فاعلية رياضيات نظرية الفوضى في تنمية مهارات التفكير الناقد لدى الطلبة المعلمين بكليات التربية في اليمن

أ. علي سعيد أحمد سعيد الجدري
(مدرس كلية المجتمع-صنعاء)

الملخص

يهدف البحث الحالي إلى **بناء برنامج مقترح في رياضيات نظرية الفوضى وقياس فاعليته في تنمية مهارات التفكير الناقد لدى الطلبة المعلمين بكليات التربية في اليمن؟**؛ وتكونت مجموعة البحث التجريبية من (53) طالبا وطالبة من الطلبة المعلمين بالمستوى الثالث بقسم الرياضيات بكلية التربية– جامعة صنعاء، في الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي 2014/ 2015م.

وتوصل البحث الحالي إلى وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى الدلالة (0.01) بين متوسطي درجات طلبة مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير الناقد كله وفي كل مهارة من مهاراته على حدة لصالح التطبيق البعدي؛ وبحجم الأثر حسب مربع إيتا (0.96)، ونسبة فاعلية حسب معادلة ماك جوجيان (0.72)؛ وفي ضوء هذه النتائج يوصي البحث الحالي بإدراج مادة في محتوى رياضيات نظرية الفوضى للطلبة المعلمين بقسم الرياضيات بكليات التربية، وربط تدريس الرياضيات بالظواهر الطبيعية، وتطعيم مقررات الرياضيات بمشكلات رياضية تفسر الظواهر الطبيعية، وتعمل على تنمية أنواع مختلفة من التفكير لديهم.

الكلمات المفتاحية:
رياضيات نظرية الفوضى، التفكير الناقد، الطلبة المعلين.

Abstract

The current research aimed at: constructing a proposed program in the chaos theory and the measurement its effect on developing the skills of critical thinking among student teachers in Faculties of Education in Yemen. The experimental research group consisted of a number (53) of the third level student teachers, Department of Mathematics, Faculty of Education, Sana'a University, in the second semester of the academic year 2014/2015.

The current research results showed the existence of a statistically significant difference at level (0.01) between the mean scores obtained by participants in the two applications of the pre-post test critical of thinking skills whole as and in each of its skills separately in favor of the post application, and is calculate according ETA square Impact size as (0.96), and its effectiveness ratio Mac Jovian according to equation is (0.72). In the light of the researcher results, the researcher recommends to include a subject on chaos theory within student teacher the content of mathematics taught to of mathematics in Faculties of Education, connect the teaching of mathematics with natural phenomena, and vaccinate mathematics courses with mathematical problems which interpret the natural phenomena and help in developing different types of thinking.

فاعلية رياضيات نظرية الفوضى في تنمية مهارات التفكير الناقد لدى الطلبة المعلمين بكليات التربية في اليمن

أ. علي سعيد أحمد سعيد الجدري

(مدرس كلية المجتمع–صنعاء)

مقدَّمَةُ:

شهدت نهاية القرن العشرين وبداية القرن الحادي والعشرين تقدماً علمياً وتكنولوجيا هائلا، نقلت البشرية من عصر الثورة الصناعية إلى عصر الثورة العلمية والتكنولوجية؛ فأصبح الْعِلْمُ هو القدرة الإنتاجية الأولى التي تحدد مدى سيطرة الإنسان على الطبيعة.

لذلك يتطلب العصر الحالي إعداد معلمين مجددين، بتوسيع دائرة اهتمامهم بالمعرفة الديناميكية المتجددة وتطبيقاتها، وامتلاك مهارات التعامل معها، هذا يتطلب إعادة النظر في برامج إعداد معلمي الرياضيات بما يواكب التطورات العلمية (فايز مينا، 2011، 45).

كما تنبع الحاجة إلى تطوير رياضيات جديدة، وإدخالها في مناهج الرياضيات في مراحل التعليم، وفي برامج إعداد معلمي الرياضيات، لِيُهَيَّأَ المعلم لاستيعاب بعض معطيات الرياضيات الجديدة بتقبل واقتناع وتقدير، قبل أَنْ تُفْرَضَ عليه (نظلة خضر، 2004، 4).

وتؤكد دراستي (حاتم حسن، 2008، 142؛ إبراهيم العمري، 2009، 100) على قصور محتوى المقررات الدراسية في ملاحقة التطورات الحديثة في برامج إعداد معلمي الرياضيات–في جامعتي صنعاء والحديدة، وخلوها من الرياضيات الجديدة.

من هنا تنبع أهمية المعرفة الحديثة والمتجددة في مجال الرياضيات اللازمة لإعداد معلم المستقبل، هذا ما أوصت به بعض الدراسات السابقة كدراسات (عزة

عبد السميع، 2010؛ جيهان كامل، 2011) بتضمين رياضيات نظرية الفوضى في برامج إعداد معلم الرياضيات.

كما أنه من الضروري لمعلم المستقبل أن يمتلك أدوات التعبير عن أفكاره، وتحقيق أهدافه، من خلال تحفيزه على حل المشكلات موظِّفاً مهارات التفكير الناقد، التي تُعَدُّ من أهم الآليات التي تسهم في تقدمه، وتقدم طلبته (مجدي قاسم وفاطمة الزهراء، 2011، 96).

رغم أهمية التفكير الناقد للطالب المعلم، إلا أن دراسة (تغريد العليي، 2010، 120) أثبتت ضعف توافر مهارات التفكير الناقد لدى الطلبة المعلمين في الأقسام العلمية بكلية التربية والعلوم التطبيقية بمدينة حجة في اليمن، وفي السياق ذاته تؤكد دراسة (Gülfem and Melihan, 2013) أن مستوى مهارات التفكير الناقد لدى معلمي الرياضيات للمرحلة الابتدائية قبل الخدمة في تركيا متوسطة المستوى لكنها ليست عالية بما فيه الكفاية، كما كشفت دراسة (عادل باجري، 2012، 151) عن إغفال برامج إعداد المعلمين لمهارات التفكير الناقد.

وتوصي دراسة (Einav and Nenad, 2012) بضرورة تعزيز مهارات التفكير الناقد لدى معلم الرياضيات ومعالجتها على الفور وعلى المدى الطويل، كما أكدت دراسة (غالية قرقاب، 2014) على إن تنمية التفكير الناقد حاجة ملحة للطلبة المعلمين في عصر العولمة.

كما تؤكد دراسة (Paul Stapleton, 2011) التي اجرت دراسة مسحية على 72 معلم من معلمي المرحلة الثانوية في هونغ كونغ حول معنى التفكير الناقد لديهم، واسفرت النتائج أن فهمهم لمصطلح التفكير الناقد يميل إلى أن يكون ضيقاً، وأعربت عن ضرورة ادراج التفكير الناقد في المناهج الدراسية، وتدريب المعلمين على تدريسه.

ولا تقل أهمية مهارات التفكير الناقد لدى معلمي الرياضيات في العصر الحالي عن أهمية الرياضيات الجديدة (نظرية الفوضى)، حيث إنها تتأثر ويؤثر نموها المتجدد في حل مشكلات جديدة تفتح المجال لمزيد من التجديدات والتطور في المعرفة (نظلة خضر، 2004، 12).

مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث في خلو برامج إعداد المعلمين بقسم الرياضيات بكليات التربية في الجامعات اليمنية الحكومية لموضوعات رياضية جديدة مثل نظرية الفوضى، لمسايرة التقدم العلمي، والعمل على تنمية مهارات التفكير الناقد لديهم.

أسئلة البحث:

حاول البحث الحالي الإجابة على الاسئلة الآتية:

1. ما صورة البرنامج المقترح في رياضيات نظرية الفوضى للطلبة المعلمين بقسم الرياضيات في كليات التربية؟
2. ما فاعلية البرنامج المقترح في رياضيات نظرية الفوضى في تنمية مهارات التفكير الناقد لدى الطلبة المعلمين بقسم الرياضيات بكلية التربية جامعة صنعاء؟

أهداف البحث:

هدف البحث الحالي إلى:

1. بناء برنامج مقترح في رياضيات نظرية الفوضى للطلبة المعلمين بقسم الرياضيات بكليات التربية.
2. تعرف فاعلية البرنامج المقترح في تنمية مهارات التفكير الناقد لدى الطلبة المعلمين بقسم الرياضيات في كلية التربية–جامعة صنعاء.

فروض البحث:

حاول البحث الحالي التحقق من صحة الفروض الآتية:

1. لا يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلبة مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير الناقد عند مستوى الدلالة (0.01) لصالح التطبيق البعدي.
2. لا يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطات درجات طلبة مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار كل مهارة من مهارات التفكير الناقد على حدة عند مستوى الدلالة (0.01) لصالح التطبيق البعدي.

أهمية البحث:

ترجع أهمية البحث إلى أنه قد يفيد:

1. القائمين على إعداد وتطوير برامج إعداد معلمي الرياضيات بكليات التربية بتقديم محتوى في نظرية الفوضى، يمكن الاستفادة منه اثناء تطوير هذه البرامج.
2. الطلبة المعلمين برياضيات نظرية الفوضى، بوصفها مثالا لرياضيات جديدة يمكن أن يقوموا بتدريسها في المستقبل، مما يدفعهم لملاحقة كل جديد في مجال الرياضيات، وتطور قدرات طلبتهم.
3. الطلبة المعلمين بقسم الرياضات بكليات التربية بتنمية مهارات التفكير الناقد من خلال تعريضهم للبرنامج المقترح في رياضيات نظرية الفوضى.
4. الباحث من الإطار النظري للبحث، والبرنامج المقترح في رياضيات نظرية الفوضى، وأداة القياس، مما قد يحفزهم لإجراء بحوث جديدة، لحداثة الموضوع، ولا سيما في اليمن.

حدود البحث:

اقتصر البحث الحالي على الحدود الآتية:

1. الطلبة المعلمين بالمستوى الثالث بقسم الرياضيات بكلية التربية– جامعة صنعاء؛ بالعام الجامعي 2014/ 2015م.
2. مهارات التفكير الناقد الآتية: معرفة الافتراضات، والاستنتاج، والتفسير، والاستقراء، والتقويم.

مصطلحات البحث:

1. الفوضى Chaos:

ويعرف البحث الحالي الفوضى: بأنه السلوك غير الدوري على المدى الطويل في حتمية النظام الذي يسلك معتمدا على حساسية الشرط الأولي، ويكون ثابتاً وغير مرتب المظهر وفق بعض المعايير الرياضية الخاصة، ويحدث في نظام غير خطي.

2. نظرية الفوضى Chaos Theory:

تعرف بأنها: المبادئ والعمليات الحسابية الأساسية للفوضى (Garnett, 1997, 18).

حيث لا يوجَدُ إلى الآن تعريف رياضي مُوَحَّد مقبول عالميا للفوضى في الأدبيات العلمية، لبناء قاعدة أساسية لدراسة هذه الظواهر الغريبة، واقْتُرِحَتْ عدة تعريفات بديلة، منها تعريف لي يورك Li–Yorke وديفاني Devaney في (Zhong, et al, 2006, 1) الذي يُعَدُّ أكثر قبولا، ويتمثل في المعادلة الآتية:

$$x_{n+1} = f(x_n), \quad n = 0,1,2,\dots$$

3. التفكير الناقد Critical Thinking:

يعرف البحث الحالي التفكير الناقد بأنه: نمط من أنماط التفكير، يظهر فيه الطالب القدرة على تقييم مشكلة أو موقف ما من خلال تنظيم الأدلة والحجج، والتنبؤ بالحل الصحيح، واستنباط المعلومات التي تساعده على تفسير الحل، وتبني قرارات وأحكام موضوعية بعيدا عن التحيز والعوامل الذاتية. وتقاس قدرة

الطالب المعلم على التفكير الناقد بدرجته في اختبار مهارات التفكير الناقد الذي أعد لهذا الغرض في البحث.

الإطار النظري:

أولاً: نظرية الفوضى Chaos Theory:

انطلقت نظرية الفوضى من الحدود التي يتوقف عندها العلم التقليدي، أي الجانب غير المنظم من الطبيعة، غير المنسجم وغير المتناسق والمفاجئ والانقلابي، الذي أعجز العِلْم دوماً (جايمس جلايك، 2008، 16).

1. نشأة نظرية الفوضى:

ظهرت الفوضى في العلوم والرياضيات في القرن التاسع عشر، في إشارة للفيزيائي البريطاني الشهير جيمس كلارك ماكسويل James Clerk Maxwell عام 1873م؛ وأشار عالم الرياضيات الفرنسي جاك هادامارد Jacques Hadamard عام 1898م (Garnett, 1997, 24).

وفي عام 1889م قدَّم هنري بوانكاريه Henri Poincaré الفرنسي الأصل بحثاً نشره للحصول على جائزة وبيَّن فيه أن قوانين نيوتن لا تقدِّم أيَّ حلٍّ لكيفية التنبؤ بحركات الشمس والأرض والقمر (باري باركر، 2002، 56-60؛ Tony Crilly, 2011, 541-542).

وما توصَّل إليه بوانكاريه من جوابٍ سَلبي انعكس إيجابياً على إبداع نظرية الفوضى؛ فبعد سبعين عامًا – وبالتحديد في أوائل عام 1963م – استخدم إدوارد لورنز Edward Lorenz رياضيات بوانكاريه واصِفاً نموذجاً رياضيّاً مبسطاً لمنظومة الطقس، واكتشف من خلال هذا النموذج إنه إذا كانت ثَمَّة أخطاء في رصد الحالة الأولية لمنظومة فإن التنبؤ الدقيق بالحالة المستقبلية للمنظومة يكون مستحيلاً، وقد وصفها لورنز بمصطلح روَّجَ له هو مصطلح (تأثير الفراشة) (Keigo et al, 2006, 483-484)، وبقي عمل لورنز

معروف لدى المجتمع الرياضي أكثر من النظري حتى 1970م (Huaguang et al, 2009, 2).

وفي عام 1975م وضع العالمان لي Li ويورك Yorke مصطلح (الفوضى) في سياق علمي للإشارة إلى مشكلة رياضية، لِوَصْفِ تطور زمني يعتمد على حساسية الشروط الأولية، فأسسا معيارا بسيطا للفوضى في معادلات الفروق أحادية البعد (Zhong, et al, 2006,1).

يستخلص الباحث أن هناك متغيرات طفيفة توجه سلوك الظواهر على المدى البعيد أهملها العلماء في كل المجالات العلمية، حتى اكْتُشِفَتْ نظرية الفوضى، وانتشرت في الأوساط العلمية في كثير من المجالات، وما زالت الأبحاث العلمية حتى الآن تبحث في الفوضى في كثير من المجالات، وأصبحت ذات أهمية كبيرة في علم الرياضيات حاليا.

2. خصائص نظرية الفوضى:

تتميز الظواهر (الأنظمة) الفوضوية بعدد من الخصائص تميزها عن الأنظمة غير الفوضوية، وبعد الاطلاع على خصائص نظرية الفوضى في (Ljupco & Shiguo, 2011, 10)؛ (Ralph & Yoshisuke, 2000, 24)، نلاحظ أن أغلب المتخصصين يتفقوا بأن الظواهر الفوضوية مستمرة وغير منتظمة، وتكون في نظام غير خطي، سلوك مساراتها أحيانا يكون متشعب، فينتج الجاذب الغريب الذي بعده كسور، كما تعتمد الظواهر الفوضوية على حساسية الشروط الأولية وبذلك يمكن التنبؤ بسلوك الظواهر الطبيعية على المدى القريب، كما نعجز عن التنبؤ بسلوكها على المدى البعيد.

3. عناصر نظرية الفوضى:

يمكن سرد العناصر التي تحكم الأنظمة الفوضوية في النقاط الآتية:

أ- الجواذب الغريبة Strange Attractors: الجاذب الغريب هو السلوك غير الدوري الذي يبرزه النظام نتيجة المعادلات غير الخطية التي تحكمه،

وحساسيته الشديدة للشروط الأولية تحول دون معرفة مستقبل النظام بصورة دقيقة (Ljupco and Shiguo, 2011, 20-21).

ب-التشعب Bifurcation: يعرف بأنه تغيير نوعي في ديناميات نظام ديناميكي تصفها تباينات البارامتر (Ljupco, Shiguo, 2011, 14).

ج-التشابه الذاتي Self-similarity: ويعرف بأنه الشكل المتكون من نماذج أصغر منه، وهو فراكتال على أن يكون خشناً أو متعدداً أو متكسراً (نظلة خضر، 2004، 59).

4. تطبيقات نظرية الفوضى:

تشمل تطبيقات نظرية الفوضى في كثير من المجالات العلمية كالطقس، وعلم البيولوجيا، وعلم الاقتصاد، والبيئة، والسياسة، والصناعة، والطب ...؛ حيث تلجأ بعض الدراسات إلى هذه النظرية في محاولة لفهم عدم الاستقرار، فدراسة (Vesile & Sadık, 2014, 517) التي طبقت نظرية الفوضى في التعليم، حيث وضحت أن فشل صغير خلال التعليم يمكن أن يؤدي إلى فشل أكبر في وقت لاحق، واستنتج أن نظم التعليم يخضع لحساسية الشروط الأولية، فمن الواضح أن نظام التعليم غير خطي.

5. أهمية نظرية الفوضى:

يمكن تلخيص أهميتها للفرد وللطالب المعلم بشكل خاص في النقاط الآتية:

أ- تشرح للفرد الجوانب غير الخطية في الظواهر الطبيعية.

ب-تساعد الفرد على النظر إلى الطبيعة أنه نسقٌ مفتوحٌ تعتمد بعض عناصره على بعض.

ج-تبين للفرد أَنْه لحل المشكلات، تحتاج إلى مدخلات دقيقة للوصول إلى تنبؤ يقترب من النتيجة الحقيقية لأطول فترة ممكنة كلما أمكن.

د- توضح أن قوانين نيوتن تتعامل مع المشكلات الخطية، أما نظرية الفوضى تتعامل مع المشكلات غير الخطية.

هـ- تفيد نظرية الفوضى في تقديم مادة مشوقة ومفيدة للطالب المعلم، قد تنمي لديه القدرة على التفكير، والتفكير الناقد، ويمكن تقديما ضمن مناهج الرياضيات المدرسية.

ثانياً: التفكير الناقد Critical Thinking:

رغم أهمية التفكير الناقد للطالب المعلم المتخصص في الرياضيات فإن البحوث لم تهتم بأساليب تنميته لدى المتعلم بقدر كافٍ يوازي أهميته (محمد المفتي، 1997، 15)؛ ويؤكد على ذلك أنَّ كثيراً من الدراسات كدراسة (Abdullah et al, 2013, 116) في تركيا كشفت عن تدني مستوى معلم الرياضيات في أداء مهارات التفكير الناقد.

1. مهارات التفكير الناقد:

بعد مراجعة بعض تصنيفات مهارات التفكير الناقد لعدد من المتخصصين استخلاص الباحث خمس مهارات ضُمِّنَتْ في البرنامج المقترح في رياضيات نظرية الفوضى، لتنميتها لدى الطلبة المعلمين، هي: معرفة الافتراضات والتفسير والاستنتاج من تصنيف واطسون وجلاسر في (سالم الغرايبة، 2014، 93)، والاستقراء والتقويم في تصنيف ذكره (مصطفى دعمس، 2008، 120-121).

2. إكساب الطلاب مهارات التفكير الناقد:

حدد (كارول ناساب ودونالد تروفينجير، 2006، 103-112) المهارات التي تساعد الطلبة على تنظيم خبراتهم، ومعالجة المعلومات والمواقف التي يمرون بها، لتنشئتهم على التفكير الناقد، في: التسلسل والتصنيف والحكم والتنبؤ والتمييز بين الحقائق والآراء.

ويمكن أن ينمي المعلم القدرة على التفكير الناقد من خلال تقديم أنشطة يقوم بها الطالب تتضمن التصنيف والترتيب واكتشاف التناقضات وأدراك الفرق بين الاستقراء والاستنباط وتكوين حس بالعدد واكتشاف الأنماط والقيام بتنبؤات (سليمان إبراهيم، 2011، 184-185).

وبذلك أن الطالب يستطيع أن يفكر تفكيراً ناقداً إذا كان قادراً على فحص الخبرة وتقويم المعرفة والأفكار والحجج، من أجل الوصول إلى أحكام متوازنة.

3. نظرية الفوضى والتفكير الناقد:

نظرية الفوضى فرع من فروع الرياضيات، وتتميز مادة الرياضيات بالمنطقية والموضوعية، مما يجعلها وسطاً جيداً لتنمية التفكير الناقد (محمد المفتي، 1997، 11).

وهناك علاقة ارتباطية بين التفكير الناقد والرياضيات، هذا ما أكدته دراستي (ظافر الدوسري، 2008؛ Seibu Mary Jacob, 2012)، وفي السياق ذاته توصلت دراسة (مدركه عبدالله، 2009) أن مستوى التفكير الناقد في الرياضيات لدى الطلبة المعلمين كان مقبولاً مقارنة بمستوى الأداء المقبول كما حدده نخبة من الخبراء.

ولطرق التفكير الناقد فاعلية في تدريس الرياضيات، هذا ما اثبتته دراسة (Neculae Dinuta, 2015) التي استخدمت طرائق التفكير الناقد في تدريس الهندسة في المدارس الابتدائية، وبذلك نمت لدى التلاميذ مهارات التفكير الناقد ومفاهيم الهندسة.

كما تهدف نظرية الفوضى إلى تفسير الفوضى من خلال الاتكاء على القوانين العلمية للرياضيات، وبذلك فإنها تتعامل مع مفردات علمية مثل الفرضيات المجردة والمنطق وحل المشكلات وأنواع مختلفة من التفكير منها التفكير الناقد.

وإن رياضيات نظرية الفوضى تختص بالمشكلات غير الخطية في الظواهر الطبيعية، لذا تتطلب من الطالب الدقة والعمق والمنطق واستخدام التفكير التأملي في حلها.

إجراءات البحث:

للإجابة على أسئلة البحث والتحقق من فروضه وتحقيق أهدافه سار البحث وفق الإجراءات الآتية:

أولاً: بناء برنامج مقترح في رياضيات نظرية الفوضى:

بعد إعداد إطار نظري في نظرية الفوضى والاطلاع على دراسات سابقة فيها، وتحليل محتوى بعض المراجع الرياضية لاختيار مفاهيم البرنامج المقترح في رياضيات نظرية الفوضى، اتبع الباحث الخطوات الآتية:

1. تحديد طبيعة البرنامج.
2. تحديد مبررات ومنطلقات بناء البرنامج.
3. تحديد الأهداف العامة للبرنامج.
4. تحديد محتوى البرنامج.
5. تحديد استراتيجيات تدريس البرنامج.
6. تحديد الوسائط التعليمية.
7. تحديد الأنشطة التعليمية المصاحبة.
8. تحديد أساليب التقويم.
9. تحكيم البرنامج.
10. تجريب البرنامج.

وبناء البرنامج وتحكيمه وتجريبه أصبح صالحاً للتطبيق الميداني على الطلبة المعلمين بقسم الرياضيات بكليات التربية بالجمهورية اليمنية، وبهذا تمت الإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث الذي ينص على: "ما صورة بناء برنامج مقترح في رياضيات نظرية الفوضى للطلبة المعلمين بكليات التربية؟".

ثانياً: إعداد اختبار مهارات التفكير الناقد:

مرَّ إعداد اختبار مهارات التفكير الناقد بالخطوات الآتية:

1. هدف اختبار مهارات التفكير الناقد إلى معرفة فاعلية البرنامج في تنمية هذه المهارات.
2. منطلقات إعداد الاختبار، اعتمد على الأدب النظري والدراسات السابقة ذات العلاقة بمهارات التفكير الناقد، والقياس والتقويم التربوي في الرياضيات، وأسس إعداد الاختبار في الرياضيات، وآراء بعض الخبراء والأكاديميين في التخصص.
3. نوع الاختبار ومفرداته، استرشد الباحث بآراء بعض خبراء القياس والتقويم التربوي، وبعض الأكاديميين المتخصصين في مناهج الرياضيات وطرائق تدريسها، وبعض الأدبيات التربوية والدراسات السابقة التي أعدت اختبارات مماثلة في التفكير الناقد في الرياضيات، فوجد أن الاختبار الموضوعي أنسب أنواع اختبارات التفكير الناقد في الرياضيات.
4. إعداد الصورة الأولية للاختبار، تكونت أسئلة الاختبار من نوع: أسئلة الاختيار من متعدد ذات أربعة أبدال، والأسئلة ذات الإجابات القصيرة.
5. صدق الاختبار، عُرِضَ الاختبار مع نموذج الإجابة عنه وورقة التعليمات على متخصصين (محكمين)، لإبداء آرائهم فيه، وقد قام الباحث بالتعديلات التي أشار إليها المحكمون.
6. تجريب الاختبار على العينة الاستطلاعية، لمعرفة الخصائص السيكومترية للاختبار.
7. ثبات الاختبار، تم التحقق من مناسبة معامل ثبات الاختبار عن طريق حساب معامل ثبات نصف الاختبار، بحساب معامل الارتباط بين نصفي الاختبار حسب معادلة (بيرسون)، وتم تصحيح معامل الثبات النصفي بمعامل تصحيح (سبيرمان وبراون)، وبلغ معامل الثبات النصفي للاختبار

(0.74)، وبلغ معامل الثبات الكلي للاختبار بعد تصحيح طوله (0.85)، وهو معامل ثبات عالٍ، مما يؤكد صلاحية الاختبار للتطبيق الميداني لأغراض البحث العلمي.

8. معاملات الصعوبة، تراوحت معاملات صعوبة أسئلة الاختيار من متعدد في اختبار مهارات التفكير الناقد بين (0.23) و(0.50) مما يدل على اعتدال صعوبة الاختبار ومناسبته لجميع الطلبة المعلمين.
9. معاملات التمييز: تراوحت معاملات تمييز كل سؤال من أسئلة الاختيار من متعدد في اختبار مهارات التفكير الناقد بين (0.18) و(0.55)، ويُعَدُّ معامل تمييز مقبول، حيث تم إعادة النظر في صياغة جذر السؤال الذي معامل تمييزه قليل.
10. زمن تطبيق الاختبار، ووضوح أسئلته: تم حساب متوسط الزمن الذي استغرقه كل طلبة العينة الاستطلاعية في الإجابة عن جميع أسئلة الاختبار وبلغ (120) دقيقة تقريباً.
11. الصورة النهائية للاختبار: تكون الاختبار في صورته النهائية من (38) سؤالا موضوعياً، منها (34) سؤالاً من أسئلة الاختيار من متعدد ذات أربعة أبدال، و(4) أسئلة من أسئلة الإكمال القصيرة، خُصِّصَت له (40) درجة.

ثالثاً: إجراءات تنفيذ البحث:

لتحقيق أهداف البحث اتبع الباحث الإجراءات التطبيقية الآتية:

1. منهج البحث: اعتمد البحث المنهج التجريبي تصميم المجموعة التجريبية الواحدة باختبار قبلي وبعدي، لملاءمته طبيعة البحث وتحقيق أهدافه.
2. اختيار عينة البحث: تكونت عينة البحث من (53) طالباً معلما وطالبة معلمة من طلبة المستوى الثالث قسم الرياضيات بكلية التربية–جامعة صنعاء.
3. تهيئة مكان تنفيذ البرنامج وأدوات قياسه.
4. تطبيق أداة القياس قبليا: قام الباحث بتطبيق اختبار مهارات التفكير الناقد على مجموعة البحث في إحدى قاعات كليات التربية بجامعة صنعاء.
5. تطبيق البرنامج المقترح على مجموعة البحث: تم تطبيق البرنامج المقترح على مجموعة البحث المختارة سلفا على مدى ستة أسابيع، واستغرق تنفيذ البرنامج المقترح (11) محاضرة، بواقع ساعتين لكل محاضرة، وبواقع محاضرتين في الأسبوع، وقد نفذ الباحث محاضرة إضافية أخيرة بواقع ساعتين تم فيها مراجعة عامة للبرنامج والإجابة عن استفسارات الطلبة المعلمين ذات الصلة بالبرنامج.
6. تطبيق أداة القياس بعديا: تم تطبيق اختبار مهارات التفكير الناقد على مجموعة البحث بعد تطبيق البرنامج، في قاعة التطبيق القبلي نفسها، وفي ظل الظروف الفيزيائية نفسها.
7. قام الباحث بتصحيح أوراق الإجابات بإخضاعها لمعايير تقدير الاختبار القبلي، ورصد درجات كل طالب وجدولها، ومعالجتها إحصائيًا ومقارنتها وصفياً واستدلالياً بنتائج أداة القياس القبلية.

رابعاً: الأساليب الإحصائية:

للتحقق من صحة فرضيتي البحث تم استخدام الأساليب الإحصائية الآتية:

1. معامل ارتباط (بيرسون) لإيجاد معامل الثبات النصفي لأداة القياس، ومعامل تصحيح (سبيرمان وبراون) لتصحيح معامل الثبات النصفي والحصول على معامل الثبات الكلي.
2. العلاقات الرياضية ذات العلاقة بحساب: صعوبة السؤال، ومعامل تمييزه.
3. اختبار (t–test) لعينتين مرتبطتين.
4. مربع إيتا (η^2) لقياس حجم الأثر.
5. علاقة (ماك جوجيان) لقياس نسبة الفاعلية.

نتائج البحث:

للتحقق من صحة الفروض الصفرية، تم حساب المتوسطين الحسابيين وانحرافيهما المعياريين لمجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير الناقد ولاختبار كل مهارة، واستُخدِمَ اختبار (t–test) لعينتين مرتبطتين، لاختبار الفرق الإحصائي بين متوسطي درجات المجموعة، في الاختبار كله، وفي كل مهارة من مهاراته الخمس.

والجدول (1) يبين هذه المؤشرات الإحصائية.

جدول (1) مؤشرات اختبار (t–test) لعينتين مرتبطتين للفرق بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير الناقد كله ولكل مهارة من مهاراته

مستوى الاختبار		المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	فرق المتوسطين	درجة الحرية	t المحوسبة	مستوى الدلالة	نتيجة الدلالة
الاختبار كله	القبلي	16.40	3.56	16.89	52	33.24	0.00	دالة
	البعدي	33.28	1.68					
معرفة الافتراضات	القبلي	2.81	1.37	3.94	52	16.53	0.00	دالة
	البعدي	6.75	1.13					
الاستنتاج	القبلي	2.57	1.35	4.11	52	18.16	0.00	دالة
	البعدي	6.68	0.996					
التفسير	القبلي	3.79	1.04	2.26	52	12.95	0.00	دالة
	البعدي	6.06	0.95					
الاستقراء	القبلي	3.28	1.32	3.36	52	14.02	0.00	دالة
	البعدي	6.64	1.04					
التقويم	القبلي	3.94	1.22	3.21	52	16.95	0.00	دالة
	البعدي	7.15	0.93					

يتضح من الجدول (1) الآتي:

بلغت قيمة إحصائية (t) للفرق بين متوسطي التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير الناقد متصلة (33.24) بدرجة حرية (52)، وهذه القيمة دالة إحصائيا عند مستوى الدلالة (0.00)، وهذا يدل على أن الفرق بين المتوسطين دال إحصائيا عند مستوى الدلالة (0.01)؛ وهذا يعني رفض الفرض الصفري الاول وقبول الفرض البديل الذي ينص على أنه: "يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلبة مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير الناقد عند مستوى الدلالة (0.01) لصالح التطبيق البعدي".

كما بلغت قيمة إحصائية (t) للفرق بين متوسطي التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارة (معرفة الافتراضات) من اختبار مهارات التفكير الناقد (16.53) بدرجة حرية (52)، وهذه القيمة دالة إحصائيا عند مستوى الدلالة (0.00)، وقيمة إحصائية (t) لاختبار مهارة (الاستنتاج) من اختبار مهارات التفكير الناقد (18.16) بدرجة حرية (52)، وهذه القيمة دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة (0.00)، وقيمة إحصائية (t) لاختبار مهارة (التفسير) من اختبار مهارات التفكير الناقد (12.95) بدرجة حرية (52)، وهذه القيمة دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة (0.00)، وقيمة إحصائية (t) لاختبار مهارة (الاستقراء) من اختبار مهارات التفكير الناقد (14.02) بدرجة حرية (52)، وهذه القيمة دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة (0.00)، وبلغت قيمة إحصائية (t) لاختبار مهارة (التقويم) من اختبار مهارات التفكير الناقد (16.95) بدرجة حرية (52)، وهذه القيمة دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة (0.00)، وهذا يعني رفض الفرض الصفري الثاني وقبول الفرض البديل الذي ينص على أنه: " يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطات درجات طلبة مجموعة البحث في التطبيقين

القبلي والبعدي لاختبار كل مهارة من مهارات التفكير الناقد على حدة عند مستوى الدلالة (0.01) لصالح التطبيق البعدي".

وللتحقق من فاعلية البرنامج المقترح في رياضيات نظرية الفوضى في تنمية مهارات التفكير الناقد لدى مجموعة البحث تم حساب حجم أثر البرنامج المقترح باستخدام مربع إيتا (η^2)، كما يوضحه الجدول (2):

جدول (2) حجم أثر البرنامج المقترح في رياضيات نظرية الفوضى في تنمية مهارات التفكير الناقد متصلة ومنفصلة

لدى مجموعة البحث

مستوى الاختبار	مربع إيتا η^2
الاختبار كله	0.96
مهارة معرفة الافتراضات	0.84
مهارة الاستنتاج	0.86
مهارة التفسير	0.76
مهارة الاستقراء	0.79
مهارة التقويم	0.85

يتضح من الجدول (2) أن قيم مربع إيتا η^2 جاءت عالية وأكبر من (0.15) في اختبار مهارات التفكير الناقد كله وفي اختبار كل مهارة من مهاراته، هذا يدل على فاعلية البرنامج في تنمية مهارات التفكير الناقد.

كما تم حساب نسبة فاعلية البرنامج المقترح بتطبيق معادلة ماك جوجيان على نتائج تطبيق اختبار مهارات التفكير الناقد كله، حيث بلغت نسبة فاعلية البرنامج المقترح في رياضيات نظرية الفوضى (0.72)، وهي نسبة أكبر من المعيار الذي وضعه ماك جوجيان المحدد بالنسبة (0.60)، مما يدل على ارتفاع نسبة فاعلية البرنامج.

مناقشة النتائج، وتفسيرها:

توصل البحث الحالي إلى وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى الدلالة (0.01) بين متوسطي درجات طلبة مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير الناقد كله وفي كل مهارة من مهاراته على حدة لصالح التطبيق البعدي؛ ووفقاً لهذه الدلالة الإحصائية تم قياس حجم أثر البرنامج المقترح في رياضيات نظرية الفوضى في تنمية مهارات التفكير الناقد

متصلة لدى طلبة مجموعة البحث، ومنفصلة لكل مهارة من مهاراته وحصلنا على أحجام أثر كبيرة، كما بلغت نسبة فاعلية البرنامج في تنمية مهارات التفكير الناقد حسب معادلة ماك جوجيان (0.72)، وتُشير كل هذه النتائج وجود فاعلية كبير للبرنامج في تنمية مهارات التفكير الناقد لدى مجموعة البحث.

وتتفق هذه النتيجة مع دراسات: (جيهان كامل، 2011)، (Seibu Mary Jacob, 2012)، (Thelma, 2012)، (Einav and Miri, 2010)؛ كما تؤكد دراسة (Natcha et al, 2010) المسحية للدراسات التي اخذت التفكير الناقد كمتغير خلال (1988– 2008) 108 دراسة منها 59 دراسة اخذت التفكير الناقد كمتغير تابع باختلاف المتغير المستقل في الدراسات ووصفت نتائج كل الدراسات عن تأثير للمتغيرات المستقلة على تنمية التفكير الناقد. ويمكن إرجاع هذه النتائج إلى الآتي:

- أتاح البرنامج المقترح في رياضيات نظرية الفوضى خبرات ومعلومات رياضية جديدة، ساعدت الطلبة المعلمين على تفسير الظواهر الطبيعية والتفكير بنقد في مخلوقات الله سبحانه وتعالى.
- ارتباط رياضيات نظرية الفوضى بفروع رياضيات أخرى، قد سبق للطلبة المعلين دراستها، مثل: الاشتقاق، وحل المعادلات، مما زاد دافعية الطلبة المعلمين نحو تعلم البرنامج.
- تنوع الأنشطة الرياضية المرتبطة بكل موضوع من موضوعات البرنامج، مما عمق الفهم والتفكير لدى الطلبة المعلمين.
- تنويع استراتيجيات التدريس من محاضرة وحوار ومناقشة واكتشاف وتعلم تعاوني وغيرها، واستخدام وسائط تعليمية شيقة ومتنوعة توظف أكثر من حاسة في تدريس الرياضيات، أسهم في إثارة دافعية الطلبة المعلمين للتعلم.

– إلمام الطلبة المعلمين بأغلب صور المسائل الرياضية بكل موضوع بالبرنامج المقترح في رياضيات نظرية الفوضى، لاحتوائه على عدد كافٍ من الأمثلة والتمارين.

استنتاجات البحث:

ويُستَخلص من نتائج البحث الآتي:

1. توصل البرنامج المقترح في رياضيات نظرية الفوضى إلى تحقيق هدفه في تنمية مهارات التفكير الناقد لدى مجموعة البحث.
2. للبرنامج المقترح في رياضيات نظرية الفوضى فاعلية كبيرة في تنمية مهارات التفكير الناقد متصلة ومنفصلة لدى الطلبة المعلمين بقسم الرياضيات بكليات التربية.
3. تطبيق الرياضيات في حل المشكلات المتعلقة بالظواهر الطبيعية والأحداث الجارية، ينمي مهارات التفكير الناقد لدى عينة البحث.

التوصيات والمقترحات:

في ضوء نتائج البحث يوصي الباحث بالآتي:

1. إدراج مادة في محتوى رياضيات نظرية الفوضى للطلبة المعلمين بقسم الرياضيات بكليات التربية، لربط الرياضيات بالواقع، وتدريسها في مواقف طبيعية.
2. تطعيم مقرر حل المشكلة للطلبة المعلمين بقسم الرياضيات بمشكلات رياضية تفسر الظواهر الطبيعية، وتعمل على تنمية أنواع مختلفة من التفكير لديهم.

كما يقترح الباحث ببناء برنامج مقترح في النظم الديناميكية المستمرة في رياضيات نظرية الفوضى وقياس فاعليته في تنمية مهارات التفكير الناقد لدى الطلبة المعلمين بقسم الرياضيات.

المراجع

1) إبراهيم حميد محمد العمري (2009م): **تقييم برنامج إعداد معلم الرياضيات في كلية التربية جامعة الحديدة من وجهة نظر أعضاء هيئة التدريس والطلبة**، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة عدن.

2) أحمد إبراهيم الزيدان: **الشواش في منظومة محكومة بالقوى الثقالية والمغناطيسية**، دراسة غير منشورة، كلية العلوم، جامعة دمشق، سوريا، 2009م.

3) باري باركر (2002م): **الهيولية في الكون (التعقد المذهل للكون)**، ترجمة: علي يوسف علي، المشروع القومي للترجمة، المجلس الأعلى للثقافة (القاهرة).

4) تغريد عبدالله حزام العليي (2010م): **مدى توافر مهارات التفكير الإبداعي والناقد لدى الطلبة المعلمين في الأقسام العلمية بكلية التربية بمدينة حجة**، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة صنعاء.

5) جايمس جلايك (2008م): **نظرية الفوضى (علم اللامتوقع)**، دار الساقي بالاشتراك مع مركز البابطين للترجمة، بيروت، لبنان، ترجمة: **أحمد مغربي**.

6) حاتم سعد محمد حسن (2008م): **تقويم الكفاية الداخلية لكليات التربية بجامعة صنعاء**، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة صنعاء.

7) جيهان محمود زين العابدين كامل حمود (2011م): **فاعلية برنامج كمبيوتر متعدد الوسائط في اكساب بعض مفاهيم ومهارات نظرية الفوضى وتنمية التفكير البصري والناقد لدى الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات**، رسالة دكتوراه، كلية التربية بالإسماعيلية، جامعة قناة السويس.

8) سالم علي الغرايبة (2014م): **مهارات التفكير وأساليب التعلم**، دار الزهراء، الرياض.

9) سليمان عبد الواحد يوسف إبراهيم (2011م): **المخ البشري (آلة التعلم والتفكير والحل الإبداعي للمشكلات)**، مؤسسة طيبة للنشر والتوزيع، القاهرة.

10) ظافر بن دريس الدوسري (2008م): **مستوى التفكير الناقد في الرياضيات وعلاقته بالتحصيل الدراسي واختبار القدرات العامة عند طلبة الصف الثالث الثانوي**، رسالة ماجستير، كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية، جامعة الجزائر.

11) عادل منصور سالم باجري (2012م): **فاعلية برنامج مقترح قائم على الوسائط المتعددة التفاعلية في تنمية بعض مهارات التفكير الناقد والاتجاه نحو التعلم الذاتي وبقاء أثر التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي في الجمهورية اليمنية**، أطروحة دكتوراه، كلية التربية، جامعة أسيوط.

12) عزة محمد عبد السميع (2010م): وحدة مقترحة في نظرية الفوضى وأثرها على تنمية حل المشكلات الرياضية لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية؛ **مجلة كلية التربية**، كلية التربية، جامعة عين شمس، العدد (34)، الجزء (4)، ص ص (9-27).

13) غالية أحمد قرقاب (2014م): أهمية التفكير الناقد في عصر العولمة لدى طلاب الجامعات، مجلة عالم التربية، عدد (46)، الجزء (3).

14) فايز مراد مينا: **توجهات في الدراسة والبحث التربوي في مجال المناهج مع إشارة خاصة إلى تعليم الرياضيات**، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، 2011م.

15) كارول ناساب، ودونالد تروفينجير (2006م): **أسس التفكير وأدواته (مفاهيم وتدريبات في تعلم التفكير بنوعيه الإبداعي والناقد)**، ط2، ترجمة: منير الحوراني، راجعه وعدله وأضاف إليه: محمد جهاد جمل، دار الكتاب الجامعي، العين، الإمارات العربية المتحدة.

16) مجدي عبد الوهاب قاسم، وفاطمة الزهراء سالم محمود (2011م): **تفعيل جودة التعليم في القرن الحادي والعشرين (مدخل حل المشكلات)**، دار الفكر العربي، القاهرة.

17) محمد أمين المفتي (1997م): تنمية التفكير والقدرة على حل المشكلات في مجال تعليم الرياضيات (تحليل نقدي)، **مجلة دراسات في المناهج وطرق التدريس**، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، كلية التربية، جامعة عين شمس، العدد (45)، ص ص (9: 35).

18) مصطفى نمر دعمس (2008م): **مهارات التفكير**، دار غيداء، عَمَّان، الأردن.

19) مدركه صالح عبدالله (2009م): مستوى التفكير الناقد في الرياضيات عند طلبة كلية التربية الأساسية، مجلة كلية التربية الأساسية، العدد (58)، كلية التربية الأساسية، الجامعة المستنصرية (العراق)، ص ص (545-564).

20) نظلة حسن أحمد خضر (2004م): **معلم الرياضيات والتجديدات الرياضية (هندسة الفراكتال وتنمية الابتكار التدريسي لمعلم الرياضيات)**، عالم الكتب، القاهرة.

21) Abdullah C. Biber, Abdulkadir Tuna and Lutfi Incikabi (February 2013): An investigation of critical thinking dispositions of mathematics teacher candidates, **Educational Research**, Vol. 4(2) pp. 109-117,.

22) Einav Aizikovitsh-Udi and Nenad Radakovic (2012): Teaching probability by using geogebra dynamic tool and implemanting critical thinking skills, **ScienceDirect**, Procedia - Social and Behavioral Sciences (46), p.p (4943-4947).

23) Einav Aizikovitsh and Miri Amit(2010): Evaluating an infusion approach to the teaching of critical thinking skills through mathematics, **Science- Direct**, Procedia Social and Behavioral Sciences (2), p.p (3818-3822),

24) Gülfem Sarpkaya Aktaş and Melihan Ünlü (2013): Critical Thinking Skills of Teacher Candidates of Elementary Mathematics, **ScienceDirect**, Procedia - Social and Behavioral Sciences 93, p.p (831–835).

25) Huaguang Zhang, Derong Liu, Zhiliang Wang (2009): **Controlling Chaos (Suppression, Synchronization and Chaotification)**, Library of Congress, Springer-Verlag London Limited.

26) Keigo Watanabe, Lanka Udawatta, and Kiyotaka Izumi (2006).: **Fuzzy–Chaos Hybrid Controllers for Nonlinear Dynamic Systems**, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, StudFuzz (187), p.p (481–506).

27) Ljupco Kocarev and Shiguo Lian (2011): **Chaos-Based Cryptography (Theory, Algorithms and Applications)**, Library of Congress, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

28) Michael Field and Martin Golubitsky (2009): **Symmetry in Chaos (A Search for pattern in mathematics, ary, and nature second edition)**, Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM).
29) Natcha Mahapoonyanonta, Rewadee Krahomwonga, Duenpen Kochakornjarupongb and Worawanninee Rachasong (2010): Critical thinking abilities assessment tools: reliability generalization, **Science- Direct**, Procedia Social and Behavioral Sciences (2), p.p (434-438).
30) Neculae Dinuta (5 May 2015): The Use of Critical Thinking in Teaching Geometric Concepts in Primary School, **ScienceDirect**, Procedia - Social and Behavioral Sciences (180), p.p (788–794).
31) Paul Stapleton (2011): A survey of attitudes towards critical thinking among Hong Kong secondary school teachers: Implications for policy change, **Elsevier**, Thinking Skills and Creativity (6), p.p (14-23).
32) Ralph Abraham and Yoshisuke Ueda (2000): **THE CHAOS AVANT-GARDE Memories of the Early Days of Chaos Theory**, World Scientific Publishing Co. Re. Ltd., Singapore.
33) Seibu Mary Jacob (2012): Mathematical achievement and critical thinking skills in asynchronous discussion forums, **ScienceDirect**, Procedia - Social and Behavioral Sciences (31), p.p (800-804).
34) Tony Crilly (2011): Fractals Meet Chaos, **Springer-Verlag, Springer New York**, p.p (537-556).
35) Vesile KMANSOY and Sadık KARTAL (2014): Chaos Theory and its Application to Education: Mehmet Akif Ersoy University Case, **Educational Sciences: Theory & Practice** 14(2), p.p (510-518).