فاعلية توظيف بعض استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس هندسة الفراكتال فى تنمية الاستدلال التكيفى ومهارات التفكير الجانبى لدى طلاب كلية التربية.

د.علاء المرسى أبوالرايات
أستاذ مساعد المناهج وطرق تدريس الرياضيات
كلية التربية – جامعة طنطا

مستخلص:
هدف البحث إلى التعرف على فاعلية توظيف بعض استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس هندسة الفراكتال فى تنمية الاستدلال التكيفى ومهارات التفكير الجانبى لدى طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات ، واتبع الباحث المنهج شبه التجريبي ، وتكونت عينة البحث من (٥٠) طالب وطالبة (من الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات بكلية التربية طنطا) وتم تقسيمها إلى مجموعتين إحداهما مجموعة تجريبية (٢٥) طالب وطالبة درست وحدة فى هندسة الفراكتال باستخدام استراتيجيات التعلم البنائى والأخرى ضابطة وعددها (٢٥) طالب وطالبة، وأعد الباحث اختبار فى الاستدلال التكيفى فى هندسة الفراكتال واختبار فى مهارات التفكير الجانبى ، وتم التحقق من الصدق والثبات والتحليل الإحصائي لهم ، وكان من نتائج البحث فاعلية توظيف بعض استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس هندسة الفراكتال فى تنمية الاستدلال التكيفى ومهارات التفكير الجانبى لدى طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات.
الكلمات المفتاحية: استراتيجيات التعلم البنائى ،هندسة الفراكتال ،الاستدلال التكيفى ، التفكير الجانبى .

Abstract:

The effectiveness of employing some constructivist learning strategies to teach fractal geometry in the development of adaptive reasoning and lateral thinking skills among students for the Faculty of Education

The study aimed to identifying the effectiveness of employing some constructivist learning strategies to teach fractal geometry in the development of adaptive reasoning and lateral thinking skills to third year mathematicsStudent teachers'department. The researcher followed the semi-experimental method. The sample consisted of (50) students, (25) students studied a unit in the geometry of fractal using constructivist learning strategies and the other 25 control group. The researcher prepared a adaptive reasoning test in fractal geometry and Lateral Thinking skills test, have been verified validity and reliability and statistical analysis for it, and the results of the study the effectiveness of the employment of some constructivist learning strategies to teach fractal Geometry on developing adaptive thinking Lateral Thinking skills
Of the third year Mathematics students Teacher.
Key Words: constructivist learning strategies, fractal geometry, adaptive reasoning, lateral thinking skill

مقدمة:

تعتبر الرياضيات إحدى المواد الدراسية التي تهدف إلى تنمية التفكير الابتكاري، فالابتكار لا يتم من فراغ، ولا بد أن تسبقه مشكلة تتحدى العقل، لذا يمكن اتخاذ الرياضيات وسطاً لتنمية التفكير الابتكاري ، فطبيعتها التركيبية تسمح باستنتاج أكثر من نتيجة منطقية لنفس المقدمات المعطاة، وبنيتها الاستدلالية تعطى بعض المرونة في تنظيم المحتوى، كما أن الرياضيات غنية بالمواقف المشكلة التي يمكن أن يوجه إليها الطلاب ليجدوا لكل موقف حلولاً متعددةً ومتنوعة، فالرياضيات ليست مجموعة من الحقائق والمعلومات، ولكنها في المقام الأول طريقة تفكير وأسلوب لمواجهة المشكلات العقلية، ومن ثم فالتدريس الناجح للرياضيات يعمل على إكساب المتعلمين قدرات وأساليب التفكير الابتكاري .

ويُنظر إلى الهندسة رياضياً على أنها : طريقة فى إثارة التفكير حيث يقوم الطالب بعمل استنتاجات خاصة من خلال ضم أشكال هندسية لبعضها البعض ومعرفة ما هو الشكل الناتج (خالد أبو لوم ،٢٠٠٧) ونتيجة للتطور فى علم الهندسة فقد ظهرت فى عام ١٩٧٥ هندسة الفراكتال (Fractal geometry) بواسطة العالم ماندلبروت (Mandelbrot) البولندى ، وأصبحت هندسة الفراكتال فى الثلاثين عام الأخيرة أساساً فى الثورة الرياضية التى غيرت نظرتنا للطبيعة (Newton,2008,pa) .

ويصف ماندلبروت هندسة الفراكتال بأنها " الدراسة المنظمة لأشكال غير منتظمة فى مجال الرياضيات أو العالم الواقعى متغاير المقاييس ."(Mandelbort & Frame, 2002)

وتعرف هندسة الفراكتال بأنها نوع جديد من التراكيب الهندسية اهتم بالبحث في المكونات الجزئية للأشكال الرياضية في الطبيعة وتتسم بأنها أشكال هندسية تنتج من تقسيم الشكل الأساسي إلى أجزاء صغيرة وكل جزء هو صورة مصغرة متكررة من الشكل الأساسي .(ميرفت محمود على ،٢٠١١)

ولهندسة الفراكتال أهمية كبيرة حيث أنها : تحرر العقل وتجعله أكثر إبداعاً ، تنمي استقلالية التعلم لدى التلاميذ ، خلق جو محبب أثناء الدراسة من خلال أنشطتها العصرية التي تساعد على تذوق جمال الرياضيات في عقولهم وفي الطبيعة من حولهم، تثرى المفاهيم الأساسية التي يتعلمها الطلاب مثل التصغير التكرار – التشابه، تبين وتوضح الجمال في تكوين الأشكال التي نراها من حولنا وكما يدركها عقلنا، تمثل الهندسة فرصه فريدة وجيدة بالنسبة للمعلمين لشرح الديناميكية في الرياضيات والتي تتضح من خلال عملية التكرار التي تجرى على أشكال معينة ، تساعد على تنمية المهارات العقلية والعملية لدى الطلاب. (نظلة خضر ، ٢٠٠٤)

وتأتى أهمية هندسة الفراكتال فى أنها تستثير التفكير الابتكارى والاستقصاء والاستكشاف عند المتعلمين من خلال فحص وتحليل مكونات الأشكال الفراكتالية ، ومن خلالها يمكن مزج الفنون بالرياضيات ، فتتحول المعادلات من مجرد رموز وأرقام إلى أشكال ورسومات وزخارف بديعة ، كما أنها تظهر الطالب المكتشف من خلال ربطه الدائم للأشكال فى الطبيعة بالخصائص الرياضية لهندسة الفراكتال، وتقدم هندسة الفراكتال حلاً بسيطاً للتوصل إلى التفاصيل الدقيقة للأشياء الكبيرة مثل السحب التى يمكن قياس حدودها وكذلك المناظر الطبيعية. (وائل عبد الله ، ٢٠٠٨).

ولدراسة التحصيل فى الرياضيات فقد قدم لمجلس القومي الأمريكي للبحوث تقرير "Adding It Up,2003 ": الخاص بمساعدة الطلاب على تعلم الرياضيات بنجاح ،والذى أشار إلى الكفاءة الرياضية والتى تتكون من : الفهم المفاهيمي ، الطلاقة الإجرائية ، الكفاءة الإستراتيجية ، الاستدلال التكيفي ، الميل البنَّاء، وهى مستويات مرتبطة ببعضها البعض، وتساعد الباحثين على دراسة المعرفة الرياضية فى فروع الرياضيات الحديثة مثل هندسة الفراكتال .

والاستدلال التكيفي Adaptive Reasoningهو القدرة على "التفكير المنطقي والتأمل والتفسير والتبرير حول العلاقات بين المفاهيم والمواقف" (Kilpatrick et al., 2001, p. 129)

ويرتبط الاستدلال التكيفي بالاستدلال الاستقرائي والاستنتاجي المرتبطين بالحدس، فالاستنتاج الاستقرائي هو استنتاج عام يستند إلى البيانات الملاحظة ، في حين أن الاستدلال الاستنتاجي هو استنتاج يستند إلى قواعد متفق عليها ، والاستدلال الاستنتاجي هو عملية الاستدلالات التي يتم اشتقاقها بالشروط المطلقة وفقاً لبيانات لا تتأثر بعوامل أخرى ، والمعرفة الحدسية هي نوع من المعرفة لا يعتمد على أدلة تجريبية كافية أو حجة منطقية تماماً ، ولكن - وعلى الرغم من ذلك- إلا أنها مع ذلك مقبولة إلى حد ما ، في حين أن الفهم الحدسي يحدث إذا كان بإمكان شخص ما التنبؤ في حقيقة شيء دون تردد وبدون تحليل أولى ، وللتدريب على الاستدلال الرياضي التكيفي ، يجب أن يعطى الطلاب مشكلات غير روتينية التي تساعد فى تطوير القدرة على تكييف الوضع المعطى مع الوضع الجديد ، وذلك كما فى مشكلات هندسة الفراكتال والتى تجعل المتعلم يعدل ويكيف من تفكيره واستدلاله للانتقال من التفكير فى الهندسة الاقليدية إلى التفكير فى هندسة الفراكتال ، حيث تتعامل الهندسة الاقليدية مع الاشكال البسيطة المنتظمة ، بينما هندسة الفراكتال تتعامل مع الأشكال المركبة وغير المنتظمة ، وبينما تركز الهندسة الاقليدية على الأجزاء ، فالهندسة الفراكتالية تركز على الاشكال فى صورتها الكلية ، وتنظر الهندسة الإقليدية إلى الاشكال الفردية ولكن هندسة الفراكتال تنظر إلى الانماط والنظرة الكلية لاشكال الهندسية.

(Kilpatrick et al., 2001)(Jiang & Brandt. 2015))
ويستطيع الطالب ذوى الاستدلال التكيفي التعرف على الافتراضات والتكيف مع التغييرات في الافتراضات والمعلومات ، والتكيف مع هذه المعلومات يتضمن مقارنة الافتراضات والعمل في أنظمة متنوعة من الرياضيات ، على سبيل المثال ، حيث أن الهندستين الاقليدية والكروية تختلفان فى الافتراضات والمسلمات لذلك فإنهم مختلفتين بنائياً ، والطالب الذى يتصف بالاستدلال التكيفي ، عندما تُقدم له الهندسة الكروية سوف يستنتج أن الزوايا الداخلية للمثلث لا تساوى ١٨٠ درجة. علاوة على ذلك ، سيكون قادرا على بناء مثال عن المثلث ، ضمن افتراضات الهندسة الكروية ، أى أن مجموع الزوايا الداخلية للمثلث أكبر من ١٨٠ درجة.
ويعد التفكير الجانبي أحد أساليب التفكير الذي يسهم في تغيير الأفكار والمفاهيم والمدركات لتوليد مفاهيم ومدركات جديدة قابلة للتطبيق في المجالات التي تحتاج إلى تفكير (إيمان عبد الكريم ذيب، ٢٠١٢ ، ٤٦٧)
ويؤكد Debono دي بونو أن التفكير الجانبي هو تفكير شامل يؤدي إلى ابتكار الأشياء وإيجاد الحلول للمواقف الغامضة والابتعاد عن النمطية المعتادة (ادوارد دي بونو، ٢٠١٠)
والتفكير الجانبي Lateral thinking أسلوب لحل المشكلات يقتضي الخروج عن المناهج المنطقية المألوفة والتفكير بطريقة أوسع بكثير من المعتاد. ويرتبط التفكير الجانبي بالمفكر العالمي إدوارد دي بونو، وقد سماه كذلك ليميزه عن نوع آخر من التفكير سماه التفكير الرأسى vertical thinking والذي يستند أساساً إلى المنطق أو ما يألفه الإنسان ويعتاد عليه.
https://en.wikipedia.org/wiki/Lateral_thinking
وممارسة المتعلم لمهارات التفكير الجانبي تجعله يفكر خارج حدود التفكير التقليدي ويواجه المشكلات بأفكار إبداعية للحصول على نتائج فورية ويبتكر طرقاً لحل المشكلات ويطور أفكاراً جديدة، وعادات وممارسات إبداعية (Sloane,2003, 53)
ويعتبر التفكير فى هندسة الفراكتال وأشكالها وخصائصها تفكير جانبى حيث أنه يتسم بالمرونة وتقبل أفكار جديدة وغير نمطية وقد تكون مغايرة للتفكير فى الهندسة الاقليدية.
وحيث أن تنمية التفكير الجانبى لا تأتى من فراغ ، وإنما تستند إلى المعرفة والمفاهيم السابقة لدى المتعلم ، لذلك توجد استراتيجيات تدريس انطلقت من فكر البنائية مثل استراتيجية (K – W –L) أى المعرفة السابقة والمكتسبة الجديدة ، واستراتيجية المتناقضات .

تلك الاستراتيجيات تهتم بإطلاق طاقات التفكير الإبداعى عند المتعلم ، والخروج من ثقافة تلقي المعلومات إلى بناء المعلومات ومعالجتها وتحويلها من مرحلة المعرفة Cognition التى تتمثل فى اكتشاف علاقات وقواعد وظواهر بما يمكنه الانتقال من مرحلة المعرفة إلى مرحلة ما وراء المعرفة Meta cognition التى تتمثل في تأمل المعرفة والتعمق في فهمها وتفسيرها و اكتشاف أبعادها الظاهرة ، والاستدلال التكيفى على أبعادها الضمنية من خلال منظومة البحث والتقصي (أمانى محمد حسن ، ٢٠١٣)

ونتيجة لإن الرياضيات ذات طبيعة بنائية تراكمية ، حيث توجد علاقة أساسية بين المفاهيم والأشكال فى الهندسة الأقليدية والهندسة الفراكتالية ، ولذلك فقد استخدمت الدراسة الحالية بعض استراتيجيات التعلم البنائى (استراتيجية (K - W – L) واستراتيجية المتناقضات) لتدريس وحدة فى هندسة الفراكتال والتعرف على أثرها فى تنمية الاستدلال التكيفى ومهارات التفكير الجانبى لدى الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات بكلية التربية جامعة طنطا.

الاحساس بمشكلة البحث:

- من خلال إطلاع الباحث على الأدب التربوى والدراسات السابقة التى أجريت حول استراتيجيات التعلم البنائى وهندسة الفراكتال والتفكير الجانبى ومنها دراسة (فاضل صالح ، قصى سعود ، ٢٠١٤) والتى أوضحت تدنى فى مستوى التفكير الجانبى لدى طلاب الجامعة ودراسة (Rizki &Frentika & Wijaya.(2018) ودراسة (Wibowo,2016) والتى أشارت إلى ضعف الاستدلال التكيفى لدى الطلاب.
- وكذلك من خلال الدراسة الاستكشافية والتي قام الباحث فيها بتطبيق اختباراً للتفكير الجانبى على عينة من طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات وعددهم (٣٠) طالباً حيث حصل (٨٠%) من الطلاب على أقل من٥٠% من درجة الاختبار، وهذه النتائج تعكس ضعف مهارات التفكير الجانبى للطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات ،و بالتالى تبلورت مشكلة البحث الحالي في ضعف في مهارات التفكير الجانبى والاستدلال التكيفى لدى طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات ، وأنهم في حاجة إلى استراتيجيات ومحتوى هندسى وأنشطة متنوعة تساعدهم في تنمية مهارات التفكير الجانبى والاستدلال التكيفى .
- لذلك جاء البحث الحالي لتجربة بعض استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس وحدة هندسة الفراكتال بما تتضمنه من أفكار ونظريات ومشكلات وأسئلة غريبة والتعرف على أثرها في تنمية مهارات التفكير الجانبى والاستدلال التكيفى ، و من هنا جاءت الحاجة الماسة للتعرف إلى فاعلية توظيف بعض استراتيجيات

التعلم البنائى لتدريس هندسة الفراكتال فى تنمية الاستدلال التكيفى ومهارات التفكير الجانبى لدى طلاب كلية التربية.

مشكلة البحث:

تبلورت مشكلة البحث في ضعف مهارات التفكير الجانبى والاستدلال التكيفى لدى طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات ، ولذلك حاول البحث الحالي الإجابة عن التساؤل الرئيسى التالى : ما فاعلية توظيف بعض استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس هندسة الفراكتال فى تنمية الاستدلال التكيفى ومهارات التفكير الجانبى لدى طلاب الفرقة الثالثة بكلية التربية – جامعة طنطا.

أسئلة البحث:

يحاول البحث الاجابة عن الأسئلة التالية :

١- ما فاعلية توظيف بعض استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس هندسة الفراكتال فى تنمية الاستدلال التكيفى لدى طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات بكلية التربية جامعة طنطا؟

٢- ما فاعلية توظيف بعض استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس هندسة الفراكتال فى تنمية مهارات التفكير الجانبى لدى طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات ؟

٣- ماالعلاقة الارتباطية بين درجات الطلاب على اختبار الاستدلال التكيفى ومهارات التفكيرالجانبى لدى طلاب المجموعة التجريبية ؟

فروض البحث:

للاجابة عن أسئلة البحث تم صياغة الفروض التالية :

١- لايوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطى درجات المجموعتين التجريبية والضابطة فى القياس البعدى لاختبار الاستدلال التكيفى.

٢- لايوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطى درجات المجموعتين التجريبية والضابطة فى القياس البعدى لاختبار مهارات التفكير الجانبى .

٣- لا توجد علاقة ارتباطية موجبة بين درجات الطلاب على اختبار الاستدلال التكيفى ودرجاتهم على اختبار مهارات التفكير الجانبى بعدياً .

أهداف البحث:

هدف البحث إلى:

توظيف بعض استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس هندسة الفراكتال والتعرف على فاعليتها فى تنمية كل من: الاستدلال التكيفى ومهارات التفكير الجانبى لدى الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات.

أهمية البحث:

استمد البحث الحالي أهميته حيث يأتى استجابة لما ينادى به التربويين بضرورة تحديث مناهج الرياضيات واضافة وحدة دراسية فى الهندسة الجديدة (هندسة الفراكتال) والتى تساعد الطلاب فى تنمية الاستدلال التكيفى ومهارات التفكير الجانبى، كما أنها تفيد معلمى وموجهى الرياضيات من حيث أدوات البحث وهى اختبار فى الاستدلال التكيفى لهندسة الفراكتال ومهارات التفكير الجانبى ودليل المعلم لتدريس هندسة الفراكتال باستخدام بعض استراتيجيات التعلم البنائى، وتفتح المجال أمام الباحثين لدراسة متغيرات أخرى مرتبطة بمتغيرات البحث الحالي.

حدود البحث:

تتمثل حدود البحث فى الأتى:

الحدود الموضوعية: اقتصر البحث على بعض موضوعات هندسة الفراكتال ، كما اقتصرت على استراتيجيتى (K –W – L) واستراتيجية المتناقضات .

الحدود المكانية : تم تطبيق أدوات البحث الحالي على بعض طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات بكلية التربية بطنطا.

الحدود الزمانية : تم تطبيق هذا البحث خلال الفصل الدراسى الأول من العام الدراسى ٢٠١٧م.

مصطلحات البحث:

استراتيجيات التعلم البنائى:

هى استراتيجيات تعليمية تعلمية تستند إلى الفكر البنائى والذى يقوم على بناء المعرفة النشطة من خلال الخبرات والمفاهيم السابقة لدى المتعلم وربطها بالمفاهيم والخبرات الجديدة ، ومن تلك الاستراتيجيات : استراتيجية (K – W – L)، استراتيجية المتناقضات.

استراتيجية (K – W – L):

تعتبر استراتيجية (K – W – L) إحدى استراتيجيات التعلم البنائى حيث يسجل الطالب كل ما لديه من معلومات سابقة عن الموضوع ، ويسجل ما يجتاجه فى ضوء ما يطرحه المعلم من معلومات ، وبعد ذلك يسجل ما تعلمه بالفعل ، ثم يسجل أهم التطبيقات على ما تعلمه ويمكن أن يتم ذلك بشكل فردى أو فى مجموعات ينظمها المعلم حسب ما يتطلبه الموقف(ابراهيم عطيه ومحمد صالح ، ٢٠٠٨ ، ٥٩).

وتُعرف أجرائياً بأنها مخطط بنائى يسجل الطالب كل مالديه من معلومات عن موضوعات الهندسة الفراكتاية ، ثم يسجل كل ما يحتاج لمعرفته وفهمه عن تلك الهندسة ، وبعد ذلك يسجل ماتعلمه عن موضوعات هندسة الفراكتال وتطبيقاتها وبشكل فردى أو جماعى.

استراتيجية المتناقضات : Contradictions Strategy

تستند استراتيجية المتناقضات على النظرية البنائية ، وهى استراتيجية تضع المتعلم تحت تأثير أحداث ومفاهيم تعليمية تتعارض مع ما يعيه أو يمتلكه من خبرات سابقة، الأمر الذي يثير الدهشة والدافعية لديه لحل هذا التناقض .(عبد الواحد الكبيسى ، حجيل حسون ،٢٠١٤)

تُعرف اجرائياً بأنها استراتيجية يتم من خلالها تقديم مواقف تعليمية فى هندسة الفراكتال بحيث تكون نتائجها متناقضة ، وتولد لدى الطلاب الدهشة والرغبة والدافعية لمعرفة الحل لهذا التناقض.

التفكير الجانبى : Lateral Thinking

هو تفكير يتميز بالبحث والانطلاق بحرية في اتجاهات متعددة بدلاً من السير في اتجاه واحد، ويركز على توليد الطرق الجديدة، وتنمية مهاراته بالممارسة والتدريب (عبد الواحد الكبيسي، ٢٠١٣ ، ١٠٨)

ويقصد به في البحث الحالي بأنه تفكير يجعل الطالب/ المعلم يفكر خا رج حدود التفكير التقليدي ويواجه المشكلات بأفكار متعددة للحصول على نتائج جديدة، ويصمم طرق لحل المشكلات الرياضية ويطور أفكار جديدة، ويسعى إلى تغيير الأفكار والمفاهيم والمدركات لتوليد مفاهيم ومدركات جديدة قابلة للتطبيق في الرياضيات التي تحتاج إلى تفكير ويقاس بالاختبار الذي أعده الباحث فى الهندسة.

هندسة الفراكتال :Fractal Geometry

هندسة الفراكتال هى " شكل هندسى ذو انكسارات يمكن تقسيمه إلى أجزاء متماثلة ومتشابهة ذاتياً ، ويمكن من خلال خاصية التشابة الذاتى لأجزاء الشكل الفراكتالى تقسيم الأجزاء الناتجة حتى تصل إلى مولد الفراكتال ، ويختلف البعد الفراكتالى من شكل إلى آخر حسب درجة تعقيد الشكل وكثرة تعرجاته(سوسن موافى ، ٢٠٠٤).

وتُعرف إجرائياً بأنها فرع من فروع الهندسة يهتم بدراسة الأشكال غير المنتظمة سواء اكانت خشنة أو متعرجة ، وهذه الأشكال يمكن تقسيمها إلى عدة أشكال صغيرة، كل جزء يحمل خصائص الشكل الاصلى ، وتتصف هذه الأشكال بالتشابة الذاتى والتكرار المرحلى والبعد الفراكتالى.

الاستدلال التكيفى : Adaptive Reasoning
الاستدلال التكيفى هو قدرة الطلاب على التفكير المنطقي الذي ينطوي على دراسة متأنية للبدائل وقدرتهم على تبرير استنتاجاتهم ، وتفسير الحلول (Kilpatrick et al., 2001)
ويُعرف الاستدلال التكيفى إجرائياً على أنه قدرة الطالب على التفكير المنطقى والحدسى ، والتبرير الاستدلالى ، وتوظيف العلاقات المنطقية بين المفاهيم أو المواقف فى هندسة الفراكتال وذلك لشرح وتحليل الاشكال الهندسية والحلول وتبريرها .

الاطار النظرى للبحث والدراسات السابقة:

أولاً: هندسة الفراكتال :
كلمة فراكتال اسم مشتق من الكلمة اللاتينية "Fractus " والفعل اللاتين المقابل لها Frange بمعنى يكسر أو يجزىء إلى قطع صغيرة ، والبعض ينسبها إلى Fraction وتعنى كسر رياضى ولذا فإن البعض يترجمون هندسة الفراكتال بهندسة الكسوريات ، فهى أشكال هندسية ذات خصائص مميزة مثل خاصية التشابة الذاتى وخاصية البعد الفراكتالى والتكرار المرحلى .(نظلة حسن خضر ، ٢٠٠٤ ، ص٤٩).
وتوجد عدة تعريفات لهندسة الفراكتال ومنها (عبد الكريم موسى فرج الله ، ٢٠١٥ ، ١١٩):

- أشكال هندسية تظهر نتيجة تطبيق بعض القواعد الرياضية عليها ، وهذه القواعد تأخذ الشكل الأساسى وتنقله من خطوة إلى خطوة إما بالإضافة إليه أو الحذف ، وهذه العمليات يمكن أن تكرر بعدد غير نهائى من المرات.
- أشكال هندسية غير منتظمة تتكون من أجزاء غير نهائية متداخلة بمختلف القياسات .
- هى عبارة عن صور تنتج من تكرار المعادلات اللاخطية.
- تعرف بأنها شكل هندسي غير منتظم ينتج من تكرار عملية معينة تسمى المولد ويمكن تقسيمه إلى عدد لا نهائي من الأجزاء المتشابهة ذاتيا بمقاييس مختلفة حيث كل جزء هو صورة مصغرة من الشكل الأصلي
- وتعرف بأنها نوع جديد من التراكيب الهندسية اهتم بالبحث في المكونات الجزئية للأشكال الرياضية في الطبيعة وتتسم بأنها أشكال هندسية تنتج من تقسيم الشكل الأساسي إلى أجزاء صغيرة وكل جزء هو صورة مصغرة متكررة من الشكل الأساسي . (ميرفت محمود على ،٢٠١١)

وتشير دراسات ومقالات منها دراسة (رضا السيد أبو علوان،٢٠٠١) ،(مكة البنا ، ٢٠٠٧) (ابراهيم محمد المعافى، ٢٠١٥) إلى أهمية دراسة هندسة الفراكتال تظهر فى التالى :

- تساهم فى ربط المناهج التعليمية بتقنية المعلومات والاتصال.
- تقدم حلاً بسيطاً للتوصل إلى التفاصيل الدقيقة للاشياء الكبيرة مثل السحب التى لايمكننا قياس حدودها وكذلك المناظر الطبيعية .
- تفيد هندسة الفراكتال فى رسم الأشياء الطبيعية الواقعية على شاشة الكمبيوتر.
- تستثير التفكير الإبداعى والاستقصاء عند المتعلمين من خلال فحص وتحليل مكونات الأشكال الفراكتالية.
- من خلالها تمزج الفنون مع الرياضيات، فتتحول المعادلات من مجرد أرقام ورموز إلى أشكال ورسومات .

خصائص هندسة الفراكتال :

أ) خاصية التشابه الذاتي (Self-Similarity):

تعتبر خاصية التشابه الذاتي خاصية أساسية لجميع الأشكال الفراكتالية حيث أن جميعها أشكال متشابهة ذاتياً سواء كانت مألوفة أو غير مألوفة ، أي أن الجزء من الكل يشبه ذلك الكل فإذا أخذنا جزء من الأجزاء المكونة للشكل ثم قمنا بتكبيره عدة مرات فإننا في النهاية نحصل على الشكل الأصلي. وبمعنى أخر نجد أن الشكل يشبه نفسه في جميع المقاييس بحيث يكون أي جزء من الشكل النهائي يحتوى على نسخه مشابهة تماما من الشكل النهائي ويحتوى على نسخة مشابهة تماما من الشكل الأصلي إذا تم تكبيرها بالقدر الكافي ، فالشكل الفراكتالي يتكون من أشكال متشابهه بمقاييس مختلفة، والأشكال المتشابهة ذاتيا مألوفة لنا فهي حولنا وداخلنا وتحتنا في كل تكوينات الطبيعة فالشجر وأفرعه وريشه الطائر ومخه وتركيب الثمار والفواكه والجبال والأنهار والشعب الهوائية في الرئة والأسطح الممتلئة بالشقوق والتصدعات والكسور في هيكل الكره الأرضية كل هذه الأشياء وغيرها يتمتع بخاصية التشابه الذاتي (نظلة حسن خضر ، ٢٠٠٤)

ب- خاصية التكرار المرحل : (Iteration Geometry)

وهى الخاصية التي تتكون بها الأشكال الفراكتالية نتيجة تكرار إجراءات بسيطة مرات ومرات فينتج عنها شكل يبدو معقدا، وتعد خاصية التكرار المرحلي أساسا لتوليد للأشكال الفركتالية بواسطة المنحنى المولد، والتكرار المرحلي ليس مجرد تكرار ولكنه تكرار (لعملية - إجراء- قاعدة) يستخدم ناتج مخرجات كل تكرار كمدخلات في التكرار التالي وكلما زاد التكرار المرحلي إلى اللانهاية كلما زادت التعرجات دقة وازداد الشكل تعقيداً (سوسن محمد عز الدين ، ٢٠٠٤).

جـ خاصية البعد الفركتالي : (Fractal dimension)

الأبعاد في الهندسة الاقليدية لا تعتبر مناسبة مع تركيب الشكل الفركتالي فأبعادها دائما عدد صحيح موجب فمثلا النقطة ليس لها أبعاد والمستقيم له بعد واحد والمستوى له بعدان والفراغ له ثلاث أبعاد، أما في هندسة الفراكتال و التي يطلق عليها هندسة البعد الرابع والذي يتضمن عدد غير صحيح كسرى " عدد حقيقي موجب " نحتاج من أجل دراستها بدقة طرائق الحساب ووصفها بدقة إلى تقنيات جديدة مختلفة عما تقدمه طرائق الحساب والهندسة الكلاسيكية. ويُعتبَر مفهوم "البُعد " dimension أداة رئيسة هذا الميدان حيث أن الشكل الفركتالي له بعد فركتالي كسري تعبر عما به من عدم انتظام، كما أن ثبات بعد الشكل يرجع إلي خاصية التشابه الذاتي حيث يستخدم للتمييز بين تعقيد شكل وآخر بحيث كلما زاد الشكل تعقيدا زاد بعده يمكن إيجاد البعد الفركتالي الكسري بعدة طرق وهي الطريقة التحليلية - طريقة الشبكة التربيعية - طريقة المسطرة (سوسن محمد عز الدين ، ٢٠٠٤).

غرائب هندسة الفراكتال:

- تعتبر لغة رياضيه جديدة باعتبارها امتداد للهندسة الإقليدية، ففي حين أن الهندسة الإقليدية تقدم التقريب المبدئي لتركيب الأشياء في الطبيعة وتستخدم التصميمات التكنولوجية، نجد أن هندسة الفراكتال تقدم نماذج دقيقة للتركيبات الطبيعية التي عن طريقها يمكن وصف السحب والجبال والشاطئ المتعرج بدقه بالغة ، كما يطلق على هندسة الفراكتال هندسة البعد الرابع، فالهندسة الإقليدية تتضمن ثلاث أبعاد فقط ولم تتطرق إلي حساب الفجوات والفترات بين هذه الأبعاد الثلاثة، والبعد الرابع يتضمن الأبعاد الجزئية حيث يدل على مدى تعرجات الفراكتال وعلى تعقيد شكله(سوسن محمد عز الدين ، ٢٠٠٤)
- بالإضافة إلي أن أشكالها تجمع بين النقيضين التعقيد والبساطة فهي معقدة نتيجة التفاصيل اللانهائية التي تحتويها والخصائص الرياضية المتفرد بها، وبالرغم كل هذا التعقيد لكنه بمجرد تحليل الشكل تجده يتولد بواسطة تكرار عمليات بسيطة جدا .(سها توفيق ،٢٠٠٦)
- لها مجموعة من القواعد التي تختص بها دون غيرها من الهندسات الأخرى مثال انه (يمكن زيادة محيط الشكل مع ثبات المساحة) بمعنى انه ممكن أن يكون للشكل مساحة محدودة ومحيط لا نهائي بعكس الهندسة الإقليدية انه كلما ازداد محيط أي شكل كلما زادت مساحته. ولكننا لو نظرنا للأشكال الفركتالية نجد أن هذه القاعدة الإقليدية تختلف من شكل إلي أخر وقد تتحقق في شكل ولا تتحقق في أخر .

• وتتميز هندسة الفراكتال بأنها تصف العديد من الأشكال الطبيعية، مثل السواحل، الجبال، الغيوم والأشجار ووصف خصائص الأشكال في الطبيعة كما أنها تهتم بالتحقق من الخصائص الرياضية لبعض الأشكال والظواهر الطبيعية، ومحاولة تفسيرها وفقا لخصائصها؛ ولذلك فإن هذه الهندسة تربط بشكل كبير بين المتعلم والعالم المحيط به.

وقد تمت العديد من الدراسات السابقة فى مجال تدريس هندسة الفراكتال منها : دراسة زينب طاهر توفيق (٢٠١٧) والتى هدفت إلى التعرف على برنامج مقترح فى هندسة الفراكتال على التحصيل والتفكير البصرى لطالبات قسم الرياضيات بكلية العلوم والآداب بجامعة نجران ، وأظهرت النتائج وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطى درجات طلاب مجموعة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى للاختبار التحصيلى لهندسة الفراكتال واختبار التفكير البصرى لصالح التطبيق البعدى، كما أظهرت دراسة محمد حسنى على (٢٠١٧) فاعلية برنامج فى هندسة الفراكتال قائم على نظام الفورمات (4MAT) فى تنمية مهارات معالجة المعلومات والاتجاة نحو الرياضيات لدى طلاب الصف الاول الثانوى ، كما توصلت دراسة (عبد الله المحرزى ، ابراهيم محمد المعافى ، ٢٠١٦) إلى فعالية وحدة مقترحة فى هندسة الفراكتال فى تنمية مهارت التفكير الابداعى لدى طلبة الصف الثانى الثانوى بمحافظة صنعاء ،وأظهرت نتائج دراسة ولاء جهاد دحمان(٢٠١٥) فاعلية برنامج فى هندسة الفراكتال فى تنمية القدرة المكانية والأداء التدريسى لدى معلمى الرياضيات للمرحلة الأساسية العليا فى محافظة نابلس ، وأظهرت نتائج دراسة (رفعت المليجى ، محمود حسن ، مؤنس محمد ، أحمد عمارة، ٢٠١٤) فاعلية وحدة مقترحة فى هندسة التوبولوجى والفراكتال فى تنمية التفكير الإبداعى لدى تلاميذ الصف الإول الإعدادى، كما أظهرت ننائج دراسة أحمد محمد العسيرى وآخرون(٢٠١٨) وجود ارتباط احصائى طردى دال بين درجات الطلاب فى التطبيق البعدى لاختبارى مهارات التفكير البصرى والتحصيل فى هندسة الفراكتال وتطبيقاتها لدى طلاب الصف الثانى الثانوى علمى .

ثانياً : استراتيجيات التعلم البنائى :

١) استراتيجية المخطط (K- W- L)

تعتبر استراتيجية (K – W – L) إحدى استراتيجيات التعلم البنائى حيث يسجل الطالب كل ما لديه من معلومات سابقة عن الموضوع ، ويسجل ما يجتاجه فى ضوء ما يطرحه المعلم من معلومات ، وبعد ذلك يسجل ما تعلمه بالفعل ، ثم يسجل أهم التطبيقات على ما تعلمه ويمكن أن يتم ذلك بشكل فردى أو فى مجموعات ينظمها المعلم حسب ما يتطلبه الموقف .(ابراهيم عطيه ومحمد صالح ، ٢٠٠٨ ، ٥٩).

ويعرفها فهد العليان (٢٠٠٥، ٣٦) بأنها استراتيجية ابتكرها دونا أوجل Donna Ogle عام ١٩٨٦ ، وتتكون من ثلاثة خطوات بحيث يشير كل حرف باللغة الانجليزية إلى معنى معين كما يلى :

K: (What I Know?) وتعنى : ماذا أعرف عن الموضوع ؟

W: (What I Want to Learn?) وتعنى : ماذا أريد أن أتعلم ؟

L: (What I Learned) وتعنى ماذا تعلمت ؟

ويعرفها بيرز (Perez,2008,21) بأنها استراتيجية تتضمن العصف الذهنى والتصنيف، واثارة الأسئلة، والقراءة الموجهة ، حيث يحدد فيها الطالب ما يعرفه من معلومات حول الموضوع، ثم يكتب ما يريد معرفته عن هذا الموضوع، وفي النهاية يبحث عن إجابات للأسئلة التي قام بوضعها، ويمكن أن يقرأ المعلم النص قرا ءة صامتة أو بصوت عالٍ، كما يمكن أن يعمل مخطط K.W.L بمفرده أو مع مجموعات صغيرة. كما أنها استراتيجية جيدة يستخدميا المعلمون؛ لتنشيط تفكير الطلاب في موضوع الدرس قبل أن يحدث التعلم الجديد .

ويوضح الجدول التالى مكونات استراتيجية (K- W-l) (نيفين حمزة البركاتى ، ٢٠٠٨)

جدول (١) مكونات استراتيجية (K- W-l)

ماذا أعرف عن الموضوع ؟ K	ماذا أريد أن أتعلم عن الموضع ؟ W	ماذا تعلمت عن الموضوع ؟L
المعلومات والخبرات السابقة التى سبق للطالب دراستها بهدف ربطها بالمعلومات الحالية ، إعادة صياغة ، مناقشة الموضوع لتوضيح المعلومات المتوفرة ، رسم صورة ، أو رسم بيانى ، تحديد المعلومات السابقة ، تصنيف فى مجموعات	دور المعلم / أسئلة عصف ذهنى لاستثارة عقول الطلاب لوضع كافة الأسئلة التى يريدوا تعلمها حول الموضوع ، دور الطالب / وضع كافة الأسئلة التى يريد الاجابة عنها وتعلمها عن الموضوع ومنها : قراءة الطلاب حول الموضوع ، البحث عن نعلومات ، تحديد مصادر البيانات ، تبادل الخبرات ، وضع أسئلة حول المراد تعلمه عن الموضوع.	كتابة كافة المعلومات التى تمت الإجابة عليها من أسئلة الطلاب ، ويحاول المعلم توجية الأسئلة التى لم تتم الإجابة عنها كأسئلة بحثية : مراجعة ما تعلموه بصورة فردية ، تسجيل الأكتشافات ، قراءة ما كتبوه على الزملاء ، مشاركة الردود والاجابات بأساليب متعددة ، التفكير بوعى فى الخطط والعمليات .

خطوات دمج الطلاب فى استراتيجية K W L :(Timothy, 2015: 4)

١- تقديم الإستراتيجية للطلاب باعتبارها اختصاراً لما يعرف؟ وماذا يريد؟ وماذا تعلم الطالب من هذه المعرفة؟

٢- تنفيذ المعرفة والربط بين المعرفة السابقة واللاحقة؛ ومعرفة الطلاب للمعلومات السابقة للدرس؛ تؤدي إلى زيادة تركيز الطلاب أثناء الدرس وعند الانتهاء منه، كما تحفزهم على التأمل والتفاعل مع مفردات المادة الدراسية.

٣- يلزم في هذه الخطة ورقة لتسجيل الملاحظات والتأملات من حيث (ما تعرفه ، ما نريد معرفته ، ما تعلمناه).
٤- يتم توزيع الطلاب إلى مجموعات للمناقشة ، وكتابة رأيهم فى الموضوع.

وتتضح مميزات استراتيجية (K W L) (محسن عطية ،٢٠٠٩) حيث أنها تعمل على: تعزيز فكرة التعلم التي تجعل من الطالب محوراً للعملية التعليمة بدلاً من المعلم، وتؤكد مبدأ التعلم الذاتي والاعتماد على النفس ، يستطيع المعلم ان يُمكّن الطلاب من معالجة أي موضوع دراسي مهما كانت درجة صعوبته ،وذلك من خلال تنشيط معرفتهم السابقة واثارة فضولهم ، يمكن استخدامها في أي مستوى وأي صف دراسي؛ بسبب قوة الأساس الذي تستند عليه ، تعود الطلاب على التفكير قبل القراءة وفي أثناءها، وما بعدها ، تسهم في زيادة البنية المعرفية لدى المتعلمين وتنظيمها ، ذات فعالية عالية في تنمية مهارات التفكير فوق المعرفي ، ذات فعالية كبيرة في تنشيط المعرفة السابقة واثارة الفضول في التفكير.

٢) استراتيجية المتناقضات :

يعرف ليوم(Liem ,1992) استراتيجية المتناقضات بأنها عبارة عن جملة الأنشطة والمهام التعليمية التي تأتي نتائجها بشكل غير متوقع ويثير الدهشة لدى المتعلمين، ومن ثم فهي تعمل على مساعدة المتعلم على الوصول إلى حالة من الانتباه واليقظة تقابل وتضاهي أهمية المعنى العام للنشاط.

تمثل إستراتيجية التناقض المعرفي أحد الاتجاهات المعاصرة في التدريس، والتي تسهم في إعادة المعلومات واحداث التغيير المفاهيمي، وتسهيل عملية التلميذ والمعنى، وبقاء أثره لمدة أطول، وعلى خلق تناقض معرفي بين المفهوم البديل في ذهن الطالب، والتصور الصحيح من خلال تقديم الحدث المتناقض والمفاهيم المدعمة للتصور الصحيح، وهذا يعني أن التناقضات تمثل المحور الرئيس لمكونات إستراتيجية التناقض المعرفي.

ويعرفها ثيودوره باز وعلى بواعنة (٢٠٠٨ ، ص٨) بأنها: "مخطط تعليمي يضعه المعلم كأداة تعليمية يهدف إلى إحلال المفاهيم العلمية السليمة محل المفاهيم البديلة، حيث يُبرز المفاهيم البديلة المتعلقة بموضوع معين لدى الطلاب، ومن ثم تقديم مفهوم أو حدث متناقض بصورة عملية وتعاونية بين الطلبة بحيث يُحدث حالة عدم اتزان في بنيتهم المعرفية حول المفهوم البديل، ويهيئ الفرصة بتقديم المفهوم العلمي ؛ وذلك لحل الخلاف الأول القائم بين مفهوم الطالب البديل والمفهوم الجديد، وبعد ذلك عرض المفهوم العلمي ، وللتأكد من صحته، يقدم الحدث الحرج بشكل تعاوني وعملي أيضاً، وذلك لحل الخلاف الثاني القائم بين مفهوم الطالب البديل والمفهوم العلمي الهدف.

لقد تبلورت استراتيجية المتناقضات في القرن الحالي العديد من نظريات التدريس ونظريات والدافعية التي انبثقت من أبحاث الدماغ، ويرى العديد من التربويين أنه يجب البحث عن استراتيجية للتدريس تأخذ في اعتبارها إثارة الدافعية والتفكير الجانبى لدى المتعلم. ومن هنا وجدت استراتيجية المتناقضات التي تستند على النظرية البنائية، لتضع هذه الاستراتيجية المتعلم تحت تأثير أحداث ومفاهيم تعليمية تتعارض مع ما يعيه أو يمتلكه المتعلم من خبرات سابقة، الأمر الذي يثير الدهشة لديه والدافعية لديه لحل هذا التناقض .(عبد الواحد الكبيسى ، حجيل حسون ،٢٠١٤)

مراحل استراتيجية المتناقضات:

تقوم هذه الاستراتيجية على مجموعة من المراحل المتتالية وفقاً لما يأتي: (مدركة صالح عبد الله ، ٢٠١٦)

أولاً: مرحلة تقديم المهمة التى تتضمن تناقض: في هذه المرحلة يتم جذب انتباه الطلاب، وزيادة دافعيتهم للدراسة، كما يتم تشجيع الطلبة على إلقاء الأسئلة حول التناقض المقدم ويمكن للمعلم تقديم التناقض من خلال شرح المعلم، ويعقبه أسئلة من المتعلمين للمعلم أو يقدم مباشرة للمتعلمين ويتم مناقشة الحلول الممكنة للتناقض في مجموعات صغيرة.

ثانياً: مرحلة البحث عن حل التناقض: يمكن للمعلم أن يقدم أنشطة تساعدهم في حل التناقض، في هذه المرحلة يتولد لدى المتعلمين شغف لإيجاد حل للتناقض، ويكتسب المتعلمون بعض عمليات التفكير مثل التفكير الابداعى والناقد والجانبى .

ثالثاً: مرحلة التوصل إلى حل التناقض: في هذه المرحلة ينجح المتعلمون في حل التناقض بأنفسهم كنتيجة لبحثهم أو حلهم للمهمة ، فيصل المتعلمون بأنفسهم إلى إجابات للعديد من الأسئلة، التي أثارها التناقض، ويكون المتعلمون مهتمين للتوصل النتيجة وبالتالي سوف تحفز أذهانهم. وهذا أفضل من مجرد الاستماع إلى تفسير بعض القواعد النظرية الموجودة فى الكتب.

الأسس التي تقوم عليها إستراتيجية التناقض المعرفي:

تركز فلسفة إستراتيجية التناقض المعرفي على الإطار المعرفي للطالب والذي يرافقه داخل الفصول الدراسية، ومدى تأثير هذا الإطار المعرفي في المواقف التعليمية التي تقدم للطالب، وتستمد إستراتيجية التناقض المعرفي أسسها ومبادئها من الفلسفة البنائية التي تركز على دور الطالب في بناء معرفته الشخصية من خلال تفاعله مع البيئة المحيطة به، وهذه الإستراتيجية تقوم على مجموعة من الأسس ذكرها خالد المطرودى (٢٠١٧ ، ص ٥١) كالتالى :

١- يأتي الطالب للموقف التعليمي وهو يحمل معارف ومشاعر ومهارات متنوعة تبدأ منها عملية التعليم.

٢- تنمو المعارف السابقة لدى الطلبة من خلال احتكاكهم بالأصدقاء والمعلمين والبيئة المحيطة بهم.
٣- يبني الطلاب الفهم الخاص بهم والمعاني من خلال خبراتهم السابقة، ويستعملون أفكارهم الخاصة كمعايير للحكم على مدى صحة ما توصلوا إليه من فهم الظواهر المختلفة.
٤- يبنى المعنى ذاتياً من قبل الجهاز المعرفي للطالب نفسه، ولا يتم نقله من المعلم للطالب، ولكن يتشكل المعنى داخل عقل الطالب كنتيجة لتفاعل حواسه مع العالم الخارجي وليس نتيجة لسرد المعلم له.
٥- إن تشكيل المعاني عند الطالب عملية نشطة تتطلب جهداً عقلياً.
٦- إن البنية المعرفية المتكونة لدى الطالب تقاوم أي تغير بشدة، إذ يتمسك الطالب بما لديه من المعرفة مع إنها تكون خطأ، ولكنها تبدوا مقنعة له فيما يتصل بمعطيات الخبرة.
٧- إن وضع الطالب في موقف تعليمي يقدم فيه ما يناقض ما لديه من معرفة مسبقة يحدث له نوع من الاضطراب في بنائه المعرفي أو ما يسمى بعدم الاتزان، وفي هذه اللحظة ينشط عقل الطالب سعياً وراء الاتزان.

مميزات استراتيجية التناقض المعرفى :

أورد كل من خالد الطرودى (٢٠١٧) ، وثيودوره باز وعلى بواعنة(٢٠٠٨) مميزات استراتيجية التناقض المعرفى ومنها :

- يؤدى استخدام إستراتيجية التناقض المعرفي إلى حدوث تناقض معرفي مما يولد الميل والرغبة للمعرفة، لذا يساعد على تطور الطالب المعرفي ويساعد على بناء نظامه المعرفي.
- إثارة التشويق واهتمامات الطلاب والبعدعن الملل.
- توفر قدر من المعلومات تتيح للطلاب وضع الفروض واختبارها بأنفسهم لتفسير التناقضات التي شاهدوها والوصول إلى التوازن المعرفي المطلوب.
- تتيح للطلاب إمكانية الربط الصحيح بين المفاهيم العلمية واكتشاف العلاقات فيما بينها. تزيد من قدرة الطلاب على التعلم وذلك من خلال مشاركة الأقران .
- تقوم على تسلسل منطقي في عرض المفهوم العلمي ضمن الموضوعات المتناولة.
- تساعد الطالب على بناء نظامه المعرفي وتطويره.
- مراعاة الفروق الفردية من خلال المشاركة الفعالة للطلاب.

وترى تهانى العبوس ورؤوف العاني (٢٠١٣) أن للمعلم عدة أدوار إذا ما أراد إنجاح إستراتيجية التناقض المعرفي لتؤدى دورها على الوجه الأكمل في التدريس لدى الطلاب ومن تلك الأدوار:

- على المعلم أن يغير من طريقة تخطيطه للدرس، بحيث يركز على استعمال الأنشطة المتنوعة والتي تشجع الطلاب على المشاركة في العمل، والتعاون فيما بينهم، وتدريبهم على أسلوب حل المشكلات.
- على المعلم الاستعانة بمصادر وأدوات خارجية مثل شرائط الفيديو وبرامج الكمبيوتر والكتب الخارجية، وألا يكتفي بالكتاب المدرسي فقط.
- على المعلم أن يستعمل أساليب تقويم حديثة في التقويم مثل الملاحظة وكتابة التقارير.
- على المعلم أن يلاحظ أفعال الطلاب وأن يستمع إلى وجهات نظرهم دون توجيه أي نقد إليهم ومحاولة تصحيح إجاباتهم.

وفى إطار التعلم البنائى توصلت دراسات سابقة عديدة إلى فعالية استراتيجيات التعلم البنائى فى تدريس الرياضيات ومنها دراسة ماجد الديب ، أيمن الأشقر(٢٠١٧) حيث هدفت إلى الكشف عن أثر توظيف إستراتيجية KWL في تدريس الرياضيات على مهارات التفكير الإبداعي والتحصيل الدراسي لدى طالبات الصف العاشر الأساسي في غزة ، وأظهرت دراسة محمد تيسير سويطى(٢٠١٦) فاعلية استخدام استراتيجية K.W.L.Plus فى حل المسألة الرياضية والقلق الرياضى لدى طلبة الصف الثامن الأساسى ، وأظهرت الدراسة إلى أنّ حجم التأثير كبير لإستراتيجية KWL في تدريس وحدة الاقترانات المثلثية على تنمية مهارات التفكير الإبداعي والتحصيل الدراسي لدى طالبات الصف العاشر الأساسي ، وهدفت دراسة مدركة صالح عبد الله (٢٠١٦) إلى التعرف على فاعلية استراتيجية المتناقضات على التحصيل والتفكير الابتكارى لدى طالبات الصف الثانى المتوسط فى مادة الرياضيات وتذوق جماليتها ، وبينت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطات أداء طالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة لصالح المجموعة التجريبية في التحصيل والتفكير الابتكارى ومقياس التذوق الجمالى، كما أظهرت دراسة أزهار جبر رشيد الحداد (٢٠١٤) إلى فعالية استخدام استراتيجية مقترحة توظف (المتشابهات - المتناقضات) على تنمية التفكير الناقد ومستوى التحصيل فى مبحث العلوم العامة لدى طالبات الصف العاشر بغزة ، وأظهرت دراسة عزو عفانة، محمد سلمان (٢٠٠٩) إلى فعالية استخدام بعض استراتيجيات النظرية البنائية (نموذج التعلم البنائى - دورة التعلم) فى تنمية التفكير المنظومى فى الهندسة لدى طلاب الصف التاسع الأساسى بغزة ، وأظهرت دراسة عبد القادر محمد عبد القادر (٢٠٠٦) إلى فعالية استخدام استراتيجية التعلم البنائى لتدريس الرياضيات فى التحصيل الدراسى ومهارات التفكير الناقد لدى طلاب الصف الأول الثانوى.

ثالثاً: الاستدلال التكيفى : Adaptive Reasoning

ويعتبر الاستدلال التكيفى وسيلة لإقناع الآخرين بالأفكار الرياضية وحلول المشكلات ، بحيث يتضح للجميع أن الرياضيات يمكن فهمها ولها معنى ويمكن تنفيذ خطواتها.

وتُعرف ايناس نبيل زكى(٢٠١٦) الاستدلال التكيفى Adaptive Reasoning على أنه قدرة الطالبة على التفكير المنطقى والتأملى حول المفاهيم والعلاقات فى الرياضيات (التناسب الطردى والتناسب العكسى) والتفسير والشرح والتبرير للمشكلات والمواقف الرياضية المرتبطة بالموضوع نفسه.

والاستدلال التكيفى هو القدرة على التفكير المنطقى ، والتبرير الاستدلالى ، وتوظيف العلاقات المنطقية بين المفاهيم أو المواقف لشرح وتحليل الحل وتبريره ، والتدريب على المهارات فوق المعرفية لأداء المهمات الرياضية .(خالد عبد الله المعثم ، سعيد جابر المنوفى ، ٢٠١٤)

هو القدرة على التفكير المنطقى والتأمل والتفسير والتبرير، و يشير الاستدلال التكيفي إلى القدرة على التفكير فى العلاقات والمفاهيم والمواقف بشكل منطقي ، والاستدلال التكيفى يشمل الاستدلال غير الشكلى ،التبرير ،الحدس والاستقراء،ويتمكن الطالب من الاستدلال عندما يمتلك قاعدة معرفية كافية ،وتكون المهمة مفهومة ومشجعة وسياقها مألوف،وهناك مكون آخر للاستدلال التكيفى وهو طرق التخمين وتقدير النتائج ، وقد يكون هذا الاستدلال صحيحاً وسليماً ، وينبع من دراسة متأنية للمعطيات ، ويشتمل علي معرفة كيف تبرر الاستدلالات في الرياضيات ، ويستخدم الاستدلال التكيفي لفهم العلاقات بين جوانب المشكلة بطريقة كلية ، ويساعد فى توجيه عملية التعلم ، ويستخدم الاستدلال المنطقي للتعرف على الاختلافات بين إجابات الطلاب ،حيث تكون الإجابات صحيحة لأنها تنبع من بعض الافتراضات التي تم الاتفاق عليها من خلال سلسلة من الخطوات المنطقية ، والعديد من مفاهيم الاستدلال تنحصر فى البرهان والاستدلال الاستنباطى و الاستقرائى ، إلا أن الاستدلال التكيفى أوسع بكثير حيث لا يتضمن التفسير والتبرير الشكلى فقط ، بل يتضمن أيضاً الحدس والتخمين ، والاستدلال بالقياس والاستعارات والتمثيلات العقلية والفيزيقية . (National Research Council, 2001, p. 5) (Moodley,2008) (رمضان بدوى ٢٠١٤،) .

ويشير الاستدلال التكيفى إلى قدرة الطلاب على التفكير المنطقي الذي ينطوي على دراسة متأنية للبدائل وقدرتهم ومعرفتهم لتبرير استنتاجاتهم. ويستخدم الطلاب الاستدلال التكيفى لاستكشاف العديد من الحقائق والإجراءات والمفاهيم وأساليب الحل، وأنهم جميعًا يتوافقون معًا بطريقة مناسبة. وفي الرياضيات ، يتم استخدام لاستدلال الاستنباطى لتحديد ما إذا كانت الإجابات المقدمة صحيحة بناءً على سلسلة

من الخطوات المنطقية. وعندما يواجه الطلاب خلافات حول الإجابة الرياضية ، فإن الطلاب الذين لديهم الاستدلال التكييفي يحتاجون فقط للتحقق من أن استدلالهم صحيح (Kilpatrick et al.,2001) ، يمكن استخدام خصائص هذا المعيار لتطوير مواد الاختبار. على سبيل المثال: تحديد ما إذا كان المثلث الذى أضلاعه ٥ سم ، ٦ سم و ٨ سم هو مثلث قائم الزاوية أو مفنرجاً أو حاداً الزوايا .

وهدفت دراسة (Wibowo,T.(2016 إلى تحديد دورالاستدلال التكيفي لطلاب المرحلة الثانوية في حل المشكلة الرياضية. وتم استخدام البحث النوعى و هي الطريقة النوعية لتقنيات تحليل البيانات والتى تسمى التثليث. وأوضحت النتائج أن الطلاب يوظفوا الاستدلال التكييفي في حل مشكلات الرياضيات كما يلي: (أ) صياغة معطيات المشكلة الرياضية المعطاة ، (ب) صياغة المطلوب ، (جـ) صياغة المصطلحات بالمشكلة ، (د) تحديد الاستراتيجيات اللازمة لحل المشكلة الرياضية ، (ه) كتابة القوانين للمساعدة في حل المشكلات الرياضية المعطاة ، (و) كتابة النتيجة النهائية للمشكلة الرياضية ، (ز) تبرير استخدام استراتيجية حل المشكلة الرياضية ، فحص الحل مرة أخرى.

ويرى المجلس القومى لمعلمى الرياضيات (NCTM) أن الهدف من تعلم الرياضيات هو تطوير مهارات التواصل الرياضي ، الاستدلال الرياضي ، حل المشكلات الرياضية ، الترابطات والتمثيلات الرياضية .

ويعتبر الاستدلال مكون رئيسي في الرياضيات ، وأنه يجب التأكيد على أن الاستدلال هو أساس في الرياضيات ، وإذا لم يتم تطوير القدرة على الاستدلال لدى الطلاب ، فإن الرياضيات سوف تكون صعبة للطلاب ، وذلك لانه اتبع إجراءات محددة للتعلم وتقليد حل المشكلات بدون تفكير، وينقسم الاستدلال إلى عدة أنواع ، بما في ذلك الاستدلال التكييفي، والاستدلال الكمي، والاستدلال البديهي ، ويكون الطلاب قادرون على الاستدلال التكيفي عندما يتمكنوا من التفكير المنطقي في المشكلات الرياضية، وتقدير المشكلة حتى يتمكن الطلاب من الاستنتاج. بالإضافة إلى الاستدلال التكيفي ، هناك عملية يتطلب فيها أن يكون الطالب قادرًا على إعطاء سبب لما قام به الطلاب. يتفاعل الاستدلال التكيفي أيضًا مع عملية فهم الآخر ، خاصة في عملية حل المشكلات. ويمكن أن تتحقق مهارات حل المشكلات ، إذا كان الطلاب يمتلكون مهارات الرياضيات ، ومن بينها القدرة على الاستدلال التكيفي.(Wibowo, 2016) في الرياضيات هناك نوعان من الاستدلال هما الاستقرائي والاستنباطي. والاستقراء هو نشاط نستنتج حالة عامة من حلات خاصة ، في حين أن الاستنباط هو طريقة لاستخلاص النتائج من البيانات أو الحقائق التي تعتبر صحيحة منطقياً هذا الاستدلال يستخدم النظريات أو الصيغ التي ثبت أنها صحيحة استنباطياً.

ويتضمن الاستدلال التكيفي : الاستدلال الاستباطى للنتائج التى تستند إلى الحقائق التي هي صحيحة منطقية ، وتشمل أيضًا الاستدلال الاستقرائي على أساس تعميم الملاحظة في بعض الحالات. يشير الاستدلال التكيفي إلى القدرة على التفكير المنطقي في العلاقة بين المفهوم والموقف ، والاستدلال التكييفي هو القدرة على التفكير المنطقي في العلاقة بين المفهوم والموقف ، والقدرة على التفكير التأملي ، والقدرة على التفسير ، والقدرة على تقديم التبرير. لذلك يمكن القول أن الاستدلال التكيفي هو القدرة على التفكير المنطقي حول العلاقة بين المفاهيم والإجراءات بطريقة منطقية ، وذلك لحل المشكلات بطرق متعددة ، وكذلك السماح بتبادل الآراء حول طريقة الحل المعقولة.(Kilpatrick et al., 2001)

اقترح بعض الخبراء مؤشرات لتحديد الطلاب ذوى الاستدلال التكيفى في حل المشكلات الرياضية. وهى: ١) كتابة فرضيات بالمشكلات الرياضية ، ٢) استخلاص استنتاجات من المشكلات الرياضية ، ٣) إعطاء أسباب لحل نتائج المشكلات الرياضية ، ٤) لإعادة فحص نتائج المشكلة ، ٥) إيجاد خوارزمية لحل المشكلة الرياضية.(Wibowo ,2016)

وتمت بعض الدراسات السابقة فى مجال تنمية الاستدلال التكيفى فى الرياضيات منها : دراسة (Muin.& Hanifah,.and Diwidian(2018 والتى هدفت إلى تحليل تأثير نموذج حل المشكلات الإبداعي (CPS) على الاستدلال التكيفي الرياضي للطلاب. وتم استخدام المنهج شبه التجريبي، وتكونت عينة الدراسة من مجموعتين إحداهما تجريبية عددها (٤٠) طالب والأخرى ضابطة وعددها (٤٠) طالب وتم بناء اختبار الاستدلال التكيفى ، وأظهرت نتائج الدراسة أن مهارات الاستدلال التكيفي الرياضي للمجموعة التجريبية الذين تم تدريسهم من قبل نموذج CPS كانت أعلى من مهارات الاستدلال الرياضي التكيفي للطلاب الذين تم تدريسهم بالطريقة التقليدية، وأظهرت دراسة (Mahendra and Slamet ,2017) إلى فعالية مدخل قائم على حل المشكلة وكتابتها فى سياق الرياضيات الواقعية فى تنمية الاستدلال التكيفى والفهم المفاهيمى لدى طلاب الصف السابع فى اندونسيا ،وتوصلت دراسة Syukriani & Juniati.and Siswono,2017)) إلى وجود فروق بين الذكور والاناث فى الكفاءة الاستراتيجية والاستدلال التكيفى فى الرياضيات ، وأظهرت دراسة ناصر السيد عبد الحميد (٢٠٠٧) إلى فعالية استخدام الاوريجامي لتدريس الهندسة فى تنمية الحس المكاني والاستدلال الهندسي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، وهدفت دراسة Aristiyani.& Setyaningsi(2013 إلى تأثير نموذج حل المشكلات الجماعى والتفاعل مع القدرة على الاستدلال التكيفى على تحصيل الرياضيات للصف الأول الثانوى، وتكونت عينة الدراسة بالطريقة العشوائية العنقودية ، من (٢٧) طالب

كمجموعة تجريبية ، (٢٨) كمجموعة ضابطة ، وأظهرت الدراسة إلى وجود تأثير لاختلاف القدرة على الاستدلال التكيفى على التحصيل فى الرياضيات ، بينما لايوجد تأثير لنموذج حل المشكلات الجماعى على تحصيل الرياضيات،وهدفت دراسة (Rizki &Frentika & Wijaya.(2018) إلى استكشاف الاستدلال التكيفي لطلاب المدارس الإعدادية و مستوى التفكير الهندسى لفان هيل واتبعت الدراسة المنهج شبة التجريبى مع تصميم المجموعة الضابطة وتكونت عينة الدراسة من ٣٤ طالبًا في الصف السابع و ٣٥ طالبًا في الصف الثامن في الصفوف التجريبية و ٣٤ طالبًا في الصف السابع و ٣٤ طالبًا في الصف الثامن فى الصفوف الضابطة ، ودرست المجموعة التجريبية الهندسة وفقًا لنموذج التعلم الرياضي لكنسلى Knisley، وأظهرت نتائج الدراسة تحسنًا في الاستدلال التكيفى والتفكير الهندسى في الصف السابع والصف الثامن ، كما وأوضحت دراسة (Gonzalez, DeJarnette,2013) أن قدرة المتعلمين على تنظيم معارفهم السابقة بحيث يتم تكيفها مع المواقف الجديدة هو أمر حاسم فى التعلم والفكر البنائى ، وبالتالى فإن المشكلة التى توفر للطلاب عمل ارتباطات مع المفاهيم السابقة – التى درسوها من قبل – تساعدهم على تنمية الاستدلال التكيفى

رابعاً: التفكير الجانبى:

لقد أفرز الاتجاة المعرفى فى علم النفس مفاهيم معاصرة جديدة تركز على أنواع من التفكير مثل التفكير الجانبى (Lateral thinking) الذى يسعى إلى بلورة الأفكار والمفاهيم القديمة إلى مفاهيم وأفكار جديدة يمكن تطبيقها فى المجالات التى تحتاج إلى تفكير غير نمطى وغير تقليدى وهو ما تسعى إليه الرياضيات عن طريق تأكيدها على اكتشاف الجديد من المعرفة الرياضية من المفاهيم والتعميمات والنظريات وتطبيقها فى مجالات غير تقليدية وغير مألوفة (اريج حسن خضر ، ٢٠١٨).

ومن المهم العناية بتفكير الفرد عن طريق تقديم الانشطة التربوية الممتعة والشيقة، فبعض الانشطة التربوية سواء كانت فردية ام جماعية مثل تقديم الالغاز او حل المشكلات تحث الفرد على بذل الجهد من اجل تحقيق الذات ، لذلك فإن توفير انشطة اثرائية شيقة ومرتبطة بالمادة التعليمية، أصبح ضرورة لكل تربوي يريد ان يعمل على تنمية التفكير وبناء الشخصية المتكاملة للفرد سواء العقلية او الاجتماعية او الانفعالية او النفس حركية .

ويعتبر التفكير الجانبى(Lateral thinking) من الانماط الحديثة التي ظهرت للتفكير والذي ارتبط بالعالم "ادوارد دي بونو" وهو طريقة جديدة للبحث في حل المشكلات بطرق غير مالوفة لا تعتمد المنطق بشكل محدد وثابت، ولذا اطلق عليه عدة تسميات منها التفكير خارج الصندوق وهو يختلف عن التفكير العمودي أو

الرأسي او المنطقي (Vertical thinking) الذي يكون السياق المنطقي فيه يعتمد على المقدمات والنتائج ، وهو الشائع والمتعارف عليه بين الطلبة (De Bono,2005,91) ، بينما يعتمد التفكير الجانبي على الإنتقال باتجاه جانبي من فكرة إلى أخرى.

والتفكير الجانبي هو الخروج من المألوف في التفكير، والبحث عن طرق أخرى غير اعتيادية للوصول إلى الحل، وتتعدد طرق التفكير الجانبي منها البدائل- التركيز- التحدي- الدخول العشوائي. (عبد الواحد حميد الكبيسي، ١٩٩،٢٠٠٩).

ويعتمد التفكير الجانبى على عبور العوائق التى من الممكن أن تحد من تفكير الفرد ضمن إطار معين والعمل على حل المشكلة بطريقة مختلفة قد تظهر عشوائية أو ربما جانبية (أى لا تتعارض مع المنطق ولكنها قد تبدو غريبة أو مختلفة) وتتزايد فرصة النجاح فى حل المشكلات عند التخلص من العوائق فى عقولنا التى تسمى " المعوقات الادراكية " وهى التى تحول بيننا وبين بلوغ اهدافنا .(طارق السويدان ، ٢٠٠٨ ، ٣٨٧)

عناصر التفكير الجانبى:

للتفكير الجانبى أربعة عناصر أساسية عند حل المشكلات (Sloane,1994 ,16) وهى:

١- اختبار الفرضيات : من المهم ادراج عدد من المقترحات التى تساعد بالحل عند وجود أى مشكلة .

٢- طرح الأسئلة الصحيحة: من أساسيات العلم واكتشاف الرياضيات هو طرح الأسئلة المتنوعة، ويتفق ذلك مع التفكير الجانبى عند حل المشكلات بشكل جانبى ، إذ يتطلب طرح الأسئلة المناسبة لتحديد الإطار الصحيح للمشكلة.

٣- الابداع : لحل أية مشكلة معقدة نواجهها ، لاتحل بالطرق التقليدية فإننا بحاجة لطريقة جانبية مبدعة جديدة تماماً لم يتطرق إليها أحد من ذى قبل.

٤- التفكير المنطقى: التفكير الجانبى هو أكثر من مجرد تجميع للأفكار الغريبة فنحن نحتاج إلى القدرة على التحليل المنطقى لتلك الافكار وبدقة عالية جداً.

علاقة التفكير الجانبى بالتفكير الابداعى:

هناك رابط وثيق بين التفكير الجانبي والتفكير الإبداعى لان كلاهما يهتم بالأفكار الجديدة، لكن التفكير الجانبي اكثر شمولاً ، فليس كل نتائج التفكير الجانبي ابداعات حقة ، ولكن لا تزيد و كونها طرقاً جديدة لرؤية الأشياء ، وكما ياتي (اريج خضر حسن ، ٢٠١٨) :

- يشمل الإبداع كل شيء، ويركز على تغيير المفاهيم والادراكات التي اصبحت أنماطاً بحسب التقادم التاريخى والخبرات السابقة، بينما التفكير الجانبي يعتمد بشكل

مباشر على المعلومات المنظمة ذاتياً، فهو يعمل على تحويل الأنماط بطريقة غير اعتيادية أو منظمة.

- ويرى دي بونو أن التفكير الإبداعي هو حالة خاصة من التفكير الجانبي يرتبط بمن يمتلكون الموهبة، بينما التفكير الجانبي يمارسه أي شخص عادى ولايرتبط بمجال معين ، بل يصلح لكل مجالات الفكر والعمل.
- يشترك التفكير الجانبي والإبداعي في حرصهما على الأفكار الجديدة، ولكن التفكير الجانبي لا يتوقف عند حدود الأصالة ، فليس نتائج التفكير الجانبي كلها ابداعات اصيلة ، فهي طرائق جديدة لرؤية الأشياء.

مهارات التفكير الجانبى :Lateral Thinking Skills

يعتبر التفكير الجانبي موقف عقلي ونوع من عادة للتفكير، وتهدف الطرق المتنوعة الى التوعية بهذا النوع من العمليات الفكرية اي انه ليس نوع الوصفات الجاهزة لحل المشكلات وليس تشكيك في قدرة المنطق على حل اي مشكلة وانما هو موقف ذهني ومهارة تنمو بالتدريب . ويعتقد دي بونو أن للتفكير الجانبي مهارات يمكن التدريب عليها(عبد الواحد الكبيسى ، ٢٠١٣، ١٣١- ١٣٢) (ايمان ذيب ، ٢٠١٢، ٤٧٦) (Animasahun,2013,21) (أبو جادو، ونوفل،٢٠٠٧ ، ٤٦٩) والمهارات هى :

١ . توليد ادراكات جديدة: Generation of new perception

يقصد بالإدراك: الوعي أو الفهم بمعنى أن يصبح المتعلم مدركا للأشياء من خلال التفكير فيها، بمعنى آخر الإدراك هو التفكير الغرضي الواعي الهادف لما يقوم به المتعلم عن عمليات عقلية يفرض الفهم أو اتخاذ القرار أو حل المشكلات أو الحكم على الأشياء أو القيام بعمل ما، فالإدراك نوع الرؤية الداخلية التي توجه المتعلم نحو الفكرة بهدف فهمها ويؤكد دي بونو (على أن التفكير والإدراك أمرا واحدا، وبناء على تعريف دي بونو للتفكير بأنه التقصي للخبرة من أجل غرض ما قد يكون هذا الغرض تحقيق الفهم أو اتخاذ القرار أو حل المشكلات أو القيام بعمل ما). (صالح محمد علي أبو جادو، ومحمد بكر نوفل،٢٠٠٧ ، ٥٦٧ -٤٦٩)

٢ . توليد مفاهيم جديدة:Generation of new concepts

هى مهارة عن طريقها يشعر البعض بالارتياح عند تعاملهم مع المفاهيم حتى لوكانت غامضة أو مجردة ، وبالتالى يسهل عليهم توليد مفاهيم جديدة عند التفكير فى مشكلة ما ، وحتى يعبر المتعلم عن مفهوم ما لابد من بذل مجهود لاستخلاص هذا المفهوم .

٣ . توليد افكار جديدة: Generation of new Ideas

يعرف (دي بونو) الفكرة بأنها شيء يتصور (يفهم) من خلال العقل والأفكار هي طرق مادية لتطبيق المفاهيم، والفكرة يجب أن تكون محددة ويجب أن توضع الفكرة موضع الممارسة، ومن أجل توليد أفكار جديدة يحذر (دي بونو) من الرفض السريع

والفوري للأفكار، ويشير إلى أن الرفض السريع للأفكار يأتي من القيود التي فرضت على العقل، فإذا كانت الفكرة لا تتوافق مع هذه القيود فأنها تتجه نحو الرفض وهذا هو الاستخدام المبكر للتفكير المتشائم، لكن الأمر يتطلب أن يتم التفكير في هذه الحالة بطريقة تشير إلى التفاؤل، بل قد يتطلب التفكير في هذه الحالة وذلك للحصول على حزمة من الأفكار الإبداعية. إما تقويم الأفكار المطروحة ومن هذه اللحظة أن الجهد المبذول يجب أن يتركز نحو تحسين وبناء الفكرة

٤ . توليد بدائل جديدة: Generation of new Alternative

من مبادئ التفكير الجانبي أنه طريقة خاصة لتأمل الحلول بين مجموعة ممكنة ومتاحة، حيث يهتم التفكير الجانبي باكتشاف أو توليد طرق أخرى لإعادة وتنظيم المعلومات المتاحة وتوليد حلول جديدة بدلا من السير في خط مستقيم، والذي يقود عندئذ إلى تطوير نمط واحد، أن البحث عن طريق بديلة أمر طبيعي لدى الأفراد الذين يشعرون أنهم يقومون بذلك، وهذا أمر صحيح إلى حد ما، لكن البحث من خلال التفكير الجانبي يذهب إلى ما هو أبعد من البحث الطبيعي، ففي البحث الطبيعي عن البدائل يبحث الأفراد عن أفضل البدائل الممكنة، لكن البحث عن البدائل من خلال توظيف التفكير الجانبي يتيح للأفراد توليد بدائل كثيرة بحسب قدرة هؤلاء الأفراد، ولا يبحث التفكير الجانبي عن أفضل البدائل، ولكن عن البدائل المتعددة وليس من الضروري أن تكون البدائل خاضعة للنمط، وقد يشكل أحد البدائل نقطة بداية مفيدة كما قد يعمل على حل بعض المشكلات دون عناء .

٥ . توليد ابداعات (تجديدات)جديدة.

يؤكد (دي بونو) أن الإبداع هو العمل على إنشاء شيء جديد بدلا من تحليل حدث قديم وتشمل الإبداعات أو التجديدات نمطا من التفكير الجانبي وغالبا ما يكون توليد الإبداعات المألوفة سريعا بينما إنتاج الإبداعات الأصيلة يحدث ببطء.

مبادىء التفكير الجانبى:

هناك أربعة مبادىء للتفكير الجانبى (دى بونو ، ٢٠١٠) وهى : التعرف على الأفكار المهيمنة والتى تستقطب بقية الأفكار ، البحث عن طرائق مختلفة فى النظر إلى الأشياء ، تخفيف سيطرة التفكير العمودى ، استعمال الصدفة.

وهذا ما يشجع على مرونة التفكير، اذ يتوجب على الطالب أن يستعرض المسألة من عدة جوانب ويدرك وجود العديد من الطرق للوصول إلى النتيجة الصحيحة، على الرغم من هذا كله تبقى المبادىء الأساسية للتفكير الجانبي متداخلة مع مجالات التعلم الأخرى (دي بونو، ٢٠١٠ : ٣ .)

وفى إطار التفكير الجانبى فى الرياضيات تمت مجموعة من الدراسات منها : دراسة اريج حضر حسن (٢٠١٨) والتى هدفت إلى تعرف أثر نموذج فينك فى التفكير

الجانبى وتحصيل الصف الأول فى قسم علوم الحاسبات ، وأظهرت النتائج تفوق طلبة المجموعة التجريبية الذين درسوا وفق انموذج فينك للتعلم النشط على طلبة المجموعة الضابطة الذي درسوا وفق الطريقة الاعتيادية فى التحصيل والتفكير الجانبى ، وأظهرت نتائج دراسة زكريا جابر بشاى(٢٠١٨) فاعلية استخدام استراتيجية سكامبر (SCAMPER) فى تدريس الهندسة لتنمية مهارات التفكير الجانبى واتخاذ القرار الإبداعى لدى تلاميذ الصف الأول الأعدادى ، وأظهرت دراسة على محمد غريب (٢٠١٦) إلى فاعلية النموذج التدريسى المقترح القائم على التعلم السريع فى تنمية التفكير الجانبى والتنظيم الذاتى لدى تلاميذ الصف الثانى الإعدادى عند دراستهم للهندسة ، وهدفت دراسة (رضا أحمد دياب ، ٢٠١٦) إلى التعرف على أثر استخدام بعض استراتيجيات التعلم المستند إلى الدماغ في تدريس الرياضيات على تنمية التفكير الجانبي والاتجاه نحو الرياضيات لدى تلاميذ الصف الثالث الابتدائي، وتمثلت أدوات البحث في: اختبار في التفكير الجانبي- مقياس الاتجاه نحو الرياضيات، وأظهرت النتائج : وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لكل من اختبار التفكير الجانبي ومقياس الاتجاه نحو الرياضيات لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية ، وأظهرت دراسة تحرير مهدى عواد (٢٠١٧) فاعلية استخدام أنموذج دانيال فى التحصيل والتفكير الجانبى لدى طلبة الصف الثانى المتوسط فى مادة الرياضيات فى العراق.

وبتحليل الدراسات السابقة يمكن استخلاص أن استراتيجيات التعلم البنائى تم استخدامها فى تدريس الرياضيات والهندسة الإقليدية ، ولكن لاتوجد دراسة اهتمت بتوظيف استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس هندسة الفراكتال والتعرف على فاعليتها في تنمية مهارات التفكير الجانبى والاستدلال التكيفى لدى طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات .

الإطار التجريبى للبحث:

عينة البحث:

تكونت عينة البحث من (٥٠) من طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات للعام ٢٠١٧، وتم تقسيمهم إلى مجموعتين إحداهما تجريبية وعددها (٢٥) طالب وطالبة، والأخرى ضابطة (٢٥) طالب وطالبة .

منهج البحث والتصميم التجريبى:

تم استخدام المنهج التجريبى ذو التصميم شبه التجريبى القائم على مجموعتين إحداهما تجريبية والأخرى ضابطة، تم تدريس المجموعة التجريبية وحدة فى هندسة الفراكتال باستخدام استراتيجيات التعلم البنائى ، بينما لم تدرس المجموعة الضابطة تلك الوحدة، وتم اخذ المجموعة الضابطة وذلك لإن طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات يدرسون

بعض مقررات الرياضيات والتى تتضمن موضوعات من نظرية الفوضى وهندسة الفراكتال والرياضيات الحديثة.

خطوات البحث واجراءاته:

١- الإطلاع على البحوث والدراسات والأدبيات التى تناولت استراتيجيات التعلم البنائى وهندسة الفراكتال والاستدلال التكيفى ومهارات التفكير الجانبى .
٢- إعداد موضوعات وحدة الفراكتال وتحليل محتواها إلى (مفاهيم – تعميمات – مهارات).
٣- إعداد دليل للمعلم لوحدة هندسة الفراكتال وفقاً لبعض استراتيجيات التعلم البنائى ، ومتضمناً الأنشطة فى هندسة الفراكتال والتى تتطلب ممارسة الاستدلال التكيفى ومهارات التفكير الجانبى.
٤- إعداد اختبار الاستدلال التكيفى فى وحدة هندسة الفراكتال .
٥- إعداد اختبار مهارات التفكير الجانبى .
٦- اختيار عينة البحث وتقسيمها إلى مجموعتين : تجريبية وضابطة .
٧- تطبيق أدوات البحث والمتمثلة فى : اختبار الاستدلال التكيفى ، واختبار مهارات التفكير الجانبى قبلياً.
٨- تدريس وحدة هندسة الفراكتال باستخدام استراتيجات التعلم البنائى للمجموعة التجريبية .
٩- تطبيق أدوات البحث والمتمثلة فى: اختبار الاستدلال التكيفى، واختبار مهارات التفكير الجانبى بعدياً.
١٠- رصد النتائج ومعالجتها احصائياً، وتفسيرها وتقديم مجموعة من التوصيات والمقترحات وكتابة مراجع البحث العربية والاجنبية.

أدوات ومواد البحث:

أ) إعداد دليل المعلم لوحدة فى هندسة الفراكتال :

أولاً: إعداد وحدة هندسة الفراكتال باستخدام استراتيجيات التعلم البنائى :

١) الإطلاع على الادبيات والدراسات السابقة وبعض مواقع الانترنت : قام الباحث بالإطلاع على الأدبيات والدراسات السابقة التى تناولت هندسة الفراكتال ، وتم بناء وحدة هندسة الفراكتال فى الموضوعات التالية :

أ) مفهوم هندسة الفراكتال.
ب) أشكال الفراكتال المشهورة.
ت) التشابة الذاتى للفراكتالات.
ث) البعد الفراكتالى.

ج) مساحة ومحيط الأشكال الفراكتالية.
ح) تابع مساحة ومحيط الأشكال الفراكتالية.

٢) توظيف استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس دروس وحدة هندسة الفراكتال وهى :

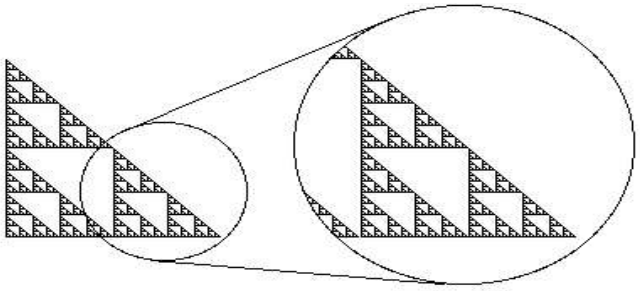
- تحديد نتاجات التعلم المستهدفة .
- تحديد استراتيجيات التعلم البنائى المناسبة للدرس وهما استراتيجيتى (K- W –L) واستراتيجية المتناقضات.
- تحديد الوسائل التكنولوجية لشرح الدرس.(بعض مواقع الانترنت ذات العلاقة)
- عرض الدرس : تنفيذ استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس الوحدة ، وتوجيه الطلاب لحل المهام واستخدام أوراق النشاط.
- تقويم الدرس .

٣) مثال للتدريس باستخدام استراتيجية (K –W – L) :

جدول (٢) مكونات استراتيجية (K- W-l) لتدريس درس مفهوم هندسة الفراكتال

ماذا أعرف عن الموضوع ؟ K	ماذا أريد أن أتعلم عن الموضع ؟ W	ماذا تعلمت عن الموضوع ؟L
يطرح المعلم الأسئلة التالية: ما الأشكال الأساسية فى الهندسة الإقليدية ؟ تأمل شكل شاطئ بحر ، هل يمكن للهندسة الإقليدية أن تصفه ؟ هل الهندسة الإقليدية يمكنها وصف أشكال الأشجار ،السحب ؟	يطرح المعلم / أسئلة عصف ذهنى : مالمقصود بالفراكتال ؟ هل الهندسة الاقليدية تصف اشكال مثل شاطىء نهر، السحب ، الاشجار؟ ما الاشكال الفراكتالية ؟ كيف تتكون الاشكال الفراكتالية ؟ هل يمكن تكوين شكل فراكتالى من مثلث؟ ثم يعرض المعلم على الطلاب بعض المواقع لهندسة الفراكتال http://math.rice.edu/lanius/frac وذلك للتعرف على خصائصها واشكالها	كتابة كافة المعلومات التى تمت الإجابة عليها من أسئلة الطلاب : الاشكال الفراكتالية تصف الاشكال فى الطبيعة مثل شاطىء النهر والفراكتال هو تكرار لإنشاء هندسي على شكل ما . شكل هندسي معقد ولكن بدايته معروفة

ومثال على الاشكال الفراكتالية مثلث سيبرنسكى :



يعقب المعلم بانه يوجد تشابه بين جزء من الشكل والشكل كله وهو ما يسمى بخاصية التشابه الذاتي.

٤) مثال للتدريس باستخدام استراتيجية المتناقضات:

تقوم هذه الاستراتيجية على مجموعة من المراحل المتتالية وفقاً لما يأتي:

أولاً: مرحلة تقديم المهمة التى تتضمن تناقض:

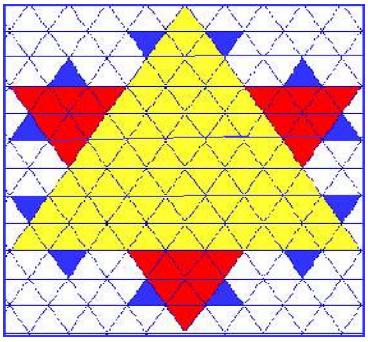
هل فى الهندسة الإقليدية كلما زاد محيط المربع زادت مساحته ؟

هل تتصور أن يكون شكل هندسى مساحته محدودة ومحيطه لانهائى :

ثانياً: مرحلة البحث عن حل التناقض:

يمكن التفكير فى المشكلة السابقة وعدم التسرع لإصدار الحكم من خلال منحنى كوخ لرقائق الثلج حيث يوزع المعلم على مجموعات الطلاب ورقة بيانية مثلثيه . يوضح عليها منحنى كوخ لبعض المراحل كما بالشكل

و يراجع المعلم مع الطلاب عملية تكوين المنحنى



رقم التكرار	مساحة مثلث واحد	عدد المثلثات المضافة	كمية المساحة المضافة	المساحة الكلية
				٨١
١	٩	٣	٢٧	١٠٨
٢	١	١٢	١٢	١٢٠
٣	٩/١	٤٨	٥.٣٣	١٢٥.٣٣
٤	٨١/١	١٩٢	٢.٣٧	١٢٧.٧
٥	٧٢٩/١	٧٦٨	١.٠٥	١٢٨.٧٥
٦	٦٥٦١/١	٣٠٧٢	٠.٤٦٨٢	١٢٩.٢١
٧	٥٩٠٤٩/١	١٢٢٨٨	٠.٢٠٨١	١٢٩.٤٣
٨	٥٣١٤٤١/١	٤٩١٥٢	٠.٠٩٢٤	١٢٩.٥٢٢

لاحظ أعمدة الجدول ووضح العلاقات بين عناصره ؟

(٢) ماذا تلاحظ للعمود الأخير ؟ المساحات الناتجة للشكل ؟ تقترب إلى عدد ما (محدد)

(٣) اشرح كيف تكون المساحة متقاربة إلى عدد ما ؟

ثم يطلب المعلم إكمال الجدول التالي لإيجاد محيط الشكل(بفرض أن محيط المثلث الأول٩ سم)

رقم المرحلة	١	٢	٣	٤
المحيط	٩	١٢	١٦	٣/٦٤
المحيط	٩	٩(٣/٤) ^{١}	٩(٣/٤) ^{٢}	٩(٣/٤) ^{٣}

(١) هل يوجد نمط ؟

(٢)محيط كل شكل = (٣/٤) مرة من محيط الشكل السابق

(٣)ما هو النمط الذى اكتشفه ؟

النمط هو أن كل الاس دائماً أقل بواحد من رقم المرحلة ، أى إذا اردت أن تحسب محيط الشكل رقم (٢٠) فإن محيطه هو ١٩(٣/٤) ^{١٩}

أى إذا كان ن رقم المرحلة ن فان المحيط عند ن = ٩ (٣/٤) $^{ن-١}$

وهذا يعنى أن المحيط يستمر فى الزيادة مع أن المساحة تقترب من عدد ثابت ولاتزيد عنه .

ثالثاً: مرحلة التوصل إلى حل التناقض:

في هذه المرحلة ينجح المتعلمون في حل التناقض بأنفسهم كنتيجة لبحثهم أو حلهم للمهمة ، فيصل المتعلمون بأنفسهم إلى إجابات للعديد من الأسئلة : اشرح لماذا يزداد المحيط لما لانهاية ؟ (تلميح) تذكر عملية تكوين المنحنى وفيها تقسيم كل ضلع إلى ثلاثة أجزاء ثم نستبدل الأوسط بجزأين هذا يعنى انه بدلا من انه يساوى ٣ فان يساوى ٤ ، كيف فكرت فى تلك المشكلة ؟ هل وجدت انه توجد أشكال محيطها لانهائي بينما مساحتها محدودة ؟

ثم يطلب المعلم من الطلاب تطبيق خطوات استراتيجية المتناقضات على مثلث سيبرنسكى

حيث يستمر محيطة فى الزيادة إلى مالانهاية ومع ذلك تقترب مساحته من الصفر.

ب: إعداد اختبار الاستدلال التكيفى فى هندسة الفراكتال :

يهدف الاختبار إلى قياس الاستدلال التكيفى لدى طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات حيث يُعرف الاستدلال التكيفى إجرائياً على أنه قدرة الطالب على التفكير المنطقى ، والتبرير الاستدلالى ، وتوظيف العلاقات المنطقية بين المفاهيم أو المواقف فى هندسة الفراكتال وذلك **لشرح وتحليل الحل وتبريره** ، **و** تحقيقاً لهدف البحث ، فقد قام الباحث ببناء اختبار الاستدلال التكيفى وذلك وفقاً للخطوات التالية :

١) تحليل موضوعات هندسة الفراكتال التى تم تديدها مسبقاً
٢) تحديد المفاهيم والتعميمات والمهارات فى هندسة الفراكتال.
٣) الاطلاع على بعض الدراسات والدوريات ذات الصلة باختبارات قياس الاستدلال التكيفى.
٤) كتابة اسئلة مبدئية لاختبار الاستدلال التكيفى فى هندسة الفراكتال وقد بلغ عددها (٨)اسئلة وتم تصحيح كل سؤال حسب خطوات الحل لكل سؤال وبذلك بلغت الدرجة العظمى للاختبار (٣٠) درجة .
٥) عرض اختبار الاستدلال التكيفى على مجموعة من المحكمين فى طرق تدريس الرياضيات ، وذلك لتحديد مدى مناسبته للطلاب المعلمين والصياغة اللغوية ، وقد تم اجراء التعديلات المقترحة.
٦) وقد تم تحديد الخصائص السيكومترية للاختبار كما يلى :

- صدق المحكمين : حيث تم عرض الاختبار على مجموعة من المحكمين وتم اجراء التعديلات المطلوبة.
- ثبات الاختبار : تم حساب ثبات الاختبار بطريقة الفا كرونباخ وكانت قيمته (٠.٨٥٩) وهى قيمة مرتفعة وتشير إلى الأطمئنان إلى نتائج الاختبار .
- تم تحديد زمن الاختبار عن طريق ايجاد متوسط أزمنة الطلاب للاجابة على الاختبار ، وقد وجد أن الزمن المناسب للاختبار (٨٠) دقيقة .

جـ) إعداد اختبار مهارات التفكير الجانبى :

١ـ تحديد الهدف من الاختبار :

هدف الاختبار إلى قياس مهارات التفكير الجانبى (توليد ادراكات جديدة– توليد مفاهيم جديدة– توليد افكار جديدة– توليد بدائل جديدة– توليد ابداعات (تجديدات جديدة) لدى طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات .

٢ـ إعداد الصورة الأولية للاختبار :

لصياغة مفردات الاختبار تم كتابة بعض المشكلات الهندسية والتى تتطلب التفكير خارج الصندوق وبطرق ابداعية ، والإنطلاق بحرية فى اتجاهات وزوايا متعددة ،

بدلاً من السير فى اتجاه واحد لحل المشكلة وبالرجوع إلى العديد من الاختبارات والدراسات التى اهتمت ببناء اختبارات التفكير الجانبى مثل : دراسة (عبد الواحد الكبيسى ، ٢٠١٣) (ايمان ذيب ، عمر علوان ، ٢٠١٢) تم بناء مفردات الاختبار فى صورة مواقف ومشكلات هندسية وهذه الأسئلة موزعة على مهارات التفكير الجانبى الخمسة (توليد ادراكات جديدة ، توليد مفاهيم جديدة ، توليد افكار جديدة ، توليد بدائل جديدة ، توليد ابداعات جديدة)

و تكونت الصورة الأولية للاختبار من (١٨) مفردة ، وتم عرض الصورة الاولية على مجموعة من المحكمين لتحديد صلاحية الاختبار ، وأبدى المحكمون ملاحظاتهم على الاختبار ، وقام الباحث بعمل التعديلات وحذف ثلاث مفردات من الاختبار ، واحدة من مهارة توليد ادراكات جديدة، وواحدة من مهارة توليد مفاهيم جديدة، والثالثة من مهارة توليد افكار جديدة .

٣- مفردات الاختبار :

استخدم الباحث مجموعة من الاسئلة المقالية مع مراعاة شروط صياغتها ، وقد اشتمل الاختبار على (١٥) مفردة موزعة على مهارات التفكير الجانبى كما هو موضح بالجدول (٢)

جدول (٣) يوضح توصيف اختبار مهارات التفكير الجانبى

مهارة التفكير	توليد ادراكات جديدة	توليد مفاهيم جديدة	توليد افكار جديدة	توليد بدائل جديدة	توليد ابداعات (تجديدات)جديدة
أرقام المفردات	٤ ، ١٠ ، ١٤	٨ ، ٩ ، ١٣	١ ، ٢ ، ٣	٥ ، ١٢ ، ١٥	٦ ، ٧ ، ١١

وتم توزيع درجات مفردات الاختبار كما يلى:

- بالنسبة لمفردات الاختبار كل مفردة تأخذ (٦) درجات وذلك وفقاً لخطوات الحل وقواعد التصحيح التى تم اعتمادها، ووصلت الدرجة العظمى للاختبار (٩٠) درجة.

٤- صدق الاختبار:

تم عرض الاختبار فى صورته الأولية على مجموعة من المحكمين من أعضاء هيئة التدريس بكلية التربية – جامعة طنطا ، لتحديد صلاحية الاختبار ، وأبدى المحكمون ملاحظاتهم على الاختبار ، وقام الباحث بعمل التعديلات اللازمة وأصبح الاختبار يتكون من (١٥) مفردة موزعة على أبعاد الاختبار الحمسة ، كما تم حساب الاتساق الداخلى للاختبار عن طريق حساب معاملات الارتباط بين مهارات الاختبار بعضها البعض وبالدرجة الكلية للاختبار وتراوحت بين (٠.٨٧٨– ٠.٩٢٣) وهى دالة احصائياً عند مستوى ٠.٠١

٥ ـ ثبات الاختبار:

استخدم الباحث معادلة الفا كرونباخ لحساب ثبات الاختبار وأبعاده المختلفة والجدول (٣) يوضح ذلك.

جدول (٤) معاملات ثبات اختبار مهارات التفكير الجانبى

مهـــــارة التفكير	توليد ادراكات جديدة	توليـد مفـاهيم جديدة	توليـد افكـار جديدة	توليـد بـدائل جديدة	توليـد ابـداعات جديدة	الاختبار ككل
معامـــــل الثبات	٠.٧٥٨	٠.٨٢١	٠.٧٩٩	٠.٨٦١	٠.٧٨٦	٠.٨٤٥

يتضح من الجدول (٤) أن الاختبار يتمتع بقيم ثبات مرتفعة وهى مناسبة لأهداف البحث الحالي .

٦ـ زمن الاختبار :

تم تحديد زمن الاختبار عن طريق ايجاد متوسط أزمنة الطلاب للاجابة على الاختبار، وقد وجد أن الزمن المناسب للاختبار (١٠٠) دقيقة .

التطبيق القبلى لأدوات البحث :

تم تطبيق كل من اختبار الاستدلال التكيفى ومهارات التفكير الجانبى على طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة قبلياً فى يوم ٢٠١٧/١٠/٣م من الفصل الدراسى الأول عام٢٠١٧ / ٢٠١٨م بهدف التأكد من تكافؤ المجموعتين ، والجدول التالى (٤) يوضح تلك النتائج .

جدول (٥) المتوسطات والانحراف المعيارى وقيمة "ت" فى التطبيق القبلى لاختبار مهارات التفكير الجانبى للمجموعتين التجريبية والضابطة.

الاختبار	المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعيارى	درجة الحرية	قيمة "ت"	مستوى الدلالة
توليد ادراكات جديدة	التجريبية	٢٥	٢.٨٨	٠.٨٣	٤٨	١.١٠	غير دالة
	الضابطة	٢٥	٢.٦٤	٠.٧٠			
توليد مفاهيم جديدة	التجريبية	٢٥	٢.٩٦	٠.٨٨	٤٨	٠.٥٩	غير دالة
	الضابطة	٢٥	٣.١٢	١.٠١			
توليد افكار جديدة	التجريبية	٢٥	٣.٢٨	٠.٧٣	٤٨	٠.٧٤	غير دالة
	الضابطة	٢٥	٣.١٢	٠.٧٨			
توليد بدائل جديدة	التجريبية	٢٥	٣.٠٨	٠.٩١	٤٨	٠.٩٩	غير دالة
	الضابطة	٢٥	٢.٨٤	٠.٨٠			
توليد ابداعات جديدة	التجريبية	٢٥	٢.٢٨	٠.٩٣	٤٨	٠.٥٧	غير دالة
	الضابطة	٢٥	٢.٤٤	١.٠٤			
الدرجة الكلية	التجريبية	٢٥	١٤.٤٨	١.٩٨	٤٨	٠.٥٩	غير دالة
	الضابطة	٢٥	١٤.١٦	١.٨٨			

يتضح من الجدول (٥) عدم وجود فروق دالة بين متوسطات درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي لاختبار مهارات التفكير الجانبى مما يدل على تكافؤ المجموعتين قبلياً ٠

جدول (٦) المتوسطات والانحراف المعيارى وقيمة "ت" فى التطبيق القبلى لاختبار الاستدلال التكيفى للمجموعتين التجريبية والضابطة.

الاختبار	المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعيارى	درجة الحرية	قيمة "ت"	مستوى الدلالة
الاستدلال التكيفى	التجريبية الضابطة	٢٥ ٢٥	٤.٦٨ ٥.١٢	١.٦٥ ١.٣٦	٤٨	١.٠٣	غير دالة

يتضح من الجدول السابق (٦) عدم وجود فروق دالة بين متوسطات درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي لاختبار الاستدلال التكيفى مما يدل على تكافؤ المجموعتين قبلياً٠

القائم بالتدريس:

قام الباحث بالتدريس للمجموعة التجريبية وذلك فى اثناء محاضرات التدريس المصغر، واستخدام الباحث استراتيجيتى (K – W – L) واستراتيجية المتناقضات لتدريس وحدة فى هندسة الفراكتال، مع توظيف بعض مواقع الانترنت والخاصة بهندسة الفراكتال، وبرنامج البوربوينت.

التطبيق البعدي لأدوات البحث:

بعد الانتهاء من تدريس وحدة الفراكتال باستخدام استراتيجيتى التعلم البنائى للمجموعة التجريبية، تم تطبيق اختبارات الاستدلال التكيفى، مهارات التفكير الجانبى على طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة وذلك فى يوم ٥ /١٢ /٢٠١٧م ، وتم رصد البيانات واجراء المعالجات الاحصائية والتوصل إلى نتائج البحث .

أساليب المعالجة الاحصائية :

تم استخدام الاساليب الاحصائية التالية من خلال برنامج الاحصاء SPSS : معامل الارتباط ، الفا كرونباخ ، ، اختبار "ت" للمجموعتين المستقلتين ، مربع ايتا .

نتائج البحث ومناقشتها وتفسيرها:

أولاً: الإجابة عن السؤال الأول:

ينص السؤال الأول على: "ما فاعلية توظيف بعض استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس هندسة الفراكتال فى تنمية الاستدلال التكيفى لدى طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات بكلية التربية جامعة طنطا؟ "

وللاجابة عن السؤال الأول تم صياغة الفرض التالى " لايوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطى درجات المجموعتين التجريبية والضابطة على اختبار الاستدلال التكيفى .

وللتحقق من صحة الفرض الأول تم استخدام اختبار "ت" للمجموعتين المستقلتين Independent Samples Test وكذا قياس حجم الأثر مربع إيتا η^2 للمعالجة التجريبية والجدول التالي يوضح ذلك٠

جدول (٧) المتوسطات والانحراف المعيارى وقيمة "ت" ومستوى الدلالة ومربع ايتا فى التطبيق البعدى لاختبار الاستدلال التكيفى لطلاب المجموعتين التجريبية والضابطة

الاختبار	المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعيارى	درجة الحرية	قيمة "ت"	مستوى الدلالة	η^2
الاستدلال التكيفى	التجريبية الضابطة	٢٥ ٢٥	٢٣.٨٠ ٧.٧٠	٢.١٢ ١.٥٦	٤٨	٣٠.٤٤	٠.٠١	٠.٩٥

يتضح من الجدول (٧) ما يلي :

- توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠.٠١ بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة على اختبار الاستدلال التكيفى لصالح المجموعة التجريبية٠ مما يعنى تحسن فى الاستدلال التكيفى نتيجة توظيف استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس وحدة فى هندسة الفراكتال.
- كما تشير قيمة مربع إيتا $\eta 2$ إلى حجم الأثر الذي أحدثته المعالجة التجريبية والمتمثلة في توظيف استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس وحدة فى هندسة الفراكتال إلى وجود درجة تأثير كبيرة على اختبار الاستدلال التكيفى حيث كانت قيمته ٩٥% ، مما يشير إلى فاعلية توظيف استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس وحدة فى هندسة الفراكتال في تنمية الاستدلال التكيفى ، وعلى ذلك يمكن رفض الفرض الصفرى الأول الذي بنص على " لايوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطى درجات المجموعتين التجريبية والضابطة على اختبار الاستدلال التكيفى .

ويمكن تفسير هذه النتيجة بأن توظيف استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس هندسة الفراكتال أتاحت للطلاب ممارسة التفكير المنطقى من خلال حل المشكلات والمهام فى هندسة الفراكتال وأن يُعدل ويُكيف الطالب من استدلاله وتفكيره الحدسى حول المفاهيم فى الهندسة الإقليدية لاستنتاج مثيلاتها فى الهندسة الفراكتالية ، وأن بعض جوانب الاستدلال التكيفي هي الاستدلال الاستقرائي والاستنتاجي المرتبط بالحدس تم ممارستها أثناء استراتيجيات التعلم البنائى المستخدمة فى التدريس وهى استراتيجية المتناقضات حيث فى بداية الموقف يتعرض المتعلم لتناقض عقلى معرفى ثم بعد الاستقصاء والفحص يحل الطلاب التناقض ويتعرفوا على صحة الموقف، حيث أنه

للتدريب على الاستدلال الرياضي التكييفي ، تم إعطاء الطلاب مشكلات فى هندسة الفراكتال مرتبطة بالهندسة الاقليدية والتي تسهل تطوير القدرة على تكييف مفاهيم وقواعد الهندسة الاقليدية (مثل قانون البُعد ، التشابة الذاتى ، التكرار المرحلى، الأنماط) مع الاشكال فى الهندسة الفراكتالية، ويتم إعطاء الطلاب مشكلات غير روتينية لتدريبهم على التفكير الجانبى في إيجاد الحلول. وذلك كما فى مشكلات هندسة الفراكتال والتى تجعل المتعلم يعدل ويكيف من تفكيره واستدلاله للانتقال من التفكير فى الهندسة الاقليدية إلى التفكير فى هندسة الفراكتال ، حيث تتعامل الهندسة الاقليدية مع الاشكال البسيطة المنتظمة ، بينما هندسة الفراكتال تتعامل مع الأشكال المركبة وغير المنتظمة ، وبينما تركز الهندسة الاقليدية على الأجزاء ، فالهندسة الفراكتالية تركز على الاشكال فى صورتها الكلية ، وتنظر الهندسة الاقليدية إلى الاشكال الفردية ولكن هندسة الفراكتال تنظر إلى الانماط والنظرة الكلية لاشكال الهندسية.

وتتفق هذه النتيجة مع النتائج التى أسفرت عنها دراسة ابراهيم محمد المعافى (٢٠١٥) ، زينب طاهر توفيق (٢٠١٧) ، أزهار جبر رشيد الحداد(٢٠١٤) ، ودراسة عزو عفانة ، محمد سلمان (٢٠٠٩) ، دراسة عبد القادر محمد عبد القادر (٢٠٠٦) ، دراسة ناصر السيد عبد الحميد،(٢٠٠٧) ودراسة (Muin& Hanifah and Diwidian(2018) .

ثانياً : الاجابة عن السؤال الثانى :

ينص السؤال الثانى على :"ما فاعلية توظيف بعض استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس هندسة الفراكتال فى تنمية مهارات التفكير الجانبى لدى طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات بكلية التربية جامعة طنطا؟ "

وللاجابة عن السؤال الثانى تم صياغة الفرض التالى " لايوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطى درجات المجموعتين التجريبية والضابطة فى التطبيق البعدى على اختبار التفكير الجانبى ككل ومهارته المختلفة.

وللتحقق من صحة الفرض الثانى ، تم استخدام اختبار "ت" للمجموعتين المستقلتين وكذا قياس حجم الأثر "مربع إيتا للمعالجة التجريبية والجدول التالي يوضح ذلك٠

جدول (٨)
المتوسطات والانحراف المعيارى وقيمة "ت" ومستوى الدلالة ومربع ايتا فى التطبيق البعدى لاختبار التفكير الجانبى لطلاب المجموعتين التجريبية والضابطة .

المهارة	المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعيارى	درجة الحرية	قيمة "ت"	مستوى الدلالة	η^2
توليد ادراكات جديدة	التجريبية الضابطة	٢٥ ٢٥	١٣.٦٨ ٨.٠٨	١.٤٩ ١.٩٥	٤٨	١١.٣٨	٠.٠١	٠.٧٣
توليد مفاهيم جديدة	التجريبية الضابطة	٢٥ ٢٥	١٢.٩٦ ٨.٥٢	١.٢٤ ١.٣٢	٤٨	١٢.٢٢	٠.٠١	٠.٧٦
توليد افكار جديدة	التجريبية الضابطة	٢٥ ٢٥	١٣.٠١ ٧.٨٨	١.٤٤ ١.٣٠	٤٨	١٣.١٧	٠.٠١	٠.٧٨
توليد بدائل جديدة	التجريبية الضابطة	٢٥ ٢٥	١٣.٠٨ ٧.٠١	١.٢٨ ١.٦٨	٤٨	١٤.٣٤	٠.٠١	٠.٨١
توليد ابداعات جديدة	التجريبية الضابطة	٢٥ ٢٥	١٢.٤٠ ٨.٤٠	١.٤١ ٠.٨٦	٤٨	١٢.٠٦	٠.٠١	٠.٧٥
الدرجة الكلية	التجريبية الضابطة	٢٥ ٢٥	٦٥.٢٤ ٣٩.٨٨	٣.٤٩ ٣.٥٣	٤٨	٢٥.٣٨	٠.٠١	٠.٩٣

يتضح من الجدول (٨) ما يلي :

- توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠.٠١ بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة على اختبار التفكير الجانبى ككل وكل مهارة من مهاراته لصالح المجموعة التجريبية٠ مما يعنى تحسن فى مهارات التفكير الجانبى وأبعاده المختلفة نتيجة تدريس وحدة هندسة الفراكتال باستخدام استراتيجيات التعلم البنائى .

- كما تشير قيمة مربع إيتا $\eta 2$ إلى حجم الأثر الذي أحدثته المعالجة التجريبية والمتمثلة في تدريس وحدة هندسة الفراكتال باستخدام استراتيجيات التعلم البنائى إلى وجود درجة تأثير كبيرة على مهارات التفكير الجانبى ككل وكل مهارة من مهاراته على حده حيث تراوحت قيمتها بين ٧٣% ، ٩٣% مما يشير إلى فاعلية توظيف استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس هندسة الفراكتال في تنمية مهارات التفكير الجانبى، وعلى ذلك يمكن رفض الفرض الصفري الثانى الذي ينص على " لايوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطى درجات المجموعتين التجريبية والضابطة على اختبار التفكير الجانبى ككل ومهاراته المختلفة

ويمكن تفسير هذه النتائج بأن توظيف استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس وحدة فى هندسة الفراكتال قد أتاح للطلاب التفكير من زوايا متنوعة فى المهام ، وتجعل الطلاب أكثر إبداعاً من خلال دراسة مفاهيم وتعميمات جديدة لم يسبق دراستها فى الهندسة الاقليدية ، كما أنها تُكون جو محبب أثناء الدراسة من خلال أنشطتها العصرية التي تساعد على تذوق جمال الرياضيات في عقولهم وفي الطبيعة من حولهم ، وتثرى المفاهيم الأساسية التي يتعلمها الطلاب مثل التصغير التكرار – التشابه ، تبين وتوضح الجمال في تكوين الأشكال التي نراها من حولنا وكما يدركها عقلنا ، كما أن توظيف استراتيجية المتناقضات لتدريس هندسة الفراكتال تستثير التفكير الاستقصاء والاستكشاف والجانبى مهاراته المختلفة عند طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات من خلال فحص وتحليل مكونات الأشكال الفراكتالية كما أن هندسة الفراكتال تقدم حلاً بسيطاً لادراك التفاصيل الدقيقة للأشياء الكبيرة مثل السحب التى يمكن قياس حدودها وكذلك المناظر الطبيعية وتكوين ابداعات وبدائل وأفكار جديدة عنها ، كما أن استراتيجيات التعلم البنائى ساعدت فى تقديم الأفكار متسلسلة بحث أدركها الطلاب بسهولة ويسر ، واحداث اتزان معرفى لديهم ، كما أنها اعتمدت على الأنشطة المتمركزة حول الطلاب مما ساعدهم على القيام بعمليات البحث والتفكير الابتكارى والجانبى.

وكل هذه المواقف والخبرات التي أتاحتها هندسة الفراكتال ساعدت علي استخدام مهارات التفكير الجانبى ، وهذا يوضح ويفسر سبب ارتفاع حجم الأثر الذي أحدثته في مهارات التفكير الجانبى.

وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة اريج حضر حسن (٢٠١٨) دراسة على محمد غريب (٢٠١٦) ، دراسة (رضا أحمد دياب ، ٢٠١٦) دراسة مدركة صالح عبد الله (٢٠١٦) ، دراسة ابراهيم محمد المعافى(٢٠١٥) .

ثالثاً: الإجابة عن السؤال الثالث: ينص السؤال الثالث على : " ماالعلاقة بين مهارات التفكير الجانبى والاستدلال التكيفى لدى طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات ؟."

وللاجابة عن هذا السؤال قام الباحث بصياغة الفرض الصفرى التالى :" لا توجد علاقة ارتباطية موجبة بين درجات الطلاب على اختبار الاستدلال التكيفى ودرجاتهم على اختبار مهارات التفكير الجانبى بعدياً ."

وللتحقق من صحة الفرض الثالث قام الباحث بحساب معامل ارتباط بيرسون بين الدرجات البعدية للمجموعة التجريبية فى اختبار مهارات التفكير الجانبى والاستدلال التكيفى والجدول التالى يوضح قيمة معامل الارتباط ومستوى الدلالة .

جدول (٩) قيمة معامل الارتباط بين الدرجات البعدية للمجموعة التجريبية فى اختبار مهارات التفكير الجانبى والاستدلال التكيفى.

المتغير	عدد العينة	قيمة معامل الارتباط "بيرسون"	مستوى الدلالة
مهارات التفكير الجانبى	٢٥	٠.٩٤٣	٠.٠١
الاستدلال التكيفى			

يتضح من الجدول (٩) وجود علاقة موجبة دالة بين الدرجات البعدية للمجموعة التجريبية على اختبار مهارات التفكير الجانبى والاستدلال التكيفى البعدى ، وعلى ذلك يمكن رفض الفرض الصفري الثالث من فروض البحث وقبول الفرض البديل والذى ينص على " توجد علاقة ارتباطية موجبة دالة بين درجات طلاب المجموعة التجريبية على اختبار مهارات مهارات التفكير الجانبى البعدى، ودرجاتهم البعدية على اختبار الاستدلال التكيفى ، ويمكن تفسير هذه النتيجة بأنه كلما زادت درجات الطلاب فى اختبار مهارات التفكير الجانبى فى الرياضيات يعنى ذلك أنه اكتسب الطلاب القدرة على تكوين ادراكات وأفكار وبدائل ومفاهيم وابداعات حديدة عن الرياضيات والتى تساعدهم على تطوير التفكير الجانبى لديهم ، وذلك يدعم الاستدلال التكيفى لديهم والذى يشير إلى التفكير المنطقى وتفسير وتبرير العلاقات الرياضية فى أوضاع جديدة، والتفكير الحدسى والذى يهتم بإعطاء أفكار جديدة وقد تكون ابداعية ويتم فحصها ودراستها والتحقق منها فيما بعد، وللاستدلال التكيفى دور مهم في تحسين مهارات التفكير لدى الطلاب في الرياضيات بسبب أنهم يتدربوا على التفكير المنطقى والتأمل والتفسير وتوقع الاجابات والاستدلال ، يتم تدريب الطلاب على التفكير المنطقي، والتأمل والتنبؤ بالإجابة ،وتتفق النتيجة الحالية من نتيجة دراسة دراسة زينب طاهر توفيق (٢٠١٧) ، اريج حضر حسن (٢٠١٨) ، (Rizki &Frentika (and Wijaya,2018

وتأسيساً على ما سبق ، فان النتائج تشير فى مجملها لفاعلية توظيف استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس وحدة فى هندسة الفراكتال فى تنمية مهارات التفكير الجانبى والاستدلال التكيفى لدى الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة رياضيات، مما يعد دليلاً ميدانياً يدعم الرؤى التى وردت فى الأدبيات حول فاعلية توظيف استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس وحدة فى هندسة الفراكتال وبوصفها أداة لتنمية الاستدلال التكيفى ومهارات التفكير الجانبى .

توصيات البحث:

في ضوء ما أسفر عنه البحث من نتائج يوصى الباحث بما يأتي :

١- ضرورة الاهتمام باستراتيجيات التعلم البنائى فى تدريس بعض وحدات الرياضيات فى المراحل الدراسية المختلفة ، وذلك لما لها من تأثير فى تحقيق تعلم فعال .
٢- تطوير برامج إعداد المعلمين بكليات التربية لتتضمن استراتيجيات تدريس معاصرة قائمة على النظرية البنائية ويمكن أن تساعد على تنمية مهارات التفكير الجانبى .
٣- إعداد دورات تدريبية للمعلمين أثناء الخدمة وللمتعلمين على تدريس وحدات من الرياضيات الحديثة مثل التوبولوجى وهندسة الفراكتال، وتدريبهم على كيفية تقديمها في صورة برامج أو أنشطة إثرائية للطلاب .
٤-تدريس الطلاب /المعلمين الرياضيات العصرية بصفة عامة وهندسة الفراكتال بصفة خاصة وذلك لأثرها الايجابى فى تنمية مهارات التفكير والتدريس الضرورية للقرن٢١

مقترحات البحث:

فى ضوء نتائج البحث الحالي يقترح الباحثان البحوث المقترحة التالية :
١- فاعلية استخدام استراتيجيات التعلم البنائى لتدريس هندسات اخرى على تنمية الكفاءة الهندسية لدي طلاب المرحلة الثانوية .
٢- فاعلية استخدام برنامج فى هندسة الفراكتال على تنمية التفكير الناقد و ومهارات التدريس الابداعية لدى الطلاب /المعلمين ٠
٣-فاعلية توظيف الانترنت فى تدريس هندسة الفراكتال على تنمية مهارات التفكير الابتكارى لدى طلاب المرحلة الثانوية.
٤- برنامج تدريبى مقترح لتحسين معتقدات المعلمين أثناء الخدمة عن تدريس الرياضيات الحديثة ومنها هندسة الفراكتال .

المراجع:

أولاً : المراجع العربية:

١- ابراهيم عطيه ، محمد صالح .(٢٠٠٨).فعالية استراتيجيتى (K.W.L.A) و (فكر – زاوج – شارك) فى تدريس الرياضيات على تنمية التواصل والإبداع الرياضى لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية ، *مجلة كلية التربية* ، جامعة بنها ، المجلد (١٨) ، العدد (٧٦) ، ص ص ٥٠ – ٨٥ .
٢- ابراهيم محمد المعافى ، عبد الله المحرزى .(٢٠١٦).أثر تدريس هندسة الفراكتال فى تنمية مهارات التفكير الإبداعى لدى طلاب المرحلة الثانوية ، *مجلة الاندلس للعلوم الإنسانية والاجتماعية* ، ع (١٠) المجلد (١٣) ، إبريل.

٣- أحمد محمد العسيرى وآخرون.(٢٠١٨).دراسة العلاقة بين مهارات التفكير البصرى والتحصيل فى هندسة الفراكتال وتطبيقاتها لدى طلاب المرحلة الثانوية ،الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات ، *مجلة تربويات الرياضيات* ، مج ٢١ ، ع١٠ .

٤- اريج خضر حسن (٢٠١٨).أثر أنموذج فينك للتعلم النشط فى التفكير الجانبى وتحصيل طلبة قسم الحاسبات فى مادة الرياضيات ، https://www.researchgate.net/publication/326300648

٥- أزهار جبر رشيد الحداد.(٢٠١٤) .أثر استخدام استراتيجية مقترحة توظف (المتشابهات ـ المتناقضات) على تنمية التفكير الناقد ومستوى التحصيل فى مبحث العلوم العامة لدى طالبات الصف العاشر بغزة ، *رسالة ماجستيرغير منشورة*، كلية التربية ، جامعة الأزهر ، غزة.

٦- أمانى محمد العفيفى .(٢٠١٣).أثر توظيف استراتيجية K – W – L فى تعديل التصورات البديلة للمفاهيم التكنولوجية لدى طالبات الصف السابع الأساسى ، *رسالة ماجستيرغير منشورة* ، كلية التربية ، جامعة الأزهر.

٧- إياد عبد الحليم النجار.(٢٠١٢).مدى امتلاك طلاب معلمى العلوم مهارات التدريس الإبداعى فى كلية المعلمين بالقنفدة ، وعلاقته بتحصيلهم الأكاديمى ، *مجلة اتحاد الجامعات العربية للتربية وعلم النفس* ، المجلد العاشر ، العدد الثانى .

٨- ايمان عبد الكريم ذيب .(٢٠١٢).التفكير الجانبي وعلاقته بسمات الشخصية على وفق نموذج قائمة العوامل الخمسة للشخصية لدى طلبه الجامعة ، *مجلة الأستاذ*، العدد (٢٠١) كلية التربية ، الجامعة العراقية.

٩- ايناس نبيل زكى رضوان .(٢٠١٦).أثر برنامج تعليمى قائم على البراعة الرياضية فى التحصيل والتفكير الرياضى لدى طلبة الصف السابع الأساسى فى محافظة قلقيلة*رسالة ماجستيرغير منشورة* ، كلية الدراسات العليا ، جامعة النجاح الوطنية فلسطين.

١٠- تحرير مهدى عواد .(٢٠١٧).فاعلية استخدام أنموذج دانيال فى التحصيل والتفكير الجانبى لدى طلبة الصف الثانى المتوسط فى مادة الرياضيات فى العراق ، *رسالة ماجستيرغير منشورة* ، جامعة آل البيت ، الأردن.

١١- تهاني العبوس، و رؤوف العاني.(٢٠١٣) أثر إستراتيجية الأحداث المتناقضة في تنمية المفاهيم والاتجاهات العلمية لدى طالبات المرحلة الأساسية العليا في الأردن. *مجلة جامعة النجاح للأبحاث (العلوم الإنسانية)* ، ٢٧ ، (١) ، ١٤١ – ١٨٠

١٢- ثيودوره باز، على بواعنه. (٢٠٠٢). أثر استخدام خرائط المفاهيم الخلافية كأداة تعليمية في تغيير المفاهيم البديلة في العلوم لطلبة الصف الثامن الأساسي في المملكة الأردنية الهاشمية. *المجلة التربوية* ، ٨٧ ، (٢٢) ، ١٨٤ – ١٤٩

١٣- خالد أبو لوم (٢٠٠٧). *الهندسة طرق واستراتيجيات تدريسها* ، ط٢ ، عمان : دار المسيرة.

١٤- خالد المطرودى (٢٠١٧).أثر استراتيجية التناقض المعرفى فى تصويب التصورات البديلة للمفاهيم الفقهية والتمكن من معرفة الأحكام لدى طلاب الصف الثالث المتوسط بمدينة الرياض ، *المجلة الدولية للبحوث التربوية* ، جامعة الامارات ، المجلد(٤١) العدد(٤) سبتمبر.

١٥- خالد عبد الله ، سعيد المنوفى.(٢٠١٤).تنمية البراعة الرياضية ،توجه جديد للنجاح فى الرياضيات المدرسية
http://sams.ksu.edu.sa/sites/sams.ksu.edu.sa/files/.pdf

١٦- دى بونو .(٢٠٠٥) .*الإبداع الجاد : استخدام قوة التفكير الجانبى لخلق أفكار جديدة* ، تعريب باسمة النورى ، ط١ ، مكتبة العبيكان ، الرياض.

١٧- دى بونو .(٢٠١٠).*التفكير الجانبى كسر القيود المنطقية* ، ترجمة نايف الخوص)، منشورات وزارة الثقافة ، الهيئة العامة السورية للكتاب ، دمشق .

١٨- رضا أحمد دياب .(٢٠١٦). أثر استخدام بعض استراتيجيات النعلم المستند إلى الدماغ فى تدريس الرياضيات على تنمية التفكير الجانبى والاتجاة نحو الرياضيات لدى تلاميذ الصف الثالث الابتدائى ،*مجلة تربويات الرياضيات* ، مجلد ١٩ ، ع ٥ ، ص ص ٢٤١ – ٣٢٣.

١٩- رضا السيد أبو علوان .(٢٠٠٥).تضمين هندسة الفراكتال Fracatal geometry فى الرياضيات المدرسية ، *المؤتمر العلمى الخامس* ، التغيرات العالمية والتربوية وتعليم الرياضيات ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات ، كلية التربية ، جامعة بنها ، ٢٠ – ٢١ يوليو.

٢٠- رفعت المليجى ، محمود حسن ، أحمد عمارة ، مؤنس محمد .(٢٠١٤).فاعلية وحدة مقترحة فى هندسة التوبولوجى والفراكتال فى تنمية التفكير الإبداعى لدى تلاميذ المرحلة الاعدادية ، *مجلة كلية التربية* ، جامعة أسيوط ، يناير ، ص ص ٤٦٢ – ٤٠٩.

٢١- رمضان مسعد بدوي (٢٠١٤). *استراتيجيات في تعليم وتقويم تعلم الرياضيات* . دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع، عمان، الأردن

٢٢- زكريا جابر بشاى.(٢٠١٨).استخدام استراتيجية سكامبر (SCAMPER) فى تدريس الهندسة لتنمية مهارات التفكير الجانبى واتخاذ القرار الإبداعى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات ، *مجلة تربويات الرياضيات* ،مج ٢١ ، ع١١ ، أكتوبر ، ص ص٤٤ -٩٤

٢٣- زينب طاهر توفيق (٢٠١٧).أثر برنامج مقترح فى هندسة الفراكتال (Fractal) فى التحصيل والتفكير البصرى لطابات قسم الرياضيات بكلية العلوم وآداب بجامعة نجران، المجلة الدولية المتخصصة ، *الجمعية الأردنية لعلم النفس* ، المجلد (٦) العدد (١٠) ، تشرين الأول.

٢٤- سها توفيق محمد نمر.(٢٠٠٦). "فاعلية وحدة بنائية مقترحة في هندسة الفراكتال Fractal بمصاحبة الكتاب الالكتروني في تنمية بعض مستويات التفكير الرياض ي الخاص بها لدي طلاب كليات التربية، *رسالة ماجستيرغير منشورة*، كلية التربية، جامعة عين شمس.

٢٥- سوسن محمد عز الدين.(٢٠٠٤). "اثر تدريس بعض موضوعات هندسة الفتافيت (الفراكتال) باستخدام اللوحة الهندسية على تنمية التحصيل والتفكير الهندسي لدى تلميذات الصف الثالث المتوسط"، *مجلة البحوث النفسية والتربوية*، العدد ٦.

٢٦- صالح محمد أبو جادو.(٢٠٠٨).*علم النفس التربوى* ، ط٦ ، دار المسيرة ، عمان .

٢٧- صالح محمد علي أبو جادو، ومحمد بكر نوفل.(٢٠٠٧)*تعليم التفكير: النظرية التطبيق*، ط ١، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة. عمان.

٢٨- طارق السويدان .(٢٠٠٨)*صناعة الابداع* ، ط١ ، شركة الابداع الفكرى للنشر والتوزيع ، الكويت.

٢٩- عبد القادر محمد عبد القادر.(٢٠٠٦) .أثر استخدام استراتيجية التعلم البنائى لتدريس الرياضيات فى التحصيل الدراسى ومهارات التفكير الناقد لدى طلاب المرحلة الثانوية ، *مجلة تربويات الرياضيات* ، المجلد التاسع ، مارس ، ص ص ١٢٧ ـ ٢١٥ .

٣٠- عبد الكريم موسى فرج الله .(٢٠١٥).فاعلية تدريس وحدة تعليمية مقترحة فى هندسة الفراكتال على التحصيل المعرفى والاتجاه نحو تعلم الرياضيات لدى طلاب الصف الثامن الأساسى ، *مجلة العلوم التربوية* ، العدد الثانى ، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا .

٣١- عبد الواحد الكبيسى ، حجيل حسون .(٢٠١٤).*استراتيجيات النظرية البنائية فى تدريس الرياضيات (المعرفية وفوق المعرفية)* ، مكتبة المجتمع العربى ، عمان.

٣٢- عبد الواحد حميد الكبيسي .(٢٠٠٩).أثر استراتيجية العصف الذهني في تدريس الرياضيات على التحصيل والتفكير الجانبي لدى طلاب الصف الثاني المتوسط، *مجلة أبحاث البصرة* (العلوم الإنسانية) المجلد (٣٤) العدد(١).

٣٣- عبد الواحد حميد الكبيسي .(٢٠١٣).*التفكير الجانبي، تدريبات وتطبيقات عملية*، مركز ديبونو لتعليم التفكير ط ١، الأردن، عمان.

٣٤- عزو اسماعيل عفانة ، محمد سلمان .(٢٠١٠).أثر استخدام بعض استراتيجيات النظرية البنائية فى تنمية التفكير المنظومى فى الهندسة لدى طلاب الصف التاسع الأساسى بغزة ، متاح على http://site.iugaza.edu.ps/eafana/files/2010/.pdf

٣٥- على محمد غريب.(٢٠١٦).نموذج تدريسى مقترح قائم على التعلم السريع لتنمية التفكير الجانبى والتنظيم الذاتى فى الرياضيات لدى تلاميذ الصف الثانى الإعدادى ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات ، *مجلة تربويات الرياضيات*، يناير، ص ص ٣١ ــ ٨٣

٣٦- فاضل صالح ، قصى سعود.(٢٠١٤).التفكير الجانبى لدى طلبة الجامعة ، *مجلة الأستاذ* ، العدد٢٠٩ ، المجلد الثانى، ص ص٣٣ ــ ٦٢.

٣٧- فهد العليان.(٢٠٠٥).استراتيجية (K.W.L) فى تدريس القراءة مفهومها ، إجراءاتها ، فوائدها .*مجلة كليات المعلمين* ، المجلد (٥) ، العدد (١).

٣٨- ماجد حمد الديب ، أيمن محمود الأشقر.(٢٠١٧).أثر توظيف استراتيجية KWL فى تدريس الرياضيات على التفكير الإبداعى والتحصيل لدى طالبات الصف العاشر الأساسى فى غزة ، *مجلة أمارابك* ، الأكاديمية الأمريكية العربية للعلوم والتكنولوجيا ، المجلد ٨ ، العدد٢٤ ، ص ص ١٢٥ ــ ١٤٨.

٣٩- محسن عطية. (٢٠٠٩). *استراتيجيات ما وراء المعرفة في فهم المقروء*، عمان :دار المناهج للنشر والتوزيع، الأردن.

٤٠- محمد تيسير سويطى.(٢٠١٦).أثر استخدام استراتيجية K.W.L.Plus فى حل المسألة الرياضية والقلق الرياضى لدى طلبة الصف الثامن الأساسى ، *رسالة ماجستير غير منشورة*، كلية الدراسات العليا ، جامعة القدس.
٤١- محمد حسنى على. (٢٠١٧).فاعلية برنامج فى هندسة الفراكتال قائم على نظام الفورمات (MAT٤) فى تنمية مهارات معالجة المعلومات والاتجاة نحو الرياضيات لدى طلاب الصف الاول الثانوى ، *رسالة دكتوراه غير منشورة*، كلية التربية ، جامعة بنى سويف.
٤٢- مدركة صالح عبد الله.(٢٠١٦).فاعلية استراتيجة الأحداث المتناقضة على التحصيل والتفكير الابتكارى لدى طالبات الصف الثانى المتوسط فى مادة الرياضيات وتذوق جماليتها ، *المجلة الدولية التربوية المتخصصة* ، المجلد(٥) ، العدد (٩).
٤٣- مكة البنا .(٢٠٠٧). فعالية وحدة مقترحة فى الهندسة الكسورية (الفراكتال) لطلاب كلية التربية وأثرها على تنمية التفكير الإبداعى والاتجاة نحو الرياضيات ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات ، *المؤتمر العلمى السابع للرياضيات للجميع* ، ١٧ – ١٨ يوليو.
٤٤- ميرفت محمود محمد علي.(٢٠١١). "وحدة مقترحة في هندسة الفراكتال معدة في ضوء المدخل البصري المكاني لتلاميذ الصف الثامن الابتدائي الصم وضعاف السمع"، *مجلة كلية التربية*، كلية التربية بالإسماعيلية، ع ١٩ ، يناير.
٤٥- ناصر السيد عبده .(٢٠٠). نمية بعض مكونات الحس المكاني و الاستدلال الهندسي باستخدام (الأوريجامي) لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات ، *المؤتمر العلمى السابع* ،الرياضيات للجميع ، يوليو ، ص ص ٢٧٨ – ٣١٥
٤٦- نظلة حسن خضر .(٢٠٠٤).*معلم الرياضيات والتجديدات الرياضية : هندسة الفراكتال وتنمية الابتكار التدريسى لمعلم الرياضيات* ، القاهرة ، عالم الكتب .
٤٧- نيفين حمزة البركاتي.(٢٠٠٨). "أثر التدريس باستخدام إستراتيجيات الذكاءات المتعددة والقبعات الست و(KWL) في التحصيل والتواصل الرياضي والترابط الرياضي لدى طالبات الصف الثالث المتوسط بمدينة مكة المكرمة، *رسالة دكتوراه غير منشورة* ، وزارة التعليم العالي، جامعة أم القرى.
٤٨- وائل عبد الله محمد .(٢٠٠٨).فاعلية وحدة مقترحة فى هندسة الفراكتال Fractal Geometry باستخدام الكمبيوتر فى تنمية مهارات التفكير البصرى والميل نحو الرياضيات الديناميكية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية ، *مجلة تربويات الرياضيات* ، كلية التربية ، جامعة بنها، يوليو.
٤٩- ولاء جهاد دحمان.(٢٠١٥).فاعلية برنامج فى هندسة الفراكتال فى تنمية القدرة المكانية والأداء التدريسى لدى معلمى الرياضيات للمرحلة الأساسية العليا فى محافظة نابلس ، *رسالة ماجستيرغير منشورة* ، كلية الدراسات العليا ، جامعة النجاح الوطنية.

ثانياً: المراجع الاجنبية :

50- Animasahun, R.A. (2013): Teaching Thinking: Using a Creativity Technique for the Eradication of Truancy among Students to Enhance

the Success of Universal Basic Education in Nigeria**,** *British Journal of Education*, Society&Behavioural Science.

51- Aristiyani,.A.& Setyaningsih.,N.(2013). The Implementation of problem based learning model through group investigation in Mathematics Learning Viewed from Student's Adaptive Reasoning Smp Negeri 1 Surakarta, *Bachelor Degree of Education in Mathematics Department*. Muhammadiy university of Surakarta.

52- Gonzalez.G., DeJarnett.A.(2013).Geometric Reasoning about a Circle Problem. *Mathematics Teacher*, Vol. 106, No. 8 (April), pp. 586-591

53- Haryani, D. (2012). "Critical Thinking Process Profile High School Students with Cognitive Style Manifold Field Independent and Gender Women in Mathematics Problem Solving", Yogyakarta**:** *Proceedings of the National Seminar of Mathematics and Mathematics Education* UNY, November 10.

54- Jiang.,B .&Brandt.,A.(2015). A Fractal Perspective on Scale in Geography. https://arxiv.org/abs/1509.08419

55- Kilpatrick J Swafford J and Findell B.(2001) *Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics,* Washington DC: National Academy Press) pp 129–131.

56- Mahendra.,R and Slamet,.I.(2017).The Effect of Problem Posing and Problem Solving with Realistic Mathematics Education Approach to The Conceptual Understanding and Adaptive Reasoning,*AIP conference Proceedings 1913,020025* ; https://doi.org/10.1063/1.5016659.

57-Moodley,V.G.(2008). A description of mathematical proficiency, in number skills, of grade ten learners in both the Mathematics and Mathematics Literacy cohorts at a North Durban school, *Master degree of Education* , Faculty of Education, University of KwaZulu-Natal.

58- Muin,A.& Hanifah,S.H. and Diwidian,F.(2018). The effect of creative problem solving on students mathematical adaptive reasoning, *Journal of Physics: Conference Series*, Ser. 948 012001.

58-National Research Council. (2001). *adding it up: Helping children learn mathematics*. In J. Kilpatrick, J. Swafford, & B. Findell (Eds.), Mathematics learning study committee, center for education, division of behavioral and social sciences and education. Washington, DC: National Academy Press.

59- Perez, K. (2008). *More than 100 brain-friendly tools and strategies for literacy instruction*, California: Corwin Press.

60- Rizki,H.&Frentika,.D& Wijaya.A.(2018). Exploring students' adaptive reasoning skills and van Hiele levels of geometric thinking: a case study in geometry, *Journal of Physics*: Conf. Series 983 (2018) 012148.
61- Slouan, Paul, (1994). *Test your Lateral Thinking IQ*. Sterling Publishing CO., Inc New York.
62- Sroyer,.A(2013). "Quantitative Reasoning in Mathematical Problem Solving", Yogyakarta: *Proceedings of the National Seminar of Mathematics and Mathematics Education* UNY, November 9.
63- Susanti, S. (2012). "Improving Mathematical Reasoning Students through Connections", Yogyakarta: *Proceedings of the National Seminar of Mathematics and Mathematics Education* UNY, November 10, 2012.
64- Syukriani,.S. & Juniati.,D.and Siswono,.T.(2017). *Investigating Adaptive Reasoning and Strategic Competence: Difference Male and Female*, AIP Conference Proceedings 1867, 020033 (2017); https://doi.org/10.1063/1.4994436 Published Online: 01 August.
65- Timothy, Weih. G. (2015). *Discussion Strategies for the Inclusion of all Students*, Ph.D, University of Northern Iowa, USA.
66- Wibowo,T.(2016) Adaptive Reasoning Junior High School Students In Mathematics Problem Solving ,*Proceeding of International Conference on Research Implementation and Education of Mathematics and Science* Yogyakarta 16 – 17 May.
67- Yunus,Z.(2012).Application of Mathematics Proficiency Model in Test Development , *Learning Science and Mathematics* ,Issue 7 November , http://www.recsam.edu.my.