقال .	---	السؤال الأول (٩) السؤال الثاني(٥) السؤال الخامس	---	٣	%١١,٥٤
	ج- الدوران	السؤال الثاني (٦)	السؤال الأول (١٠)	---	٢	%٧,٦٩
	المجموع	٧	١٧	٢	٢٦	%١٠٠

٥-إعداد وصياغة مفردات الاختبار:

في ضوء أسس ومحتوى البرنامج المعد في الهندسة الكسورية لتلاميذ الصف الأول الإعدادي بمحاوره المختلفة والهدف من الاختبار، وجدول المواصفات، حدد الباحث نوع المفردات المناسب،وصاغ هذه المفردات بحيث تغطى دروس محاور البرنامج المعد في الهندسة الكسورية وكانت مفردات الاختبار تشتمل على الأنواع الآتية :-

أ- أسئلة الإكمال. ب) أسئلة الاختيار من متعدد. ج) أسئلة المقال.

ونتيجة لاختلاف دروس محتوى البرنامج المقترح في الهندسة الكسورية، وتنوع هذا المحتوى من حيث طبيعة هذه الدروس ومستوى صعوبتها وأسلوب تعلم كل منها،

اختلف مستوى كل مفردة من مفردات الاختبار حيث أصبحت موزعة على مستويات (التذكر- استيعاب-حل المشكلات) ٠

٦- تقدير درجات الاختبار:

تم تحديد درجات كل مفردة من مفردات الاختبار على أساس المستوى الذي تقيسه هذه المفردة وكذلك عدد الخطوات العقلية التي يستخدمها التلميذ، وكانت الدرجة العظمى للاختبار ٥٠ درجة وفيما يلي جدول يوضح رقم السؤال وعدد أجزاءه ودرجة كل جزء ودرجة السؤال الكلية.

جدول (٤) توزيع درجات الاختبار على أسئلته ومفردات كل سؤال

السؤال	عدد أجزاء السؤال	درجة السؤال الكلية
الأول	١٠	١٠
الثاني	١٠	١٠
الثالث	١	٤
الرابع	١	٤
الخامس	٤	٤
السادس	١	٦
السابع	١	٦
الثامن	١	٦
إجمالي درجة الاختبار		٥٠

٧- التجربة الاستطلاعية للاختبار التحصيلي :

حساب صدق الاختبار: تم التحقق من صدق الاختبار عن طريق صدق المحكمين، فبعد كتابة مفردات الاختبار في صورتها الأولية، حيث تضمن الاختبار(٢٦) مفردة في الهندسة، عرض الاختبار علي مجموعة من المحكمين لأخذ آرائهم من حيث :

* سلامة التعليمات ووضوحها للتلاميذ ٠
* ملائمة الصياغة اللغوية والرياضية لمستوي التلاميذ ٠
* تمثيل كل مفردة للهدف الذي وضعت من أجل قياسه ٠

وقد اتفق المحكمون علي سلامة إعداد الاختبار بعد إجراء التعديلات اللازمة، وبذلك أصبح الاختبار معداً للتجربة الاستطلاعية٠ وقد أجريت التجربة الاستطلاعية علي

عينة من تلاميذ الصف الأول الإعدادي مكونة من (٣٥) تلميذاً وتلميذة، بمدرسة كفر القرينين الإعدادية من غير التلاميذ مجموعة الدراسة وتتلخص أهداف التجربة في:
- ثبات الاختبار: باستخدام طريقة ألفا كرونباخ :
تم حساب الثبات بطريقة ألفا كرونباخ وقد بلغ معامل الثبات للاختبار ٠,٧٣ وبذلك فالاختبار يتميز بدرجة مرتفعة من الثبات ٠
- تحديد زمن الاختبار:
بعد توحيد زمن البدء ، تم حساب زمن كل تلميذ ، ثم حساب المتوسط الحسابي لهذه الأزمنة ، فكان الزمن الناتج (٥٠) دقيقة وهذا هو الزمن المناسب لأداء الاختبار ٠
٨- إعداد الصورة النهائية للاختبار التحصيلي ٠

ب) اختبار التفكير الإبداعي في الرياضيات:

لقياس فاعلية برنامج في الهندسة المستوية قائم علي هندسة الفراكتال في تنمية التفكير الإبداعي لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية ، قام الباحث بإعداد اختبار للحكم علي قدرة التلميذ الإبداعية في الرياضيات وقد اتبع الباحث عند إعداد التفكير الإبداعي الخطوات التالية:

١- تحديد الهدف من الاختبار.
٢- تحديد أبعاد الاختبار .
٣- إعداد جدول المواصفات.
٤- إعداد وصياغة مفردات الاختبار.
٥- تقدير درجات الاختبار.
٦- التجربة الاستطلاعية للاختبار وذلك لتحديد: صدق الاختبار وثباته وزمنه.
٧- إعداد الصورة النهائية للاختبار.

وفيما يلي توضيح لكل خطوة من تلك الخطوات :
١ - الهدف من الاختبار:
يهدف الاختبار إلي قياس مدي فاعلية برنامج في الهندسة المستوية قائم علي هندسة الفراكتال في تنمية التفكير الإبداعي بمكوناته الأربعة (الطلاقة – المرونة – الأصالة – الحساسية للمشكلات) لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية ٠
٢- تحديد أبعاد الاختبار :
في ضوء التعريف الإجرائي للتفكير الإبداعي في الهندسة الكسورية تم تحديد الأبعاد التي يقيسها الاختبار ، وهي (الطلاقة – المرونة – الأصالة – الحساسية للمشكلات) ووضعت الأسئلة الخاصة بكل بعد. (مكة البنا، ٢٠٠٧ : ٢٠٨)
وفيما يلي توضيح لكل بعد من هذه الأبعاد:

الطلاقة : Fluency

قدرة التلميذ علي إنتاج عدداً من الأفكار أو الحلول أو الطرق حول موقف معين في فترة زمنية محددة مقارنة بزملائه ، مثل بناء أشكال كسورية مختلفة لعدة تكرارات واكتشاف العلاقات المختلفة بين الشكل والبعد الكسوري ٠

المرونة : Flexibility

تغيير الموقف ليكون أكثر مرونة في توليد مجموعة الأفكار غير المألوفة، وتتصف هذه الأفكار بالتعدد والتنوع ، مثل التوصل إلي البعد الكسوري لأشكال كسورية جديدة باستخدام قانون البعد الكسوري ، والتنبوء بالشكل الكسوري في التكرارات النهائية ٠

ج) الأصالة : Originality

استجابات غير شائعة مع عدم تكرار الأفكار والتميز والتفرد وتكون قليلة التكرار داخل مجموعات التلاميذ ، مثل ابتكار مولدات جديدة لبناء أشكال كسورية غير معروفة ، أو تطبيق مولدات معروفة علي أشكال مختلفة لإنتاج أشكال كسورية جديدة ٠

د) الحساسية للمشكلات : Problem Sensibility

وهي قدرة الشخص أو ميله لأن يري المشكلات التي تنطوي عليها مواقف معينة وهذه القدرة يمكن قياسها بواسطة بعض المواقف التي يطلب من الفرد فيها أن يذكر بعض التحسينات التي يمكن إدخالها عليها ٠ مثل اكتشاف خصائص لأشكال كسورية لم تكن معروفة من قبل وذلك بتغير بعض المعطيات (إذا تم إجراء بعض التغييرات) ٠

٣- إعداد جدول المواصفات :

بعد تحليل منهج الهندسة للصف الأول الإعدادي الفصل الدراسي الثاني ، تم إعداد جدول مواصفات اختبار التفكير الإبداعي بصورة توضح توزيع مفردات الاختبار علي الموضوعات في المهارات الإبداعية المختارة ، وهذا ما يوضحه الجدول الآتي :

جدول (٥) مواصفات اختبار التفكير الإبداعي في منهج الهندسة للصف الأول الإعدادي (الفصل الدراسي الثاني)

م	الأبعاد الإبداعية / الموضوعات	الطلاقة	المرونة	الأصالة	الحساسية للمشكلات	المجموع	النسبة
١	هندسة الفراكتال والمفاهيم المرتبطة بها	السؤال الأول والسادس	السؤال الخامس	السؤال الثاني	ـــــــ	٤	%٣٣
٢	المضلع	ـــــــ	السؤال الثالث	ـــــــ	ـــــــ	١	%,٠٨٣
٣	٢ ـ المثلث ويشمل : نظرية (١) علي المثلث	ـــــــ	السؤال الرابع	ـــــــ	ـــــــ	١	%,٠٨٣
	نظرية (٢) علي المثلث	ـــــــ	ـــــــ	ـــــــ	السؤال السابع	١	%,٠٨٣
	نظرية (٣) علي المثلث	ـــــــ		السؤال الثامن	ـــــــ	١	%,٠٨٣
٤	نظرية فيثاغورث	ـــــــ	ـــــــ	ـــــــ	السؤال التاسع	١	%,٠٨٣
٥	التحويلات الهندسية وتشمل : أ- الانعكاس	ـــــــ	السؤال العاشر	ـــــــ	ـــــــ	١	%,٠٨٣
	ب- الانتقال .	السؤال الحادي عشر	ـــــــ	ـــــــ	ـــــــ	١	%,٠٨٣
	ج- الدوران	ـــــــ	السؤال الثاني عشر	ـــــــ		١	%,٠٨٣
	المجموع	٣	٥	٢	٢	١٢	%١٠٠

٤ـ إعداد وصياغة مفردات الاختبار :

أعد الباحث عدداً من المفردات لقياس التفكير الإبداعي في هندسة الفراكتال ورعي أن تكون مناسبة لقياس قدرات التفكير الإبداعي (الطلاقة – المرونة – الأصالة – الحساسية للمشكلات) وتكون واضحة ومصاغة بطريقة سليمة. حيث جاء الاختبار محتوياً علي اثني عشر سؤالاً متنوعاً ولكل سؤال عدد كبير من الحلول الصحيحة المختلفة ٠

٥ـ تقدير درجات الاختبار:

وضح الباحث طريقة تصحيح اختبار التفكير الإبداعي في الخطوات التالية:

الطلاقة: تقدر درجة الطلاقة بعدد الحلول الصحيحة التي أنتجها التلميذ بحيث يعطي لكل حل نقطة بدون حد أعلي أو حد أدني.

المرونة: تقدر درجة المرونة بعدد الحلول المتنوعة والمختلفة ، وكلما زاد عدد الحلول المختلفة زادت درجة المرونة ٠

الأصالة: تقدر درجة الأصالة في أسئلة الاختبار بقدرة التلميذ علي إيجاد حلول غير شائعة بين أفراد المجموعة التي ينتمي إليها وتقاس درجة الأصالة بنسبة تكرار الحل فكلما قل التكرار زادت درجة الأصالة والعكس صحيح ٠ (وليد القاضي ، ٢٠١٢ :٧٥)

الحساسية للمشكلات: تقدر درجة الحساسية للمشكلات بإعطاء درجة علي كل خطوة من خطوات حل المشكلة.

والجدول الآتي يوضح كيفية حساب درجة الأصالة لعينة ٣٠ تلميذ:

جدول (٦) حساب درجات الأصالة (تكرار الحل ودرجة أصالته)

تكرار الحل	١-٣	٤-٦	٧-٩	١٠-١٢	١٣-١٥	١٦-١٨
درجة أصالته	١٠	٩	٨	٧	٦	٥
تكرار الحل	١٩-٢١	٢٢-٢٤	٢٥-٢٧	٢٨-٢٩	٣٠	
درجة أصالته	٤	٣	٢	١	٠	

٦-التجربة الاستطلاعية للاختبار:

حساب صدق الاختبار: تم التحقق من صدق الاختبار بطريقتين وهما صدق المحكمين ، والصدق الاتساق الداخلي.

- صدق المحكمين: بعد كتابة مفردات الاختبار في صورتها الأولية، حيث تضمن الاختبار(١٢) مفردة في الهندسة ، عرض الاختبار علي مجموعة من المحكمين لأخذ آرائهم من حيث:

* سلامة التعليمات ووضوحها للتلاميذ ٠

* ملائمة الصياغة اللغوية والرياضية لمستوي التلاميذ ٠

* تمثيل كل مفردة للهدف الذي وضعت من أجل قياسه ٠

وقد اتفق المحكمون علي سلامة إعداد الاختبار بعد إجراء التعديلات اللازمة، وبذلك أصبح الاختبار معداً للتجربة الاستطلاعية ٠٠ وقد أجريت التجربة الاستطلاعية علي

عينة من تلاميذ الصف الأول الإعدادي مكونة من (٣٥) تلميذاً وتلميذة ، من غير التلاميذ مجموعة الدراسة وتتلخص أهداف التجربة في:

صدق الاتساق الداخلي: من خلال حساب معاملات الارتباط بين درجات التلاميذ علي كل مفردة ودرجة البعد الذي تنتمي إليه وبين درجات التلاميذ علي كل بعد مع الدرجة الكلية للاختبار كما يوضحها الجدول التالي:

جدول (٧) معامل ارتباط كل مفردة بالدرجة الكلية للبعد

المفردة	معامل الارتباط بدرجة بعد الطلاقة	المفردة	معامل الارتباط بدرجة بعد المرونة
١	٠,٨٢**	٣	٠,٧٣**
٦	٠,٦٧**	٤	٠,٧٨**
١١	٠,٦٩**	٥	٠,٦٨**
		١٠	٠,٦٢**
		١٢	٠,٧١**
المفردة	معامل الارتباط بدرجة بعد الأصالة	المفردة	معامل الارتباط بدرجة بعد الحساسية للمشكلات
٢	٠,٧٣**	٧	٠,٦٤**
٨	٠,٦٦**	٩	٠,٧٠**

دالة عند مستوى ٠,٠١

جدول (٨) معامل ارتباط كل بعد بالدرجة الكلية للاختبار

البعد	معامل الارتباط بالدرجة الكلية	البعد	معامل الارتباط بالدرجة الكلية
طلاقة	٠,٧٣٧**	أصالة	٠,٦٠٤**
مرونة	٠,٥٩٥**	حساسية للمشكلات	٠,٦١٤**

دالة عند مستوى ٠,٠١

ويتضح من الجدول السابق أن معاملات الارتباط بين درجات كل بعد والدرجة الكلية للاختبار دالة عند مستوى (٠,٠١) مما يدل على أن الاختبار بوجه عام يتمتع بدرجة عالية من الصدق وصادق لما وضع لقياسه.

ب-ثبات المقياس: باستخدام طريقة ألفا كرونباخ

تم حساب الثبات بطريقة ألفا كرونباخ، حيث تم حساب ثبات أبعاد الاختبار الفرعية وحساب ثبات الاختبار ككل؛ ويوضح جدول (٩) ثبات الاختبار بطريقة ألفا كرونباخ Alpha-Cronbach.

جدول (٩) ثبات المقياس بطريقة ألفا كرونباخ

البعد	معامل ألفا كرونباخ	البعد	معامل ألفا كرونباخ
طلاقة	٠,٦٨٢	أصالة	٠,٦١٩
مرونة	٠,٧٠٤	حساسية للمشكلات	٠,٦٧١
معامل ألفا كرونباخ للاختبار ككل = ٠,٧١٥			

يتضح من الجدول أن الاختبار يتميز بدرجة مرتفعة من الثبات، مما يدل علي ثبات الاختبار وصلاحيته للتطبيق.

ج-زمن الاختبار:

تعتمد الاختبارات غير الموقوتة على القوة، وليس السرعة وعلى نوع الأسئلة ومدى صلاحيتها لإثارة الاستجابات المناسبة من المختبرين (فؤاد البهي السيد، ٢٠٠٨ : ٤٠١). وحتى لا يكون زمن الاختبار قيداً على خيال التلاميذ وإبداعاتهم، تنتمي اختبارات الإبداع إلى فئة الاختبارات غير الموقوتة.

٧-إعداد الصورة النهائية للاختبار.

ثالثا: التصميم التجريبي للبحث:

تم تحديد التصميم التجريبي للبحث من خلال ما يأتي :

أ) تحديد هدف البحث:

هدف البحث الحالي إلى الكشف عن فاعلية برنامج في الهندسة المستوية قائم على هندسة الفراكتال لتنمية التحصيل والتفكير الإبداعي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية وذلك عن طريقة مقارنة نتائج التدريس بالبرنامج المقترح بنتائج التدريس بالبرنامج المعتاد في مدارس التعليم العام المصرية.

ب) تحديد منهج البحث المستخدم:

المنهج شبه التجريبي: تم استخدامه لاختبار فروض البحث.

ج) اختيار مجموعتين متكافئين للبحث:

تم اختيار فصل (١/١) من فصول الصف الأول الإعدادي، بمدرسة الجزيرة الشرقية للتعليم الأساسي، ويحتوي على (٤٤) تلميذاً وتلميذة للتدريس لهم بالبرنامج القائم علي هندسة الفراكتال وتم اختيار فصل (١/١) من فصول الصف الأول الإعدادي بمدرسة كفر القرينين الإعدادية المشتركة ويحتوي على (٤٠) تلميذاً وتلميذة للتدريس لهم بالطريقة المعتادة في مدارس التعليم العام.

رابعا: التدريس بالبرنامج القائم علي هندس الفراكتال :

تم التدريس بالبرنامج لتلاميذ المجموعة التجريبية وعددها (٤٤) تلميذاً وتلميذة من يوم الأحد ٢٠١٦/٢/١٤ إلى يوم الخميس الموافق ٢٠١٦/٤/٢٨، وفقًا للخطة الزمنية التي أعدها الباحث،أما المجموعة الضابطة وعددها(٤٠) تلميذاً وتلميذة تم التدريس لهم بالطريقة المعتادة.

خامسا: التطبيق البعدي لأدوات البحث:

بعد الانتهاء من التدريس بالبرنامج ، قام الباحث بالتطبيق البعدي لاختبار تحصيلي في الرياضيات ، واختبار في التفكير الإبداع في الرياضيات على تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة، كما روعي شروط تطبيق كل منهم.

نتائج الدراسة:

اختبار صحة الفروض :

١) اختبار صحة الفرض الأول:

ينص الفرض الأول من فروض البحث على: "يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى(٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التحصيل لصالح المجموعة التجريبية."

ولاختبار صحة هذا الفرض تم وصف وتلخيص بيانات الدراسة بحساب (المتوسط الحسابي، الانحراف المعياري) لدرجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التحصيل، كما يوضحها الجدول الآتي:

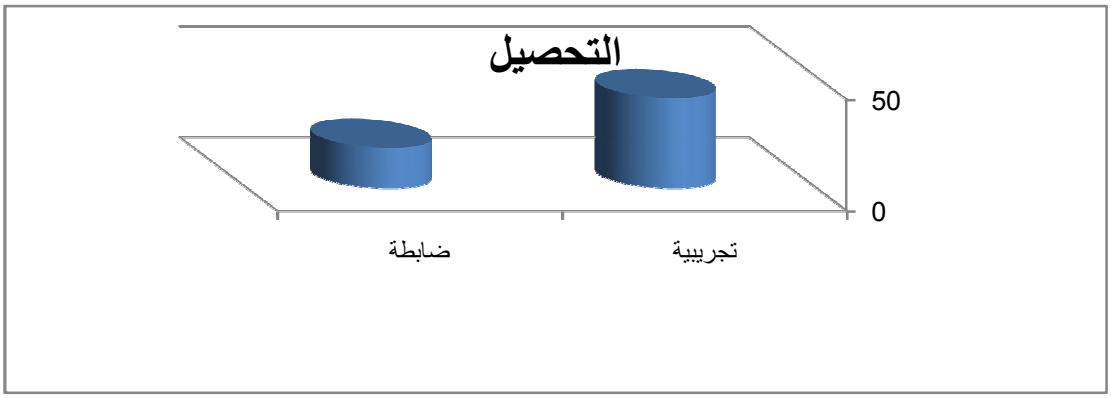
جدول(١٠) الإحصاءات الوصفية لدرجات المجموعتين في التطبيق البعدي لاختبار التحصيل.

الاختبار	المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الدرجة النهائية
التحصيل	التجريبية	٤٤	٤٠,٥٩	٨,٥١	.....
	الضابطة	٤٠	١٨,٢٥	٩,٥٠	

يتضح من الجدول أعلاه أن متوسط درجات المجموعة التجريبية في الاختبار التحصيلي بلغ (٤٠,٥٩) من الدرجة النهائية ومقدارها (٥٠) درجة، وهو أعلي من المتوسط الحسابي لدرجات المجموعة الضابطة الذي بلغ (١٨,٢٥) درجة من الدرجة النهائية بمقدار(٢٢,٣٤) درجة مما يدل علي وجود فرق بين متوسطي درجات مجموعتي البحث التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التحصيل لصالح

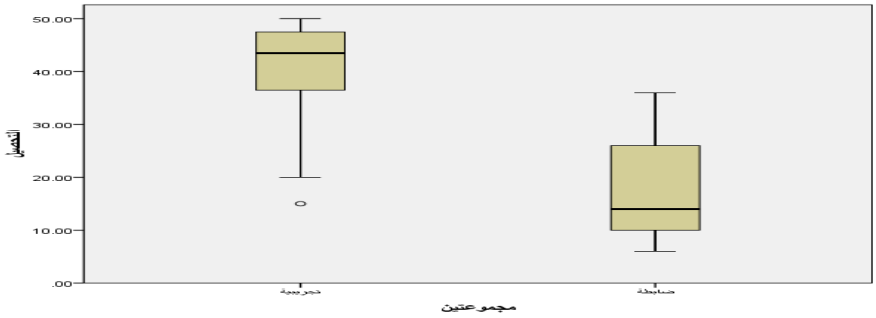
المجموعة التجريبية، كما يتضح زيادة تجانس درجات المجموعة التجريبية عن درجات المجموعة الضابطة (= الانحراف المعياري ÷ الوسط الحسابي) نتيجة تعرضهم للمعالجة التجريبية (التدريس ببرنامج قائم علي هندسة الفراكتال).

وبتمثيل درجات مجموعتي البحث باستخدام شكل الأعمدة البيانية اتضح ما يلي :



شكل (٧) التمثيل البياني بالأعمدة لمتوسطات درجات مجموعتي البحث في التطبيق البعدي

وبتمثيل درجات تلاميذ مجموعتي الدراسة بيانياً باستخدام شكل الصندوق و النقط Box–Plots وهو أحد أشكال الإحصاء الاستكشافي الحديث، اتضح ما يلى :



شكل(٨) تمثيل الصندوق والنقطة لدرجات مجموعتي البحث (التحصيل)

ويمكن عرض نتائج الشكل البياني السابق من خلال الجدول الآتي :

جدول(١١) المقاييس الإحصائية المستخلصة من شكل الصندوق والنقطة لدرجات مجموعتي البحث

المقاييس الإحصائية	المجموعة الضابطة	المجموعة التجريبية
أقل درجة	٦	١٥
أكبر درجة	٣٦	٥٠
الربيع الأدنى	١٠	٣٦,٢٥
الوسيط	١٤	٤٣,٥٠
الربيع الأعلى	٢٦	٤٧,٧٥

ويتضح من التمثيلات البيانية السابقة وجود فروق واضحة بيانيا بين درجات مجموعتي البحث التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التحصيل.

وللتحقق من الدلالة الإحصائية للفرق بين المتوسطين عند مستوى(٠,٠١) تم استخدام اختبار(ت) للمجموعتين المستقلتين غير المتساويتين في عدد الأفراد، وفى هذه الحالة يمكن استخدام اختبار "ت" لفروق المتوسطات لمجموعتين غير متجانستين وغير متساويتين في الحجم، وبتطبيق اختبار(ت) لفرق المتوسطين لقياس مقدار دلالة الفرق بين متوسطي درجات مجموعتي البحث اتضح ما يلى :

جدول (١٢) نتائج اختبار " ت " للفرق بين متوسطي درجات المجموعتين في التحصيل

البعد	المجموعة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	درجة الحرية	مستوي الدلالة	مربع ايتا	الفاعلية
التحصيل	التجريبية	٤٠,٥٩	٨,٥١	١١,٣٧	٨٢	دالة عند مستوي ٠,٠١	٠,٦١	فاعلية مرتفعة ومهمة تربوياً
	الضابطة	١٨,٢٥	٩,٥٠					

يتضح من الجدول السابق أن قيمة " ت " المحسوبة بالنسبة للتحصيل بلغت (١١,٣٧) تجاوزت قيمة " ت " الجدولية عند درجة حرية (٨٢) ومستوى دلالة (٠,٠١) مما يدل على وجود فرق حقيقي بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدى لصالح المجموعة التجريبية (ذات المتوسط الأكبر).

وبالتالي تم قبول *الفرض* الأول الذي ينص على "وجود فرق دال إحصائياً عند مستوي ٠,٠١ بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية التي تدرس ببرنامج قائم علي هندسة الفراكتال ودرجات تلاميذ المجموعة الضابطة التي تدرس بالطريقة المعتادة في اختبار التحصيل لصالح المجموعة التجريبية."

كما يتضح من الجدول أن قيمة مربع إيتا(η^2) لنتائج المجموعتين التجريبية والضابطة في درجات التطبيق البعدي لاختبار التحصيل (٠,٦١) وقد تجاوزت هذه

النتيجة القيمة الدالة علي الأهمية التربوية للنتائج الإحصائية في البحوث النفسية والتربوية ومقدارها (٠,١٤) (مراد، ٢٠٠٠، ٢٤٨)، وهي تعني أن حجم تأثير البرنامج القائم علي هندسة الفراكتال كبير حيث إن (٦١٪) من التباين الكلي للمتغير التابع (التحصيل) يرجع إلي المتغير المستقل (البرنامج القائم علي هندسة الفراكتال) والذي أثر بدرجة كبيرة علي تنمية التحصيل ،مما يعد مؤشراً علي فاعلية التدريس بالبرنامج القائم علي هندسة الفراكتال في تنمية التحصيل وتتفق هذه النتيجة مع النتائج التي توصلت إليها عديد من الدراسات كدراسة (سوسن عز الدين،٢٠٠٤)، (Mackee,1997)، (طه علي أحمد علي ،٢٠١١)، (وليد القاضي، ٢٠١٢).

حيث أوضحت هذه الدراسات وجود فاعلية لاستخدام هندسة الفراكتال في التدريس على تنمية التحصيل الدراسي و أوصت بضرورة تضمينها بالمناهج الدراسية ٠ويعزو الباحث ذلك إلي أن تدريس الهندسة المستوية باستخدام برنامج قائم علي هندسة الفراكتال ساعد التلاميذ علي التعلم الذاتي وزيادة الثقة بأنفسهم ، وكذلك تقديم أنشطة متنوعة مرتبطة بالبيئة من خلال كتيب للتلميذ مزود بهذه الأنشطة ساعد علي إقبال التلاميذ علي التعلم ، وكذلك تنوع طرق التدريس ما بين التعلم التعاوني والعصف الذهني والطريقة المعملية ، والتعلم بالاكتشاف وكذلك تنوع طرق التقويم ما بين التقويم البنائي والتقويم النهائي ساعد علي زيادة تحصيل التلاميذ.

٢) اختبار صحة الفرض الثاني:

ينص الفرض على: "يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمهارات التفكير الإبداعي لصالح المجموعة التجريبية".

ولاختبار صحة هذا الفرض تم وصف وتلخيص بيانات الدراسة بحساب (المتوسط الحسابي، الانحراف المعياري) لدرجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير الإبداعي ، كما يوضحها الجدول الآتي :

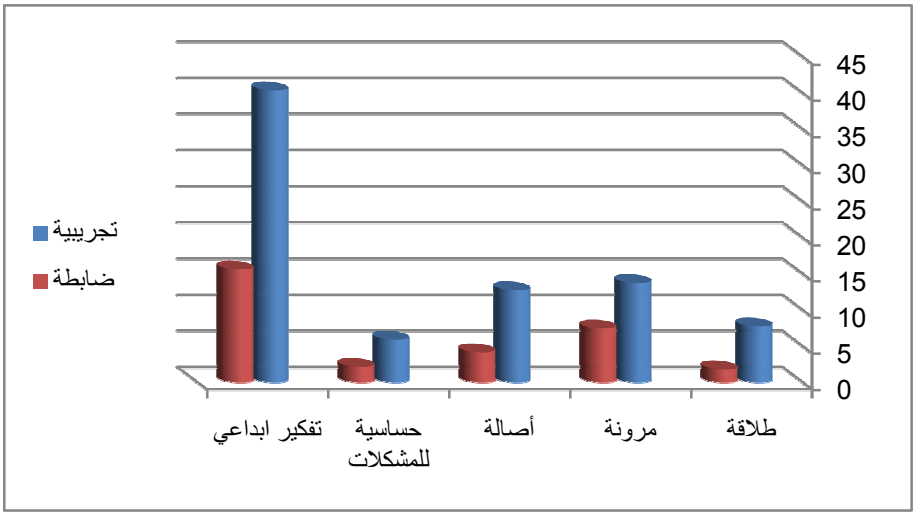
جدول(١٣) الإحصاءات الوصفية لدرجات المجموعتين في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير الإبداعي

البعد	المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الدرجة النهائية
الطلاقة	التجريبية	٤٤	٧,٧٥	١,١٨٣٧١	.....
	الضابطة	٤٠	١,٨	١,٣٨١١٩	

المرونة	التجريبية	٤٤	١٣,٧٥	١,٩٣٠٤٨	.....
	الضابطة	٤٠	٧,٤٨	٣,٠٩٦٦٣	
الأصالة	التجريبية	٤٤	١٢,٧٥	٤,٧٢٥٦١	.....
	الضابطة	٤٠	٤,١٨	٣,٦٩٢٥٩	
الحساسية للمشكلات	التجريبية	٤٤	٥,٩٣	١,٨٢٢٣١	.....
	الضابطة	٤٠	٢,١٨	١,٣٧٥٣٨	
مهارات التفكير الإبداعي ككل	التجريبية	٤٤	٤٠,٣٩	٦,٩٨٩٠٨	.....
	الضابطة	٤٠	١٥,٦٣	٧,٣٤٣٨٩	

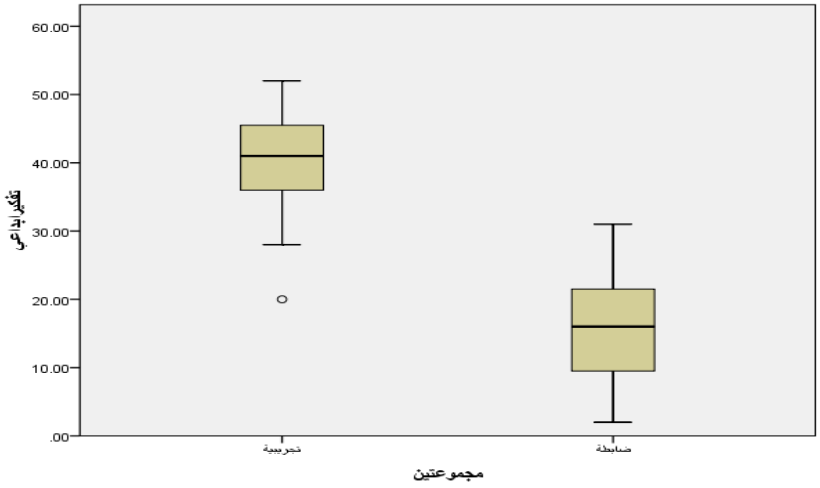
يتضح من الجدول أعلاه أن متوسط درجات المجموعة التجريبية بلغ (٤٠,٣٩) من الدرجة النهائية ومقدارها (٥٤) درجة، وهو أعلي من المتوسط الحسابي لدرجات المجموعة الضابطة الذي بلغ (١٥,٦٣) درجة من الدرجة النهائية بمقدار(٢٩,٧٦) درجة مما يدل علي وجود فرق بين متوسطي درجات مجموعتي البحث التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير الإبداعي لصالح المجموعة التجريبية بالنسبة للمهارات ككل ولكل بعد ومهارة فرعية من مهارات التفكير الإبداعي، كما يتضح زيادة تجانس درجات المجموعة التجريبية عن درجات المجموعة الضابطة نتيجة تعرضهم للمعالجة التجريبية (التدريس ببرنامج قائم علي هندسة الفراكتال).

وبتمثيل درجات مجموعتي البحث باستخدام شكل الأعمدة البيانية اتضح ما يلي:



شكل (٩) التمثيل البياني بالأعمدة لمتوسطي درجات مجموعتي البحث في التطبيق البعدي

وبتمثيل درجات تلاميذ مجموعتي البحث بيانياً باستخدام شكل الصندوق و النقط Box Plots– وهو أحد أشكال الإحصاء الاستكشافي Exploratory Analysis الحديث، اتضح ما يلى :



شكل (١٠) تمثيل الصندوق والنقطة لدرجات مجموعتي البحث (مهارات التفكير الإبداعي)

ويمكن عرض نتائج الشكل البياني السابق من خلال الجدول الآتي :

جدول(١٤) المقاييس الإحصائية المستخلصة من شكل الصندوق والنقطة لدرجات مجموعتي الدراسة

المقاييس الإحصائية	المجموعة الضابطة	المجموعة التجريبية
أقل درجة	٢	٢٠
أكبر درجة	٣١	٥٢
الربيع الأدنى	٩,٢٥	٣٦
الوسيط	١٦	٤١
الربيع الأعلى	٢١,٧٥	٤٥,٧٥

ويتضح من التمثيلات البيانية السابقة وجود فروق واضحة بيانيا بين درجات مجموعتي البحث التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لأداة الدراسة المعبرة عن مهارات التفكير الإبداعي. وللتحقق من الدلالة الإحصائية للفرق بين المتوسطين عند مستوى(٠,٠١) تم استخدام اختبار(ت) للمجموعتين المستقلتين غير المتساويتين في عدد الأفراد، وفى هذه الحالة يمكن استخدام اختبار "ت" لفروق المتوسطات لمجموعتين غير متجانستين وغير متساويتين في الحجم، وبتطبيق اختبار(ت) لفرق المتوسطين لقياس مقدار دلالة الفرق بين متوسطي درجات مجموعتي البحث اتضح ما يلى :

جدول (١٥) نتائج اختبار " ت " للفرق بين متوسطي درجات المجموعتين في مهارات التفكير الإبداعي

البعد	المجموعة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الحرية	قيمة ت	مستوي الدلالة	مربع ايتا	الفاعلية
الطلاقة	التجريبية	٧,٧٥	١,١٨٣	٨٢	٢١,٢٥	دالة عند مستوي ٠,٠١	٠,٨٥	فاعلية مرتفعة ومهمة تربوياً
	الضابطة	١,٨٠	١,٣٨١					
المرونة	التجريبية	١٣,٧٥	١,٩٣٠	٨٢	١١,٢٥	دالة عند مستوي ٠,٠١	٠,٦١	فاعلية مرتفعة ومهمة تربوياً
	الضابطة	٧,٤٨	٣,٠٩٦					
الأصالة	التجريبية	١٢,٧٥	٤,٧٢٥	٨٢	٩,٢٠	دالة عند مستوي ٠,٠١	٠,٥١	فاعلية مرتفعة ومهمة تربوياً
	الضابطة	٤,١٨	٣,٦٩٢					

الحساسية للمشكلات	التجريبية	٥,٩٣	١,٨٢٢	٨٢	١٠,٥٨	دالة عند مستوي ٠,٠١	٠,٥٨	فاعلية مرتفعة ومهمة تربوياً
	الضابطة	٢,١٨	١,٣٧٥					
مهارات التفكير الإبداعي ككل	التجريبية	٤٠,٣٩	٦,٩٨٩	٨٢	١٥,٨٣	دالة عند مستوي ٠,٠١	٠,٧٥	فاعلية مرتفعة ومهمة تربوياً
	الضابطة	١٥,٦٣	٧,٣٤٣					

يتضح من الجدول السابق أن قيمة " ت " المحسوبة (١٥,٨٣) تجاوزت قيمة " ت " الجدولية عند درجة حرية (٨٢) ومستوى دلالة (٠,٠١) مما يدل على وجود فرق حقيقي بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدى لصالح المجموعة التجريبية (ذات المتوسط الأكبر). ذلك بالنسبة لمهارات التفكير الإبداعي ككل ولكل مهارة علي حدة.

وبالتالي تم قبول الفرض الثاني الذي ينص على وجود فرق دال إحصائياً عند مستوي ٠,٠١ بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية التي تدرس ببرنامج قائم علي هندسة الفراكتال ودرجات تلاميذ المجموعة الضابطة التي تدرس بالطريقة المعتادة في اختبار مهارات التفكير الإبداعي لصالح المجموعة التجريبية."

كما يتضح من الجدول أن قيمة مربع إيتا(η^2) لنتائج المجموعتين التجريبية والضابطة في درجات التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير الإبداعي (٠,٧٥) وهي تعني أن حجم تأثير البرنامج القائم علي هندسة الفراكتال كبير حيث إن (٧٥٪) من التباين الكلي للمتغير التابع (مهارات التفكير الإبداعي) يرجع إلي المتغير المستقل (البرنامج القائم علي هندسة الفراكتال) والذي أثر بدرجة كبيرة علي تنمية مهارات التفكير الإبداعي ٠

أي أن هناك فاعلية كبيرة ومهمة تربويا لاستخدام برنامج قائم علي هندسة الفراكتال في تنمية مهارات التفكير الإبداعي.

وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة كل من (Naylor ,1999 : 360) ، (مكه البنا ، ٢٠٠٧)،(سامية حسين محمد ، ٢٠١١ : ٦٠)، (وليد القاضي ، ٢٠١٢) حيث أوضحت هذه الدراسات وجود فاعلية لاستخدام هندسة الفراكتال في التدريس في تنمية مهارات التفكير الإبداعي و أوصت بضرورة تضمينها بالمناهج المقررة ، ويعزو الباحث ذلك إلي تنوع الأشكال الفراكتالية وجمالها دفع التلاميذ إلي اكتشافها والتعرف علي طرق تكوينها ، وكذلك استخدام بعض الوسائل التعليمية المرتبطة بالبيئة

مثل نبات القرنبيط وأوراق الشجر لتوضيح خصائص هندسة الفراكتال ساعد التلاميذ علي التعاون لإنتاج أشكال فرا كتالية تتسم بالأصالة٠

توصيات البحث:

أ) توصيات تتعلق بالمعلم :

١) ضرورة تضمين برامج إعداد المعلمين علي الطرق الحديثة في التدريس مثل: (المناقشة- العصف الذهني- التعلم التعاوني- الاكتشاف- الطريقة المعملية)، والبعد عن التدريس التقليدي ٠

٢) ضرورة إعداد المعلم قبل الخدمة علي كيفية التعامل الرشيد مع مظاهر التكنولوجيا وعلي كيفية صياغة الأنشطة التي يمكن أن تنمي مهارات التفكير الإبداعي.

٣) ضرورة تضمين برامج إعداد المعلمين وضمن مقرر طرق التدريس وحدة في هندسة الفراكتال وكيفية تدريسها وطريقة تضمينها بمقررات الرياضيات للطلاب بمراحل التعليم المختلفة.

٤) ضرورة تركيز الدورات التدريبية للمعلمين أثناء الخدمة علي تقديم الموضوعات الجديدة والتي تعمل علي تنمية مهارات التفكير الإبداعي.

ب) توصيات تتعلق بالمحتوي الدراسي :

١) ضرورة أن تحتوي كتب الهندسة علي مشكلات هندسية غير روتينية بحيث يتدرب الطلاب من خلالها علي التفكير وتعمل على تنمية إبداعاته .

٢) ضرورة تضمين هندسة الفراكتال في المقررات التدريسية للطلاب في جميع مراحل التعليم وبمستويات مناسبة.

٣) ضرورة دمج هندسة الفراكتال كموضوع دراسي إثرائي في مقرر طرق تدريس الرياضيات للطلاب المعلمين بكليات التربية.

٤) يجب أن يشتمل الكتاب المدرسي علي مواقف حياتية مرتبطة بالبيئة التي يعيش فيها الطالب.

٥) ضرورة الاهتمام بإعداد برامج كمبيوتر جاهزة لتقديم مبادئ ومفاهيم هندسة الفراكتال للطلاب بالمراحل التعليمية المختلفة.

٦) ضرورة اختيار أنشطة ذات محتوي مختلف عما هو في مقررات الرياضيات وما اعتاد الطلاب عليه.

ج) توصيات تتعلق بطرق التدريس:

الاعتماد علي طرق تدريس مثل (المناقشة- العصف الذهني- التعلم التعاوني- الاكتشاف- الطريقة المعملية). والتي بدورها تسمح بتنمية مهارات التفكير الإبداعي٠

د) توصيات تتعلق بطرق وأساليب التقويم :

١) ضرورة الاعتماد علي طرق التقويم البنائي والتي تسمح بتصحيح الأخطاء التي تظهر أثناء التدريس ومعالجتها بسرعة.

٢) ضرورة إعداد طرق تقييم مناسبة في هندسة الفراكتال لمساعدة المعلمين في استخدام الطرق المناسبة لتقويم الطلاب .

٣) الاعتماد علي طرق تقويم تطلق قدرة الطلاب علي التخيل والإبداع وإنتاج كل ما هو جديد.

٤) ضرورة إتاحة الفرصة والمواقف التعليمية للطلاب للقيام بعمليات الفهم والتطبيق والممارسة والتجريد والتعميم وذلك لتنمية مستويات التفكير المختلفة.

البحوث المقترحة:

١) دراسة أثر تضمين موضوعات هندسة الفراكتال كأنشطة اثرائية في المقررات الدراسية باستخدام برمجيات الكمبيوتر .

٢) استخدام مداخل أخري لتقديم هندسة الفراكتال في مختلف الصفوف الدراسية .

٣) دراسة فاعلية برنامج لأنشطة هندسة الفراكتال علي أنواع مختلفة للتفكير بمراحل التعليم المختلفة.

٤) إجراء دراسة عن تأثير الوحدات الجديدة في الرياضيات علي ميول واتجاهات الطلاب نحو دراسة الرياضيات.

٥) دراسة أثر تضمين موضوعات هندسة الفراكتال في موضوعات أخرى مثل الجبر٠

٦) إجراء دراسات في هندسة الفراكتال في مراحل التعليم المختلفة وبمستويات مختلفة٠

٧) اقتراح برنامج لتدريب المعلمين علي استخدام التدريس الإبداعي والاستدلالي وحل المشكلات واتخاذ القرار في تدريس هندسة الفراكتال.

مراجع البحث:

أولاً : المراجع العربية:

١- أحمد اللقاني ، فارعة حسن محمد (٢٠٠١) : مناهج التعليم بين الواقع والمستقبل، القاهرة ،عالم الكتب.

٢- أحمد سيد أحمد (٢٠٠٣ أ) : دراسة مقارنة لمدي تأثير مناهج الرياضيات المدرسية علي تنمية عوامل الإبداع الرياضي لدي الطالب المعلم بكل من مصر وأمريكا ، مجلة كلية التربية بالإسماعيلية، جامعة قناة السويس ، العدد (٣) ، ص ص ٥٨ – ٨٣

٣- أحمد سيد أحمد (٢٠٠٣ب): الإبداع والرياضيات المدرسية، بنها، مؤسسة الإخلاص للطباعة والنشر.

٤- أحمد محمد عبد السلام (٢٠٠٤) : أثر استخدام التعلم التعاوني في تدريس الهندسة علي تنمية التفكير الإبداعي الهندسي لدي تلاميذ الصف الثاني الإعدادي ، رسالة ماجستير ، معهد الدراسات والبحوث التربوية ، جامعة القاهرة.

٥- أمل الشحات حافظ (٢٠٠٥) : "برنامج مقترح في الهندسة الكسورية باستخدام الكمبيوتر للطلاب المتفوقين بالمرحلة الثانوية" ،رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية البنات جامعة عين شمس.

٦- انشراح إبراهيم محمد المشرفي (٢٠٠٥): تعليم التفكير الإبداعي لطفل الروضة، القاهرة ، الدار المصرية اللبنانية .

٧- إيمان سمير حمدي أحمد (٢٠١٠)؛ فاعلية إستراتيجية مقترحة قائمة على خرائط المفاهيم والعصف الذهني وحل المشكلات في تنمية الإبداع الرياضي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، مجلة البحث العلمي في التربية، كلية البنات، جامعة عين شمس، ع(١١)، ص ص ٤٦٣ - ٤٧٩.

٨- جيمس جلايك (٢٠٠٠) : الهيولية تصنع علماً جديداً ، ترجمة علي يوسف على، القاهرة المجلس الأعلى للثقافة.

٩- جودت أحمد سعادة (٢٠٠٣) : تدريس مهارات التفكير ، دار الشرق للنشر والتوزيع، عمان ، الأردن.

١٠- جيهان محمود زين العابدين (٢٠٠٥) : فاعلية استخدام الأنشطة الإثرائية في تنمية التفكيرالابتكاري و التحصيل في الرياضيات لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي ، رسالة ماجستير، كلية التربية ، جامعة قناة السويس.

١١- حازم عبد الله أحمد بصيله (٢٠١٥) : "فعالية برنامج في العصف الذهني بالوسائط المتعددة لتنمية بعض مهارات حل المشكلات الهندسية والقدرات الابتكاري لدي طلاب المرحلة الإعدادية، "رسالة دكتوراه، كلية التربية، جامعة كفر الشيخ.

١٢- حمزة عبد الحكم الرياش , عادل إبراهيم الباز (٢٠٠٠) : "إستراتيجية مقترحة في التعلم التعاوني حتى التمكن لتنمية الإبداع الهندسي واختزال قلق حل المشكلات الهندسية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية "، مجلة تربويات الرياضيات , الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات يوليو ٢٠٠٠، ص ص(٦٥- ٢٠٧) .

١٣- خليفة عبد السميع خليفة (٢٠٠٣) تعليم وتعلم الرياضيات وتنمية الإبداع ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، المؤتمر العلمي الثالث ص ص ٦٢٢ – ٦٢٣

١٥- خليل ميخائيل معوض (١٩٩٥) : قدرات وسمات الموهوبين " دراسة ميدانية "، ط٢ ، الإسكندرية ، دار الفكر الجامعي ٠

١٦- دعاء زكي إبراهيم (٢٠١٢) : فاعلية برنامج قائم علي نظرية الذكاءات المتعددة في تنمية مهارات التفكير المنطقي والتحصيل وبقاء أثر التعلم في مادة الرياضيات لدي تلاميذ مرحلة الإعدادية، رسالة دكتوراه ، كلية التربية ، جامعة بنها٠

١٧- رحاب صفوت الديب (٢٠٠٦) : "فاعلية الاستعانة بالإنترنت في تدريس بعض مبادئ هندسة الفراكتال في تنمية استقلالية التعلم لدي تلميذ الصف الأول الإعدادي رسالة ماجستير كلية التربية ،جامعة عين شمس.

١٨- رحمة محمد عودة (٢٠٠١) : أثر تدريس برنامج مقترحة في الهندسة على تنمية التفكير الإبداعي لدى طلبة الصف الثامن الأساسي بغزه ، رسالة ماجستير ، كلية التربية ، جامعة عين شمس.

١٩- رشا السيد صبري (٢٠٠٨) : فاعلية تدريس هندسة مزودة بأنشطة فان هيل باستخدام الكتاب الالكتروني في تنمية التفكير و التحصيل لدى طلاب المرحلة الإعدادية، رسالة ماجستير ، كلية التربية ، جامعة عين شمس.

٢٠- رشدي طعيمة (٢٠٠٨): تحليل المحتوي في العلوم الإنسانية (مفهومه – أسسه – استخداماته) ، القاهرة ، دار الفكر العربي.

٢١- رضا أبو علوان السيد (٢٠٠١): "فعالية وحدة في هندسة الفراكتال Fractal Geometry لطلاب الرياضيات بكلية التربية" ، مجلة دراسات في المناهج وطرق التدريس ، العدد الثاني والسبعون ، كلية التربية ،جامعة عين شمس ، ص ص ١٠٩-١٤٥

٢٢- رضا مسعد السعيد عصر (١٩٩٨): تنمية بعض مهارات التدريس الإبداعي لدي طالبات قسم الرياضيات بكلية التربية للبنات بالسعودية ، مجلة البحوث النفسية والتربوية ،كلية التربية ،جامعة المنوفية، العدد ١٢، ص ص ١٩-٥٨

٢٣- رضا مسعد السعيد عصر (٢٠٠١): نموذج منظومي لتطوير مهارات التفكير الإحصائي لدى الباحثين بكليات التربية, المؤتمر العلمي السنوي، المركز القومي للبحوث التربوية والتنمية, بعنوان " رؤى مستقبلية للبحث التربوي, (١٧-١٩ أبريل), الجزء الثاني, ص ص ٥٧٣-٦١٤.

٢٤- زين العابدين درويش (١٩٨٣): تنمية الإبداع: منهج وتطبيقه، القاهرة : دار المعارف.

٢٥- سامية حسين محمد (٢٠١١) :" فاعلية برنامج إثرائي في هندسة الفراكتال قائم علي العصف الذهني الإلكتروني في تنمية بعض مهارات الحل الإبداعي للمشكلات لدي طلاب كلية التربية شعبة الرياضيات" مجلة تربويات الرياضيات، كلية التربية، جامعة بنها، المجلد الرابع عشر ، يوليو ، ص ص ٣-٦٧

٢٦- سناء محمد نصر حجازي (٢٠٠٠): سيكولوجية الإبداع – تعريفه وتنميته وقياسه لدي الأطفال ، القاهرة ، دار الفكر العربي.

٢٧- سها توفيق محمد (٢٠٠٦) :" فاعلية وحدة بنائية مقترحة في هندسة الفراكتال بمصاحبة الكتاب الإلكتروني في تنمية بعض مستويات التفكير الرياضي الخاص بها لدي طلاب كليات التربية " رسالة ماجستير غير منشورة كلية التربية ،جامعة عين شمس.

٢٨- سوسن محمد عز الدين(٢٠٠٤): "أثر تدريس بعض موضوعات هندسة الفتافيت(الفراكتالات) باستخدام اللوحة الهندسية علي تنمية التحصيل والتفكير الهندسي لدي تلميذات الصف الثالث المتوسط"، مجلة البحوث النفسية والتربوية ، كلية التربية ،جامعة المنوفية،ص ص ٢٥٠-٢٩٣

٢٩- طه علي أحمد (٢٠١١) : فعالية برنامج مقترح في هندسة الفراكتال قائم علي التعلم الخليط في التحصيل المعرفي وتنمية التفكير الابتكاري وتذوق جمال الرياضيات لدي طلاب كلية التربية، رسالة دكتوراه، كلية التربية ، جامعة سوهاج.

٣٠- عبير إبراهيم زيدان محمد (٢٠٠٣) : برنامج إثرائي في الهندسة لتنمية التفكير الإبداعي لدي الطلاب الفائقين في الرياضيات بالمرحلة الإعدادية ، رسالة ماجستير ، كلية التربية ، جامعة طنطا.

٣١- عبد السلام عبد الغفار (١٩٧٧): التفوق العقلي والابتكار،القاهرة، دار النهضة العربية.

٣٢- عبد رب النبي محمد (١٩٩٨) : " إستراتيجية مقترحة لتنمية بعض المهارات اللازمة لحل المشكلات الهندسية وأثرها علي التحصيل لدي طلاب المرحلة الثانوية " رسالة ماجستير كلية التربية ،جامعة الزقازيق فرع بنها٠

٣٣- عثمان نايف السواعي (٢٠٠٤) : تعليم الرياضيات للقرن الحادي والعشرون ، دار القم للنشر والتوزيع ، دبي ، دولة الإمارات العربية المتحدة.

٣٤ – عزة جابر عبد العزيز عطية شرف (٢٠٠٣) فاعلية التدريس بأسلوب الشرح والتوضيح وأسلوب حل المشكلات علي تنمية القدرة علي التفكير الابتكاري لتلميذات المرحلة الابتدائية ، رسالة كلية دكتوراه التربية الرياضية للبنات ،جامعة حلوان.

٣٥- عزة محمد عبد السميع (٢٠٠٢): " تطوير مناهج الرياضيات بالمرحلة الإعدادية في ضوء التوجيهات المستقبلية "، رسالة دكتوراه ، كلية التربية، جامعة عين شمس.

٣٦- مجدي عزيز إبراهيم (٢٠٠٠) : تطوير مناهج الرياضيات الموضوع القديم الجديد، مجلة تربويات الرياضيات ، المجلد الثالث ، كلية التربية ببنها ، جامعة الزقازيق ٠ ص ص ٢١-٢٤

٣٧- مجدي عزيز إبراهيم (٢٠٠٤) : استراتيجيات التعليم وأساليب والتعلم ، القاهرة ، مكتبةالأنجلو المصرية ٠

٣٨- محبات أبو عميرة (١٩٩١) : دور معلم الرياضيات في تنمية الإبداع لدي الطلاب دراسة تجريبية ، في مراد وهبة (المحرر)، الإبداع والتعليم العام، المركز القومي للبحوث التربوية والتنمية ، القاهرة.

٣٩- محمد ربيع حسني إسماعيل (١٩٩٨) : أثر استخدام برنامج إثرائي في الرياضيات علي تحصيل التلاميذ المتفوقين بالصف الثالث الإعدادي وتفكيرهم الإبداعي ، مجلة البحث في التربية وعلم النفس ، كلية التربية جامعة المنيا ، العدد ٢ ، أكتوبر ، ص ص ٢٨٨- ٣١٢

٤٠- محمد سعد إبراهيم العرابي (٢٠٠٢) : فعالية استخدام الأسئلة والمشكلات مفتوحة النهاية علي التحصيل والتفكير الابتكاري والاتجاه نحو الرياضيات لتلاميذ المرحلة الابتدائية ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات ، المؤتمر العلمي الثاني"، البحث في تربويات الرياضيات، جار الضيافة ، جامعة عين شمس ، القاهرة ٤-٥ أغسطس ، ص ص ٤٦٨-٥٣٥

٤١- محمد عبد المنعم عبد العزيز شحاتة ، محمد إسماعيل البربري (٢٠٠١) : برنامج مقترح لتنمية الإبداع في الرياضيات لدي تلاميذ الصف الخامس الابتدائي وأثره علي القدرة الإبداعية العامة والتحصيل ، دراسات في المناهج وطرق التدريس ، العدد (٦٨) ، يناير ، ص ص ١٣٧-١٧٤

٤٢- محمد فخري أحمد العشري (٢٠١٣) : فاعلية برنامج تعلم الكتروني مدمج في تدريس هندسة الفراكتال وتنمية التفكير التحليلي لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية ، رسالة دكتوراه كلية التربية بالإسماعيلية ، جامعة قناة السويس ٠

٤٣- مسعد سيد عويس (٢٠٠٢): الإبداع في تهيئة مناخ الإبداع في المؤسسة الجامعية، المؤتمر العلمي الثانوي الأول – مستقبل التعليم في مصر بين الجهود الحكومية والخاصة ، كلية البنات جامعة عين شمس ،المجلد الثاني ٢٥- ٢٦ يونيو،ص ص ٧٣٣ – ٧٥٢

٤٤- مصري عبد الحميد حنورة (٢٠٠٣): الإبداع وتنميته من منظور تكاملي ، ط٣ ، القاهرة مكتبة الأنجلو المصرية.

٤٥- مكة عبد المنعم البنا (٢٠٠٧) : "فعالية وحدة مقترحة في الهندسة الكسورية لطلاب كلية التربية وأثرها علي التفكير الإبداعي والاتجاه نحو الرياضيات" ، المؤتمر العلمي السابع ، دار الضيافة جامعة عين شمس، ص ص ١٨٣ – ٢٣١

٤٦- مكة عبد لمنعم البنا ، مرفت محمد كمال (٢٠٠٨) فاعلية نموذج بايبى البنائي في تنمية الحس العددي والقدرة علي حل المشكلات الرياضية لدي تلاميذ الصف الخامس الابتدائي

، دراسات في المناهج وطرق التدريس ، العدد (١٣١) ، مارس ، ص ص ١٥١– ٢٠١

٤٧ – مها السيد بحيري (٢٠٠٥) : الفعالية النسبية لإستراتيجيتي الألعاب التعليمية والعصف الذهني في تدريس الرياضيات علي تنمية الإبداع الرياضي والتحصيل لدي تلاميذ المرحلة الابتدائية، رسالة ماجستير، كلية التربية ،جامعة الزقازيق.

٤٨- نظله حسن خضر(٢٠٠٤): معلم الرياضيات والتجديدات الرياضية (هندسة الفراكتال وتنمية الابتكار التدريسي لمعلم الرياضيات)،عالم الكتب، القاهرة.

٤٩- وئام محمد الغانمي (٢٠١٠) : " فاعلية برنامج تدريبي قائم علي هندسة الفراكتال لتنمية مهارات حل المشكلات الهندسية والتفكير الرياضي والإبداعي لدي معلمات الرياضيات بالمرحلة المتوسطة بمدينة جدة " رسالة ماجستير ، كلية التربية للبنات بجدة.

٥٠– وليد صابر إبراهيم القاضي (٢٠١٢) : " فاعلية تدريس وحدة مقترحة قائمة علي هندسة الفراكتال في تنمية التحصيل والتفكير الإبداعي لدي تلاميذ المرحلة الابتدائية " ، رسالة ماجستير ، كلية التربية ، جامعة المنوفية.

٥١- وليم عبيد ،محمد المفتي ، وسمير إيليا (١٩٩٢) : تربويات الرياضيات ، ط٣ مكتبة الأنجلو المصرية القاهرة.

٥٢- وليم عبيد ،محمد المفتي ، وسمير إيليا (١٩٩٦) : تربويات الرياضيات ، ط٤ مكتبة الأنجلو المصرية القاهرة.

٥٣- وليم تاوضروس عبيد (١٩٩٨): رياضيات مجتمعية لمواجهات تحديات مستقبلية: إطار مقترح لتطوير مناهج الرياضيات مع بداية القرن الحادي والعشرين (قضايا فكرية) مجلة تربويات الرياضيات، المجلد الثالث، كلية التربية ببنها ، جامعة الزقازيق٠ص ص ٣-٨

٥٤- وليم عبيد ، محمد أمين المفتى ، سمير إليا القمص (٢٠٠٠) : تربويات الرياضيات، القاهرة ، مكتبة الأنجلو المصرية .

٥٥- وليم تاوضروس عبيد (٢٠٠٤) : تعليم الرياضيات لجميع الأطفال في ضوء متطلبات المعايير وثقافة التفكير، بيروت ، دار المسيرة.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

56- Barnsley, M, (1998): Fractals Everywhere, I N C. U.S.A Academic 56- Press,

57- Barnsley, M , (2006) : Super Fractals : Patterns of Nature , Cambridge 57- University Press , New York .

58- Bannon , T,(1991) : Fractal and Transformation ,The Mathematics Teacher ,V. 84, N.(3) ,P 178- 185

59- Bahar, A. Kadir and Maker, C. June (2011); Expploring the Relationship Between Mathematical Creativity and Mathematical Achievement, Asia- Pacific Journal of Gifted and Talented Educaiton, Vol (3), Issu (1).

60 -Barton, R. (1990): Chaos and Fractals, The Mathematics Teacher, V.83, N.7, p.524-529.

61- Beck, A. (2004) : What is a Fractal ? and who is This Guy Mandelbrot? Retrieved July 15,2008,from http://www.glyphs.com/art/fractals/what_is.html

62- Bovill , C . (2003) **:fractal geometry in architecture university of Maryland school of architecture** , URL :http:www.inform.umd.edu: // arch/newsletter/ fractal. Html

63- Biehl, C.(1999): Forest Fire, Oil Spills, and Fractal Geometry: an investigating in two Parts, part2: Using Fractal complexity to Analyze Mathematical Models, **The Mathematics Teacher**. V.92, N.2, pp.128-137.

64- Camp, Dan R, (2000) : Benoit Mandelbrot The Euclid of Fractal Geometry . (Eric Document Reproduction service No EJ 672136) .

65 -Cibes, M. (1990): The Sierpinski Triangle: Deterministic versus Random Models, The Mathematics Teacher, .83, N.8, pp. 617 -621.

66 -Crayton W. (1998): The case for Chaos, The Mathematics Teacher, V.91, N.4, pp.276-281 .

67- Cotton , et.al, : Learning thinking and Creativity , A staff development handbook , full text , Oct .2004 .

68. Crilly, A., Earnshaw, R., Jones, H., (1991): Fractals and Chaos, New York, Springer-Verlag.

69-Electric Library, (2000): Type of Geometry, The Columbia Electronic Encyclopedia, Sixth Edition, Columbia University Press.

70. Gleick, James (1987): Chaos. New York: Penguin Books.

71- Hammargren, ,R. (1999) :Fractal and chaos in geology and geophysics, centre for Astrophysics and space science ,available at (3/2005)

72 – Heinz-Otto ,P., Hartmut , J. & Dietmar,S.. (1992) :fractals For Springer – verlag and Reston , V A: NCTM

73- James , G. (1987) : Chaos . New York : Penguin Books .

74- Kelley, P. (1999) : Build a sierpinski Pyramid, The Mathematics Teacher, V 92,N(5),P ,384-388, Retrieved January 7 ,2009 from:http://www.stolaf.edu/wallace/Courses/U

75 -Kern, J., Mauk, C. (1990): Exploring Fractal -A problem -Solving Adventure Using Mathematics and Logo, The Mathematics Teacher, V.83, N.3, pp.179-185

76 - Langille,M. (1997) : Students Sense Making of Fractal Geometry Msc, Simon Fraser University, Canada , AAC MM 16962 , D.A.

77- Lauwerier, H. (1991): Fractals Endlessly Repeated Geometrical Figures, Translated by Hoffstadt, G., Princeton, New York.

78- Lorenz, W., (2003): Fractals and Fractal Architecture, Vienna University of Technology, URL: http://www.iemar.tuwieN.ac.at/modnl23/fractals/subpages

79 - Lornell, R., Westerberg, J. (1999): Fractals in High School: Exploring a New Geometry, The Mathematics Teacher, V.92, N.3, pp.260-265.

80- Mann, Eric L. (2006) : Creativity : "The Essence of Mathematics", Journal for the Education of the Gifted, Vol. 30,No.2,PP. 236-260 .

81- Mandelbrot, B. (1983): The Fractal Geometry of Nature, Freeman and Company, New York.

82 -Mckee , R. (1997) : Students Making Connections through Interactions With Fractal Geometry Activities , MED. Memorial University of New Foundation , Canada , AAC MM 17623,D.A.

84- National Council of Teachers of Mathematics (2000) : principles and standards for school Mathematics , Reston ,Va , The Council .

85- Naylor, M. (1999): Exploring Fractals in The Classroom , The Mathematics Teacher, V.92, N.4. April 1999, pp. 360-364.

86- Patrazalek, E, (2011): Fractals: Useful Beauty (General Introduction to Fractal Geometry), Available at : www. fractals.org , Retrivied on 1,1,2011

87 -.Reinstein, D., Sally, P., and Camp, D. (1997): Generating Fractal through Self- Replication, The Mathematics eacher, v.90, N.1, p.34-38

88- Randi , L.& Westerberg , J. (1999) : Fractals in high school : Exploring a New Geometry , Mathematics Teachers , V 92 , N 3 , pp. 260 -265

89- Robert ,D. (1995) : Fractal Dimension Retrieved August 21, 2009, from DYSYS/chaos-game/node 6.html. http:// math . bu.edu

90- .Sprott,C.(2003) : Fun With Fractals, URL:http:// whyfiles.org/ 046sci_project/k- 3.html

91- Simmt, E. & Davis, B.(1998) : Fractal Cards : A space for Exploration in Geometry and Discrete Mathematics , The Mathematics Teacher ,91, (2),102-108

92- Stiegler, C . (2003) : Computer - Generated Fractals Using Iterated Function Systems . Dissertation Abstract International,(41-50), 1256

93- Thomas, D. (2002) : Modern Geometry . Pacific Grove, California : Brooks Cole Publishing Company .

94 -Thompson , L. (1997) : Teaching and Learning early number , Oxford University press , New York .

95- Turner, M., Blackledge, J., Andrews, P. (1998): Fractal Geometry in Digital Imaging, Academic Press, ISBN: 0127039709, URL: http://www.cms.dmu.ac.uk/IRC/FGDI.html

96-Vacc , N. (1992) : Fractal Geometry in Elementary School Mathematics of Mathematics Behavior , V 11, N 3, pp. 279-289 . Journal

97- Villiers, M. (1996): The Future of Secondary School Geometry, Slightly Adapted Version of Plenary Presented at the SOSI

Geometry Imperfect Conference, 2-4 Oct, UNISA, Pretoria, URL