برنامج مقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها قائم على التكامل المعرفي لتنمية التفكير البيني وتعديل المعتقدات الإبستمولوجية لدى معلمي العلوم والرياضيات

إعـــداد

أ.م.د/ هبة محمد محمود عبد العال
أستاذ المناهج وطرق تدريس الرياضيات المساعد
كلية التربية – جامعة عين شمس

أ.م.د/ هبة فؤاد سيد فؤاد
أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد
كلية التربية – جامعة عين شمس

المستخلص

هدف البحث إلى إعداد برنامج مقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها في ضوء التكامل المعرفي، وقياس فاعليته في تنمية مهارات التفكير البيني وتعديل المعتقدات الإبستمولوجية لدى معلمي العلوم والرياضيات. ولتحقيق هذا الهدف، قامت الباحثتان بتحديد الأسس التي يقوم عليها البرنامج المقترح، وبناء أداتي التقييم للبحث، وهما مقياس مهارات التفكير البيني، ومقياس المعتقدات الإبستمولوجية. وللتحقق من فاعلية البرنامج المقترح تم استخدام المنهج التجريبي الذي يعتمد على التصميم التجريبي القائم على المجموعة الواحدة، وتألفت عينة البحث من (30) معلم علوم ورياضيات عاملين بمدارس التعليم قبل الجامعي التابعة لوزارة التربية والتعليم. وتم تطبيق أدوات البحث قبل وبعد تدريس البرنامج. وقد أظهرت نتائج البحث وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq 0,05$) بين متوسطي درجات معلمي العلوم والرياضيات في التطبيقين القبلي/ البعدي لكل من مقياس التفكير البيني، ومقياس المعتقدات الإبستمولوجية لصالح التطبيق البعدي. وهذا يدل على فاعلية بناء البرنامج المقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها في ضوء التكامل المعرفي في تنمية مهارات التفكير البيني وتعديل المعتقدات الإبستمولوجية لدى معلمي العلوم والرياضيات.

الكلمات المفتاحية: نظرية الهيولية وتطبيقاتها، التكامل المعرفي، التفكير البيني، المعتقدات الإبستمولوجية.

A Proposed program in Chaos theory and its applications based on cognitive integration to develop interdisciplinary thinking and modify the epistemological beliefs among science and mathematics teachers.

Heba Mohamed Mahmoud Abdelaal
Assistant Professor of Mathematics Curricula and Instruction
Faculty of Education – Ain Shams University.

Heba fouad sayed fouad
Assistant Professor of Science Curricula and Instruction
Faculty of Education – Ain Shams University.

Abstract

The aim of this research is to prepare a proposed program in Chaos theory and its applications based on cognitive integration, and to measure its effectiveness in developing interdisciplinary thinking skills and epistemological beliefs among teachers of science and mathematics**.** To achieve this goal, the two researchers identified the foundations on which the proposal program is based**,** Prepared the assessment tools represented in interdisciplinary thinking skills scale, and the epistemological beliefs scale. To verify the effectiveness of the proposed program, the two researchers used the experimental approach, which depends on the experimental design based on one group**.** Then the research tools were applied before and after implementation the programme**.** then Field experimentation, ending with data monitoring and statistical processing, down to the research results, interpretation, and discussion. Conducting the results of the study showed the effectiveness of a proposed program in Chaos theory and its applications based on cognitive integration to develop interdisciplinary thinking and modify the epistemological beliefs among science and mathematics teachers.

Keywords: Chaos theory and its applications, cognitive integration, Interdisciplinary thinking, Epistemological beliefs.

برنامج مقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها قائم على التكامل المعرفي لتنمية التفكير البيني وتعديل المعتقدات الإبستمولوجية لدى معلمي العلوم والرياضيات

إعـــــداد

أ.م.د/ هبة محمد محمود عبد العال
أستاذ المناهج وطرق تدريس الرياضيات المساعد
كلية التربية – جامعة عين شمس

أ.م.د/ هبة فؤاد سيد فؤاد
أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد
كلية التربية – جامعة عين شمس

مقدمة

نظـرًا لمـا يشـهده عالمنـا المعاصـر مـن قضـايا وظـواهر علميـة تتسـم بالتعقـد والديناميكية، ومشـكلات مجتمعيـة وعالميـة ليسـت منفصـلة عـن بعضـها أو مقسـمة إلـى فروع مختلفة من المعرفة، فإن فلسفة التكامل المعرفـي، الـذي يـأتي التكامـل بـين العلـوم والرياضيات في سياقها تتوافق مع الفكر التربوي الحديث الذي يؤكـد علـى أن المجـالات العلميـة متداخلـة ومتشـابكة تقـوم بينهـا علاقـات لا يمكـن تجاهلهـا، وضـرورة تـرابط المعلومات والمعارف بنظام يجمع بـين التخصصـات المختلفـة، الأمـر الـذي يتطلـب مـن الأفراد أن يكونوا قادرين على مواكبـة التطـورات فـي مجـالات العلـوم المختلفـة وفهمهـا خلال من وحدة العلم؛ للوصول إلى حلول للمشكلات وتفسـير الظـواهر بصـورة متكاملـة وشاملة.

وأوضح زاهر (2019)[1] ؛James &Welch (2018) أن التكامل المعرفي يهدف إلى تقديم معارف وخبرات تعليمية حقيقة ومتنوعة يتم ربطها ومعالجتها باسـتخدام التخصصات المختلفة، مما يساعد في إعداد أفـراد يمتلكـون مواصـفات ومهـارات عمليـة وعلمية تؤهلهم للتعامل مع متطلبات العصر الحـديث، وحـل مشـكلات المجتمـع المعقـدة. كما أكد إسماعيل (2017)؛ العادل (2021) على أن التكامل المعرفي ضرورة منهجيـة وتعليمية في زمن التفكيك الذي يُفقد الأشياء والموضوعات معانيها الكلية الشاملة، ويجعل

(1) يسير نظام التوثيق في هذا البحث وفقًا لنظام الجمعية النفسية المريكية (APA) الإصدار السابع.

المعلم مشتتًافي الجزئيات الدقيقة، دون فهم ما لقضاياه البسيطة من علاقات تكاملية وتداخلية مع القضايا الأخرى في تخصصه وفي العلوم الآخري.

فالتكامل المعرفي ليس مجرد تجميع المعارف والعلوم المتنوعة بين فروع العلم؛ لتصبح علمًا واحد، ولكنه يهدف إلى تقديم المعلومات والمعارف كنسيج واحد مؤلف من عدد من التخصصات العلمية والتطبيقية، وكيفية ارتباطها بالعلوم الإنسانية المختلفة؛ لتحقيق مخرجات موضوعية للبحث العلمي، وتفسير الظواهر وحل المشكلات، وتعزيز القدرة التنافسية من خلال اكتساب المعارف المتكاملة وتحقيق وحدة الخبرات التي قد تسهم في بناء شخصية المعلم بطريقة تكاملية.

ونظرًا للدور المهم الذي تلعبه العلوم والرياضيات في إعداد الفرد لمواجهة التقدم العلمي والتكنولوجي الذي يسود العالم، ولطبيعة العلاقة التكاملية التبادلية بين العلوم والرياضيات، حيث تعتبر الرياضيات بما تتضمنه من نظريات ومقاييس متعددة الأداة واللغة العلمية التي تساعد على تحليل المفاهيم والظواهر العلمية وتفسيرها؛ مما يساعد على تعلم العلوم وتعليمها وجعل المفاهيم العلمية أكثر فائدة وذات معنى. أما الأمثلة المادية والأنشطة والظواهر العلمية تساعد في توضيح المفاهيم والعلاقات الرياضية المجردة وفهمهما؛ مما يساعد على تعلم الرياضيات وتعليمها، كما أن التطوير في العلوم والتكنولجيا غالبًا ما يحفز الابتكارات الرياضية من خلال إيجاد أنواع جديدة من المشكلات لحلها، وفي حين إن الموضوعات الرياضية غالبا ما تتطلب المزيد من التحليل والتأمل العميق والاجتهاد لربطها بالمفاهيم في مادة العلوم، ولعل هذا ما يعزز فكرة التكامل بين العلوم والرياضيات في برامج تدريب معلمي العلوم والرياضيات (إبراهيم والجزائري،2014؛ Alghamdi ,2017 ؛ Basista & Mathews,2002).

كما أن اعتماد كل من العلوم والرياضيات على المفاهيم والنظريات والتطبيق والتجريب، ووجود ارتباطًا وثيقًا بين التفكير العلمي والتفكير الرياضي، بالإضافة إلى أنواع التفكير الأخرى، كالتفكير المنطقي والتفكير النقدي والتفكير الاستنتاجي التي يمكن

الاعتماد عليهم في تدريس العلوم والرياضيات، فضلًا عن التشابه الكبير بين استراتيجيات وطرائق تدريس العلوم والرياضيات والعمليات العقلية والأساليب البحثية المتبعة، والتي توفر جميعها درجة كبيرة من الاتساق الهيكلي يسمح بالتكامل بين المجالين بشكل أعمق (Ríordáin, Johnston & Walshe,2016).

ويتفق ذلك مع نتائج بعض الدراسات، مثل : دراسة إبراهيم والرويشد (2022)؛ العبيد الله (2016)؛ فقيهي (2019)؛ Carmichael (2018)؛ (2018) Walsha , Johnston & McClelland ؛(2019) Slomka ؛ Klein (2017) التي توصلت إلى ضرورة الاهتمام بتعميق المعرفة العلمية والرياضية بصورة تكاملية لدى المعلمين، وأن معتقدات المعلمين حول تكامل العلوم والرياضيات يؤثر على أدائهم وممارستهم داخل الفصل الدراسي. كما أشارت نتائج دراسة Brown et al. (2019) بأن المعلمين يواجهون صعوبات عند العمل المشترك في إعداد الوحدات التعليمية متعددة التخصصات، الأمر الذي يتطلب توجيه الجهود وتنظيم برامج تدعم التشارك وتبادل المعرفة بين التخصصات المختلفة.

ومن منطلق عدم حصر المعلم بحدود التخصص، يجب إعادة النظر في فلسفة برامج تدريب معلمي العلوم والرياضيات وأهدافها ومحتواها، والتركيز على تقديم المعارف والخبرات التعليمية في سياقات حقيقية تبرز العلاقة التكاملية بين العلوم والرياضيات، مما يسهم في تحسين قدرتهم على التعامل مع القضايا والمشكلات المركبة، وفهم وتفسير الظواهر المحطية بهم بصورة أعمق وأشمل.

ومن النظريات التطبيقية التي تُعد مجالًا خصبًا لإبراز التكامل بين العلوم والرياضيات نظرية الهيولية، كونها أحد الأساليب المستقبلية المناسبة لتفسير الظواهر العلمية التي تتسم بعمق التعقد، والتنبؤ باستمراريتها(إبراهيم ،2014). كما تختص نظرية الهيولية بدراسة المشكلات الحياتية وفهم طبيعة الظواهر المعقدة التي لا تتبع منهج "السبب – النتيجة" التقليدي، حيث لا تمثل الهيولية في العلوم الطبيعية حالة

اللاعشوائية وانعدام النظام الذي يتبادر إلى الذهن، ولكنها تتضمن عددًا من الأنظمة التي تتصف بالعشوائية في ظاهرها، ولكنها في الواقع أحداث متشابكة ونماذج متكررة، لذا فإن أي نظام في العالم الحقيقي يمكن أن يكون التنبؤ بسلوكه على المدى البعيد صحيحًا فقط إذا تم تحديد أوضاعه الأولية بدقة كاملة، كما أن كل شيء في حالة تغير مستمر، ولا توجد نهايات (Win ,2008).

وأشار Eduardo et al. (2012) إلى أن نظرية الهيولية لها العديد من التطبيقات في مجالات الاقتصاد والطب والطقس والمناخ، وديناميات الأقمار الصناعية، والمجال المغناطيسي للأجرام السماوية، والتفاعلات الكيميائية، كما وجد السلوك الفوضوي أيضًا في عدد من تطبيقات الهندسة الكهربائية، وفي مختبر الدوائر الكهربائية، والليزر، وتكنولوجيا الاتصالات، بالإضافة إلى أن تطبيق نظرية الفوضى في التعليم يوفر فرصة كبيرة للتغيير والتحول، لأن التعلم والتفكير ليس عمليتين خطيتين، فضلًا عن أنها توضح كيفية حدوث التعلم، بسبب وجود عدد من العوامل الداخلية مثل: التحفيز الذاتي، والثقة، والقدرة، والمعرفة السابقة، والمهارات ما وراء المعرفية واستراتيجيات التعلم، وأيضًا وجود عدد من العوامل الخارجية مثل: كفاءة المعلم، وبيئة التعلم المادية، والسياسات الحكومية.

وأضاف قلامين (2015) أن نظرية الهيولية لم تقتصر على تفسير العلوم والظواهر الطبيعية بل تعددت مجالاتها، لتُغير نظرة العلم من النظرة التقليدية الحتمية المطلقة القائمة علي فكرة النظام والاتساق الكوني إلى نظرة جديدة أصبح فيها اللانظام شرطًا جديدًا للمعرفة ووجهًا مقابلًا لهذا النظام، وقد شمل هذا التغير مختلف العلوم بما فيها العلوم الإنسانية.

فطبيعة نظرية الهيولية البينية وارتباطها بعديد من مجالات الحياة المتنوعة، وتفسيرها للظواهر الطبيعية وحل المشكلات الحياتية عن طريق التكامل بين المجالات المعرفية المختلفة وخاصة مجالي العلوم والرياضيات، كل ذلك يجعل نظرية الهيولية قد

تساهم في إثراء وتنمية التفكير البيني؛ مما يساعد المعلمين على تطوير وفهم العلاقات البينية بين العلوم المختلفة.

فالتفكير البيني هو الأداة الفاعلة لفهم عاملنا والتفاعل معه؛ لأنه يُمكن من فهم قضايا ومشكلات العالم المعاصر ذات الطبيعة المعقدة وتفسير ظواهره من خلال تكوين روابط ذات معني بين التخصصات المختلفة، بل والقدرة على الوصول إلى حلول جديدة مبتكرة، من خلال تنمية القدرة على دمج المعرفة وأساليب التفكير في مختلف التخصصات(2010) .Spelt et al وأوضح(2016) Block أهمية تنمية مهارات التفكير البيني، حيث تمكن من التفكير بطرق متعددة، وتوقع التغيير والتضاد بين الأحداث، وهذا ما سيساعد في اتخاذ قرارات ناجحة من خلال الانفتاح على كل الحلول، والقدرة على تصور أكثر من سيناريو.

وأضاف(2019) Kramer & Walston أن التفكير البيني يُكسب الخبرة في معالجة المشكلات بطرق متنوعة، وتقديم المساعدة والدعم أثناء العمل في فرق متعددة التخصصات، كما ينمي القدرة على طرح الأسئلة من وجهات نظر متعددة التخصصات، وإيجاد أوجه التشابه والاختلاف بين التخصصات المختلفة.

وأشار رمضان (2015) إلى أن استحداث تصور مختلف للتعامل مع المقررات التعليمية من منظور البينية يفرض تحديًا مهنيًا إضافيًا على المعلم، والذي يُفترض أن يكون متمكنًا من الكفايات المحققة للتفكير البيني في تناول المناهج الدراسية؛ حتي يكون قادر على استيعاب هذا التعدد، والتكامل بين التخصصات، وتحديد متى يربط تخصصه بالتخصصات الآخري، وأضاف(2019) Tan & So أن امتلاك المعلمين لمهارات التفكير البيني سيساعدهم على الاستفادة من التخصصات المختلفة، وتوظيفها في إيجاد الروابط المنطقية ليس فقط بين التخصصات المتقاربة، بل أيضًا التخصصات التي تنتمي لمجالات مختلفة.

وفي هذا الصدد، أشارت نتائج دراسة كلًا من إسماعيل وإبراهيم (2022)؛ Henriksen (2016) إلى أهمية تنمية مهارات التفكير البيني لدى المعلمين، وفاعليتها في تحسين ممارستهم التدريسية، فهي تمكنهم من توصيل المعرفة والخبرات للمتعلمين بطريقة وظيفية، والانتقال المرن بين التخصصات المختلفة، فكثير من المتعلمين بالرغم من تفوقهم الدراسي إلا أنهم يعجزون عن تطبيق ما تعلموه من معارف في الواقع، وأحد أهم أسباب ذلك ضعف قدرة المعلم على تبني رؤي نابعة من مجالات علمية متعددة. كما توصلت نتائج دراسة عيسي (2019) إلى أن تمكن المعلمين من التفكير متعدد التخصصات له فاعلية في إبداع المعلمين لأنشطة جديدة ومساعدة طلابهم في التعلم والتفسير الصحيح لتعليقات الطلاب واكتشاف تصوراتهم الخطأ حول المفاهيم.

وكما تُعد نظرية الهيولية من النظريات التي أعادت النظر في كثير من تصوراتنا عن مفهوم العلم وما يتضمنه من تصورات إبستمولوجية، فحينما بدأ العلم في حل ألغاز الكون عانى من صعوبة تفسير كثير من الظواهر التي اكتنفها بعض الغموض، مثل: حركة امواج البحار والتقلبات في الأنواع وأعدادها، وتقلبات المناخ، والتذبذب في عمل القلب والدماغ وكثير من ظواهر السلوك الإنساني (محمود،2017).

وأوضح القرشي (2020) ؛ Bakar & Ali (2018) أن المعتقدات الإبستمولوجية تؤلف اللبنة الأولى للإطار الفكري للمتعلم، وتصبح جزءًا من تكوين شخصيته؛ لأنها تساعده على تحسين ثقته بنفسه، وفهمه لعملية التعلم، كما أنها تؤثر على طريقه تفكيره وحل المشكلات التي يواجهها، وقدرته على معالجة وتقديم المعرفة.

كما تؤدي المعتقدات الإبستمولوجية دورًا مهمًا في رفع كفاءات المعلم، حيث إنها تؤثر في كيفية تعامله مع المعرفة العلمية، وكيفيه استخدام وتوظيف تلك المعرفة خلال ممارسته التدريسية، بالإضافة إلى أنها تُشكل المعنى الذي ينسبه المعلم إلى قيمته المهنية من خلال الاعتقاد المعرفي الإيجابي بأن المعرفة يمكن اكتسابها من خلال التعلم(Goksu & Demir,2021؛ Kaya,2017).

ويري العظامات (2021) أن معتقدات المعلمين الإبستمولوجية تفسر ظهور بعض المشكلات أثناء عملهم، كما أنها تؤثر على عدم تحقيقهم لنواتج التعلم؛ نظرًا لاتخاذهم قرارات تدريسية غير صائبة بناء على بعض المعتقدات الخاطئة المترسخة لديهم حول كيفية حدوث التعلم.

وأشار الترتوري(2019) أن المعتقدات الإبستمولوجية لدى المعلم ترتبط بعلاقة واضحة بالمهارات العلمية والأكاديمية التي يمارسها، باعتبار أن مفهوم الذات الأكاديمية لا يتشكل إلا من خلال تكوين التصورات والمعتقدات الإبستمولوجية، وأضاف عيسي (2019) أن النجاح المهني للمعلم مرتبط بمعتقداته وأفكاره حول التعلم، كما أن أفكار المعلمين التي يؤمنون بها، ورؤيتهم الشخصية، وخبراتهم التي مروا بها تؤثر على تفضيلاتهم الشخصية وقراراتهم التدريسية؛ لذا ينبغي الاهتمام بتكوين معتقدات إبستمولوجية صحيحة تمكن المعلمين من تبني ممارسات صفية ناجحة، بالإضافة إلى العمل على تعديل المعتقدات الإبستمولوجية الخاطئة لديهم.

وبناء على ما سبق، يتضح دور المعتقدات الإبستمولوجية في جودة التدريس، وأن امتلاك معلمي العلوم والرياضيات لمعتقدات إبستمولوجية صحيحة ومطورة حول طبيعة المعرفة التي سيقومون بتدريسها، ومصدرها، وأدواتها، وطرق وأساليب تعلمها وتعليمها؛ سينعكس إيجابيًا على أدائهم وممارستهم التدريسية لتلك المعرفة، وتحسين قدرتهم على معالجة المعرفة العلمية وتوظيفها في المواقف المختلفة، وسهولة إكساب تلك المعارف للطلاب، وتعميق فهمهم لها، وكذلك تفسير الظواهر العلمية، فضلًا عن زيادة قدرتهم على حل المشكلات غير التقليدية، والوصول إلى الاستنتاجات الصحيحة.

وعلى الرغم من أهمية المعتقدات الإبستمولوجية، فقد أظهرت نتائج بعض البحوث والدراسات السابقة كدراسة الخزيم (2020) ؛ القرشي (2109) ؛ سويطي (2018)؛ Kucukaydin & Gokbulut (2020) ؛ Kirmizigul & Bektas (2019) ؛ Lee et al. (2013)؛ Soleimani (2020) ؛ Sun (2017) وجود معتقدات

إبستمولوجية سطحية وخاطئة لدى المعلمين، وأوصت بضرورة تحسين هذه المعتقدات لديهم من خلال برامج تدريبية، لتحسين جودة أداء وممارسات المعلمين، مما ينعكس على جودة النظام التعليمي بأكلمه.

وباستقراء الواقع عن مدى توافر مهارات التفكير البيني والمعتقدات الإبستولوجية لدى معلمي العلوم والرياضيات، قامت الباحثتان بإجراء دراسة استكشافية تشخيصية[2] على عينه مكونه من (12) معلمًا ومعلمة تخصص علوم ورياضيات، حيث طبق مقياس للتفكير البيني من إعداد الباحثتين، وبحساب متوسط درجات المعلمين بالنسبة للدرجة الكلية للمقياس (24 درجة)، أظهرت النتائج ضعف مهارات التفكير البيني لديهم، حيث بلغ متوسط درجات المعلمين 8.33 بنسبة 34.71%. كما تم تطبيق مقياس للمعتقدات الإبستمولوجية على نفس العينة، وبحساب متوسطات درجاتهم بالنسبة للدرجة الكلية للمقياس (250 درجة)، أظهرت النتائج وجود معتقدات إبستمولوجية سطحية وخاطئة حول التعلم والمعرفة ومصادرها وأساليب تعلمها وتعليمها، لديهم حيث بلغ متوسط درجات المعلمين 107.92 بنسبة 43.17%.

وتأسيسًا على ما سبق، تتضح أهمية تضمين برامج تدريب معلمي العلوم والرياضيات لنظريات علمية حديثة كنظرية الهيولية وتطبيقاتها في مجالات الحياة المختلفة التي ترتكز على التكامل المعرفي الذي أصبح يمثل ضرورة تربوية وتعليمية ملحة، مما يسهم في تنمية التفكير البيني وتعديل المعتقدات الإبستمولوجية باعتبارهما ضرويتان تفرضهما قضايا العصر الحالي ومشكلاته وظواهرة المعقدة المتشابكة. ومن هنا جاءت الحاجة لإجراء هذا البحث، الذي سعى إلى قياس فاعلية برنامج مقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها قائم على التكامل المعرفي في تنمية مهارات التفكير البيني وتعديل المعتقدات الإبستمولوجية لدى معلمي العلوم والرياضيات.

(1) ملحق (2) : أدوات الدراسة الاستكشافية التشخيصية .

مشكلة البحث:

تحددت مشكلة هذا البحث في ضعف مستوى مهارات التفكير البيني، وامتلاك معلمي العلوم والرياضيات معتقدات إبستمولوجية غير صحيحة، وفي سبيل التصدي لهذه المشكلة حاول هذا البحث الإجابة عن السؤال الرئيس التالي:

" ما فاعلية برنامج مقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها قائم على التكامل المعرفي في تنمية التفكير البيني وتعديل المعتقدات الإبستمولوجية لدى معلمي العلوم والرياضيات؟

ويتفرع عن هذا السؤال الرئيس الأسئلة التالية:

1. ما أسس برنامج مقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها قائم على التكامل المعرفي في تنمية التفكير البيني وتعديل المعتقدات الإبستمولوجية لدى معلمي العلوم والرياضيات؟
2. ما صورة البرنامج المقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها القائم على التكامل المعرفي في تنمية التفكير البيني وتعديل المعتقدات الإبستمولوجية لدى معلمي العلوم والرياضيات؟
3. ما فاعلية البرنامج المقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها قائم على التكامل المعرفي في تنمية التفكير البيني لدى معلمي العلوم والرياضيات؟
4. ما فاعلية البرنامج المقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها قائم على التكامل المعرفي في تعديل المعتقدات الإبستمولوجية لدى معلمي العلوم والرياضيات؟

حدود البحث :

اقتصر البحث على الحدود الآتية :-

- مهارات التفكير البيني وتمثلت في: الفهم البيني - الاستقصاء البيني – التواصل البيني – تفسير الظواهر من منظورات متنوعة .
- أبعاد المعتقدات الإبستمولوجية وتمثلت في: بنية المعرفة – يقينية المعرفة – مصدر المعرفة - سرعة التعلم – التحكم في التعلم.

- مجموعة من المعلمين المقيدين بالدراسات العليا (تخصص العلوم والرياضيات) - بكلية التربية – جامعة عين شمس للعام الدراسي 2023/2022، وتم اختيار المعلمين العاملين بمدارس التعليم قبل الجامعي التابعة لوزارة التربية والتعليم.
- نتائج البحث وتفسيرها يرتبط بظروف وطبيعة مجموعة البحث وزمان ومكان تطبيقه.

فروض البحث:

1. يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq 0,05$) بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي / البعدي لمقياس مهارات التفكير البيني ككل وفي كل مهارة من مهاراته لصالح التطبيق البعدي.
2. يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوي ($\alpha \leq 0,05$) بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي / البعدي لمقياس المعتقدات الإبستمولوجية ككل وفى كل بعد من أبعاده لصالح التطبيق البعدي.

مصطلحات البحث :

1- نظرية الهيولية:

عرفتها أحمد وآخرون (2022) بأنها علم يهدف إلى دراسة الآثار المحتملة بعيدة المدي للتغيرات الأولية الطفيفة للسلوك غير المتكرر المعقد الذي لا يمكن التنبؤ به لاعتماده علي الحساسية المفرطة الأولية بفعل العلاقات المتبادلة بين عوامل ومكونات كثيرة لا نهائية مرتبطة به.

وتُعرف إجرائيًا بأنها نظرية علمية تهتم بدراسة الكون والظواهر الطبيعية وتغيراتها، وفهم ما فيها من علاقات ديناميكية متشابكة، مما يسهم في تنمية قدرة معلمي العلوم والرياضيات على تفسير الظواهر العلمية بصورة متكاملة من خلال إيجاد الروابط بين التخصصات المختلفة وتقديم استفسارات متعددة التخصص.

2- التكامل المعرفي :

عرفه مهورياشة (2017) بأنه اتجاه فكري معاصر يهدف إلى تجاوز التجزئة بين فروع المعرفة المختلفة، وإعادة التأسيس للتكامل بينها، وهو كأداة منهجية معني بدراسة الظواهر وفق رؤية تكاملية، والأخذ بالمقاربة المنهجية المتعددة بدلًا من آحادية المنهج الوضعي، والاهتمام بالتفسير التكاملي.

ويُعرف إجرائيًا بأنه طريقة منهجية لبناء وتنظيم موضوعات نظريه الهيولية وتطبيقاتها وتقديمها لمعلمي العلوم والرياضيات بشكل متكامل، من خلال دمج المعارف والمهارات التي يتضمنها مجالين العلوم والرياضيات، بهدف تطوير قدره معلمي العلوم والرياضيات على تحليل وتفسير الظواهر المحيطة بهم بطريقة تكاملية، وتكوين الخبرات بطريقة أكثر عمقًا ودلالة في بيئة تعليمية ثرية، وبأدوات وأساليب تعليمية قائمة على البحث والتحقق والتفكير البيني في مجالي العلوم والرياضيات.

3- مهارات التفكير البيني:

عرفها عبد الفتاح (2022) بأنها مجموعة من العمليات العقلية التي يتم استخدامها لحل المشكلات أو تفسير الظواهر من خلال الدمج بين التخصصات المختلفة ؛ مما يسهم في تكوين روابط ذات معني بين التخصصات المختلفة، وإحداث تداخل بين الأفكار من مجال معين مع افكار من مجال آخر لإنتاج أفكار جديدة.

وتُعرف إجرائيًا بأنها قدرة معلمي العلوم والرياضيات على إيجاد روابط بين التخصصات بصورة متوازنة والبحث عن القواسم المشتركة بين هذه التخصصات أثناء دراسة نظرية الهيولية وتطبيقاتها؛ للوصول لتفسير الظواهر العلمية وحل المشكلات من خلال تكامل وجهات نظر التخصصات المختلفة، بالإضافة للتواصل الإيجابي مع زملاء من مختلف التخصصات لتحقيق أهداف وغايات مشتركة، وتُقاس بالدرجة التي يحصل عليها المعلم في مقياس التفكير البيني المُعد لذلك.

4- المعتقدات الإبستمولوجية:

عرفها الخزيم (2020) بأنها مجموعة من الأفكار والقناعات لدى المعلم؛ تجعله في تفاعل مستمر مع المعرفة، وفهم ما هي طبيعتها، طرق الحصول عليها، وكيفية الحكم عليها وتقويمها، مما يسهم في تحسين وتطوير تلك المعرفة وطرق تعلمها وتعليمها أثناء ممارساته التدريسية.

وتُعرف إجرائيًا بأنها وجهات نظر ومعتقدات معلمي العلوم والرياضيات المعرفية فيما يتعلق بطبيعة المعرفة ومصدرها وكيفية تنظيمها وكيفية تطورها وطرق توظيفها، مما يؤثر على اكتساب المعارف وطرق تعلمها وتعليمها أثناء ممارساتهم التدريسية، وتُقاس بالدرجة التي يحصل عليها المعلم في مقياس المعتقدات الإبستمولوجية المُعد لذلك.

أهمية البحث

تظهر أهمية هذا البحث لما يمكن أن يقدمه لكل من :

- **مخططي ومطوري برامج تدريب المعلمين:** يلفت هذا البحث أنظار المسئولين والمعنيين بوزارة التربية والتعليم لمراجعة وتطوير خطة برامج تدريب المعلمين، وتزويدهم بأطر علمية لتحقيق التكامل المعرفي بين التخصصات المختلفة بما يحقق النمو المعرفي بمختلف مستوياتهم وتخصصاتهم، بالإضافة إلي تنمية مهارات التفكير البيني وتعديل المعتقدات الإبستمولوجية باعتبارهم من أهم نتاجات التعلم .
- **المعلمين:** تزويد المعلمين ببرنامج في نظرية الهيولية وتطبيقاتها قائم على التكامل المعرفي يمكن أن يساعدهم في إعداد أنشطة تكاملية تمكن المتعلمين من ممارسة التفكير البيني وتعديل من المعتقدات الإبستمولوجية لديهم، بالإضافة إلى إمداد المعلمين بمقياس للتفكير البيني، وآخر للمعتقدات الإبستمولوجية يمكن الاستفادة بهم في قياس تلك الجوانب.

- **الباحثين في مجال المناهج وطرق التدريس :** حيث يفتح هذا البحث المجال أمام الباحثين لإجراء بحوث آخري لتنمية مهارات التفكير البيني والمعتقدات الإبستمولوجية باستخدام برامج ومداخل تدريسية آخري، وكذلك إجراء بحوث تستخدم نظرية الهيولية وتطبيقاتها، والتكامل المعرفي لتنمية نواتج تعلم آخرى لدى المعلمين، بالإضافة إلى أنه يقدم مقياس لمهارات التفكير البيني، ومقياس للمعتقدات الإبستمولوجية على درجة عالية من الموثوقية يمكن الإستفادة عند إعداد مثل هذه الأدوات.

الإطار المعرفي للبحث

يُعد التكامل المعرفي أحد أبرز التوجهات العالمية الحديثة في التعليم ؛ لمواكبة ظاهرة التعقيد في التحولات المجتمعية، والمعلوماتية، وثورة الاتصالات، وما يرتبط بذلك من تغيرات في بنية المعرفة، ومنهجيتها من حيث توجهها نحو الدراسات عبر المعرفية، الأمر الذي يُميزه في المحافظة علي ديمومة المعرفة واستمراريتها، وتحقيق أعلي معدل من التفاعل العلمي والبحثي بين العلماء والمفكرين والباحثين في جميع المجالات النظرية والعلمية التطبيقية، فضلًا عن دوره المهم في دراسة الظواهر الطبيعية والمجتمعية من زوايا ورؤي متنوعة بين العلوم النظرية الإنسانية، والعلوم الطبيعية والتطبيقية، مما يسهم في تكوين المبدعين والمفكرين بطريقة تكاملية.

مفهوم التكامل المعرفي:

عرفه Everett (2019) بأنه طريقة للفهم الشامل لطبيعة الأنظمة المعقدة من خلال اتباع منهج شامل ومتكامل من البناء المعرفي يعزز تبادل الأفكار وتكامل الرؤى عبر التخصصات المختلفة؛ مما قد يؤدي إلى حلول جديدة قابلة للتطبيق. وتناوله (2019) Wan & Chengبأنه دمج المعارف وأنماط التفكير المختلفة بالتخصصات أو المجالات المعرفية المتنوعة؛ بهدف تحقيق فهم أعمق، وتنمية القدرة على حل المشكلات المتنوعة والمعقدة، بما يسهم في تنمية مهارات التفكير العليا. وأشار إليه العامري(2018) بأنه تقديم وعرض المعرفة في نمط وظيفي على صورة مفاهيم

متدرجة ومترابطة تغطي المعلومات المختلفة دون أن يكون هناك تجزئة أو تقسيم للمعرفة إلى مجالات منفصلة، وإيجاد العلاقة الأفقية بين مختلف المناهج الدراسية. كما أشار بلعي (2017) إلى التكامل المعرفي بأنه ليس مجرد تجميع لأجزاء المعرفة، بل هو نسيج معرفي مؤلف من جملة من التخصصات للمساعدة في وصف وتفسير الظواهر العملية. بينما عرفه علا (2017) من منظور بنية المعرفة بأنه عملية بنائية محكمة للكم الهائل من المعارف والمعلومات، وتنظم تدفقها، بحيث يتم دراسة الظواهر في إطار كلي، وعضوي متماسك، وفق نهج تركيبي يتجنب التفسير السطحي للظواهر.

يُلاحظ مما سبق، أن هناك اتفاقًا كبيرًا في العناصر الرئيسة للتعريفات السابقة للتكامل المعرفي، ويمكن عرضها فيما يلي:

- لا يعتمد على الدمج المعرفي بين التخصصات المختلفة كهدف، بل يهدف لإيجاد قواسم مشتركة بين العلوم، ومن ثم استخدام تلك القواسم في دمج تلك العلوم وتكاملها.
- يهدف إلى حل المشكلات وتفسير الظواهر، وتقديمها برؤية تكاملية، أكثر ترابطًا وواقعية؛ لتحقيق الفهم الشامل للمجتمع بمكوناته ومتغيراته.
- يساعد على تحقيق تكامل الخبرة الشخصية للفرد، وتطوير الرصيد المعرفي له، وتعزيز فاعليته واستجابته للمتطلبات المتغيرة والمستجدة في الواقع المعرفي والتعليمي.

وفي ضوء طبيعة البحث وأهدافه يُعرف التكامل المعرفي إجرائيًا بأنه طريقة منهجية لبناء وتنظيم موضوعات نظريه الهيولية وتطبيقاتها وتقديمها لمعلمي العلوم والرياضيات بشكل متكامل، من خلال دمج المعارف والمهارات التي يتضمنها مجالين العلوم والرياضيات، بهدف تطوير قدره معلمي العلوم والرياضيات على تحليل وتفسير الظواهر المحيطة بهم بطريقة تكاملية، وتكوين الخبرات بطريقة أكثر عمقًا ودلالة في بيئة تعليمية ثرية، وبأدوات وأساليب تعليمية قائمة على البحث والتحقق والتفكير البيني في مجالي العلوم والرياضيات.

مداخل التكامل المعرفي:

للتكامل المعرفي ثلاث مداخل، تمثل ثلاثة مستويات من الدمج المعرفي بين المجالات والتخصصات، وقد أشار برنجي (2020)؛ الحبيب (2006) إلي هذه المداخل فيما يلي:

- **مدخل التعدد المعرفي Multidisciplinary Approach:** ويُقصد به المعرفة المستندة إلى عدد من المجالات، أو تعدد المعرفة المتعلقة بظاهرة ما، وفي هذا المدخل تبقى المجالات مميزة عن بعضها البعض، ولكن يتم صنع روابط بينها.
- **مدخل التفاعل المعرفي Interdisciplinary Approach :** هذا المدخل يقوم بدمج العناصر والأجزاء المختلفة التي تنتمي لأكثر من تخصص علمي مع بعضها، كما أنه يشير إلى التفاعلات المستمرة بين مجالين أو أكثر من أجل حل مشكلات تتميز بالاتساع والتعقيد ولا يمكن حلها إلا من خلال دمج أجزاء من مجالات المعرفة المتنوعة، أو تفسير ظاهرة عامة يتعذر معالجتها أو فهمها من خلال مجال واحد من المعرفة.
- **مدخل الدمج المعرفي Transdisciplinary Approach:** يشير هذا المدخل إلى عملية إذابة وصهر الافتراضات والأسس والمبادئ والآليات التي تنتمي إلى مجالات وتخصصات مختلفة ، في مجال واحد يصاغ لمواجهة مشكلة أو اتخاذ قرار، وتختلف التراكيب التي يتم تشكيلها ودمجها، كمًا ونوعًا وكيفًا في كل موقف وكل حالة.

ويوضح(2010) .Labov et al أن الدمج بين المجالات العلمية المختلفة يسهم في تكوين رؤى جديدة لتدريب وتنمية المعلمين مهنيًا للمنافسة عالميًا، والتعامل مع التحديات والمستجدات المعاصرة، وفهم المشكلات وتقديم حلول للتغلب عليها؛ لأنه يمتلك معرفة عميقة في مجال تخصصه، وفي التخصصات العلمية الآخرى.

وفي ضوء طبيعة البحث وأهدافه، تمثل المداخل الثلاث السابقة مستويات التكامل المعرفي بين مجالي العلوم والرياضيات، والتي تعبر عن درجة التكامل والمزج المعرفي عند دراسة الظاهرة أو المشكلة المرتبطة بنظرية الهيولية وتطبيقاتها، ومن ثم تحقيق الأهداف التي تسعى إليها.

- **مبادئ التكامل المعرفي:**

يرتكز التكامل المعرفي على مجموعة من المبادئ، أوجزها إسماعيل (2017) فيما يلي:

- **مبدأ التنظيم المنطقي للمعرفة:** ويقصد به تنظيم المعارف والخبرات وفقًا لتسلسل منطقي، يساعد على استمرارية اكتساب المعارف بالانتقال من السهل إلى الصعب، ومن المعلوم إلى المجهول، ومن المحسوس إلى المجرد، مما يُحقق بُعد العمق الفكري لدى المتعلمين عند عرض المعارف ومناقشتها.
- **مبدأ تحقيق وحدة المعرفة:** يركز هذا المبدأ على إظهار وحدة المعارف من خلال إنشاء علاقة أفقية تجمع المجالات المعرفية والخبرات المتنوعة التي قد تبدو أنها غير مترابطة، مما يساعد المتعلم على بناء تنظيمًا معرفيًا خاصًا به، وإدراكه للعلاقة بين المعرفة التي يكتسبها والخبرة التي يمر بها، فيتحقق له الوحدة الفكرية في تكوينه العقلي محدثه التكامل المعرفي بعد ذلك.
- **مبدأ تحقيق المرونة في اكتساب المعارف:** يجب أن تكون المعرفة المقدمة للمتعلمين مرنة، حتى يتمكن كل من المعلم والمتعلم من تطويع المعارف ومحتواها وطريقة تدريسها بما يناسب وطبيعة كل منهما، وإمكانيات البيئة التعليمية، كما يساعد هذا المبدأ على البعد عن الروتين المتقيد بإنهاء المقررات الدراسية في جدول زمني محدد.
- **مبدأ واقعية المعارف:** يجب أن تكون المعارف المقدمة أكثر ارتباطًا بالواقع الذي يعيشه المتعلم ويتفاعل معه، وأن تقدم في صورة مشكلات وقضايا واقعية، حتى

يكون لديهم فرص أكبر لممارسة مهارات التفكير العليا عند التطبيق في الواقع، وبالتالي تقليل الفجوة المصطنعة بين الجانب النظري والتطبيقي، بما يتماشي مع متطلبات العصر الحالي.

- **مبدأ تطوير المعارف:** والذي يتماشي مع طبيعة العصر ومتطلباته المعرفية والتقنية. وفقًا لهذا المبدأ فإن تطوير المعارف يقوم على مجموعة من الأبعاد تتمثل في:

- البعد التنظيمي للمعرفة: المعرفة هي عملية تفاعل مستمر بين مكوناتها المقدمة، وبين تركيبها الوظيفي الذي يمكن التحكم فيه.
- البعد التركيبي للمعرفة: الذي يبرز العلاقات المترابطة التي تحدد العناصر التي تختص بالتطوير، وتجعلها عملية منظمة ومتماسكة ومستقرة ومستقلة.
- البعد الشمولي: إعداد معارف تساهم في رفع توقعات أداء المتعلمين باستمرار في عالم يتسم معارفه بالاتقان والتميز والجودة.
- البعد المستقبلي: تساعد عمليات تطوير المعارف على إحداث نقلة نوعية في قدارات المتعلمين تتناسب مع سوق العمل ومتطلباته.

- **مبررات تحقيق التكامل المعرفي:**

لقد أوجز أمين (2017)؛ الحجي وعبد الله (2016)؛ زاهر (2018)؛ عبده (2016) مبررات التكامل المعرفي فيما يلي:

- **الثورة المعرفية والتكنولوجية:** يشهد العالم الآن تطورًا هائلاً وسريعًا في مختلف المجالات العلمية والتكنولوجية؛ ونتيجة لذلك تداخلت وتشابكت عناصر الثقافات المختلفة، بحيث أصبح الآن من الصعب عزل أي فرع من فروع العلم عن باقي الفروع الأخرى. كذلك أصبح العالم الآن يشمل شقين متلازمين لا يمكن فصل أحداهما عن الآخر، وهما : المعرفة وطرق التفكير، ومن ثم أصبحت الحاجة ماسة إلى الاهتمام بالاتجاه التكاملي في عمليتي التعليم والتعلم .

- **دمج المعرفة:** أي الربط والتكامل بين التخصصات المتنوعة وتكاملها؛ للوصول إلى مخرجات ذات جودة عالية مبنية على العلوم الأساسية والطبيعية، مما يشجع على ملاحظة العناصر في إطار أكثر اتساعًا، وفهم أعمق وأكثر شمولًا للظواهر والمشكلات المحيطة به.
- **التجديد والإبداع في التفكير:** يساعد التكامل المعرفي على التخلص من الفكر التقليدي، تحسين القدرة على عرض القضايا، ومزج المعلومات من وجهات نظر متعددة، والتحقق من التخصصات المتنوعة؛ لتحديد المشاكل والحلول للبحوث والقضايا خارج نطاق التخصص الواحد.
- **إنتاج المعرفة:** إن العديد من المشكلات والظواهر لا يمكن دراستها أو تفسيرها بشكل كاف عن طريق تخصص واحد معين؛ وإنما تتطلب دراسات بينية تعتمد على أساليب بحثية متطورة ومتنوعة ومتكاملة من المعرفة المتاحة؛ لإنتاج معارف جديدة.
- **تطوير مهارات أساسية يحتاج إليها الطلاب:** يعزز التكامل المعرفي التعلم الذاتي، والذي يرتكز على تطوير مهارات حل المشكلات، وإدارة وتقييم الذات، وكيفية التعامل مع المواقف المتنوعة، وتوفير فرصًا جديدة من التعلم والبحث والابتكار المعرفي. فضلًا عن أنه يسهم في تنمية المهارت الاجتماعية، حيث يتعلم الطلاب بصورة جماعية من خلال مجموعات علمية بحثية، والتي تتطلب مهارات القيادة والإدارة، وتحمل المسؤلية، وإدارة الذات، والتواصل الفعال وغيرها من المهارات الاجتماعية.
- **حرية الاستعلام والتساؤل:** عدم تقيد الطلاب بمجال واحد عند بحث أو دراسة ظاهرة، وإنما يتطرق لمجالات متنوعة، بالإضافة إلى حرية البحث وإثارة الأسئلة المتنوعة المرتبطة بالتخصصات المختلفة.

- **تحقيق التنمية المستدامة:** من خلال استراتيجية تنموية شاملة تسعى إلى تمكين المتعلم وبناء قدراته ومهاراته، وتوسيع معارفه وخبراته في مختلف التخصصات.

وفي ضوء ما سبق، يُعد التكامل المعرفي استراتيجية متكاملة تمكن معلمي العلوم والرياضيات من دمج المعرفة وطرق التفكير، واعتماد أساليب حديثة ومبتكرة في التعلم والتعليم تساعد في توفير خبرات تعليمية تكاملية مرتكزه على تفسير ظواهر وحل مشكلات علمية من خلال تكوين نظرة شاملة للعلم، وتعزيز تنمية الخيال والفكر المتسم بالتفتح والتنوع، مما يسهم في تجويد مخرجات التعلم بصورة دائمة ومستمرة.

أهمية التكامل المعرفي:

أوضح إسماعيل (2016)؛ علام (2015) أهمية تحقيق التكامل المعرفي فيما يلي:

- الارتقاء بالعملية التعليمية من خلال تحقيق بناء شخصية ككل متكامل، الأمر الذي يدعم من المكانة المهنية بتحديد معارفه وطرق صناعتها، وتجديد عقله البشري بصفة مستمرة.
- يتخطي الحواجز التي تفصل بين المقرارات الدراسية؛ والتركيز على إيجاد الترابط بين أكثر من مادة ذات الصلات المتبادلة، مما يسهم في تفسير الظواهر المحيطة بطريقة علمية، وأكثر دقة وواقعية.
- يُزيد التفاعل بين العلوم الطبيعة والعلوم الإجتماعية، وإلغاء التقسيم الشائع بينهما؛ مما أدى إلى ظهور علوم جديدة، مثل: الإحصاء البيولوجي، الكيمياء الحيوية، الهندسة الطبية، وغيرها
- يسهم في تزويد سوق العمل بالكوادر البشرية المؤهلة للتعامل مع متطلبات التخصصات المتعددة لسوق العمل عن طريق الدمج بين ما تعلموه في المجالات المتنوعة.

- يُلبي احتياجات المتعلمين واهتمامتهم؛ لإنها تتيح لهم دراسة عدد من التخصصات الأكاديمية في الوقت ذاته، والتي من خلالها يتم فهم القضايا والظواهر المحيطة ، ودراسة المشكلات بصورة كلية تتكامل فيها المعرفة.
- يُكسب المتعلم الكثير من المفاهيم والمبادئ الأساسية التي تصبح جزءًا رئيسًا من كيانه المعرفي.
- يدعم التواصل والتعاون بين المعلمين في التخصصات المختلفة، وفهم أوسع للترابط والتكامل بين هذه التخصصات.

وبناء على ماسبق، فإن تدريب معلمي العلوم والرياضيات على دراسة المقرارات الدراسية من خلال التكامل المعرفي، يسهم في تحقيق التطوير المهني لهم، وتعزيز التعاون بين المعلمين في التخصصات المختلفة؛ لتحسين مخرجات العملية التعليمية، وتحقيق مبدأ وحده الهدف التعليمي الذي يعمل على النمو الشامل والمتكامل للمتعلم، وتشجيع الإبداع والتفكير العلمي في تفسير الظواهر المتنوعة التي عجزت التخصصات ذات النظرة المنفردة عن فهمها وتفسيرها.

ثانيًا: نظرية الهيولية وتطبيقاتها:

تعتبر نظرية الهيولية أحد أحدث النظريات الرياضية الفيزيائية التي تتعامل مع النظم الديناميكية المعقدة غير الخطية التي تبدي نوعًا من السلوك العشوائي يعرف بالشواش، فهي تحاول استكشاف القسم غير المنتظم من الطبيعة، ودراسة الظواهر التي لا تستقر على حال محدد، ذات حركة دورية أو شبة دورية، فهي تختص بدراسة الظواهر التي تبدو "عشوائية" في ظاهرها، ولكنها في الحقيقة أحداث متشابكة ونماذج مكررة. وفي منتصف سبعينيات القرن العشرين، أصبحت هذه النظرية علمًا له خبرؤه ومختصوه، مما أدى لظهور نوعًا من التحول في العلم الذي كان كميًا بالدرجة الأولي، يهمل الكيف والخصائص الكيفية للأشياء.

نشأه نظرية الهيولية وتطورها:

ترجع جذور نظرية الهيولية إلى ما وصل إليه العالم هنري بوانكرية Henri Poincereعام 1912م، والذي يُعد الأب الروحي لنظرية الهيولية، حيث أثبت أن السلوك الطبيعي للأجسام في النظام الشمسي لا يمكن تفسيره باستخدام النماذج وقوانين نيوتن الخطية. كما أنه اكتشف ظاهرة " الحساسية للشروط الأولية"، والتي تعني أنه عندما يحدث تغير في أحد العوامل المؤثرة على النظام أو بأحد مكوناته، قد تؤدي إلى اختلافات كبيرة في النظام والظواهر النهائية، وبالتالي يصعب التنبؤ بها.(Fahim,2014).

وفي ستينيات القرن الماضي، بدأ الاهتمام الحقيقي بنظرية الهيولية على يد عالم الأرصاد الجوية إدوارد لورنز Edward Lornez الذي كان يعمل على صياغة نموذج رياضي للتنبؤ بحالة الطقس باستخدام بعض العمليات الرياضية التي وصل إليها هنري بوانكرية، فقام بالتنبؤ بالطقس باستخدام حاسوب مزود بنموذج محاكاه تحولات الطقس، يتكون من مجموعة من اثنتي عشره معادلة للتنبؤ بالطقس، ويقوم البرنامج بتوقع نظري للطقس من خلال الربط بين درجة الحرارة والضغط وسرعة الرياح. وفي أحد الأيام 1961م أراد لورنز رؤية سلسلة معينة من الحسابات مرة ثانية، ولتوفير الوقت، بدأ من منتصف السلسلة، ولاحظ عند عودته أن السلسلة قد تطورت بشكل مختلف بدلًا من تكرار النمط السابق، فقد حدث اختلاف في النتائج، انتهت بانحرف كبير عن المخطط الأصلي للسلسة الأصلية.

وفسر لورنز اختلاف النتائج، بأنه تم إجراء تعديل بسيط في القياسات الرياضية للأحوال الجوية بتحويلها إلى ثلاثة أرقام عشرية بدلًا من ستة، وهذا يعد اختلاف بسيط جدًا عن الرقم الأصلي الموجود في الحسابات، ورغم أن هذا الاختلاف بسيط جدا وضئيل، إلا أنه تطور مع تسلسل الحسابات إلى فروق ضخمة ظهرت بانحرافات المخططات الواضحة. فأي تغيير مقصود لا ينتج عنه تأثير خطي واحد على المتغيرات،

بل توجد تأثيرات غير خطية لشبكة العلاقات يتم إنشاؤها من خلال ملاحظات متعددة الحلقات. وهذا ما يُشكل أساس الظاهرة المعروفة باسم "تأثير الفراشة" (Vinuelas & Githens,2010).

ويرى العلماء في ضوء نظرية الهيولية أننا نعيش في عالم له نظام غير خطي تؤثر الأشياء البسيطة في عملية التنبؤ بالمستقبل، وهذا لا يعني أن العالم بظواهره ليس له نظام يتبعه، وحيث أن رصد الأشياء البسيطة بدقة من الأمور الصعبة، فإن التنبؤ بالمستقبل البعيد المدى أمر مستحيل. فمثلًا، فصل الشتاء يتبعه الربيع فالصيف فالخريف، ولكن درجة برودة الشتاء في المكان نفسه وفي اليوم نفسه قد تختلف من عام لأخر، وكذلك الحال بالنسبة لمواعيد الأنواء وموعد قدوم كل منها والزمن الذي تستغرقه. وهذا الاختلاف لا يعود لعدم وجود نظام، ولكنه يعود للتغيرات البسيطة جدًا التي تشبه الكسر العشري وهو ما أطلق عليه لورنز **"تأثير الفراشة".**

ونظرًا لتقدم مجال الحوسبة وتطور طرق رصد وتفسير مختلف الظواهر الطبيعية في أوئل ثمانيات القرن الماضي، فقد تمكن علماء الرياضيات والفيزياء من تطوير نظرية الهيولية. وفي الثمانيات وأوائل التسعينات انتشارت مفاهيم الهيولية وتطبيقاتها في مختلف المجالات المعرفية، وتغيرت نظرة العلم من النظرة التقليدية الحتمية المطلقة القائمة على فكرة النظام والاتساق الكوني إلى نظرة حديثة أصبح فيها اللانظام شرطًا جديدًا للمعرفة ووجهًا مقابلًا لهذا النظام، وهذا التغير قد شمل مختلف العلوم بما فيها العلوم الإنسانية (قلامين،2015).

مفهوم نظرية الهيولية

عرفها أحمد وآخرون(2022) بأنها علم يهدف إلى دراسة الآثار المحتملة بعيدة المدى للتغيرات الأولية الطفيفة للسلوك غير المتكرر والمعقد الذي لا يمكن التنبؤ به، لاعتماده علي الحساسية المفرطة للظروف والعوامل الأولية بفعل العلاقات المتبادلة بين مكونات وعوامل كثيرة لا نهائية مرتبطة به. وتناولها محمد (2020) بأنها نظرية

تساعد على تفسير العديد من الظواهر غير الخطية التي تتميز بعدم الاستقرار، والتي يمكن تمثيلها بمعدلات غير خطية، حيث تضع الهيولية قواعد لا تصل إلى نتائج محددة، ولكنها تفسر عدم القدرة على التنبؤ بالمستقبل البعيد، ويمكن تطبيقها في مجالات كثيرة ومتنوعة منها: الطقس، الكيمياء، الفضاء، الجيولوجيا. بينما عرفها(2009) Kellert بإنها دراسة السلوك المعقد غير المتوقع، والذي لا يتكرر، ولا يمكن التنبؤ به، لاعتماده على الحساسية المفرطة للظروف الأولية، وجميع التفاصيل الصغيرة، بحيث يؤثر أي تغير أولي على النظام بأكمله، ويصبح غير متوقع تمامًا.

وتعرف نظرية الهيولية إجرائيًا نظرية علمية تهتم بدراسة الكون والظواهر الطبيعية وتغيراتها، وفهم ما فيها من علاقات ديناميكية متشابكة، مما يسهم في تنمية قدرة معلمي العلوم والرياضيات على تفسير الظواهر العلمية بصورة متكاملة من خلال إيجاد الروابط بين التخصصات المختلفة وتقديم استفسارات متعددة التخصص.

عناصر نظرية الهيولية:

أوضح كلًا من العشري(2018)؛ محمد (2019) العناصر التي تحكم أنظمة الهيولية في:

- **الحساسية للظروف الأولية (تأثير الفراشة):** وهي الفكرة الرئيسة التي تقوم عليها نظرية الهيولية، وهي تعني أنه إذا رفرفت فراشة بجناحيها في الصين، وهو ما يعد تغييرًا طفيفًا في بيئة ما، يمكن أن يسبب إعصارًا في فلوريدا، وما قد يكون له تأثير ضئيل كجناح الفراشة يكون تأثيره كبير على أنظمة آخرى. لذلك، يمكن أن تزداد التغيرات الصغيرة في القيم الأولية للنظام بمرور الوقت، مما ينتج عنها اختلافات وتغييرات ضخمة يستحيل التنبؤ بها.
- **الجواذب الغريبة:** مفهوم يستخدم لوصف سلوك أنظمة الهيولية، حيث تمثل نماذج غير منتظمة ذات نظم خاصة، كل مسار فيها لا يتكرر ثانية، فالجاذب الغريب يؤدي لمسارات غير دورية داخل النظام نتيجة المعادلات غير الخطية التي تحكمه،

وحساسيته الشديدة للشروط الأولية التي تحول دون معرفة مستقبل النظام بصورة دقيقة. تظهر عوامل الجذب الغريبة في المخططات الطبيعية والنظرية لنماذج فضاء الطور.

- **التشعب:** يشير إلى تغير مفاجئ في سلوك النظام الديناميكي مع اختلاف واحد أو أكثر من المعاملات. يمكن أن يحدث هذا التغيير بسبب تغييرات صغيرة في الظروف الأولية ويمكن أن يؤدي إلى التحول من نمط مرتب إلى نمط فوضوي.
- **التشابه الذاتي:** يعرف الشكل المتشابه ذاتياً بأنه الشكل المتكون من نماذج أصغر منه.

خصائص نظرية الهيولية:

تتميز نظرية الهيولية بعدد من الخصائص أوجزها (إبراهيم وآخرون، 2015؛ جمعة،2017؛ محي الدين وعلي، 2019 ؛ Mason,2014؛ Ljupco,2011) فيما يلي:

- **الوصفية اللاتنبؤية:** وتعني أن السلوك الذي قد يبدو عشوائيًا هو في الواقع يتبع مسارات غير خطية تتداخل بنسق معين غير متماثل تماما ولكنه منظم للغاية.
- **اللاخطية:** أي أن مخرجات النظام لا ترتبط مباشرة بمدخلاته بنفس المقدار، فالتغير في أحد المتغيرات لا يؤدي بالضرورة إلى نفس القدر من التغيير في المتغيرات التابعة، وعليه فإن العلاقة بين السبب والنتيجة تفقد النسبة والتناسب .
- **الديناميكية واللاتوازن:** النظام الديناميكي هو نظام تترابط مكوناته وتتشابك مع بعضها البعض، وبالتالي أي تغير في أحد مكوناته يؤثر على مكون آخر أو علي النظام ككل، أما اللاتوازن فيشير إلى الوضع الذي يكون فيه النظام عرضه للعديد من المؤثرات الخارجية التي ينظر إليها على أنها مدخلات غير معلومة. ومن ثم

فالنظم المعقدة مثل النظم الكوني والنظام البيئي تعد أنظمة فوضوية معقدة لاحتوائها على مئات المتغيرات المتفاعلة والمترابطة الحساسة للتغيرات البسيطة.

- **الاعتمادية المتبادلة**: ويقصد بها أن العوامل الداخلة في أى الظاهرة تلعب دور المؤثر والمتأثر في آن واحد.

وفي ضوء الخصائص السابقة لنظرية الهيولية، يوضح الباحثون والمهتمون أن الظواهر الطبيعية تتسم بعدم الاستقرار الدينامي، وهذا يفسر لنا ظهور الأمراض الخطيرة فجأة، والتي تكون ناتجة عن تغيرات طفيفة تحدث في الكائنات الحية، مما يجعل العلماء في حيرة لاكتشاف الدواء حينما تصل تلك التغيرات إلي النهايات والتي هي أمراض مميتة منتشرة في شكل وبائي. فعلي سبيل المثال، مَن مِن العلماء كان يتوقع هذا الانتشار الرهيب لفيرس كرونا، فإن كان هناك من تنبأ بذلك، فكان من الأحري العمل بجدية من زمن بعيد على الحد أو منع الانتشار الوبائي من الحدوث.

مبادئ نظرية الهيولية:

تقوم نظرية الهيولية على عدة مبادئ رئيسة أوجزها إبراهيم وآخرون (2015) فيما يلي:-

- تؤدي التغيرات الطفيفة في الظروف الأولية إلى تغيرات ضخمة لم تكن متوقعة في المخرجات.
- الظروف المتشابهة يمكن أن تؤدي إلى نتائج مختلفة وغير متشابهة.
- دقة النتائج أو النهايات لا يمكن التنبؤ بها؛ لأننا نعيش في عالم ظواهره لا تسير في شكل خطي "سبب ونتيجة".
- التنبؤات طويلة المدي تُعد أمرًا مستحيلًا.
- النتائج ليست مؤشرات على الأسباب.
- هناك نمط ما يحكم الظواهر.
- إحلال الأنظمة الحركية محل مكان الأنظمة الحتمية الثابتة.
- لا يضمن حدوث شئ بطريقة ما حدوثه بنفس الطريقة في المرات القادمة.

أهمية نظرية الهيولية:

حدد العشري(2018) ؛ Sarigoz (2022) الأهمية التطبيقة لنظرية الهيولية في أنها تساعد على:

- النظر إلى الطبيعة على أنها نسق مفتوح تعتمد عناصره على بعضها البعض.
- التأكيد على أن التغيرات الصغيرة في البداية تقود إلى اختلافات كبيرة في النهاية.
- التأكيد على أن التنبؤات بعيدة المدى للظواهر الطبيعية أمر مستحيل، وهذا ما يؤكد أن الغيب لا يعلمه إلا الله سبحانه وتعالي.
- إمكانية تفسير الجوانب غير الخطية (الديناميكية) في الظواهر الطبيعية، بعكس قوانين نيوتن التي تتعامل فقط مع المشكلات الخطية.
- معرفة الفرد بأن التنبؤ في الأنظمة غير الخطية بالمستقبل البعيد أمر مستحيل، مما يدعم تعلم علم الاحتمالات ومعرفه أسباب دراسته.
- البرهنة على أن معرفة قوانين الرياضيات لا تكفي لحل كل المشكلات الحياتية، وأن هناك مشكلات تتطلب مدخلات دقيقة؛ للوصول إلى تنبؤ يقترب من النتيجة الحقيقية لأطول فترة ممكنة.
- تحسين القدرة على التفكير والتحليل، وتنشيط العمليات ما وراء المعرفية.
- دعم وتطوير القدرة على حل المشكلات من خلال تقييمها من وجهات نظر مختلفة.
- تحسين مهارات ما وراء المعرفة لدى المعلمين من خلال تمكين المعلمين من تطوير أفكار مختلفة في التدريس.
- تنمية مهارات التفكير؛ لثرائها بالمفاهيم والنماذج التي تتطلب إعمال العقل والتفكير للوصول إلى نمط أو تعميم من خلالها.

وفي ضوء ما سبق، يتضح إنه نظرية الهيولية وتطبيقاتها في المجالات المعرفية المتنوعة تفيد في تقديم محتوي علمي مشوق ومفيد، قد ينمي لدى معلمي العلوم والرياضيات القدرة على التفكير وخاصة مهارات التفكير البيني، كما أنه يسهم في تعديل تصوراتهم ومعتقداتهم الإبستمولوجية.

تطبيقات نظرية الهيولية:

حظيت نظرية الهيولية بتطبيقات واسعة في مختلف المجالات، فهي ساعدت على فهم وتفسير العديد من الظواهر غير الخطية التي تتسم بعدم الثبات والاستقرار وشرح الأسباب وراء عدم القدرة على التنبؤ بالمستقبل البعيد، ويمكن إيجاز تطبيقات نظرية الهيولية فيما يلي:

- **الطقس :**

أحدثت دراسة الهيولية تطورًا مذهلًا في تفسير العلاقة والربط بين الطقس والاقتصاد، إذ تتأثر الكثير من الأسواق بالطقس بصورة بالغة، كما يتأثر بعضها أيضًا بالتنبؤات الجوية. فمثلًا تسهم الفيزياء المالية إسهامًا كبيرًا في توزيع أفضل للسلع سريعة التلف، والتي يرتبط الطلب عليها بالطقس وحركة السفن والقطارات والشاحنات، والتنبؤ ليونارد سميث(2016).

- **علم الأحياء:**

استطاعت نظرية الهيولية دراسة ديناميكيات الأنظمة الحية والمساعدة على فهم وتفسير العديد من الظواهر التي قد تبدو عشوائية أو غير متوقعة، كدراسة الديناميكيات السكانية، والأنظمة البيئية، ودراسة العمليات الفسيولوجية، وهو ما كان له آثار على فهم الصحة والمرض، والمساهمة في إيجاد حلول للتغلب على اضطرابات النوم، أمراض القلب والأمراض العقلية. وفي علم الوراثة والتطور، ساهمت نظرية الهيولية في استكشاف عدم القدرة على التنبؤ وعدم الخطية المتأصلة في العمليات الجينية، مما ساهم

في فهم كيف يمكن للاختلافات الجينية الصغيرة أن تؤدي إلى تغييرات تطورية كبيرة (Biswas et al.,2018).

- **علم الكيمياء:**

تم استخدام نظرية الهيولية للتحكم في سلوك التفاعلات الكيميائية والتنبؤ بها، وتصميم تفاعلات كيميائية جديدة، مثل: تكوين المركبات الكيميائية، وتصنيع عقاقير، ودراسة انتقال المواد الكيميائية في البيئة، مثل نقل الملوثات، بالإضافة إلى استخدام نظرية الهيولية لدراسة تفاعلات المواد الكيميائية مع الأنظمة الحية، مثل تفاعل الأدوية مع الخلايا.

- **النظم التعليمية:**

أشارت دراسة(2014) .Vesile et al إلى أن تأثير الفراشة يحدث في المؤسسات التعليمية، حيث أي فشل صغير في العملية التعليمية يؤدي إلى فشل أكبر في وقت لاحق، واستنتجت أن تأثير الفراشة يعطي مؤشرات حول المستقبل، وأن نظم التعليم تخضع لحساسية الشروط الأولية، فمن الواضح أن نظام التعليم غير خطي، كما أوضح جمعة (2017) إنه بالإستفادة من مبادئ نظرية الهيولية ظهرت الحاجة لأن تكون عملية التخطيط للنظام التعليمي عملية ديناميكية، لفهم المتغيرات الجديدة في البيئة والتي تشكل العلاقات أي تناول النظام التعليمي ككل متكامل، والتحرك نحو التخطيط القائم على التنبؤ بالمستقبل بدلًا من تحديده استنادًا إلى أداء النظام في الماضي.

- **الربوتات:**

تم توظيف نظرية الهيولية في إدارة روبوتات يمكنها التعلم والتكيف مع بيئتها ومواجهة الاضطرابات؛ لتحقيق أنماط المشي الديناميكية والتكيفية في الروبوتات ذات الأرجل، كما ساهم تنفيذ أنظمة الاتصالات القائمة على الهيولية على تعزيز أمان نقل البيانات، فالطبيعة غير المتوقعة للإشارات الفوضوية يمكن أن تجعل من الصعب على الكيانات غير المصرح لها اعتراض الاتصالات أو فك تشفيرها. وفي هذا الصدد أشار

Biswas et al.(2018) إلى أن العلماء والمهندسين يسعون إلى إنشاء روبوت متعدد الاستخدامات ومتنقل ومستقل للأغراض العامة. مؤكدًا إنه نظرية الهيولية ستساعد مع التقنيات الأخرى مثل الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والتحكم الأمثل غير الخطي، على تحقيق هذا الهدف في المستقبل.

- **الفن:**

تمكنت نظرية الهيولية والتطور التكنولوجي الحالي من إثراء العلاقة بين المُصمم وتنوع مخرجات العملية التصميمية، حيث مكنت المُصمم من التحقيق الإبداعي بشكل يعزز رسالته باستحداث تصميمات معاصرة وفق نظم وسلوكيات نظرية الهيولية، كما ارتبطت نظرية الهيولية بتتبع البنية الخارجية للعناصر في الطبيعة، وأتاحت الربط بالعالم الخارجي في الطبيعة، وابتكار تصميمات مستوحاه من الهيولية فتح مجال جديد في تصميم طباعة المنسوجات.

شكل (1) يوضح مجموعة تصميمات مستوحاة من النظم الحركية لنظرية الهيولية

كما أشارت حسين ومحمد (2019) إلى أن نظرية الهيولية تزخر بالحلول الجمالية التي تثري الممارسات الفكرية والتقنية، وأوصت بضرورة تعميق الدراسات للنظريات العلميه والبحث عن أساليب أدائية مبتكرة في شتي فروع الفن التشكيلي بشكل عام وفي مجال الرسم والتصوير بشكل خاص.

وبناء على ماسبق، يتضح أن نظرية الهيولية بطبيعتها الوصفية التفسيرية إذا ما أحسن استخدامها وتطبيقها، قد تساعد في فهم الكون والظواهر الطبيعية وتغيراتها، وفهم

ما قد يوجد فيها من علاقات ديناميكية متشابكة، ومن ثم محاولة فهم مشكلاتها وتتبع جذورها لمحاولة التقليل من آثارها أو تغييرها كلما أمكن ذلك.

ثالثًا: التفكير البيني ومهاراته:

إن إدراك العلاقات بين التخصص الأكاديمي، ومختلف التخصصات الآخرى أمر حتمي تفرضه طبيعة العلوم والمعرفة الإنسانية، والفصل القاطع بين العلوم لا يمكن أن يحقق المنفعة الحقيقة لهم، فالبينية مكون من مكونات كل علم، فكل علم من العلوم يتضمن في مادته ومنهجه ومفاهيمه نسبة ما من علم آخر، يشترك فيها معه، وهذا جعل المعرفة الإنسانية شبكة تتحرك فيها المعارف المختلفة، تتطلب امتلاك المعلمين مهارات التفكير البيني؛ للتأكيد على وحدة المعرفة الإنسانية، وتوظيف المعارف المتعددة في التخصصات المختلفة في فهم وإدراك الواقع، وحل المشكلات وتفسير الظواهر، كما أن عدم امتلاك هذه المهارات يجعل المعارف المتخصصة نظريات معقدة يصعب الاستفادة منها، وتوظيفها في الواقع.

مفهومه:

عرفه إسماعيل وإبراهيم (2022) بأنه قدرة عقلية تمكن المعلم من الانتقال بمرونة بين التخصصات المختلفة، من خلال فهم كيفية التعامل مع وجهات نظر متعددة مع أكثر من تخصص، والبحث عن تفسيرات متعددة للظواهر، ودراسة القضايا، وحل المشكلات من منظور متعدد التخصصات. بينما أوضحه Colparer (2018) بأنه تقنية لحل المشكلات التدريسية والتعليمية، تتطلب من المعلمين امتلاك معرفة بأكثر من تخصص، وهي طريقة فاعلة لبناء المعرفة. وأشار إليه Gero (2016) بأنه القدرة على استخدام المنظورات متعددة التخصصات ذات الصلة بالظاهرة محل الدراسة، وتحليل نقاط القوة والضعف في هذه المنظورات، وتكامل وجهات النظر المختلفة؛ لإنتاج فهم جديد ومتكامل حول هذه الظاهرة. وتناوله Henriksen (2016) بأنه قدرة عقلية

تُمكن من التعامل مع تعدد التخصصات، كما أنه يرتبط بمهارات التفكير الإبداعي، فالإبداع في التخصص الواحد يفتح المجال للإبداع في التخصصات الآخري.

وفي ضوء طبيعة البحث وأهدافه عُرف التفكير البيني إجرائيًا بأنه قدرة معلمي العلوم والرياضيات على إيجاد روابط بين التخصصات بصورة متوازنة والبحث عن القواسم المشتركة بين هذه التخصصات أثناء دراسة نظرية الهيولية وتطبيقاتها؛ للوصول لتفسير الظواهر العلمية وحل المشكلات من خلال تكامل وجهات نظر التخصصات المختلفة، بالإضافة للتواصل الإيجابي مع زملاء من مختلف التخصصات لتحقيق أهداف وغايات مشتركة، ويُقاس بالدرجة التي يحصل عليها المعلم في مقياس التفكير البيني المُعد لذلك.

متطلبات تنمية مهارات التفكير البيني:

لقد أوجز(Tan & So (2019؛Darbellay et al. (2017) متطلبات تنمية التفكير البيني فيما يلي:

- تحديد العلاقات الطبيعية بين مختلف التخصصات من خلال التعلم السياقي، مع توظيف أدوات التعلم التكنولوجي.
- تحقيق مستوي كاف من المعرفة تمكن المعلم من العمل عبر التخصصات بطرق مبتكره.
- امتلاك مهارات البحث؛ لتحقيق فهم شكامل ومتمامل لموضوع محدد عبر منهجيات وتخصصات متنوعة.
- إحداث تكامل بين المحتوي والخبرة من خلال تنوع مصاد التعلم التي تنشط خبرات التعلم وتجعلها أكثر فاعلية.
- إعطاء مساحة للتعلم غير النظامي، والاحتكاك المباشر بالخبرات الحقيقة، وإتاحه الفرص للاختيار من بدائل متنوعة والتحكم في مسار التعلم، والشعور بالاستقلالية الذاتية والحرية في اختيار الإجراءات المناسبة لهم .

أساليب تنمية التفكير البيني:

توجد مجموعة من الأساليب تساعد على تنمية التفكير البيني، أشار إليها (مصطفي ،2017، Bestelmeyer, et al., 2016؛ Gero, 2016؛ Spelt et al.,2015) فيما يلي:

- **تدريس التخصصات من خلال الأنماط**: يبحث العقل البشري دائمًا عن الأنماط أو النماذج، لذا تستخدم الأنماط كمدخلات للمواد التدريسية، لأنها تساعد المتعلمين على ربط الخبرات السابقة بالمحتوي الجديد، وبناء فهم أعمق للمحتوي، كما أنها توضح لهم العلاقات بين الأفكار الكبرى.
- **التدريس من أجل الفهم**: يشير إلى الفهم الصحيح لمجموعة متنوعة من المفاهيم والظواهر العلمية، والانتقال من مجرد القدرة على الإجابة عن الأسئلة السطحية إلى المعرفة التي ترتبط وتنتظم حول مفاهيم مهمة تدعم انتقال المعرفة إلى سياقات مختلفة، وليس مجرد تذكرها.
- **إدراك المتعلم أنماط أخرى في المحتوى الجديد:** ويتمثل هذا في تحدي المتعلمين لاكتشاف طرق أخرى لتنظيم الأفكار الكبرى في المحتوى، وتحديد الأنماط الجديدة الناتجة عن ذلك، وتعميم هذه الأنماط عبر التخصصات المختلفة؛ مما يساعد المتعلم في فهم المحتوى، وإدراك العلاقة بين المجالات.
- **انخراط المعلم في التفكير البيني:** ينخرط المعلم في التفكير البيني مع زملائه في تفكير البيني؛ لاكتشاف الأنماط في المادة التي سيدرسها، وتحديد ما إذا كان من الممكن انخراط الطلاب في التفكير البيني في العمل الجماعي لتصميم التدريس، واختيار أي الأنماط من مختلف التخصصات يمكن استخدامها لتشجيع التفكير البيني لدى الطلاب

- **تشجيع المعلم للتفكير البيني:** وذلك من خلال تصميم خبرات تتيح التفكير للتفكير في العلاقات بين المجالات، وفحص المحتوى الدراسي؛ وتحديد التداخل المحتمل بين تخصصين أو أكثر. ولعل استخدامات التشبيهات العلمية من أسهل الطرق للانخراط في هذا النوع من التفكير، فعندما يطور المتعلمين تشبيهاتهم ويعبرون عنها، فإنهم يعالجوا المحتوى من التخصصين، مما يعمق فهمهم لكل منهما.

مهارات التفكير البيني:

من خلال دراسة الأدبيات والدراسات السابقة التي اهتمت بالتفكير البيني ومهاراته، مثل: (إسماعيل وإبراهيم ،2022؛ عبد الفتاح،2022؛ مسيحة ،2022؛ Bestemlmeyer et al.,2015) تم تحديد أربعة مهارات أجمعت عليهم معظم الدرسات السابقة، كما أنها تتناسب مع طبيعة البحث وأهدافه، وتتمثل هذا المهارات فيما يلي: -

- **مهارة الفهم البيني:** وتشير إلى المرونة الفكرية لدى المعلم وقدرته على بناء تفسيرات لموضوع معين أو ظاهرة من خلال إيجاد الروابط بين التخصصات المختلفة بصورة متوازنة، وفهم كيف أن التخصصات المختلفة في موضوع معين يؤثر كل منها في الآخر.
- **مهارة الاستقصاء البيني:** وتتضمن قدرة المعلم على البحث عن القواسم المشتركة بين التخصصات أثناء حل مشكلة أو تفسير ظاهرة ما بالاستفسار متعدد التخصصات.
- **مهارة التواصل البيني:** وتتمثل في القدرة على التواصل والتفاعل الإيجابي مع زملائه من تخصصات مختلفة؛ لتحقيق أهداف وغايات مشتركة تتمثل في: التفاوض حول المعني، تطوير الفهم المشترك بين التخصصات المتنوعة، حل الاختلافات المعرفية، توصيل المعني والفهم للآخرين.

- **مهارة تفسير الظواهر من منظورات متنوعة:** وتتضمن القدرة على الربط بين فكرتين أو قضيتين من مجالين معرفيين مختلفين؛ للوصول لتفسير متكامل للظاهرة محل الدراسة بصورة أعمق وأكثر دقه، بدلًا من الرجوع لتفسيرات في تخصص واحد.

وفي هذا الصدد، أشارت دراسة كل من Kramer & Walston (2019)؛ Vandenhouten, Groessl & Lenvintova (2017) إلى أن تنمية مهارات التفكير البيني يرتبط بتنمية القدرة على الاستقصاء العلمي، والبحث العلمي، والتفكير الجمعي، والكتابة العلمية، وحل ومعالجة المشكلات، حيث أن عرض تساؤلات متنوعة حول مشكلة أو ظاهرة ما يتطلب طرح إجابات متنوعة من وجهات نظر متعددة التخصص، هذا بالإضافة إلى أنه يكسبهم مهارة العمل مع أقرانهم من التخصصات المختلفة، وإيجاد أوجه التشابه والاختلاف بين التخصصات المختلفة.

رابعًا: المعتقدات الإبستمولوجية:

إن البحث في ما يُعرف بالإبستمولوجيا أو ما يطلق عليه "علم العلم أو علم المعرفة" أصبح اتجاهًا حديثًا في الدراسات المعاصرة؛ لما لها من بالغ الأثر في عمليات التعليم والتعلم والتدريس، كما أعطت نظريات التعلم المختلفة أهمية خاصة للمعتقدات المعرفية؛ لأنها تؤدي دورًا كبيرًا في تشكيل شخصية المتعلم والمعلم، وتقصي الممارسات التعليمية التي تسهم في تكوين رؤي ومعتقدات حول فهم طبيعة المعرفة العلمية، ومصادرها، وأسس بناءها، وشروطها الصحيحة التي تجعل منها معرفة قابلة للتحقيق في الواقع، لذا ينبغي تحسين معتقدات معلمي العلوم والرياضيات الإبستمولوجية نحو العلوم التي يدرسونها.

مفهوم المعتقدات الإبستمولوجية:

عرفها Taskin (2021) بأنها نظام شخصي وذاتي للمعتقدات المعرفية فيما يتعلق بطبيعة المعرفة، وكيف يحدث التعلم. وأشار إيها الرشيدي (2021) بأنها شعور داخلي

يتمثل في الأفكار والمواقف التي يمتلكها الفرد حول طبيعة المعرفة ومصادرها وكيفية تطورها وطرق توظيفها. بينما تناولها التربوي (2019) على أنها الأسس الفكرية والمعرفية اللازمة لتشكيل سلوك الفرد في موقف معين؛ لتقييم حقيقة معرفية أو قيمة علمية، مما يؤدى إلى استعداد الشخص أو نزوعه المسبق في توقع شئ محدد. ويرى Sun (2017) أن المعتقدات الإبستمولوجية هي التصورات والافتراضات التي يتبناها المعلمين حول المعرفة والتعلم، ويتم بواسطتها تحديد أهداف التعلم والفضول المعرفي.

وفي ضوء طبيعة البحث وأهدافه، تُعرف المعتقدات الإبستمولوجية إجرائيًا بأنها "وجهات نظر ومعتقدات معلمي العلوم والرياضيات المعرفية فيما يتعلق بطبيعة المعرفة ومصدرها وكيفية تنظيمها وكيفية تطورها وطرق توظيفها، مما يؤثر على المعارف وطرق تعلمها وتعليمها أثناء ممارساتهم التدريسية"، وتُقاس بالدرجة التي يحصل عليها المعلم في مقياس المعتقدات الإبستمولوجية المُعد لذلك.

أهمية المعتقدات الإبستمولوجية لدى المعلم:

أوجز الخزيم (2020) أهمية امتلاك المعلمين للتصورات الإبستمولوجية فيما يلي:-

- تطوير الأداءات والممارسات التدريسية والتعليمية لديهم، مما يسهم في إحداث تغيرات إيجابية في عملية التعليم والتعلم.
- تسهيل عملية تصميم التدريس، وفهم سلوك الطالب التعليمي، ومعرفة أنماط التعلم لديهم، وكيفية التعامل مع كل طالب.
- تنمية اتجاهات إيجابية نحو المعرفة وطرق تعلمها وتعليمها، حيث أن معتقدات المعلمين نحو المعرفة تؤثر في معتقدات طلابهم نحوها.
- تمكنهم من تدقيق أنشطتهم وممارستهم التدريسية، وكيفية التعامل مع المستجدات العلمية والتقنية بدقة، مما يسهم في تعلم المتعلمين لتلك المفاهيم.
- تؤثر في قرارات المعلم المتعلقة بالتخطيط والتدريس؛ لأنها القوه في تشكيل هيكل ومحتوي ممارستهم في غرفة الصف.

- توجيه سلوك المعلمين داخل الصف، كما أنها تساعدهم على التنبؤ بمدى استيعاب الطلاب للمعرفة والمعلومات الجديدة، وقدرتهم على التفكير.

كما يشير Altay(2021) ؛ Kervan et al. (2020) أن معتقدات المعلمين الإبستمولوجية تؤثر على مهارات التدريس لديهم، وتعزز من فهمهم لعملية التعلم، وعلى اتخاذهم للقرارات أثناء العمليات التعليمية، وما سيتم التركيز عليه أثناء عملية التعلم، هذا بالإضافة إلى أن المعلمين ذو المعتقدات الإبستمولوجية الصحيحية يستخدمون طرق وأساليب تدريسية أكثر توجهًا وتركيزًا نحو المتعلمين.

وفي هذا الصدد، يضيف Caner & Kurt (2021) أن الاختيارات والممارسات التعليمية للمعلمين يتم تأسيسها من خلال تصوراتهم حول التدريس، والتي يُفترض أنها مدفوعة بمعتقداتهم الإبستمولوجية، لذا يمكن اعتبار المعتقدات الإبستمولوجية لها تأثير حدسي على التدريس والتعلم وبناء المعرفة، وأنها تشتمل على المعني المرتبط بالتعليم والتعلم وأدوار المعلم.

وفي إطار ما سبق، تري الباحثتان أن معتقدات معلمي العلوم والرياضيات الإبستمولوجية تؤثر إيجابيًا في ممارستهم التدريسية، وفي الأهداف التي يسعون إلى تحقيقها، فهى تساعدهم على استخدام أفكار جديدة وتوظيف استراتيجيات تدريسية مناسبة؛ تعمق المعرفة العلمية لدى طلابهم، كما أنها تجعلهم يختارون أنشتطهم التدريسية في ضوء فهمهم لطبيعة العلوم ومصادرها وكيفية تعليمها للطلاب، مما ينعكس على تحصيل طلابهم في المستقبل، كما أنها تجعل الطلاب متفوقين بنسبة أعلى.

أبعاد المعتقدات الإبستمولوجية:

لقد اتفقت معظم البحوث والدراسات السابقة مثل :(طلبة ،2022؛ العصيمي،2021؛ Atasoy&Kucuk,2022؛ Reddy,2020؛ Easter,2019) على أن المعتقدات الإبستمولوجية تتكون من خمسة أبعاد رئيسة، وكل

بُعد من تلك الأبعاد يتراوح بين اعتقادين إحداهما سطحي(غير متطور) والآخر عميق (متطور)، وفيما يلي توضيح لهذا الأبعاد التي اقتصر عليها البحث الحالي:

- **بنية المعرفة Structure of Knowledge:** يتراوح هذا الاعتقاد ما بين رؤية المعلمين للمعرفة كمجموعة من الحقائق البسيطة والمنفصلة عن بعضها البعض، إلى الاعتقاد بأن المعرفة مفاهيم متكاملة كبناء مركب ومرتبط بالسياق.
- **يقينة المعرفة Certainty of Knowledge:** يتراوح هذا الاعتقاد ما بين رؤية المعلمين للمعرفة بأنها ثابتة مطلقة لا تتغير، إلى الاعتقاد بأن المعرفة نسبية متغيرة خاضعة للتطور باستمرار.
- **مصدر المعرفة Source of Knowledge:** يتراوح هذا الاعتقاد ما بين رؤية المعلمين بأن مصدر المعرفة الحقيقي هم ذوي الخبرة والثقة، إلى الاعتقاد بأن المعرفة يمكن أن تُشتق من الخبرات الشخصية والممارسة والتدريب والتعلم الذاتي.
- **سرعه التعلم Speed of Knowledge:** يتراوح هذا الاعتقاد ما بين رؤية المعلمين للتعلم بأنه يتم بسرعة أو لا يتم علي الإطلاق، إلى الاعتقاد بأن التعلم يتم مرحليًا وتدريجياً خلال فترة زمنية.
- **التحكم في التعلم:** يتراوح هذا الاعتقاد ما بين رؤية المعلمين بأن القدرة على التعلم فطرية وثابتة منذ الميلاد، إلي الاعتقاد بأن القدرة على التعلم مكتسبة وتتطور بمرور الوقت والخبرة والتدريب.

وبناء على ما سبق، نستنتج أن المعتقدات والقناعات الابستمولوجية التي يمتلكها معلم العلوم والرياضيات تؤدي دورًا بارزًا في الكشف عن الإطار الفكري والمعرفي للمعلم، وتمكنه من معرفة شخصيته، وطرق اكتساب المعرفة، اختيار أفضل الأساليب لحل المشكلات التي تواجهه، كما أن ما يمتلكه المعلم من معتقدات معرفية تجعله يدرك أن حدوث عملية التعلم لا تقتصر فقط علي ما يتم تقديمه من معلومات ومهارات خاصة بالمقرر الدراسي، أو بالأساليب والطرق المستخدمة أثناء التدريس، لكنها تقترن بالخلفية الثقافية للطلاب وما يمتلكونه من معتقدات واتجاهات نحو التعلم.

إجراءات البحث

يتناول هذا البعد عرضًا للإجراءات التي تم اتباعها لإعداد أدوات البحث التجريبية، وفيما يلي عرضًا تفصيليًا لتلك الإجراءات.

أولًا : إعداد المواد التعليمية الخاصة بالبحث، والتي تمثلت في:

1- إعداد برنامج مقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها قائم على التكامل المعرفي لتنمية التفكير البيني وتعديل المعتقدات الابستمولوجية لدى معلمي العلوم والرياضيات، والذي اشتمل على العناصر التالية:

- **تحديد فلسفة البرنامج:** تقوم فلسفة البرنامج على الاهتمام بتدريب معلمي العلوم والرياضيات، وتنميتهم مهنيًا برؤية جديدة قائمة على توظيف أحد النظريات العلمية الحديثة وهي نظرية الهيولية وتطبيقاتها في ضوء التكامل المعرفي، من أجل تنمية مهارات التفكير البيني لديهم الذي يمكنهم من الانتقال المرن بين التخصصات المختلفة، بالإضافة إلى تعديل معتقداتهم الإبستمولوجية حول التعلم والمعرفة تكمنهم من القيام بممارسات تدريسية ناجحة، واتخاذ قرارات صحيحة في السياقات التعليمية.
- **تحديد أسس البرنامج :** يقوم البرنامج على عدة أسس هي:

- **التكامل المعرفي:** يهدف إلى تقديم المعارف والمعلومات كنسيج واحد مؤلف من عدد من التخصصات العلمية والتطبيقية؛ لتحقيق مخرجات موضوعية لتفسير الظواهر وحل المشكلات المعقدة، والتي يتعذر فهمها وتفسيرها وحلها بطريقة صحيحة من منظور مادة أو تخصص معرفى معين، مما يسهم في بناء شخصية المعلم بطريقة تكاملية، وتعزيز القدرة التنافسية من خلال تحقيق وحدة الخبرات وتكاملها.
- **نظرية الهيولية وتطبيقاتها:** ترتبط نظرية الهيولية بعديد من مجالات الحياة المتنوعة، وتفسير الظواهر الطبيعية وحل المشكلات الحياتية عن طريق التكامل بين

مجالات العلم المختلفة.

- **تنمية مهارات التفكير البيني:** وهي مجموعة من المهارات التي تمكن معلمي العلوم والرياضيات من تبني ممارسات تدريسية تمكنهم من الانتقال المرن بين التخصصات المختلفة أثناء تفسير الظواهر العلمية المختلفة، وحل مشكلات التدريس بطريقة سليمة، بالإضافة إلى مساعدتهم على التعاون مع أقرانهم من التخصصات الأخرى.
- **المعتقدات الإبستمولوجية:** حيث أن النجاح المهني للمعلم مرتبط بمعتقداته الإبستمولوجية الصحيحة وأفكاره حول التعلم، كما أن أفكار المعلمين التي يؤمنون بها، ورؤيتهم الشخصية، وخبراتهم التي مروا بها تؤثر على تفضيلاتهم الشخصية وقراراتهم التدريسية، بالإضافة إلى أنها ترتبط بعلاقة واضحة بالمهارات العلمية والأكاديمية التي يمارسها.
- **الحداثة العلمية:** حيث أن المعرفة العلمية ليست ثابتة، فهي سريعة التغير والتطور؛ لذلك يجب على برامج التنمية المهنية للمعلمين أن تطور من محتواها وفقًا للتغيرات والمستحدثات، حتى يكون المعلمين ملمين بالنظريات العلمية الحديثة وتطبيقاتها في مختلف المجالات.
- **المشاركة النشطة والإيجابية من المعلم**: وذلك من خلال تصميم أنشطة علمية/ تعليمية تعتمد على الفعل والتفكير، مما يوفر الفرصة للمعلمين لإثراء معلوماتهم بشكل أكبر في مجال تخصصهم وفي التخصصات الأخرى، مما يسهم في تنمية مهارات التفكير البيني و تعديل المعتقدات الإبستمولوجية الخاطئة.
- **التعاون والتواصل بين المعلمين:** وذلك بتوفير مواقف تعليميه تتيح فرص التفاعل والتواصل بين المعلمين في التخصصات المختلفة، لتحقيق أهداف وغايات مشتركة تتمثل في: التفاوض حول المعني، تطوير الفهم المشترك بين التخصصات المتنوعة، حل الاختلافات المعرفية، توصيل المعني والفهم للآخرين.

- **تحديد الأهداف العامة للبرنامج:** استهدف البرنامج المقترح تنمية مهارات التفكير البيني، وتعديل بعض المعتقدات الإبستمولوجية حول التعلم لدى معلمي العلوم والرياضيات، وفي ضوء هذا الهدف تم تحديد مجموعة من الأهداف العامة للبرنامج، والتي تتمثل في:

- اكتساب معارف ومفاهيم علمية مرتبطة بنظرية الهيولية وتطبيقاتها المتنوعة من خلال التكامل المعرفي بين التخصصات المتنوعة.
- تعميق الفهم الشامل للمفاهيم العلمية المتخصصة من خلال الترابط والتكامل بين مجالين معرفيين أو أكثر.
- تنمية القدرة على تفسير الظواهر العلمية من منظور بيني من خلال الربط بين تخصصه والتخصصات الأخري.
- تنمية الاتجاه نحو المشاركة الإيجابية في حوار جماعي حول موضوع أو قضية علمية، وتبادل الخبرات والمعلومات بين التخصصات المختلفة.
- تبني أفكار من منظور متعدد التخصصات عند دراسة وتفسير الظواهر العلمية المرتبطة بنظرية الهيولية وتطبيقاتها.
- السعي لاكتشاف علاقات جديدة بين مجال التخصص والتخصصات الآخري.
- تعديل المعتقدات الإبستمولوجية بأن المعرفة عبارة عن مجموعة من المفاهيم والأفكار والأجزاء المنفصلة غير المتكاملة إلى الاعتقاد بأنها تمثل مفاهيم مترابطة ومتكاملة وأن العلم وحدة واحدة.
- تعديل المعتقدات الإبستمولوجية إلى أن القدرة على التعلم نمائية ومتغيرة بمرور الوقت.

- **تحديد محتوي البرنامج المقترح:** في ضوء أهداف البرنامج السابق تحديدها، تم تحديد مجموعة من الموضوعات ذات الصلة بنظرية الهيولية وتطبيقاتها المتنوعة، وتمثلت هذه الموضوعات في (11) موضوع، وتم تخصيص مجموعة من الجلسات لها وفق

محتوى كل موضوع ، والجدول التالي يوضح الخطة الزمنية اللازمة لتنفيذ موضوعات البرنامج المقترح.

جدول1:

الخطة الزمنية لموضوعات البرنامج المقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها

	الموضوعات	المحتوى	عدد الجلسات
	جلسة تمهيدية	التعريف بأهداف البرنامج – التفكير البيني - المعتقدات الإبستمولوجية	جلسة
المرحلة الأولى	الموضوع الأول	نشأة نظرية الهيولية	جلستين
	الموضوع الثاني	الأنظمة الديناميكية	جلسة
	الموضوع الثالث	الدالة اللوجستية– عدد (ثابت) فايجنباوم	جلستين
	الموضوع الرابع	جاذب لورنز الغريب	جلستين
	الموضوع الخامس	مجموعات جوليا – مجموعة ماندلبروت	جلسة
المرحلة الثانية	الموضوع السادس	تطبيقات الهيولية في الكيمياء	جلسة
	الموضوع السابع	تطبيقات الهيولية في الفيزياء	جلسة
	الموضوع الثامن	تطبيقات الهيولية في الأنظمة البيولوجية	جلسة
	الموضوع التاسع	تطبيقات الهيولية في الفلك وعلوم الكون	جلسة
	الموضوع العاشر	تطبيقات الهيولية في علم الروبوتات	جلسة
	الموضوع الحادي عشر	التكامل وتعليم العلوم والرياضيات.	جلسة
المجموع		15 جلسة	

- **استراتيجيات وطرق التدريس المستخدمة في البرنامج** المقترح: تم استخدام مجموعة متنوعة من طرق واستراتيجيات التدريس أثناء تنفيذ البرنامج، والتي يمكن أن تحقق الأهداف العامة والإجرائية، وقد تم مراعاه أن ترتكز هذه الاستراتيجيات والطرق على تفعيل دور المعلمين بإيجابية ونشاط، وتنمية مهارات التفكير البيني، والمعتقدات الإستمولوجية، ومن هذه الطرق (العصف الذهني - التعلم التعاوني - المناقشة والحوار- جولة المعرض – فكر زاوج شارك - حل المشكلات – التعلم الذاتي – التعلم التشاركي)، ويوجد توضيح لخطوات كل الطرق والاستراتيجيات في مقدمة دليل البرنامج المقترح.
- **الأنشطة التعليمية:** اشتمل البرنامج المقترح على مجموعة من الأنشطة والمهام المختلفة (المرفقة بأوراق العمل) التي تساعدت على تنمية مهارات التفكير البيني وتعديل المعتقدات الإبستمولوجية، وقد تنوعت هذه الأنشطة بين فردية وجماعية،

وقد روعي في إعداد أوراق العمل أن يكون هناك عنوان لكل ورقة عمل لجذب انتباه المعلمون، ووجود فراغات لتدوين الإجابات

- **مصادر التعلم:** تم الاستعانة في تدريس البرنامج المقترح ببعض مصادر التعلم المتنوعة ومنها شبكة المعلومات الدولية، الفيديوهات التعليمية مما يساعد على توضيح الفكرة بشكل أعمق وجذب الانتباه. وقد تم مراعاه دقة صحة وحداثة المادة العلمية المقدمة في تلك المصادر.
- **تقويم البرنامج:** روعي أن تكون عملية التقويم متنوعة ومستمرة، ما بين التقويم القبلي لأدوات البحث؛ لتحديد مستوى المعلمين قبل تطبيق البرنامج المقترح، والتقويم التكويني؛ للتأكد من اكتساب المعارف والمهارت المرتبطة بكل موضوع، وتحديد نقاط القوة لتعزيزها، ونقاط الضعف لتقويمها، كما تمثل أيضًا في التقويم البعدي لأدوات البحث؛ لقياس فعالية البرنامج المقترح في تنمية مهارات التفكير البيني والمعتقدات الإبستمولوجية.

2- **إعداد دليل المدرب لتنفيذ موضوعات البرنامج المقترح**: تم إعداد دليل للمدرب يسترشد به عند تدريس موضوعات البرنامج المقترح؛ بغرض تنمية مهارات التفكير البيني والمعتقدات الإبستمولوجية لدى معلمي العلوم والرياضيات، حيث تضمن الدليل: مقدمة الدليل- فلسفة الدليل– الأهداف العامة لمحتوى البرنامج – استراتيجيات وطرق التدريس المستخدمه – الخطة الزمنية لتدريس موضوعات البرنامج – توجيهات عامة للمدرب - تخطيط موضوعات البرنامج المقترح وهي عبارة عن إرشادات توضح للمدرب الإجراءات التي ينبغي مراعاتها عند تدريس موضوعات البرنامج.

3- **تحديد صلاحية البرنامج المقترح:** بعد الانتهاء من البرنامج المقترح تم عرضه على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مجال مناهج وطرق تدريس العلوم

والرياضيات؛ بغرض التحقق من صلاحيته، وقد تم تعديلهم في ضوء آراء السادة المحكمين المناسبة، وبذلك أصبح البرنامج في صورته النهائية(3) صالح للتطبيق .

ثانيًا : إعداد أدوات التقويم المتمثلة في :

1- **إعداد مقياس مهارات التفكير البيني، وقد مرت عملية إعداد مقياس مهارات التفكير البيني بالخطوات التالية:-**

- **تحديد الهدف من المقياس:** هدف المقياس إلى قياس مدى امتلاك معلمي العلوم والرياضيات لمهارات التفكير البيني، وذلك قبل/ بعد تدريس البرنامج المقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها القائم على التكامل المعرفي.
- **تحديد أبعاد المقياس:** تم تحديد أبعاد المقياس من خلال الإطلاع على عدد من الدراسات العربيه والأجنبية التي تناولت مهارات التفكير البيني، **و**تم تقسيم الاختبار إلى 4 أبعاد، كل بعد منها يعبر عن إحدى مهارات التفكير البيني وهي: الفهم البيني - الاستقصاء البيني – التواصل البيني – تفسير الظواهر من منظورات متنوعة.
- **صياغة مفردات المقياس:** صيغت مفردات المقياس من أربعة أسئلة مقالية رئيسه، يتكون كل سؤال من فقره تتناول موضوعًا أو مشكلة علمية محددة، يليها عدد من الأسئلة الفرعية التي تتطلب من المعلم الإجابة عنها، بحث تكون الإجابة متضمنه أكثر من تخصص، وتُظهر عمق التكامل بين فروع المعرفة المختلفة.
- **تقدير درجات المقياس:** تم تقدير درجات المقياس عن طريق إعطاء كل استجابة صحيحة تحقق التكامل المعرفي يأتي بها المعلم درجة واحدة.
- **التأكد من صدق المقياس:** للتأكد من صدق المقياس، تم عرض الصورة الأولية للمقياس على مجموعة من المحكمين، حيث طلب منهم الحكم على المقياس من حيث: شمول المقياس لكافة المهارات المراد قياسها، مدى سلامة المفردات علميًا

(1) ملحق (3) : الصورة النهائية للبرنامج المقترح.

ولغويًا، ومدى ملاءمة المقياس لمستوى المعلمين، أية مقترحات أخرى (بالإضافة أو الحذف)، وتم إجراء التعديلات المناسبة، حيث عُدلت صياغة بعض الأسئلة.

- **التجربة الاستطلاعية للمقياس:** هدفت التجربة الاستطلاعية للمقياس إلى حساب ثبات المقياس، والزمن المناسب للإجابة عن مفرداته، ولتحقيق ذلك تم تطبيق المقياس على مجموعة من معلمي العلوم والرياضيات، وعددهم (20) في بداية الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي 2023/2022، وقد كانت نتائج التجربة كالتالي:

أ- **تحديد زمن المقياس:** تم حساب متوسط زمن المقياس من خلال حساب الزمن الذي استغرقته كل معلم للإجابة عن مفردات المقياس مقسومًا على عدد المعلمين، ووجد أن متوسط الزمن هو (80) دقيقة، وقد تم الالتزام به عند التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس التفكير البيني على عينة البحث الأصلية.

ب- **ثبات المقياس:** حُسب ثبات المقياس عن طريق البرنامج الاحصائى (Spss)، وذلك عن طريق حساب معامل التباين- ألفا- لحساب معاملات الثبات، من خلال معادلة ألفا كروبناخ حيث بلغ ثبات المقياس (0.76) مما يدل على تمتع المقياس بنسبة ثبات عالية، ودقة العبارات وقدرتها على قياس ما وضعت من أجله.

ج- **صدق الاتساق الداخلي للمقياس :** تم حساب معاملات الارتباط بين كل مهارة من مهارات المقياس والدرجة الكلية للمقياس، وقد تراوحت قيم معاملات الارتباط ما بين (0.71^{**} – 0.79^{**})، وكانت جميع هذه القيم دالة عند مستوى (0.01) وهذا يعطي دلالة على ارتفاع معاملات الاتساق الداخلي، كما يشير إلى مؤشرات صدق مرتفعة وكافية يمكن الوثوق بها في تطبيق البحث الحالي.

- **الصورة النهائية لمقياس مهارات التفكير البيني [4]:** بعد التأكد من صلاحية المقياس وضبطه إحصائيًا، أصبح المقياس في صورته النهائية يتكون من (16) مفردة.

جدول2:

يوضح أبعاد مقياس مهارات التفكير البيني، وأرقام المفردات الدالة على كل بعد

المهارة	رقم المفرادات	المجموع
الفهم البيني	1 ، 5 ، 9 ، 13	4
الاستقصاء البيني	3 ، 6 ، 10 ، 14	4
التواصل البيني	4 ،8 ، 12 ، 16	4
تفسير الظواهر من منظورات مختلفة	2، 7 ، 11 ، 15	4
المجموع	**16**	

2- إعداد مقياس المعتقدات الإبستمولوجية، وقد مرت هذه الخطوة بما يلي:

- **تحديد الهدف من المقياس:** هدف هذا المقياس إلى قياس مستوى المعتقدات الإبستمولوجية لدى معلمي العلوم والرياضيات، وذلك قبل/ بعد تدريس البرنامج المقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها القائم على التكامل المعرفي.
- **تحديد أبعاد المقياس:** بعد الإطلاع على الأبحاث والدراسات السابقة التي تناولت المعتقدات الإبستمولوجية، تم تحديد أبعاد مقياس المعتقدات الإبستمولوجية في (5) أبعاد هي: بنية المعرفة، يقينية المعرفة، مصدر المعرفة، سرعة التعلم، التحكم في التعلم.
- **صياغة مفردات المقياس:** تم صياغة مفردات المقياس في صورة عبارات تقريرية تمثل معتقدات معلمي العلوم والرياضيات حول المعرفة والتعلم، ويُطلب من كل معلم اختيار استجابة واحدة من بين خمس استجابات (أوافق بشده - أوافق - محايد - أعارض – أعارض بشده)، وبلغت عبارات المقياس (50) عبارة لكل بعد (10) عبارات، وقد تم مراعاة أن تكون العبارات مختصرة وواضحة، وخالية من الأخطاء اللغوية، مناسبة للمعلمين، وألا توحي باستجابات معينة.

(1) ملحق (4) : الصورة النهائية لمقياس مهارات التفكير البيني

- **تقدير درجات المقياس** : خُصصت خمس درجات لكل عبارة حسب التدريج المستخدم بمقياس ليكرت Likert، كما هو موضح بالجدول التالي:

جدول3:

نظام تقدير الدرجات لبنود مقياس المعتقدات الإبستمولوجية

العبارة	أوافق بشده	اوافق	محايد	أعارض	أعارض بشده
الموجبة	5	4	3	2	1
السالبة	1	2	3	4	5

وبالتالي تصبح الدرجة الصغرى للمقياس = 50 درجة ، والدرجة العظمي للمقياس = 250 درجة.

- **التجربة الاستطلاعية للمقياس :** هدفت التجربة الاستطلاعية للمقياس إلى حساب ثبات المقياس، والزمن الملائم للاستجابة لبنوده، ولتحقيق ذلك تم تطبيق المقياس على مجموعة من معلمي العلوم والرياضيات، وكان عددهم (20) معلم ومعلمة في بداية الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي 2023/2022، وقد كانت نتائج التجربة كالتالي:

أ- **تحديد زمن المقياس:** تم حساب متوسط زمن المقياس من خلال حساب الزمن الذي استغرقه كل معلم للإجابة عن عبارات المقياس مقسومًا على عددهم، ووجد أن متوسط الزمن هو (20) دقيقة.

ب- **التأكد من وضوح المعاني وتعليمات المقياس:** لوحظ أن معظم المعلمين لم يكن لديهم استفسارات فيما يتعلق بعبارات المقياس أو تعليماته، مما يبين وضوح وملائمة بنود المقياس ومناسبتها.

ج- **ثبات المقياس :** حُسب ثبات المقياس بطريقة (الفا كرومباخ) عن طريق برنامج SPSS والذي بلغ (0.81) وهي قيمة مرتفعة ودالة إحصائيًا، وبالتالي فإن المقياس يتمتع بدرجة عالية من الثبات ويمكن الاعتماد على النتائج والوثوق بها.

د- **صدق الاتساق الداخلي للمقياس :** تم حساب معامل الارتباط بين درجة كل بعد من أبعاد المقياس مع الدرجة الكلية للمقياس، وقد تراوحت قيم معاملات الارتباط ما بين (0.68** – 0.86**)، وكانت جميع هذه القيم دالة إحصائيًاعندى مستوى (0.01)، وهذا يعطي دلالة على ارتفاع معاملات الاتساق الداخلي للمقياس يمكن الوثوق بها في تطبيق البحث الحالي.

- **الصورة النهائية لمقياس المعتقدات الإبستمولوجية (5) :** في ضوء ما تقدم من خطوات، أصبح المقياس في صورته النهائية يتكون من (50) عبارة موزعه على الأبعاد الخامسة، ومقسمة إلى عبارات موجبة وأخرى سالبة، والجدول التالي يوضح توزيع عبارات مقياس المعتقدات الإبستمولوجية.

جدول 4:

أرقام العبارات الموجبة والسالبة لأبعاد مقياس المعتقدات الإبستمولوجية.

أبعاد المقياس	أرقام العبارات الموجبة	أرقام العبارات اسالبة	المجموع
بنية المعرفة	1 ، 11 ، 21 ، 31 ، 41	6 ، 16 ، 26 ، 36 ، 46	10
يقينية المعرفة	7 ، 17 ، 27 ، 37 ، 47	2 ، 12 ، 22 ، 32 ، 42	10
مصدر المعرفة	3 ، 13 ، 23 ، 33 ، 43	8 ، 18 ، 28 ، 38 ، 48	10
سرعة التعلم	9 ، 19 ، 29 ، 39 ، 49	4 ، 14 ، 24 ، 34 ، 44	10
التحكم في التعلم	5 ، 15 ،25 ، 35 ، 45	10 ، 20 ، 30 ، 40، 50	10
مجموع العبارات	**25**	**25**	**50**

التصميم التجريبي وإجراءات التجريب الميداني

1- **التصميم التجريبي للبحث:** تم اتباع التصميم التجريبي ذو المجموعة الواحدة، وبإجراء تطبيق قبلي/ بعدي لمجموعة البحث والمقارنة بين متوسط درجات المعلمين في التطبيقين، تم التوصل إلى تحديد مدى فاعلية برنامج مقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها قائم على التكامل المعرفي لتنمية التفكير البيني وتعديل المعتقدات الإبستمولوجية لدى معلمي العلوم والرياضيات.

(5) ملحق رقم (5) : الصورة النهائية لمقياس المعتقدات الإبستمولوجية

2- **التطبيق القبلى لأدوات البحث:** تم التطبيق القبلي لأدوات البحث (مقياس التفكير البيني، ومقياس المعتقدات الابستمولوجية) على مجموعة البحث يوم السبت الموافق3/11/ 2023، وذلك قبل تدريس البرنامج المقترح؛ بهدف الحصول على المعلومات القبلية لمجموعة البحث.

3- **تدريس البرنامج المقترح لمجموعة البحث:** بعد الانتهاء من عملية التطبيق القبلي لأدوات البحث، بدأ تدريس البرنامج المقترح لمجموعة البحث في يوم السبت الموافق 2023/3/18، وقد استغرق تدريس البرنامج (8) أسابيع تقريبًا بواقع جلستين أسبوعيًا.

4- **التطبيق البعدى لأداتي التقويم:** بعد الانتهاء من تدريس البرنامج المقترح، تم التطبيق البعدي لمقياس التفكير البيني، ومقياس المعتقدات الابستمولوجية، وتم التصحيح، ورصد البيانات، ثم معالجتها إحصائيًا للتوصل إلى النتائج، ثم تفسيرها ومناقشتها، وتقديم المقترحات والتوصيات في ضوئها.

نتائج البحث التجريبية

أولًا: نتائج تطبيق مقياس التفكير البيني:

1- **لاختبار صحة الفرض الأول والذي ينص على أنه "**يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq 0,05$) بين متوسطى درجات معلمي مجموعة البحث فى التطبيقين القبلي / البعدي لمقياس التفكير البيني ككل وفى كل بعد من أبعاده لصالح التطبيق البعدي"، تم حساب قيمة (ت) للمجموعات المرتبطة لحساب دلالة الفرق بين متوسطي درجات معلمي مجموعة البحث في التطبيقين القبلي/ البعدي لمقياس التفكير البيني ككل وفي كل بعد من أبعاده، كما تم استخدام دلالة حجم التأثير للتأكد من فاعلية تدريس البرنامج المقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها القائم على التكامل المعرفي في تنمية التفكير البيني لدى مجموعة البحث.

جدول 5 :

قيم المتوسط والانحراف المعياري وقيم "ت" لنتائج التطبيق القبلي والبعدي لمقياس التفكير البيني وأبعاده لدى معلمي العلوم والرياضيات(مجموعة البحث)

أبعاد المقياس	التطبيق القبلي		التطبيق البعدي		قيمة (t)* المحسوبة	حجم التأثير η^2	D**
	م1	ع1	م2	ع2			
الفهم البيني	3,97	1,19	8,8	1,27	*18,08	0,92	**4,8
الاستقصاء البيني	0,83	0,75	4,67	0,80	*20,86	0,94	**5,6
التواصل البيني	4,3	1,15	10,3	1,12	*24,02	0,95	**6,16
تفسير الظواهر من منظورات مختلفة	1,07	1,17	5,03	1,1	*25,52	0,96	**6,93
المقياس ككل	**10,17**	**3,25**	**28,8**	**3,27**	***38,77**	**0,98**	**9,9

*ملاحظة** قيمة (t) المحسوبة دالة عند مستوي 0,01 ** حجم التأثير كبير حيث قيمة D أكبر من 0,8

يتضح من نتائج الجدول السابق ما يلي:

- وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات معلمي مجموعة البحث في كل من التطبيقين القبلي/البعدي لمقياس التفكير البيني، وذلك بالنسبة للمقياس ككل وكل بُعد على حده لصالح التطبيق البعدي؛ حيث أظهرت نتائج الجدول السابق أن قيمة "ت" المحسوبة والتي قيمتها (38,77) أكبر من قيمة "ت" الجدولية مما يدل على وجود فروق دالة إحصائيًا لصالح التطبيق البعدي، وأن قيمة المتوسط الحسابي للتطبيق البعدي والتي تساوي(28,8) أكبر من قيمة المتوسط الحسابي للتطبيق القبلي والتي تساوى (10,17).
- حجم التأثير للفروق بين المتوسطين كبير، ويعزي هذا الأثر إلى تأثير المتغير المستقل (البرنامج المقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها القائم على التكامل المعرفي) على المتغير التابع (التفكير البيني)، وهذا يدل على فاعلية البرنامج المقترح في تنمية التفكير البيني، وبذلك يقبل الفرض الأول.

❖ **تفسير نتائج مقياس مهارات التفكير البيني:**

أظهرت نتائج البحث ارتفاع متوسط درجات معلمي مجموعة البحث في التطبيق البعدي عن القياس القبلي لمقياس التفكير البيني بفرق دال إحصائيًا، وذلك بعد تدريس

البرنامج المقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها القائم على التكامل المعرفي، وقد يرجع ذلك إلى:

-تقديم محتوي البرنامج المقترح "نظرية الهيولية وتطبيقاتها" في ضوء توجهات التكامل المعرفي مع التركيز على عرض هذه التطبيقات وتفسير الظواهر العلمية المتنوعة من خلال إبراز وحدة العلم، وإزالة الفواصل بين العلوم المختلفة كالرياضيات والكيمياء والفيزياء والبيولوجي، مما ساهم في تحقيق التكامل بين التخصصات المختلفة بدلًا من رؤيتها كمجالات منفصلة غير مرتبطة ببعضها البعض، مما ساعد في تنمية القدرة على التفكير البيني.

-تضمن البرنامج مجموعة متنوعة من الأنشطة والمهام التعليمية التي تتطلب من المعلمين مشاركة فاعلة وتواصل بيني أثناء تفسير الظواهر العلمية المرتبطة بنظرية الهيولية، مما ساهم في فهم موضوعات البرنامج وتمكن المعلمين من توظيف وممارسة مهارات التفكير البيني المستهدفة بالبحث الحالي.

-اعتماد مجموعة متنوعة من استراتيجيات وطرائق التدريس التفاعلية، والتي تم من خلالها تقديم موضوعات البرنامج في شكل قضايا و ظواهر علمية حقيقية واقعية ومستقبلية، أتاحت الفرصة لتنمية مهارات التفكير البيني بصورة وظيفية طوال فترة التدريس.

تتفق نتائج هذا البحث مع دراسة كل من (عبد الفتاح، 2022؛ مسيحة ،2022 ؛ الدرواني و السلول، 2021؛ Tan & So,2019).

ثانيًا : نتائج تطبيق مقياس المعتقدات الابستمولوجية:

1- لاختبار صحة الفرض الثاني والذي ينص على أنه :"يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq 0,05$) بين متوسطى درجات معلمي مجموعة البحث فى التطبيقين القبلى/البعدى لمقياس المعتقدات الابستمولوجية ككل وفى كل بعد من أبعاده لصالح

التطبيق البعدى"، تم حساب قيمة (ت) للمجموعات المرتبطة لحساب دلالة الفرق بين متوسطي درجات معلمي مجموعة البحث في التطبيقين القبلى/ البعدى لمقياس المعتقدات الابستمولوجية ككل وفي كل بعد من أبعاده. كما تم استخدام دلالة حجم التأثير للتأكد من البرنامج المقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها القائم على التكامل المعرفي في تعديل المعتقدات الابستمولوجية لدى مجموعة البحث.

جدول6:

قيم المتوسط والانحراف المعياري وقيم "ت" لنتائج التطبيق القبلي والبعدي لمقياس المعتقدات الابستمولوجية وأبعاده لدى معلمي العلوم والرياضيات(مجموعة البحث)

أبعاد المقياس	التطبيق القبلي		التطبيق البعدي		قيمة (ت)* المحسوبة	حجم التأثير η^2	D**
	م1	ع1	م2	ع2			
بنية المعرفة	25,83	1,09	44,17	1,37	*50,06	0,99	**14,07
يقينية المعرفة	29,03	1,33	41,6	1,13	*44,51	0,99	**14,07
مصدر المعرفة	30,4	1,65	42,63	1,1	*30,39	0,97	**8,04
سرعة التعلم	28,13	1,33	43,03	1,54	*37,59	0,98	**9,9
التحكم في التعلم	25,53	1,61	38,8	1,88	*27,01	0,96	**6,93
المقياس ككل	**138,93**	**4,21**	**210,23**	**3,1**	***67,1**	**0,99**	**14,07

* قيمة (t) المحسوبة دالة عند مستوي 0,01 ** حجم التأثير كبير حيث قيمة D أكبر من 0,8

يتضح من نتائج الجدول السابق ما يلي:

- وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات معلمي مجموعة البحث في كل من التطبيقين القبلي/البعدي لمقياس المعتقدات الابستمولوجية، وذلك بالنسبة للمقياس ككل وكل بُعد على حده لصالح التطبيق البعدي؛ حيث أظهرت نتائج الجدول السابق أن قيمة "ت" المحسوبة والتي قيمتها (67,1) أكبر من قيمة "ت" الجدولية مما يدل على وجود فروق دالة إحصائيًا لصالح التطبيق البعدي، وأن قيمة المتوسط الحسابي للتطبيق البعدي والتي تساوي(210,23) أكبر من قيمة المتوسط الحسابي للتطبيق القبلي والتي تساوى (138,93).
- حجم التأثير للفروق بين المتوسطين كبير، ويعزي هذا الأثر إلى تأثير المتغير

المستقل (البرنامج المقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها القائم على التكامل المعرفي) على المتغير التابع (المعتقدات الابستمولوجية)، وهذا يدل على فاعلية البرنامج المقترح في تعديل المعتقدات الابستمولوجية، وبذلك يقبل الفرض الثاني.

❖ **تفسير نتائج مقياس المعتقدات الابستمولوجية:**

أظهرت نتائج البحث ارتفاع متوسط درجات معلمي مجموعة البحث في التطبيق البعدي عن القياس القبلي لمقياس المعتقدات الابستمولوجية بفرق دال إحصائيًا، وذلك بعد تدريس البرنامج المقترح في نظرية الهيولية وتطبيقاتها القائم على التكامل المعرفي، حيث يمكن إرجاع ذلك إلى:

- تقديم موضوعات البرنامج المقترح في نظرية الهيولية وما يتضمنه من تطبيقات علمية متنوعة بأسلوب يعتمد على تكامل وترابط المعلومات في المجالات المختلفة وتداخلها مع بعضها، وإبراز العلاقات فيما بينها بطريقة شيقة وممتعة، أتاحت الفرصة لمعلمي العلوم والرياضيات لتحسين وتعديل معتقداتهم الإبستمولوجية.
- أن البرنامج المقترح بما يتضمنه من تطبيقات متنوعة قائمة على التكامل المعرفي، أتاح الفرصة للمعلمين للمشاركة والمناقشة والحوار وعرض وجهات نظرهم وتبادل الآراء والأفكار فيما توصلوا إليه من معلومات بصورة أكثر عمقًا، مما ساهم في تعديل المعتقدات الإبستمولوجية لديهم.
- تكليف المعلمين بالعديد من المهام والأنشطة الإثرائية التي تتطلب التقصي والبحث في مصادر المعرفة المختلفة عن نظرية الهيولية وتطبيقاتها، كان له أثر كبير في زيادة تفاعلهم في البرنامج المقترح، مما ساهم في تعديل بعض المعتقدات الإبستمولوجية بأن المعرفة غير مؤكدة وإنها قابلة للتغير والتطوير.
- توفير بيئة تعليمية آمنه قدم خلالها المعلمين معتقداتهم دون خوف من أى حكم أو تقييم ساهم بشكل واضح في تعديل معتقداتهم الإبستمولجية الخاطئة.

- تقديم محتوي البرنامج باستراتيجيات وطرق تدريس متنوعة تواكب الاتجاهات الحديثة والتطورات الحاصلة في العلوم المختلفة، ساعد على تكوين رؤية ناقدة وثاقبة حول طبيعة المعرفة ومصادرها وطرق توظيفها وتطورها، مما ساهم في تعديل المعتقدات الإبستمولوجية لديهم.

وتتفق نتائج هذا البحث مع نتائج دراسة كل من: (إسماعيل و إبراهيم، 2022 ؛ طلبة، 2022 ؛ المحاجرية، 2022؛ الترتوي، 2019؛ السر ،2016 ؛ محمد، 2014).

توصيات البحث:

بناء على نتائج البحث، توصي الباحثتان بمجموعة من التوصيات تتمثل في:

- دمج تطبيقات نظرية الهيولية المتنوعة والمرتبطة بفروع العلم المختلفة في جميع المقرارات الدراسية والبرامج الأكاديمية، للتأكيد على وحدة المعرفة وتكاملها.
- تطوير برامج إعداد المعلم القائمة، وإستحداث برامج آخري تأخذ بمبدأ تكامل المعرفة، بما يتيح الفرصة للتعمق في التخصص (المعرفة التخصصية)، وكذلك التطرق إلى التخصصات الفرعية الآخري في مجالات العلوم الآخري (المعرفة متعددة التخصصات).
- عقد دورات تدريبية جادة للمعلمين في ضوء توجهات التكامل المعرفي، وأهدافه، ومبرراته؛ بحيث يستند المعلم إلى رؤية واضحة، وإطار معرفي من المعتقدات توجه ممارسته، وتثير لديه الفضول العلمي، وتعزز تعاونه مع زملائه في التخصصات الآخرى.
- ضرورة إعادة النظر في البرامج الجامعية، والعمل على إحداث تكامل بين المقررات في التخصصات المختلفة.
- إعداد دورات تثقيفية للمعلمين في موضوعات نظرية الهيولية وتطبيقاتها في مختلف المجالات، وكيفية تدريسها في إطار متكامل بما يحقق تنمية التفكير البيني وتعديل المعتقدات الإبستمولوجية لديهم ولدى طلابهم.

- توجيه المعلمين إلى التركيز على تقديم وتوظيف المعرفة في إطار متكامل أثناء تدريس المقررات الدراسية، بما ينمي التفكير البيني، ويعدل من المعتقدات الإبستمولوجية الغير صحيحة لدى طلابهم.
- عقد ندوات للمعلمين لتوضيح أهمية المعتقدات الإبستمولوجية، ودورها في فهم أدوراهم في بيئة التعلم بشكل أفضل، ومساعدتهم على تنمية ممارساتهم التدريسية، واختيار أنسب الاستراتيجيات والطرق التدريسية التي تساعدهم من إشراك طلابهم العلملية التعليمية، وكذلك تنظيم معارفهم عن الموضوع الذي يقومون بتدريسه.

البحوث المقترحة:

استكمالًا لما بدأه البحث الحالي، تقترح الباحثتان إجراء مزيد من البحوث تتمثل في:

- برنامج لتدريب معلمي العلوم والرياضيات بالمرحلة الإبتدائية قائم على الدراسات البينية لتنمية مهارات تصميم أنشطة تكاملية ومهارات التفكير المتشعب.
- فاعلية برنامج تدريبي قائم على أنشطة التكامل المعرفي لتنمية مهارات التفكير المتحرر والتنفيذي لدى طالب الجامعة.
- فاعلية وحدة مقترحة في نظرية الهيولية وتطبيقاتها لتنمية بعض المتغيرات مثل (حل المشكلات – التفكير الناقد – الفضول العلمي) لدى طلاب المرحلة الثانوية.
- تطوير مناهج العلوم والرياضيات بمراحل التعليم المختلفة في ضوء مدخل التكامل المعرفي لتنمية مهارات التفكير البيني والاستمتاع بالتعلم.
- دراسة مقارنة بين استخدام مدخل التكامل المعرفي وبعض المداخل الآخري وفاعليتها في تنمية مهارات التفكير البيني وتعديل المعتقدات الإبستمولوجية.
- قياس فاعلية مداخل واستراتيجيات تدريسية حديثة في تنمية مهارات التفكير االبيني والاتجاهات الابستمولوجية في مراحل دراسية مختلفة.
- دراسة تحليلية للممارسات الصفية لمعلمي العلوم والرياضيات وعلاقتها بمعتقداتهم الابستمولوجية حول التعلم.

المراجع

إبراهيم، علي حسن والرويشد، نهى راشد (2022). درجة استخدام معلمي الرياضيات والعلوم للمدخل التكاملي في التدريس في مدارس التعليم العام بدولة الكويت من وجهة نظرهم، *المجلة الدولية للأبحاث التربوية*، جامعة الإمارات العربية المتحدة، 46(3)، 403-429.

إبراهيم، هشام والجزائري، خلود (2014). اعتقادات معلمي الصف حول تكامل الرياضيات والعلوم في الحلقة الأولى من التعليم الأساسي في جنوب سورية، *مجلة اتحاد الجامعات العربية للتربية وعلم النفس*، 12(3)،11-31.

إبراهيم، وفاء عبد الفتاح محمود (2014). مداخل التخطيط التربوي في ضوء التحديات الحضارية المعاصرة " دراسات مستقبلية"، رسالة دكتوراه، كلية التربية – جامعة بنها.

إبراهيم، وفاء عبد الفتاح محمود وآخرون (2015). نظرية الفوضي وعلاقتها بالتخطيط التربوي ومداخله، *مجلة دراسات تربوية ونفسية*، كلية التربية- جامعة الزقازيق، ع(89)، 312-404.

أحمد، علا عبد الرحيم وأحمد، أسماء عبد السلام وباسيلي، فيفيان فتحي (2022). استشراف مستقبل بعض القضايا المرتبطة بسياسة التعليم الجامعي المصري: على ضوء نظرية الفوضى تحذيرات وإضاءات، *مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية*، كلية التربية - جامعة الفيوم، 5(16)، 516-282.

إسماعيل، علا عاصم السيد (2017). مسارات تفعيل التكامل المعرفي لتحقيق الجودة التعليمية بكليات التربية (رؤية مقترحة)، *مجلة كلية التربية*، كلية التربية - جامعة بورسعيد، 21، 185-247.

إسماعيل، ناريمان جمعة وإبراهيم، لبنى نبيل عبدالحفيظ (2022). فاعلية برنامج مقترح في مهارات التدريس قائم على التعلم الخبراتي لتنمية مهارات التفكير البيني وبعض المعتقدات الإبستمولوجية حول التعلم لدى الطلبة المعلمين بشعبتي الفيزياء والجغرافيا، *مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية*، كلية التربية – جامعة الفيوم، 16(6) ، 391- 474.

الوادعي، مسفر أحمد بن مسفر آل عاطف (2021). دور الدراسات البينية في تحقيق التكامل المعرفي لطلبة الجامعات في ضوء مضامين رؤية المملكة العربية السعودية 2020، *مجلة كلية التربية*، كلية التربية - جامعة كفر الشيخ، ع(103)، 1-48.

برنجي، ندي محمد جميل (2020). التكامل المعرفي بين العلوم الإنسانية في مواجهة الانحراف الفكري والسلوكي لدي الشباب، *مجلة جامعة الملك عبد العزيز*، كلية الاداب والعلوم الأنسانية، 28(4)، 1-36.

الترتوي، محمد عوض (2019). الاتجاهات الإبستمولوجية السائدة لدي طلبة السنة الأولي المشتركة في جامعة الملك سعود، *مجلة كلية التربية*، كلية التربية - جامعة الأزهر، 182، 115-141.

جمعة، السيد علي السيد (2017). أسلوب مقترح لتخطيط النظم التعليمية في ضوء نظرية الفوضي، *مجلة دراسات تربوية ونفسية*، كلية التربية - جامعة الزقازيق، ع(95)، 195-259.

الحبشي، فوزي أحمد محمد وسلامة، مريم رزق سليمان (2019). فاعلية استخدام استراتيجية التعلم مدى الحياة لتدريس مقرر علوم بيئية في تنمية مهارات التفكير الاستدلالي والمعتقدات المعرفية لدى طلبة كلية التربية، *مجلة كلية التربية*، كلية التربية - جامعة طنطا، 75(3)،32-49.

حسين، فاطمة ومحمد، محمد محي الدين مجي الدين محمود (2019). الإستفادة من نظرية الفوضى في إيجاد حلول تصميمية مبتكرة في التصميم الداخلي، *مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية*، 4(15)، 12-26.

الحبيب، بكر تركي عبد الأمير (2006). استخدام مداخل التكامل الفكري في التطوير التنظيمي لمنظمات الخدمة العامة، *مجلة جامعة بغداد لعلوم الاقتصاد*، 12، 192-212.

الحجي، خلفان زاهران بن حمد و عبد الله، خالد عتيق سعيد (2016).تخصص علم المعلومات وحتمية العلاقة مع العلوم الأخري: تجربة قسم دراسات المعلومات بجامعة السلطان قابوس أنموذجًا، *مجلة الآداب والعلوم الاجتماعية*، جامعة السلطان قابوس، 7(3)، 141-154.

الخزيم، محمد حمد معتق (2020). التصورات الإبستمولوجية لمعلمي الرياضيات حول المعرفة المفاهيمية فى مراحل التعليم العام بمدينة حائل، *المجلة الدولية للبحوث في العلوم التربوية*، المؤسسة الدولية لآفاق المستقبل، 3(2)، 401- 456.

الدرواني، بكيل بن أحمد والسلولي، مسفر بن مسعود (2021). أثر وحدة مقترحة في نظرية الفوضى قائمة على توجه(METS) في تنمية مستويات التفكير الهندسي لدى طلبة قسم الرياضيات بكلية التربية، رسالة الخليج العربي، مكتب التربية العربي لدول الخليج، ع (163)، 34-53.

الرشيدي، شيخة ثاري النفعي (2021). الإتجاهات الإبستمولوجية وعلاقتها بمفهوم الذات الأكاديمية لدى طالبات كلية التربية بجامعة حائل، *دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، رابطة التربويين العرب، ع 140، 143-170

رمضان، صالح بن الهادي (2015). التفكير البيني أسسه النظرية وآثره في دراسة اللغة العربية وآدابها، *مركز دراسات اللغة العربية وآدابها*، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية.

زاهر، ضياءالدين (2018). العلوم البينية منهجية القرن الحادي والعشرين، مستقبل التربية العربية، *المركز العربي للتعليم والتنمية*، 25(113).

السر، خالد خميس عاشور(2016). أثر تنويع التدريس على القرار التدريسي والمعتقدات نحو تعليم الرياضيات وتعلمها في ضوء نظريات التعلم المعرفية لدى طالبات الرياضيات بجامعة الأقصى بغزة، *مجلة جامعة الأقصي – سلسلة العلوم الإنسانية*، جامعة الأقصي، 20(2) ، 277- 325.

سميث، ليوناردو (2016). *نظرية الفوضى: مقدمة قصيرة جدا، (محمد سعيد طنطاوي مترجم)*، القاهرة: مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة.

سويطي، حمزة ياسر عبدالله (2018). لمعتقدات الابستمولوجية التي يحملها معلمو الفيزياء في المرحلة الثانوية في محافظة الخليل وعلاقتها بإدراكهم للبيئة البنائية في تدريسهم، رسالة ماجيستير، كلية الدراسات العليا – جامعة القدس.

طلبة، محمد علام محمد (2022). برنامج مقترح قائم على الإنفوجرافيك التفاعلي في تنمية مهارات تنفيذ التدريس وتحسين المعتقدات المعرفية لدى الطلاب المعلمين تخصص رياضيات بكلية التربية، *مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية*، كلية التربية - جامعة الفيوم،16(6)، 591 -659.

العادل، مصطفي (2021). التكامل المعرفي: ضرورة منهجية ومعرفية، *المجلة المغربية للعلوم الاجتماعية والانسانية*، ع(13)، 11-12.

العامري، محمد (2018). مدخل بين الفنون البصرية والرياضية كما يراها معلمي التربية الرياضية ما قبل الخدمة في سلطنة عمان، المؤتمر الدولي الخامس، جامعة السلطان – قابوس مسقط.

عبد الفتاح، سالي كمال إبراهيم (2022). وحدة في العلوم معدة وفق مدخل STEAM لتنمية مهارات التفكير البيني والمستقبلي والاندماج في التعلم لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، *مجلة كلية التربية في العلوم التربوية*، كلية التربية - جامعة عين شمس، 46 (3) ، 15-77.

عبدة، هاني خميس (2016). البحوث البينية وتقدم المجتمعات الإنسانية خلال الألفية الجديدة: تجارب علمية وخيارات مستقبلية، *مجلة الآداب والعلوم الاجتماعية*، جامعة السلطان القابوس، 7(3).

العبيد الله، تمارة (2016). فعالية وحدة تعليمية مطورة في ضوء تدريس العلوم بالطريقة التكاملية (SEED) على اكتساب مهارات عمليات العلم لطلبة الصف الرابع الأساسي، *المجلة الدولية التربوية المتخصصة*، 5(10)، 1-14.

العشري، محمد فخري أحمد (2018). فاعلية وحدة مقترحة في نظرية الفوضى قائمة على التعلم المدمج في تنمية مهارات التفكير الرياضي والرسم البياني لدى طلاب المرحلة الثانوية، *مجلة كلية التربية بالإسماعيلية*، كلية التربية بالاسماعيلية - جامعة قناة السويس، ع(42)، 369-417.

العصيمي، خالد بن حمود بن محمد (2021). فاعلية نموذج التعلم ثنائي الموقف (DSLM) في تدريس العلوم على تنمية المفاهيم العلمية ومهارات ما وراء المعرفة والمعتقدات

المعرفية لدى طلاب الصف الثاني المتوسط، *مجلة كلية التربية في العلوم التربوية*، كلية التربية - جامعة عين شمس، 45 (2) ، 77-152.

العظامات، عمر عطا الله علي(2021). المعتقدات المعرفية وطلب المساعدة الأكاديمية، *المجلة العلمية لجامعة فيصل – العلوم الإنسانية والإدارية*، 22(2)،177-183.

علا، محمد (2017). نظرية المعرفة والحاجة إلى المنهج التركيب التكاملي، مجلة التفاهم، وزارة الأوقاف والشئون الدينية، 15(57-58)، 333-354.

علام، هبة صابر شاكر (2015). وحدة مقترحة فى الدراسات الاجتماعية قائمة على التكامل المعرفى لتنمية المواطنة المسؤولة والمعرفة المتكاملة لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائى، *مجلة الجمعية التربوية للدراسات الاجتماعية*، الجمعية التربوية للدراسات الاجتماعية، ع 69، 29-88.

عيسي، هناء عبد العزيز (2019). برنامج قائم على المدخل البيني لتنمية فهم الطاقة عبر المجالات العلمية والاعتقادات حول وحدة المعرفة لدى معلمي البيولوجي بالمرحلة الثانوية، *مجلة التربية العلمية*، الجمعية المصرية للتربية العلمية، 22(1) ، 149-190.

فقيهي، يحيى (2019). التصورات والفاعلية الذاتية نحو التكامل بين العلوم والرياضيات لدى المعلمين بمنطقتي نجران وجازان في المملكة العربية السعودية، *المجلة العربية للعوم ونشر الأبحاث*، مجلة العلوم التربوية والنفسية، 3(30)،22-44.

القرشي، مازن بن صالح معيش (2020). المعتقدات المعرفية وعلاقتها بالتسويف الأكاديمي لدى طلاب جامعة أم القري، *مجلة شباب الباحثين في العلوم التربوية*، ع(5)، 1410 – 1433.

القرشي/ محمد حمود غازي (2109). التصورات الإبستمولوجية لتعلم المفاهيم الكيميائية لدى معلمي المرحلة الثانوية في القريات وعلاقاتها بخبرتهم التدريسية، رسالة ماجيستير، عمادة الدراسات العليا – جامعة آل البيت.

قلامين، صباح (2015). ديناميكية النظام واللانظام في الفيزياء المعاصرة، التربية والإبستمولوجيا، الجزائر: المدرسة العليا للأستاذة ببوزريعة، ع (9).

المحاجرية، أحلام بنت خليفة بن مبارك (2022). مستوي المعتقدات المعرفية وعلاقتها بالقضايا البيو-أخلاقية لدى معلمي الأحياء بسلطنة عمان، رسالة ماجيستر، كلية التربية - جامعة السلطان قابوس.

محمد، تهاني محمد سليمان (2014). استخدام النموذج البنائي في تدريس مقرر العلوم المتكاملة لتنمية التفكير المنظومي وتصويب المعتقدات المعرفية لدى طلبة شعب التعليم الأساسي بكلية التربية، *مجلة دراسات تربوية ونفسية*، كلية التربية - *جامعة الزقازيق*، ع (82) ، 51- 126.

محمد، عادل علي عواد (2020). برنامج مقترح في النظرية الهيولية وتطبيقاتها وفاعليته في تحصيل رياضياتها وتنمية التفكير التحليلي لدى طلاب المرحلة الثانوية، رسالة دكتوراه، كلية التربية – جامعة عين شمس.

محمود، يوسف سيد (2017). نظرية الفوضي والبحث في التربية، *مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية*، جامعة الفيوم - كلية التربية، 4(8)، 43-44.

محي الدين، عبد المنعم وعلي، إيناس حلمي عرفة (2019). التربية بالفوضي دراسة تطبيقية لنظرية الفوضي، *مجلة كلية التربية*، كلية التربية - جامعة طنطا، 73(1)، 1-21.

مسيحة، شيري مجدي نصحي(2022). وحدة مقترحة في الفيزياء الطبية الحيوية قائمة على مدخل التكامل لتنمية مهارات التفكير البيني والاندماج الأكاديمي لدى طلاب المرحلة الثانوية، *مجلة كلية التربية في العلوم التربوية*، كلية التربية - جامعة عين شمس، 46(3)، 81-148.

مصطفي، ميرفت شرف(2017). فاعلية وحدة مقترحة في التغيرات المناخية قائمة على مدخل الدراسات البينية في تنمية مهارات حل المشكالت في مادة العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، *مجلة البحث العلمي في التربية*، ع(18)، 309-330.

ملكاوي، فتحي حسن (2016). منهجية التكامل المعرفي: مقدمات في المنهجية الاسلامية، المعهد العالمي للفكر الإسلامي.

مهورياشة، عبد الحليم (2017) . التكامل المعرفي بين العلوم الاجتماعية: المبادئ الأبستيمية والأسس المنهجية، المؤتمر السنوي لمؤسسة مقاربات: المناهج وتكامل المعارف، المغرب- فاس: مؤسسة مقاربات للنشر، مج(2)، 49-86.

Alghamdi, A. (2017). The effects of an integrated curriculum on student achievement in Saudi Arabia. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(9), 6079-6100

Altay, N. (2021). Examination of the Relationship Between Prospective Social Studies Teachers Epistemological Beliefs and Their Attitudes Towards Learning, *International Journal of Progressive Education*, 17(2), 155-173.

Atasoy, Ş. & Küçük, O. (2020). Development of Eighth Grade Students' Epistemological Beliefs through Writing-to-Learn Activities, *Journal of Science Learning*, 3(2), 57-66.

Basista, B &. Mathews, S. (2002). Integrated science and mathematics professional development programs, *School Science and Mathematics*, 102 (7), 359-370

Bakar, Z. & Ali, R. (2018).Epistemological Beliefs in Classroom Learning Among Secondary School Students in Pakistan, Advanced Science Letters, *American Scientific Publishers*, 24(5), 3507- 3511.

Biswas, H., Hasan, Md. & Bala, S. (2018). Chaos Theory and its applications in our real- life. *Barishal University Journal*. Part 1, 5(1&2): 123-140. ISSN 2411-247X 123.

Bestelmeyer, S. & et al (2015).Collaboration, interdisciplinary thinking, and communication: new approaches to K–12 ecology education, *Frontiers in Ecology and the Environment*, 13(1), 37-43.

Block, S. (2016). The Many Ways of Thinking: Transdisciplinary Skills, *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*, v7, 49-54.

Brown, B., Hartwell, A. & Thomas, C. (2018). Interdisciplinary design teams of pre-service and in-service teachers: issues with collaboration, *Canadian Journal of Action Research*, 19 (1), 3-21.

Carmichael, T. (2018). Global Perspective -Taking: Extending Interdisciplinary Pedagogies into International Classrooms, *Issues in Interdisciplinary Studies*, 36(2), 144-166.

Caner, M. & Kurt, B. (2021). Teaching Turkish as a Foreign Language to Young Learners: Epistemological Beliefs of Pre-service Teachers, *International Journal of Education*, 9(1),1-15.

Colpaert, J. (2018). Transdisciplinarity revistied, Computer Assisted Language Learning, V31, Issue(5-6),483-489.

Darbellay, F., Moody, Z. & Lubart, T. (2017). Creativity, Design Thinking and Interdisciplinarity, Springer: Sinapore.

Easter, J. (2019). The Impact of Epistemological Beliefs Curricular Materials on the Domain-general and Domain-specific Epistemological Beliefs of Middle School Science Students, Thesis PhD, Faculty of Education, Drake University.

Liz, E. & Ruiz-Herrera, A. (2012). Chaos in Discrete Structured Population Models, *SIAM Journal on Applied Dynamical Systems*, 11(4), 1200-1214.

Everett, M. (2019). Using Student Perceptions of Collaborative Mapping to Facilitate Interdisciplinary Learning, InSight: *A Journal of Scholarly Teaching*, V13, 113-129.

Fahim, M. & Talabari, F. (2014). Chaos/Complexity Theory and Education, *Journal of English Language Teaching and Learning*, No.13, 43-56.

Gero, A. (2016). Students' attitudes towards interdisciplinary education: A course on interdisciplinary aspects of science and engineering education, *European Journal of Engineering Education*, V43, Issue 3, 260-270.

Goksu, M. & Demir, O. (2021). Investigation of the extent to which metacognition and epistemological beliefs predict prospective teachers' entrepreneurial dispositions, *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 8(1). 310-334.

Henriksen, D.(2016). The seven transdisciplinary habits of mind of creative teachers: An exploratory study of award winning teachers, Thinking Skills and Creativity, Vol.22, 212-232.

Kaya, G.(2017). The Relations between Scientific Epistemological Beliefs and Goal Orientations of Pre-Service Teachers, *Journal of Education and Training Studies*,5(10), 33-42.

Kellert, S. (2009). *Borrowed Knowledge: Chaos Theory and the Challenge of Learning across Disciplines*, University of Chicago Press, London.

Kervan, S., Tezci, E. & Morina, S. (2020).Adaptation of the Epistemological Belief Scale to Kosovo, *European Journal of Educational Research*, 10(1),299-312.

Klein, J. (2018). "Advancing" Interdisciplinary Studies: The Boundary Work of Integrating, Complexifying, and Professionalizing, *Issues in Interdisciplinary Studies*, 36(20), 45-67.

Kirmizigul, A. & Bektas, O. (2019). Investigation of Pre-Service Science Teachers' Epistemological Beliefs, *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 14(1), 146-157.

Kramer, B. & Walston, T. (2019). An Integrated STEM Introduction to Increase Interdisciplinary Thinking and Research Preparation, *Journal of STEM Education: Innovation and Research*,20(1), 50-53.

Labov, J., Reid, A.& Yamamoto, K. (2010). Integrated Biology and Undergraduate Science Education: A New Biology Education for the Twenty-First Century, *CBE Life Sci Educ*, 9(1), 10-16.

Lee, J. & et al (2013). Effects of Epistemological and Pedagogical Beliefs on the Instructional Practices of Teachers, *A Chinese Perspective*, *Australian Journal of Teacher Education*, Vol.38, Issue 12, 120-146.

Kocarev, L. & Lian, S. (2011). *Chaos-based Cryptography Theory, Algorithms and Applications*, Springer Publishing Company, Part of the book series: Studies in Computational Intelligence.

Mason, M. (2014). Complexity theory in education governance: initiating and sustaining systemic change, UNESCO International Bureau of Education.

Ríordáin, M., Johnston, J. & Walshe,G.(2016). Making mathematics and science integration happen: key aspects of practice, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*,47(2), 233-255

Reddy, L. (2022). An Evaluation of Undergraduate South African Physics Students' Epistemological Beliefs When Solving Physics Problems, *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*,16(5),1-11.

Slomka, J.(2019). Analysing the Nature of Ministry Guidelines for Developing Interdisciplinary Science Courses (Grades 11–12) in Ontario (Canada), *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19(4),367–386.

Soleimani, N. (2020). ELT teachers' epistemological beliefs and dominant teaching style: a mixed method research, *Asian-Pacific Journal of Second and Foreign Language Education*,5(12), 1-20.

Spelt, E., Biemans, H., Luning, P., Tobi, H., & Mulder, M. (2010). Interdisciplanry thinking in agricultural and life science higher education. In Proceedings of the APLU-ICA Conference 2010. Belgium. 7-9 April 2010.75.73-79.

Spelt, E., Biemans, H., Luning, P., Van Boekel, M., & Mulder, M. (2015). Constructively aligned teaching and learning in higher education in engineering: what do students perceive as contributing to the learning of interdisciplinary thinking?. *European Journal of Engineering Education*, 40(5), 459-475.

Spelt, E. (2015). Teaching and learning of interdisciplinary thinking in higher education in engineering(Doctoral dissertation, Wageningen University and Research).

Sarigoz, O. (2022). A Qualitative Research on the Effect of Chaos and Butterfly Effect on Education. Education Quarterly Reviews, 5(2), 433-445. DOI: 10.31014/aior.1993.05.02.503.

Sun, Y. (2017). Following the Heart or the Crowd: Epistemological Beliefs and Actual Practices of In-Service Language Teachers in Taiwan, *Taiwan Journal of TESOL*, 14(1),119-144.

Tan, E. & So, Hyo-J. (2019). Role of environmental interaction in interdisciplinary thinking: from knowledge resources perspectives, *The Journal of Environmental Education*,50(2),113-130.

Taşkin, T. (2021). An Investigation of Epistemological Beliefs of Physics Teachers According to Different Variables, *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 10(2), 325-341.

Vinuelas, A., & Githens, R. (2010). Applying chaos theory to human resource development, AHRD2010 Americas Conference, from https://scholarlycommons.pascific.edu.

Vandenhouten, C., Groessl, J. & Levintova, E. (2017). How Do You Use Problem-Based Learning to Improve Interdisciplinary Thinking, *New Directions for Teaching and Learning*, 151,117-133.

Wan, ZH. & Cheng, M. (2019). Classroom learning environment, critical thinking and achievement in an interdisciplinary subject: A study of Hong Kong secondary school graduates, *Educational Studies*, 45(3), 285-304.

Walshe , G., Johnston, J. & McClelland,G. (2017). Integrating Mathematics into Science: Design, Development and Evaluation of

a Curriculum Model, *Cognitive and Affective Aspects in Science Education Research*,309-321.

Welch, J. (2018).The Impact of Newell's "A Theory of Interdisciplinary Studies": Reflection and Analysis, *Issues In Interdisciplinary Studies,* 36(2),193-211.

Win, D. (2008). Kamma and Chaos Theory (Complexity Science), *ABAC Journal*, 28(3),71-80.