برنامج مقترح في النظرية الهيولية وتطبيقاتها وفاعليته في تحصيل رياضياتها لدى طلاب المرحلة الثانوية

إعداد

أ / عادل علي عواد محمد

إشراف

أ.د / محمد أمين المفتي أ.د / عزة محمد عبدالسميع

مستخلص البحث

هدف البحث إلى قياس **فاعلية** برنامج مقترح في النظرية الهيولية **على تحصيل رياضياتها لدى طلاب المرحلة الثانوية.**

وقد تكونت عينة البحث من عدد(٣٧) طالبة من طالبات الصف الأول الثانوي **بمعهد عمر بن عبد العزيز الإعدادي الثانوي فتيات التابع لمنطقة الإسماعيلية الأزهرية، محافظة الإسماعيلية.**

وقد استخدم البحث الأدوات التالية:

١- برنامج مقترح في النظرية الهيولية .

٢- اختبار تحصيلي في النظرية الهيولية .

ومن أهم النتائج التي توصل إليها البحث

يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات التطبيقين القبلي والبعدي لطلاب مجموعة البحث في الاختبار التحصيلي في النظرية الهيولية لصالح التطبيق البعدي.

A Proposed Program in the Chaos Theory And Effectiveness in the Achievement of its Mathematics For Secondary School Students

The Current research aims to the following:

Measuring Effectiveness Proposed Program in the Chaos Theory its Applications in the Achievement of its Mathematics For Secondary School Students .

And the tools of research were:

1. The Proposed Program in the Chaos Theory.
2. Achievement test.

Sample of research:

Sample of Second 1 students schools in Ismailia governorate. have studied enough of the principles of Mathematics that are a prerequisite for teaching Chaos Theory.

The results of research:

The most important results as follows:

There are statistically significant differences at the level of ($\alpha \leq 0.01$) between the means of the applications Pre & post for the study group in the Achievement test for the post application.

برنامج مقترح في النظرية الهيولية وتطبيقاتها وفاعليته في تحصيل رياضياتها لدى طلاب المرحلة الثانوية[1]

مقدمة:

يتميز عصر المعلوماتية بالتطورات والتغيرات السريعة الناجمة عن التقدم العلمي والتقني الذي شهده العالم في العقد الأخير من القرن العشرين وبداية القرن الحادي والعشرين، وقد أدى هذا التقدم إلى تغيرات وتحولات سريعة ومتلاحقة أثَّرت في جميع مناحي الحياة، حتى أصبح التحديث والتطوير في كافة المجالات أمر ضروري لملاحقة التطور المتسارع والانفتاح المعرفي.

ويرى (**محمد المفتي**، ٢٠٠٩، ٢١-٢٢)[2] أن نظرية الهيولية: تهتم بدراسة الأنظمة غير الخطية التي تتصف بحساسيتها للشروط الأولية، ولا يمكن التنبؤ بسلوكها أو نتائجها؛ وجوهرها أن ثَمَّةَ أموراً بسيطة قد يكون لها تأثير كبير، أي أنَّ التغيرات البسيطة في الشروط الأولية في بعض الأنظمة يمكن أن تؤدي إلى تفاوت كبير في مخرجات النظام أو سلوكه، مما يؤدي إلى نتائج غير متوقعة، فتكون عملية التنبؤ مستحيلة أو صعبة للغاية، بسبب النظام الفوضوي Chaotic System.

وتتميز النظرية الهيولية Chaos Theory في كونها تجمع بين فرعي الرياضيات: البحتة، والتطبيقية؛ حيث استطاعت تفسير جميع نماذج المعادلات التفاضلية والأعداد المركبة المتعلقة بالرياضيات البحتة، كما استطاعت النظرية الهيولية تفسير عديد من التطبيقات في مجالات الرياضيات التطبيقية مثل: الطقس، والمُناخ، وديناميات الأقمار الصناعية، وتطور وقت المجال المغناطيسي للأجرام السماوية، والنمو السكاني في البيئة، وفي مختبر الدوائر الكهربائية، والليزر، والتفاعلات الكيميائية، وديناميكيات السوائل، والأنظمة الميكانيكية، كما وُجِدَ السلوك الفوضوي أيضاً في عدد من تطبيقات الهندسة الكهربائية والاتصالات وتكنولوجيا والاتصالات وعلم الأحياء والطب (**إيمان الرياش، ٢٠٠٥، ١٦**).

---

[1] بحث مشتق من رسال دكتوراه إشراف كل من أ . د . محمد أمين المفتي أ . د . عزة محمد عبد السميع

[2] استخدم البحث الحالي نظام التوثيق التالي: (الأسم واللقب، السنة، الصفحة إن وجدت)

حيث توصل روبرت (**Robert, 1992**) إلى فاعلية التكامل بين مقرري النظرية الهيولية وحساب التفاضل والتكامل لدى طلاب المرحلة الثانوية.

أيضاً وضع روبرت (**Robert, 1995**) مجموعة متكاملة من: الأنشطة الإثرائية في النظرية الهيولية ، والألعاب القائمة على مبادئ النظرية الهيولية لطلاب المرحلة الإعدادية والثانوية، وقد أسفرت نتائج البحث عن تكوين اتجاه إيجابي لدى الطلاب نحو هذا النوع من الرياضيات الجديدة.

ولا يقف دور الهيولية على تطبيقاتها الحياتية في مجالات متعددة ولكنها أيضاً تلعب دوراً أساسياً في إثراء وتنمية تفكير المتعلمين، من خلال التعبير عن نماذج وأساليب الهيولية وفهم مكوناتها وخصائصها.

وهو ما أشار إليه (**وليم عبيد، ٢٠٠٦**) الذي أكد على أن النظرية الهيولية على وجه الخصوص مجالاً خصباً لتنمية مهارات التفكير نظراً لثرائها بالمفاهيم والنماذج التي تتطلب إعمال العقل والتفكير للوصول إلى نمط أو تعميم من خلالها، كما أن الأنشطة الرياضية المتعلقة بنظرية الهيولية هي إحدى مكونات ما يسمى بالرياضيات الديناميكية التي يصفها البعض بأنها رياضيات الألفية الثالثة والتي تناسب عالماً يتسم بتعقيدات غير مسبوقة في التركيب والشكل والوظائف والذي يعيشه إنسان عليه أن يألف النظم المعقدة ويتعامل مع مواقف لا يقينية وأحداث عشوائية وتتابعات لا خطية كما يلمس أحداثاً تتسع الهوة بين سلوكياتها ومساراتها رغم ضآلة الفروق بين مسبباتها ومثيراتها.

وهو ما أكدته نتائج دراسة رضا أبو علوان (**Abu-Elwan،2007**) التي توصلت إلى فاعلية استخدام الهندسة الكسورية ونظرية الهيولية في تنمية الاستدلال الهندسي لدى طلاب المرحلة الثانوية. وفي نفس الصدد أشارت نتائج دراسة (**جيهان زين العابدين، ٢٠١١**) إلى فاعلية برنامج كمبيوتر متعدد الوسائط في اكتساب مفاهيم ومهارات بعض النماذج الرياضية لنظرية الهيولية في تنمية التفكير البصري والتفكير الناقد لدى الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات. كما أثبتت دراسة (**علي سعيد الجدري، ٢٠١٧**) فاعلية برنامج مقترح في نظرية الهيولية في تنمية القدرة على حل المشكلات الرياضية والتفكير الناقد لدى الطلبة المعلمين بكليات التربية.

واستناداً إلى أراء خبراء التربية المدعومة بنتائج الدراسات المشار إليها سابقاً مثل (2007، Abu-Elwan)، (جيهان زين العابدين، ٢٠١١) ، (علي سعيد الجدري، ٢٠١٧) فتنمية مهارات التفكير تعتبر أحد الأبعاد الرئيسية لتدريس النظرية الهيولية حيث يُتوقع تنمية أداء المتعلمين فيما يتعلق بتلك المهارات بعد تعرضهم لمفاهيم ونماذج النظرية الهيولية.

وإذا كانت النظرية الهيولية نموذجاً للرياضيات العصرية الحديثة من خلال ارتباطها بتطبيقات وآليات

برامج الكمبيوتر ارتباطاً وثيقاً، فإن ذلك يستدعي مواكبة الطرق والأساليب المتبعة في تدريسها لهذه الثورة التكنولوجية في تقنية المعلومات، وعلى ذلك فإن التعليم التقليدي المحدود بالزمان والمكان والقائم على نمطية طرق التدريس وشكلية وسائل التقويم لا يتناسب بالضرورة مع طبيعة وخصائص النظرية الهيولية.

١. يزداد نمو الذكاء في بداية هذه المرحلة حتى يبلغ ذروته في نهايتها تقريبا. وتنمو قدرة الطالب على التذكر القائم على الفهم واستنتاج العلاقات مما يسهل عليه حفظ المعلومات والحقائق وربطها بغيرها ويعتقد الباحث أن ذلك يُمكّن الطالب من فهم المبادئ والقوانين الهيولية.
٢. تزداد فترة انتباه الطالب حيث يستطيع التركيز لفترة أطول في استيعاب مشكلات معقدة وطويلة في سهولة ويسر، كما تزداد قدرة الطالب على التخيل ويتجه من المحسوس إلي المجرد ويظهر ذلك في ميل الطالب نحو الرسم، ويرى الباحث أن ذلك يمكن أن يسهم بصورة إيجابية في مساعدة الطالب في التواصل مع البرنامج المقترح.

مشكلة البحث:

من الملاحظ عدم مواكبة مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية للتطورات العلمية الحديثة وعدم تضمينها موضوعات مثل النظرية الهيولية ضمن مقررات الرياضيات المدرسية كما أن مناهج الرياضيات المدرسية المصرية والعربية لا تهتم بدمج النظرية الهيولية ومكوناتها وأنشطتها المتعددة ضمن مناهجها، وتركز على تعليم التراكيب الرياضية الأساسية والتي عجزت عن وصف كثير من الظواهر والأحداث الطبيعية، لذلك يسعى البحث الحالي إلى تجريب تطبيق برنامج مقترح في تدريس النظرية الهيولية لتنمية التحصيل لدى طلاب المرحلة الثانوية .

أسئلة البحث:

يحاول البحث الحالي في الإجابة على السؤال الرئيس التالي:

ما فاعلية برنامج مقترح في النظرية الهيولية فى تنمية تحصيل رياضياتها لدى طلاب الصف الأول الثانوي؟

ويتفرع من السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية التالية:

١. ما مفاهيم مهارات النظرية الهيولية التي تتناسب مع الخلفية الرياضية لطلاب الصف الأول بالمرحلة الثانوية؟
٢. ما صورة برنامج مقترح لتدريس مفاهيم النظرية الهيولية وتطبيقاتها لدى طلاب مجموعة البحث؟
٣. ما فاعلية هذا البرنامج في تنمية تحصيل رياضيات النظرية الهيولية لدى طلاب مجموعة البحث؟

فروض البحث: حاول البحث الحالي اختبار صحة الفروض التالية:-

١. يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التحصيل في النظرية الهيولية لكل مستوى من مستويات تحصيل (التذكر- الفهم- التطبيق) لصالح التطبيق البعدي.

٢. يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التحصيل في النظرية الهيولية كمستويات تحصيل كلية لصالح التطبيق البعدي.

الأساليب الإحصائية للبحث:

للتحقق من صحة الفروض السابقة استخدم البحث الحالي الأساليب الإحصائية التالية:

١- اختبار "**ت**" للعينات المرتبطة وذلك لتحديد الفروق ذات الدلالة الإحصائية.

٢- اختبار " **مربع إيتا** " لقياس قوة تأثير المعالجات التجريبية.

أهداف البحث: هدف البحث الحالي إلى:-

١- بناء برنامج مقترح لتدريس نماذج النظرية الهيولية المناسبة لطلاب المرحلة الثانوية .

٢- قياس فاعلية البرنامج المقترح في تنمية تحصيل النظرية الهيولية لدى طلاب المرحلة الثانوية.

أدوات البحث: انقسمت أدوات البحث إلى ما يلي:-

أ- أداة المعالجة التجريبية: وتمثلت في البرنامج المقترح في الهيولية ."**إعداد الباحث**"

ب-أداة قياس وتقييم: وتمثلت في اختبار التحصيل في النظرية الهيولية. "**إعداد الباحث**"

حدود البحث: اقتصر البحث الحالي على ما يلي:-

الحد الزماني: تم تطبيق التجربة الاستطلاعية للبحث خلال الفصل الأول للعام **٢٠١٨-٢٠١٩م.** بينما تم تطبيق التجربة الأساسية خلال الفصل الثاني من نفس العام.

الحد المكاني: اقتصر البحث الحالي على مجموعة من فصول معهد عمر بن عبدالعزيز فتيات التابع لمنطقة الإسماعيلية الأزهرية، نظراً لكونه جهة عمل الباحث.

الحد الموضوعي: اقتصر البحث الحالي على المستويات المعرفية التالية:

- بعض موضوعات النظرية الهيولية المناسبة للخلفية الرياضية لتلاميذ المرحلة الثانوية، وتمثلت في: خلفية نظرية عن النظرية الهيولية - تكوين بعض الأشكال الهيولية المستوية بالرسم-تكوين بعض الأشكال الهيولية المجسمة بالطرق العملية- علاقة النظرية الهيولية

ببعض موضوعات الرياضيات.

- مستويات بلوم للمجال المعرفي للاختبار التحصيلي المتمثلة في: التذكر، الاستيعاب، والتطبيق.

متغيرات البحث: انقسمت متغيرات البحث إلى:-

أ- **المتغير المستقل:** ويتضمن البرنامج المقترح في النظرية الهيولية.

ب- المتغير التابع: ويتضمن التحصيل في النظرية الهيولية.

مصطلحي البحث:

- **النظرية الهيولية Chaos Theory:**

تُعرف النظرية الهيولية إجرائياً بأنها "فرع من فروع الرياضيات الذي ينتمي للرياضيات البحتة، وهذه النظم تتميز بالحساسية المرهفة للعوامل الأولية وتقوم على دراسة سلوك الأنظمة الديناميكية التي تعتمد على الشروط الأولية ويمكن تمثيل النظام الديناميكي من خلال المعادلة:...0,1,2, = n , "Xn+1= $f(xn)$

الاطار النظري:

عرض إطار نظري يتضمن النظرية الهيولية ، كما يلي:

نشأة النظرية الهيولية وتطورها:

ربما ظهرت الكلمة "شواش" Chaos لأول مرة في سنة (٧٠٠ ق. م) لدى الشاعر الإغريقي هسيود في قوله: "في البدء كان الشواش، لا شيء سوى الخلاء والهيولى والفراغ غير المحدود." ثم وردت في الفردوس المفقود "لملتون" في قوله " في البدء برزت السماوات والأرض من الشواش" كما أشار إلى الشواش كلٌّ من شكسبير في مسرحيته الشهيرة "عطيل" والتي قال فيها "أنني أحبك وعندما لا أحبك فإن الهيولية تعود ثانية" كما وردت رواية "هنري ميللر" "ربيع أسود". يُستنتج من هذه الأمثلة أن الشواش كان خاصية للفوضى غير المرغوبة فيها. وقد دمجت اللغة العامية عبر التاريخ فكرة الهيولية في فكرة الشواش. كما عرَّفت القواميس "الشواش" بأنه الاضطراب أو الاهتياج أو اللجة البدئية. وقد عبَّر المؤرخ والكاتب الأمريكي هنري أدامز (١٩١٨- ١٨٥٨م) عن المعنى العلمي للشواش بشكل بليغ في قوله: "الشواش غالبًا ما يولِّد الحياة، بينما النظاميولِّد العادة." (**وليم عبيد، ٢٠٠١، ١٤**)، **(Yuriiet al, 2009, 1)**

وهكذا دخلت النظرية الهيولية إلى عالم البحوث "من الباب الخلفي"، كما يقال لم تكن النظرية قانونًا، كما هي الحال في الترموديناميكا أو الفيزياء الكوانتية، لكنها مكَّنتْ الباحثين من تحليل الحوادث

والميادين ذات التشابك الإشكالي (منظومات ذات نقاط استقرارية متعددة ،المجموعة الشمسية، منظومات اجتماعية، بورصات ....إلخ)(**أحمد الزيدان، ٢٠٠٩، ١**).

مفهوم النظرية الهيولية

تُتَرْجَمُ (النظريـة الهيوليـة) أحيانـا بنظريـة (الشَّواش) أو (العَمَـاء) أو (الفوضـى)، وهـي مـن أحدث النظريات الرياضية الفيزيائية التي تتعامل مع النظم الديناميكية غير الخطية التي تبدي نوعا من السلوك العشوائي يُعْرَفُ بالهيولية، وهو السلوك الذي يتصف بالحساسية المرهفة للشروط الأولية بحيث يصعب التنبؤ بنتيجة واحدة في نهاية حركة المنظومة، أي أننا نكون أمام مفترق طرق لكلٍّ منه احتمالُه الخاص غير أن سلوك هذه الجمل يتصف بقوانين هذه النظرية التي يمكن أن يخضع لها (**أحمد الزيدان، ٢٠٠٩، ٦-٧**).

كما عَرَّفَ القاموس مصطلح الهيولية في مايكل ومارتين(Michael & Martin, 2009, 10) بأنه: أي ظرف أو مكان اضطراب أو تشويش كلي.

خواص النظرية الهيولية

تتميز الظواهر الهيولية (الأنظمة الفوضوية) بعدد من الخصائص تميزها عن الأنظمة غير الفوضوية، حدَّدها لوبكو وتشيجو (**Ljupco & Shiguo, 2011, 10**) بالخصائص التالية:

١. الاعتماد على حساسية الظروف الأولية: فالتغيرات الصغيرة في القيم الأولية للنظام ينمو مع مرور الوقت، وتنتج الاختلافات فيستحيل التنبؤ بها.
٢. الحركة غير المنتظمة في فضاء المرحلة: يتضح أنها معقدة للغاية أحياناً، مثل أنماط الضوضاء التي تحددها تذبذبات الحلول، وخاصية الهيولية هي أن هذه التذبذبات المعقدة تستنتج تماماً من الدقة الرقمية في الظروف الأولية وقيم البارامتر.
٣. التغير النوعي في طبيعة الحلول: يتضح من واحدة أو أكثر من التشعبات اللاحقة في الحلول، التي تنتج الجاذب الغريب الذي بنيته التبولوجية لا تشبه على الإطلاق الحلول الأخرى.

عناصر النظرية الهيولية:

يمكن سرد العناصر التي تحكم الأنظمة الهيولية في النقاط الآتية:

أ- تأثير الفراشة Butterfly Effect:

ويعني أن تياراً طفيفاً من الهواء يُحدثُهُ رفرفة أجنحة فراشة قد يقرر حدوث إعصار يكتسح بالخراب أرضاً في الجانب الآخر من العالم قد لا يحدث لو أن تلك الفراشة لم ترفرف أجنحتها.

ب- الجواذب الغريبة Strange Attractors:

هي نماذج مضطربة غير منتظمة ذات نظم خاصة، كل مسار فيها لا يتكرر ثانية، فالجاذب 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، وجميع التغيرات التي تطرأ على النظام في الوهلة الأولى تلقي تصور العشوائية في الأذهان، لكن بمرور الزمن يُرَى نوع من النظم في صلب هذه العشوائية **(Ljupco and Shiguo, 2011, 20-21)**، فمجموعة من الطيور تشكل نظاما عشوائيا مضطربا تحكمه هذه القوانين: حركة الطيور غير تصادمية، حركة الطيور قريبة من بعضها بعض، الطيور لا تبتعد كثيراً عن بعضها البعض هذا النظام عشوائي ومضطرب ولا يمكن تعيين مستقبله، ولا يمكن تعيين موضع كل طائر من الطيور لكن يحكمه نظام خاص.

ج- التشعب Bifurcation:

وضح لوبكو وتشيجو **(Ljupco & Shiguo, 2011, 14)** التشعب بأنه تغيير نوعي في ديناميات نظام ديناميكي تصفها تباينات البارامتر.

د- التشابه الذاتي والبعد الفراكتالي Self-similarity:

يعرف الشكل المتشابه ذاتياً بأنه الشكل المتكون من نماذج أصغر منه، وهو فراكتال على أن يكون خشناً أو متعدداً أو متكسراً **(نظلة خضر، ٢٠٠٤، ٥٩)**.

إجراءات البحث:

يسير البحث الحالي وفقاً للخطوات التالية:

أولاً: للإجابة عن السؤال الأول المتعلق بصورة قائمة بمفاهيم وعلاقات ومهارات النظرية الهيولية،

والتي تتناسب مع طبيعة مناهج المرحلة الثانوية اتبعتُ الخطوات التالية:

(٢) إعداد قائمة بالمفاهيم والعلاقات ومهارات النظرية الهيولية:-

تمثلت الخطوات التي اتبعها الباحث في إعداد القائمة فيما يلي:

الخطوة الأولى: تحديد الهدف من القائمة: تمثل الهدف من القائمة في الجوانب التالية:-

أ- تحديد الأهداف العامة لموضوعات النظرية الهيولية.

ب- توزيع جوانب التعلم المعرفية المختلفة علي دروس النظرية الهيولية.

ج- تحديد المتطلبات السابقة التي تمثل خبرة جديدة على عينة البحث في النظرية الهيولية.

د- صياغة الأهداف الإجرائية لدروس النظرية الهيولية طبقاً للمحتوي المعرفي للقائمة.

الخطوة الثانية: تحديد فئات القائمة : اقتصرت القائمة على الفئات التالية **(وليم عبيد، ٢٠٠٠، ١٣٦)**:-

أ- **المفاهيم:** ويقصد بها "فكرة مجردة تشير إلي صفة مشتركة بين موقفين أو أكثر.

ب- **العلاقات:** ويقصد بها "جملة رياضية تربط بين مفهومين أو أكثر، وتندرج تحتها المسلمات والنظريات.

ج- **المهارات:** ويقصد بها "القدرة علي استخدام الطرق الرياضية الإجرائية في إنجاز عمل ما بسرعة وبدقة.

الخطوة الثالثة: إعداد القائمة في الصورة المبدئية

في ضوء إطلاع الباحث على الإطار النظري المقدم عن النظرية الهيولية توصل إلى التحديد الكمي للقائمة كما هو موضح في الجدول التالي:

نتائج التحديد الكمي لقائمة النظرية الهيولية

م	الفئة	العدد
١	المفاهيم	٢٣
٢	العلاقات	١٦
٣	المهارات	١٧

الخطوة الرابعة: التحقق من صدق القائمة

حيث تم إعداد استمارة تحكيم (ملحق ٢) لاستطلاع أراء مجموعة من المحكمين (ملحق١) من أعضاء هيئة التدريس لإبداء الرأي حول تحديد مدي صلاحية القائمة من حيث:

١- ارتباط المفردة بمبادئ النظرية الهيولية.

٢- دقة التعبير اللغوي للمفردة، وسلامته من الناحية العلمية.

٣- ملاءمة التعبير الرياضي للمفردة لمبادئ النظرية الهيولية.

٤- توافق محتوى المفردة مع الخلفية الرياضية لطلاب المرحلة الثانوية.
٥- صلاحية المفردة للتطبيق في منهج الرياضيات المدرسية.
٦- كفاية عدد المفردات وشمولها لكافة الجوانب المعرفية للنظرية الهيولية.

الخطوة الخامسة: إعداد القائمة في الصورة النهائية

في ضوء ملاحظات السادة المحكمين تم تعديل القائمة ووضعها في صورتها النهائية (وبذلك يكون قد تمت الإجابة عن السؤال الأول للبحث).

ثانياً: للإجابة عن السؤال الثاني المتعلق إعداد البرنامج المقترح لتدريس النظرية الهيولية ، اتبعت الخطوات التالية:

تحديد مكونات البرنامج المقترح وتتضمن الخطوات التالية:

- **تحديد الأهداف التعليمية للبرنامج المقترح:** بعد تحديد الأهداف العامة للبرنامج تمت ترجمتها إلى أهداف سلوكية قابلة للملاحظة والتقييم، حيث تمت صياغتها في صورة مقاصد عامة لمهام التعلم يسعى جميع الطلاب لتحقيقها.
- **اختيار محتوى البرنامج المقترح وتنظيمه:** بناء على تحديد عينة البحث المستهدفة وتحديد الأهداف العامة والتعليمية للبرنامج تم اختيار عناصر المحتوى اللازم لتحقيق الأهداف وتنظيمها بالتتابع الذي يؤدى إلى تحقيق الأهداف بما يتناسب وخصائص المتعلمين وأنماط تعلمهم، حيث اشتمل المحتوى على(٣٣) نشاطاً تم توزيعهم على(٨) موضوعات:
- **تحديد المتطلبات الرياضية السابقة:** وهي مجموعة المفاهيم، العلاقات، والمهارات الرياضية التي تعتبر شرطاً أساسياً لمرور الطالب بخبرات النظرية الهيولية، والسير في دروسها، والتفاعل مع أنشطتها، والتقدم فيها بطريقة سليمة، وتحصيل جوانبها المعرفية بشكل يضمن تحقيق أهدافها، وفي هذا الصدد تم عمل قائمة بالمتطلبات الرياضية التي يتطلبها كل موضوع على حدة.
- **تحديد استراتيجيات التدريس:** في ضوء تحديد الفئة المستهدفة، أسس بناء البرنامج، الأهداف العامة للبرنامج، مهام التعلم وأنشطته، تم اختيار عددٍ من طرق واستراتيجيات التدريس الملائمة لطبيعة النظرية الهيولية وذلك لأجل تحقيق الأهداف السلوكية المطلوبة، ونظراً لطبيعة البرنامج المقترح في النظرية الهيولية فإن ذلك يتطلب تطبيق بعض استراتيجيات التدريس حسب طبيعة الموقف التعليمي.
- **تحديد الوسائل التعليمية والأدوات المساعدة**: في هذه الخطوة تم اختيار المواد والوسائل التعليمية المناسبة لخصائص الطالبات، ونوع الخبرة اللازمة لتحقيق الهدف التعليمي،

وإستراتيجية التدريس.

- **تحديد أساليب التقويم:** في ضوء أسس البرنامج المقترح وفي ضوء طرائق التدريس المتبعة ستتنوع تبعاً لذلك أساليب التقويم.
- **ضبط البرنامج:** تم عرض البرنامج على مجموعة من المحكمين والمتخصصين وعمل التعديلات في ضوء مقترحاتهم.
- **اعداد كتاب الطالب:** وتم عرضه على مجموعة من المحكمين والمتخصصين وعمل التعديلات في ضوء مقترحاتهم.
- **اعداد دليل المعلم:** وتم عرضه على مجموعة من المحكمين والمتخصصين وعمل التعديلات في ضوء مقترحاتهم.

وبذلك قد تم الأجابة على السؤال الثاني من أسئلة البحث.

ثالثاً: للإجابة عن السؤل الثالث المتعلق بفاعلية البرنامج المقترح في تدريس النظرية الهيولية لدى طلاب المرحلة الثانوية اتبع الباحث الخطوات التالية:

(١) إعداد أداة القياس (اختبار التحصيل في النظرية الهيولية)، وفقاً للخطوات التالية:

الخطوة الأولي: تحديد الهدف من الاختبار

هدف هذا الاختبار إلي قياس التحصيل في النظرية الهيولية كمتغير تابع لتدريس البرنامج المقترح.

الخطوة الثانية: إعداد جدول المواصفات

حيث وزعت مفردات الاختبار على مستويات: التذكر، الفهم، والتطبيق وفقاً لمستويات **بلوم Bloom** في المجال المعرفي، والمعرفة كما يلي(**وليم عبيد، ٢٠٠٠، ١٣٦**):

أ- **التذكر:** ويقصد به "قدرة الطالب علي استدعاء المعارف المرتبطة بمحتوى البرنامج".

ب- **الاستيعاب:** ويقصد به " قدرة الطالب على التعبير عما تم تعلمه من معارف متضمنة بالبرنامج واستخدامه في مواقف رياضية مألوفة ".

ج- **التطبيق:** ويقصد به " قدرة الطالب على استخدام المبادئ والعلاقات والنظريات المتضمنة البرنامج وما بينها من علاقات في مواقف رياضية جديدة ".

حيث استعان الباحث بنتائج التحليل الكمي لقائمة النظرية الهيولية الذي أجراه في الخطوة الأولى من إعداد الأدوات على مستويات التذكر والفهم والتطبيقوتم اعداد جدول المواصفات للاختبار التحصيلي.

ب- تحديد نوع الأسئلة: تقتضي طبيعة محتوى النظرية الهيولية ، مستوى صعوبتها، وأسلوب تعلم كل منها أن تتنوع أسئلة الاختبار بين الأسئلة المقالية والموضوعية للاستفادة من مزايا كل نوع على حدة (الاختيار من متعدد، الإكمال، المقال) بحيث تتنوع الأسئلة بين المقالية والموضوعية.

الخطوة الرابعة: كتابة مفردات الاختبار

في ضوء أسس البرنامج المقترح في النظرية الهيولية ، والهدف من الاختبار، والمواصفات السابق ذكرها في البند السابق تم صياغة مفردات الاختبار بحيث تغطى كافة دروس البرنامج المقترح.

الخطوة الخامسة : صدق الاختبار

تم إعداد استمارة تحكيم تتضمن السؤال، والهدف منه، لاستطلاع أراء مجموعة من المحكمين لإبداء الرأي في أسئلة الاختبار في صورته الأولية من حيث :

١- **ارتباط كل سؤال بالهدف المحدد له.**
٢- **صحة الصياغة اللغوية للسؤال.**
٣- **مناسبة مستوى الاختبار لخلفية الطالبات.**
٤- **وضوح تعليمات الاختبار وكفايتها.**
٥- **كفاية عدد أسئلة الاختبار.**
٦- **صلاحية الاختبار للتطبيق.**

الخطوة السادسة : الدراسة الاستطلاعية للاختبار

تم إجراء التجربة الاستطلاعية للاختبار علي مجموعة طالبات فصل من فصول الصف الأول الثانوي بمعهد عمر بن عبدالعزيز الثانوي للبنات وتكونت عينة التجربة الاستطلاعية من (٣٠) طالبة في ٢٩/ ١٠/ ٢٠١٨م، وهدفت الدراسة الاستطلاعية للاختبار التحقق من عدة جوانب تتمثل فيما يلي:

١- ثبات الاختبار:

اعتمد الباحث في حساب الثبات علي طريقة تطبيق الاختبار مرتين متتاليتين على عينة تجريبية واحدة بفاصل زمني كاف (١٥ يوم) وذلك بحساب معامل الارتباط بين الاستجابات على مفردات الاختبار في التطبيقين الأول والثاني من خلال معادلة سبيرمان ووجد أن معامل ثبات الاختبار = (٠.٩٥) وهذه القيمة تشير إلي أن الاختبار علي درجة عالية من الثبات.

٢- زمن الاختبار:

تم الاعتماد في تحديد زمن الاختبار على حساب متوسط الأزمنة التي استغرقها جميع الطلاب في إنهاء الاختبار في العينة الاستطلاعية، وُجد أن زمن الاختبار(٥٠) دقيقة.

٣- تحليل مفردات الاختبار:

حيث تم تحديد معاملات الاتساق الداخلي للكشف عن مدى تجانس كل مفردة مع الاختبار ككل وذلك بحساب معامل الارتباط بين درجة كل مفردة وبين الدرجة الكلية للاختبار، كما هي موضحة بالجدول التالي:

قيم معاملات الاتساق الداخلي لمفردات الاختبار التحصيلي

رقم المفردة	معامل الارتباط	رقم المفردة	معامل الارتباط	رقم المفردة	معامل الارتباط
١	٠.٦٦	٩	٠.٤٧	١٧	٠.٦٧
٢	٠.٥٥	١٠	٠.٦١	١٨	٠.٧٥
٣	٠.٤٩	١١	٠.٤٤	١٩	٠.٨٤
٤	٠.٦١	١٢	٠.٤	٢٠	٠.٦٥
٥	٠.٥	١٣	٠.١٥	٢١	٠.٦٩
٦	٠.١٨	١٤	٠.٤٥	٢٢	٠.٧٣
٧	٠.٥١	١٥	٠.٦٦	٢٣	٠.٥٣
٨	٠.٧١	١٦	٠.٨١	٢٤	٠.٦

وفي ضوء هذه البيانات لمعاملات الاتساق الداخلي بدأ الباحث عملية البحث عن دلالة هذه القيم في ضوء الهدف الذي تقيسه المفردتين (٦)، (١٣)، ولذلك اقترح استبدالهم بمفردتين أخريين من المتوقع أن تحقق مدى المعايير المحددة.

الخطوة السابعة: تقدير درجات الاختبار

تم تحديد درجات كل مفردة من الاختبار على أساس المستوى الذي تقيسه هذه المفردة وكذلك عدد خطوات الحل، فكانت الدرجة العظمى للاختبار ٤٠ درجة كما هو موضح بالجدول التالي:

توزيع درجات الاختبار على أسئلته ومفردات كل سؤال

رقم السؤال	عدد المفردات	عدد أجزاء المفردات	درجة الجزء	درجة السؤال الكلية
الأول	١٠	١٠	١	١٠
الثاني	٦	٨	١	٨
الثالث	٥	١٢	١	١٢
الرابع	٣	١٠	١	١٠
المجموع	٢٤	٤٠	١	٤٠

الخطوة الثامنة: الصورة النهائية للاختبار

بعد التأكد من صدق الاختبار وحساب الثبات والزمن، تم وضعه في صورته النهائية.

(٢) اختيار عينة البحث وتطبيق الادوات: وذلك وفقاً للخطوات التالية:

الخطوة الأولى: مجموعة البحث:

تم اختيار فصل من فصول الصف الأول الثانوي للبنات ليمثل مجموعة البحث وكان عددهم (٣٧) طالبة.

الخطوة الثانية: تطبيق اختبار التحصيل في النظرية الهيولية قبلياً على مجموعة البحث:

تم تطبيق اختبار التحصيل في النظرية الهيولية، على مجموعة البحث قبل دراسة البرنامج المقترح وذلك في الفترة من ١٨/ ٢/ ٢٠١٩.

ثالثاً: بيئة التعلم(معمل الحاسوب):

بعد التغلب على مشكلة نقص الإمكانات تضمن معمل الحاسوب الإمكانات التالية:

- عدد(١٢) جهاز كمبيوتر كاملة التوصيلات الكهربائية ملحق بكل جهاز فأرة، لوحة مفاتيح، سماعات ثابتة محملة بنظام تشغيل **Microsoft Win 7**.
- عدد(١) مشغل كروت الذاكرة **Card Reader Writer USE 2.0**، وذلك لتحميل الصور، والوسائط الأخرى على أجهزة الكمبيوتر.
- عدد(١) جهاز عرض البيانات **Data Show**
- عدد(٢) سبورة أحدهما طباشيرية ذات خلفية سوداء، الأخرى متنقلة ذات خلفية بيضاء.
- عدد(٤) آلة طباعة من النوع ١x٣ (طابعة- ماسح ضوئي- آلة نسخ)، لاستخدامها في عمليات الطباعة، النسخ، ورقمنة الرسوم.

رابعاً: تطبيق البرنامج المقترح على مجموعة الدراسة:

تم تدريس البرنامج المقترح في الفترة من ٣/ ٣/ ٢٠١٩م بمعمل الحاسوب حتى يوم ٣/٢٨/ ٢٠١٩م.

خامساً: تطبيق اختبار التحصيل بعدياً على مجموعة الدراسة:

بعد الانتهاء من تدريس البرنامج المقترح لمجموعة البحث في ٣/٢٨/ ٢٠١٩م حتى يوم تم تطبيق اختبار التحصيل في النظرية الهيولية بعدياً على مجموعة الدراسة في الفترة من ٣١/ ٣/ ٢٠١٩م.

(٣) رصد النتائج وتفسيرها ومناقشتها:

أ- توصل البحث إلى النتائج الأتية:

(٤) يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التحصيل في النظرية الهيولية لكل مستوى من مستويات تحصيل (التذكر- الفهم- التطبيق) لصالح التطبيق البعدي.

(٥) يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التحصيل في النظرية الهيولية كمستويات تحصيل كلية لصالح التطبيق البعدي.

ب- مناقشة نتائج البحث:

- وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات التطبيقين القبلي والبعدي لطالبات مجموعة البحث في الاختبار التحصيلي في النظرية الهيولية كمستويات جزئية وكمستوى كلي، لصالح التطبيق البعدي، وربما يرجع ذلك إلى ما يتسم به البرنامج المقترح من خصائص وسمات كما يلي:
  - مراعاة الفروق الفردية بين المتعلمين، حيث يسمح لكل طالبة بالتقدم في البرنامج حسب خطوها الذاتي، بما تسمح به قدراته وإمكاناته التحصيلية، وسرعته الخاصة.
  - استخدام أكثر من وسط من الوسائط المتعددة ساعد كل طالبة على اختيار البديل المناسب الذي يتلائم مع قدراتها وإمكاناتها، كما وفرت أكثر من وسيلة تعليمية يتعامل معها الطالبة بشكل متتابع بحيث تتناسب إحداها مع قدرات وإمكانات كل طالبة، وتصل به في النهاية إلى مستوى التمكن للموقف التعليمي.
  - الاعتماد على استراتيجيات تدريس فعالة والتي منها إستراتيجية التعلم التعاوني في كل موقف تعليمي من المتوقع أن تسهم في التغلب على مشكلات الفروق الفردية بين الطالبات حيث تسهم خيارات البرنامج المقترح بصورة أكثر فاعلية في مساعدة زملائهم من المتوسطين أو ضعاف التحصيل، كما تتاح الفرصة لكل طالبة بإجراء خطوات أنشطة ومهام البرنامج المقترح حسب سرعته الخاصة.
  - طريقة عرض البرنامج المقترح لجوانب التعلم من حيث مخاطبتها للطالبة وتجزئتها للمعلومات في شكل مهام مرتبة خطوة بخطوة ساعد الطالبات على الفهم الأعمق لمحتوى البرنامج المقترح.
- دلت نتائج البحث على فاعلية البرنامج المقترح في ارتفاع مستويات: التحصيل، ومهارات التفكير التحليلي، حيث جاءت قيمة الدلالة العملية لدلالة الفرق بين متوسطي التطبيقين القبلي والبعدي لدرجات اختبار التحصيل لمجموعة البحث مساوياً ٩٨ % ، كما جاءت قيمة الدلالة العملية لدلالة الفرق بين متوسطي التطبيقين القبلي والبعدي لدرجات اختبار

التفكير التحليلي لمجموعة البحث مساوياً ٩٣% . وهي دلالات عملية قوية تؤكد فاعلية تطبيق البرنامج المقترح في تدريس النظرية الهيولية لتنمية التحصيل ، ويرى الباحث أن هذه النتائج تبدو منطقية وربما يرجع ذلك إلى ما يتسم به البرنامج المقترح من خصائص وسمات كما يلي:

- اعتماد البرنامج على المشاركة الإيجابية للطالبات في عملية التعلم، وتجاوب طالبات مجموعة البحث مع الباحث أثناء التطبيق من خلال قيامهم بتنفيذ أنشطة ومهام البرنامج، واستخلاصهم للنتائج بأنفسهم.
- تقديم التغذية الراجعة المستمرة لطالبات مجموعة البحث عقب أنشطة ومهام البرنامج وضع الطالبات على المسار الصحيح للتعلم.
- إعداد نظام للتعزيز بالاتفاق مع طالبات مجموعة البحث ساهم إيجابياً في زيادة دافعية طالبات المجموعة لتحقيق أفضل مستوى من مستويات التعلم.
- قدرة الطالبة على العمل الفردي والجماعي واستخدام التكنولوجيا المتاحة أثناء تطبيق البرنامج.
- استخدام الكمبيوتر، وتطبيقات الانترنت والوسائل التكنولوجية الأخرى التي يتيحها البرنامج.
- الاختلاف الواضح بين مضمون محتوى البرنامج فى النظرية الهيولية عن محتوى الرياضيات المدرسية التي اعتادت الطالبة على دراستها في فروع الرياضيات المختلفة.

- دلت نتائج البحث على أن قيمة تأثير البرنامج المقترح على مستويات المجال المعرفي الثلاث (التذكر– الفهم– التطبيق) لطالبات مجموعة البحث معاً كمستويات جزئية مرتبة تنازليا كالتالي: التطبيق– الفهم– التذكر، ويرى الباحث أن هذه النتيجة تبدو منطقية وقد يرجع السبب في ذلك للسببين التاليين:
  - توزعت أغلب مفردات مستوى التذكر، والفهم على نوع أسئلة الاختياري، والخطأ والصواب، والتصنيف، والترتيب، والتي قد يصيبها بعض الطالبات في التطبيق القبلي بصورة عشوائية بدون خلفية سابقة، مما أدى انخفاض قيمة التباين بين

التطبيقين القبلي والبعدي في اختبار التحصيل، أما مستوى التطبيق فقد توزعت مفرداته على نوع أسئلة المقال، والتي تتطلب من الطالبة خلفية سابقة بالإجابة، وهو ما أدى إلى عزوف أغلب الطالبات في الإجابة عنها إلا في التطبيق البعدي، لذلك ارتفعت قيمة التباين بين التطبيقين القبلي والبعدي في اختبار التحصيل، وهو ما أدى إلى ارتفاع مستوى التطبيق ليحتل المركز الأول مقارنة بمستويي التذكر والفهم.

- دمج الأنشطة والمهام والمواقف التعليمية التي تعمل على تنمية مهارات التفكير التحليلي بأنشطة ومهام البرنامج المقترح، ولما كانت أنشطة التفكير التحليلي ترتبط بالجوانب العليا من مستويات المجال المعرفي فقد أدى ذلك إلى ارتفاع مستوى التطبيق ليحتل المركز الأول يليه الفهم، ثم التذكر.

(٦) توصيات البحث:

في ضوء ما تقدم من نتائج يوصي البحث بالتوصيات التالية:

١. دمج موضوعات النظرية الهيولية بمراحل التعليم المختلفة لمواكبة التطور العلمي.
٢. التمهيد بإضافة بعض الموضوعات والنماذج الهيولية التي توضح الارتباط بين النظرية الهيولية والبيئة المحيطة في مراحل التعليم العام.
٣. دمج تطبيقات النظرية الهيولية المرتبطة بفروع الرياضيات في كل مراحل التعليم، وكذلك بالفروع العلمية الأخرى التي يدرسها الطلاب بالمقررات الدراسية، للتأكيد على العلاقة الوثيقة بين الرياضيات بشكل عام والنظرية الهيولية بشكل خاص.
٤. إضافة مفاهيم النظرية الهيولية لمقرر الرياضيات أو المناهج وطرق التدريس بكليات إعداد المعلم، حتى يتمكن المعلم من تدريسها عندما يبدأ العمل كمعلم وتكون تلك الموضوعات قد أضيفت إلى مقررات الرياضيات في مراحل التعليم المختلفة.

بحوث مقترحة: في ضوء ما تقدم من نتائج يقترح البحث إجراء البحوث والدراسات التالية:

١. فاعلية مداخل تكنولوجية مقترحة(التعلم الإلكتروني– التعلم الإلكتروني المدمج– برامج الكمبيوتر متعددة الوسائط) في النظرية الهيولية لمراحل تدريسية مختلفة.
٢. فاعلية المعمل الإلكتروني في إنتاج الأشكال الهيولية لمراحل تدريسية مختلفة.

٣. فاعلية التعلم الإلكتروني المدمج في تدريس النظرية الهيولية لدى تلاميذ أي مرحلة تعليمية ذوي صعوبات تعلم.
٤. فاعلية التعلم الإلكتروني المدمج في تدريس النظرية الهيولية لدى تلاميذ أي مرحلة تعليمية ذوي الحاجات الخاصة.
٥. فاعلية التعلم الإلكتروني المدمج في تدريس النظرية الهيولية وتنمية أنماط مختلفة من التفكير لدى تلاميذ أي مرحلة تعليمية.

مراجع البحث:

١. **أحمد إبراهيم الزيدان(٢٠٠٩): الشواش في منظومة محكومة بالقوى الثقالية والمغناطيسية**، كلية العلوم، جامعة دمشق، سوريا، متاح على الموقع: (٢٠١٧/١٢)

http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:XFDNX8CpMcs

٢. **إيمان محمد الرياش(٢٠٠٥)**: بناء وتجريب وحدة في تعلم مفاهيم ومهارات بعض النماذج الرياضية لظاهرة الفوضى لطلاب المرحلة الثانوية، **رسالة ماجستير غير منشورة**، كلية التربية، جامعة عين شمس.

٣. **بان عدنان (٢٠١٦): الطفولة والمراهقة**، متاح على الموقع الإلكتروني: (٢٠١٨/١):
https://uomustansiriyah.edu.iq/media/lectures/8/8_2016__AM.docx

٤. **جيهان زين العابدين (٢٠١١):" فاعلية برنامج كمبيوتر متعدد الوسائط في اكتساب مفاهيم ومهارات بعض النماذج الرياضية لنظرية الفوضى وتنمية التفكير البصري والتفكير الناقد لدى الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات"**، **رسالة دكتوراه، كلية التربية، جامعة قناة السويس.**

٥. **علي سعيد الجدري(٢٠١٧)**: برنامج مقترح في نظرية الفوضى وقياس فاعليته في تنمية القدرة على حل المشكلات والتفكير الناقد لدى الطلبة المعلمين بكليات التربية في اليمن، **رسالة دكتوراه** (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة عين شمس.

٦. **نظلة حسن خضر(٢٠٠٤): معلم الرياضيات والتجديدات الرياضية**_– هندسة الفراكتال وتنمية الابتكار التدريسي لمعلم الرياضيات، ط(١)، عالم الكتب، القاهرة.

٧. **وليم عبيد (٢٠٠١)**: آفاق جديدة في تعليم وتعلم الرياضيات "نظرية الفوضى" **مجلة تربويات الرياضيات**، أكتوبر، ص ص٩–١٥.

٨. ــــــــــــ(٢٠٠٦): **نظرية الفوضى** ، ملتقى الفيزيائيين العرب ، متاح على www.phys4arab.net

9. **Abu-Elwan,R.(2007):** Effectiveness of Teaching "CHAOS THEORY AND FRACTAL GEOMETRY" on Developing Secondary Students' Geometric Reasoning Skills", **Third International Conference on Research and Education Mathematics**,Malizia,10-12 April.
10. **Michael Field, Martin Golubitsky(2009**): Symmetry in Chaos (**A Search for pattern in mathematics, ary, and nature second edition**), Copyright by the Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM).
11. **Robert, L. (1995):** "**New Directions for Teaching and Learning Geometry**," Mathematical Association of America. Vol 15, No. 3.
12. **Robert,L. (1992):** " **Integrating Discrete Mathematics into Existing Mathematics Curricula**, Grades 9—12",Published by the American Mathematical Society and the National Council of Teachers of Mathematics Available at :
    http://dimacs.rutgers.edu/Volumes/schools/overview.html
13. **Ljupco Kocarev and Shiguo Lian(2011**): **Chaos-Based Cryptography Theory,Algorithms and Applications,** Library of Congress, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
14. **Yurii Bolotin, Anatoli Tur, Vladimir Yanovsky(2009**): **Chaos: Concepts, Control and Constructive Use**, Library of Congress, Springer-Verlag Berlin Heidelberg .