فاعلية منهج تكاملى فى الهندسة التطبيقية لتنمية مهارات حل المشكلات لدى طلاب المرحلة الثانوية

أ. حماده محمد الحسينى * أ. د. شعبان حفنى شعبان **

أ. د. أبو هاشم عبد العزيز سليم*** أ.د. وليد سيد عبد الكريم ****

المقدمة والإطار النظرى:

لقد أصبحت تربية الأفراد على استخدام أساليب التفكير وإستراتيجيات حل المشكلات ضرورة ملحة فى ظل ما نشهده من تقدم علمى وتكنولوجى كبير، كى يستطيعوا مواجهة ما يعترضهم من مشكلات، والتى تواجه الفرد كلما تحرك وتعددت أنشطة حياته، وقد أصبحت قدرة الأفراد على حل المشكلات مقياسًا لتقدم الأمم والمجتمعات.

ويعتبر حل المشكلات هو أعلى مستوى من مستويات تعليم الرياضيات، وهو الهدف الأساسى له، بحيث لم تعد طرق تدريس الرياضيات قاصرة على تحفيظ التلاميذ لبعض القواعد التى يرددونها عند حل المشكلات الرياضية بل أصبح ينظر إلى الطريقة على أنها تساعد التلميذ أن يفكر تفكيرًا علميًا حتى يصل بنفسه إلى كثير من الحقائق والعلاقات الرياضية، وتمكنه من أن يكتشف بنفسه الطريق إلى حل المشكلات الرياضية وغير الرياضية (محبات أبو عميرة، ١٩٨٧: ٢٤).

* باحث دكتوراه – قسم المناهج وطرق التدريس وتكنولوجيا التعليم تخصص (مناهج وطرق تدريس الرياضيات) – كلية التربية بالسويس – جامعة السويس – معلم أول أ رياضيات.

* أستاذ المناهج وطرق تدريس الرياضيات كلية التربية بالإسماعيلية – جامعة قناة السويس.

* أستاذ المناهج وطرق تدريس الرياضيات كلية التربية بالسويس – جامعة السويس.

* أستاذ مساعد الرياضيات التطبيقية كلية العلوم بالسويس – جامعة السويس.

لقد تعددت تعريفات حل المشكلات، فقد عرف "السكران" (١٩٨٩ :١٤٧) طريقة حل المشكلات بأنها طريقة فى التفكير العلمى تقوم على الملاحظة الواعية والتجريب وجمع المعلومات بحيث يتم الانتقال فيها من الجزء إلى الكل (الاستقراء)، ومن الكل إلى الجزء (الاستنتاج) من أجل الوصول إلى حل مقبول، فى حين ينظر "حسن زيتون" (٢٠٠٣: ٣٢٧) إلى حل المشكلة بأنها تصور عقلى يتضمن سلسلة من الخطوات المنظمة التى يسير عليها الفرد بغية التوصل إلى حل للمشكلة، وعرف "شابمان" (Chapman, 2005: 225) حل المشكلات بأنها برامج تعليمية تنمى قدرات المتعلمين على بناء معلومات جديدة تساعد فى وضع حلول وبدائل للمواقف والصعوبات التى تواجههم، وقد اعتبر "ستيرنبيرج" (Sternberg, R. ,2007: 397) حل المشكلات أنها محاولة لتجاوز العوائق من أجل الإجابة عن سؤال أو تحقيق هدف، وعرفها "كلارا" (Klara, 2012: 1) بأنها مجموعة العمليات التى يقوم بها الفرد مستخدماً المعلومات والمعارف التى سبق له تعلمها والمهارات التى اكتسبها فى التغلب على مشكلة غير مألوفة والوصول إلى حل له.

ويمكن حل المشكلة عمومًا من خلال الخطوات الآتية:

١) **الشعور بالمشكلة وتحديدها:** والذى يجعل لدى الفرد الرغبة فى البحث عن حل لها، وترى "نهى شفيق" (٢٠١١: ٤٧) أن تحديد المشكلة تحديدًا دقيقًا يوفر كثيرًا من الجهود المبذولة لحلها.

٢) **جمع المعلومات والبيانات الخاصة بالمشكلة:** من أى مصدر سواء كان كتابًا أو مقالات أو رحلات علمية أو إجراء تجربة، ثم يتم تنظيم المعلومات، واختيار المناسب منها، والتخلص من غير المناسب الذى ليس له علاقة قوية بالمشكلة (حسن زيتون، ٢٠٠٥: ١٥٣ – ١٥٤).

٣) **فرض الفروض:** وفيها يضع التلاميذ التصورات لحل المشكلة المطروحة، بشرط أن يكون الفرض مرتبطًا بالمشكلة وقابلًا للاختبار.

٤) **اختبار صحة الفرض المناسب:** بتطبيقه على المشكلة المطروحة للوقوف على مدى قدرته على إنجاز الحل المرغوب فيه (محمد سالم، ٢٠٠٩: ٤٠).

٥) **النتائج والتعميم:** فى ضوء قدرة الفرض المختار على انجاز الحل، يتم الوصول إلى نتيجة وحل للمشكلة، ثم يتم تعميم النتائج للاستفادة منها فى حل مواقف ومشكلات جديدة مشابهة (صافيناز الشطى، ٢٠٠٩: ٣٣).

وتعتبر الرياضيات مجالا مناسبا لتعلم حل المشكلات، وخاصة عندما يتم الربط بين ما يتعلمه التلميذ فيها من قواعد ومهارات مع تطبيقات من حياة التلاميذ اليومية، مما يؤدى إلى نمو القدرة لدى التلاميذ على حل المشكلات الرياضية بصورة خاصة، وعلى حل المشكلات الحياتية بصورة عامة.

وأكد المجلس القومى لمعلمى الرياضيات NCTM على ضرورة التركيز على حل المشكلات لجعل تعلم الرياضيات مفيدًا ومتاحًا للتلاميذ بصورة أكثر، فحل المشكلات ليس موضوعًا واحدًا ولكنه العملية التى تتخلل الموضوع التعليمى بما يتضمنه من مفاهيم وتعميمات ومهارات رياضية، ففى حل المشكلة يكون المتعلم صانعًا للفروض ومختبرًا لها وواضعًا لخطة العمل للسير فى طريق حلها، والمتعلم فى موقف حل المشكلة يتعلم وصف المواقف ووضع الخطط لبناء المفاهيم البسيطة بقدر ما تسمح به قدراته وخبراته وبنيته المعرفية، كما أنه بحاجة إلى وضع خطة لتعميم العلاقات بين المفاهيم البسيطة التى يطورها ويتمثلها بهدف الوصول إلى حالة اتزان معرفى، وتعتبر حالة الاتزان المعرفى، والتى تتحقق عند وصوله إلى حل أو إجابة مما يزيد من دافعية المتعلم، والتى تعمل على استمرار نشاطه الذهنى حتى يصل إلى الهدف (مصطفى عبد القوى، ٢٠٠٧: ١٧١).

ولقد أجريت العديد من الدراسات حول حل المشكلات الرياضية، كدراسة "سوتاما وآخرين" (Sutama, A., et al, 2021) والتى هدفت إلى المقارنة بين قدرة الطلاب على حل المشكلات فى ضوء الأسلوب المعرفى المستقل FI والأسلوب المعتمد على المجال FD، وأشارت النتائج إلى أن الطلاب ذوى النمط FI أظهروا ثقة عالية بالنفس والقدرة على حل المشكلة بشكل صحيح. كما كانوا قادرين على القيام بخطوات التخطيط واتخاذ قرارات مهمة لأنفسهم وحل المشكلة بشكل صحيح. ومع ذلك، فإن الطلاب ذوى النمط المعرفى FD واثقون تمامًا من أن إجابتهم صحيحة، لكنهم لم يوضحوا بعد الخطوات التى يحتاجون إليها لحل مشكلاتهم. كما أنهم لم يركزوا بعد على عيوبهم فى حل مشكلات الرياضيات. ومن ثم، فإن نتائج مهمتهم فى حل مسائل الرياضيات لديهم إجابات غير صحيحة.

وهدفت دراسة "بورتانكورفا وآخرين" (Portaankorva, K., et al, 2021) إلى الكشف عن تأثير معتقدات ومعارف المعلمين وممارساتهم على حل المشكلات المفتوحة فى تعليم الرياضيات، أوضحت النتائج كيف يمكن للمعلمين المختلفين من حيث معتقداتهم ومعرفتهم وممارساتهم أثناء أنشطة حل المشكلات إنتاج فرص تعلم مختلفة رياضياً، وأوصت بضرورة إعطاء التلاميذ قدرا كبيرا من الاستقلالية والتوجيه المعرفى مما يساعدهم على ابتكار حلول إبداعية للمشكلات.

وهدفت دراسة "فيديل وآخرين" (Fidele, U., et al, 2021) إلى تحديد إستراتيجيات التقييم اللازمة لتعزيز مهارات الطلاب فى حل المشكلات الرياضية، ومن خلال تحليل ومناقشة عشرين ورقة مؤتمرات ومقالات صحفية منشورة من ١٩٩٧ – ٢٠٢٠ وتم تنزيلها من قواعد بيانات Google Scholar وAcademia وERIC، لوحظ أن تطبيق إستراتيجيات التقييم مثل هيكل تصنيف نتائج التعلم المرصودة، ونموذج مهارات التفكير العليا، وتقييمات الأداء، والتقييمات الموثوقة، والتقييمات الديناميكية، والتقييمات القائمة على

ألعاب الفيديو جنبًا إلى جنب مع أساليب التعلم النشطة مثل التعلم القائم على حل المشكلات والتعلم التعاونى تعزز مهارات حل المشكلات الرياضية لدى الطلاب.

وتعتبر المناهج الدراسية هى القلب النابض للعملية التعليمية ووسيلة التربية لتحقيق أهدافها فى أى بلد، ولمواكبة التطورات الحادثة فى المجتمع كان لابد من تطوير المناهج بالصورة التى تحقق للطلاب النمو المتكامل الذى يشمل جميع جوانب شخصيتهم مما يجعلهم أعضاء فاعلين فى مجتمعاتهم وفى حياتهم الخاصة. ومن الأفكار المطروحة لتطوير المناهج تأتى فكرة المناهج التكاملية كأسلوب للتغلب على تجزئة المعرفة والانفصال بين ما يتم تدريسه فى المدارس وما يحدث فى الواقع (فتحى يوسف، ١٩٨٨: ٧١).

وأكد "كيفين" (Kevin C. Costley, 2015: 8) أن هناك مكاسب إيجابية فى تحصيل الطلاب الناتجة عن التعليم المتكامل فى الفصل، فيمكن للطلاب إقامة ترابطات بين التخصصات والمحتوى الأكاديمى والخبرات الحياتية، كما تدعم مهارات التفكير الناقد المتزايدة لدى الطلاب والثقة بالنفس وحب التعلم الدعوة إلى استخدام منهج متكامل، وأكد أن الطلاب والمعلمين لديهم موقف إيجابى تجاه منهج متكامل، كما يسمح المنهج التكاملى بوجود بيئة إيجابية وممتعة وجذابة للتعلم، ويمكن للدروس التى تتضمن منهجًا متكاملاً أن تكون بدائل فعالة للمناهج الدراسية لكل مادة على حدة بشرط أن يقوم المعلمون على جميع المستويات بفحص نتائج المتعلم الإيجابية، والإنجاز والثقة بالنفس الناتجة عن تنفيذ منهج متكامل، وأن يقوم الطلاب بتحسين مهارات التفكير الناقد وإقامة روابط بين الموضوعات وربط المحتوى بالعالم الحقيقى.

ولقد تعددت تعريفات التكامل فى المناهج، فعرفه "الوكيل" و"المفتى" (١٩٨٧: ٤٩١) بأنه هو "التفاعل المتبادل والترابط بين فروع المعرفة المختلفة"، وعرف اليونسكو المنهج المتكامل للعلوم بأنه هو "مجموعة طرائق تعرض مفاهيم العلوم ومبادئها بشكل يبرز وحدة

التفكير العلمى العميق، ويتحاشى لفت النظر قبل الأوان، ودون مبرر إلى الفوارق بين المواد المعرفية العلمية (بايز، ١٩٨٧: ١٤٠)، ويرى "لبيب" و"فايز"(١٩٩٣: ١٧٦) أن التكامل هو " إستراتيجية تنظيم محتوى المنهج يتم فيها تقديم المعرفة فى نمط وظيفى على صورة مفاهيم متدرجة ومترابطة تغطى الموضوعات المختلفة دون أن يكون هناك تجزئة أو تقسيم للمعرفة إلى ميادين منفصلة.

ولقد أجريت العديد من الدراسات التى بحثت فى تطبيق المناهج التكاملية، كدراسة "شاى شونج وآخرين" (Chi Chung L., et al, 2019) والتى هدفت إلى الكشف عن مفاهيم المعلمين فيما يتعلق بتجاربهم فى تنفيذ المناهج المتكاملة، وأوضحت النتائج أنه على الرغم من أن المشاركين رأوا فوائد للتكامل بما فى ذلك زيادة مشاركة المتعلمين إلا أنهم تحدثوا أيضا عن عوائق كبيرة تحول دون تنفيذها، مثل الافتقار المدرك للمعلمين للمعرفة بالموضوع، وعدم التوافق مع نظام التقييم، وهدفت دراسة "جلاسماير" (Glassmeyer, D. et al 2020) إلى البحث فى تأثير التكامل بين أحد دروس الكيمياء وهو الأس الهيدروجينى (درجة الحموضة) وأحد دروس الرياضيات وهو اللوغاريتمات على تطوير فهم المعلمين للمحتوى، وتوصلت إلى أن ٢٣ معلما من أصل ٢٩ قد قاموا بتحسين فهمهم للوغاريتمات، وأن ٢٨ قاموا بتحسين فهمهم لدرجة الحموضة كما أشارت النتائج إلى أن معلمى المعلمين فى كل من سياق العلوم والرياضيات يمكن أن يستخدموا هذا النهج لتعزيز فهم أفضل مع معلميهم وطلاب المدارس.

ويعتبر نموذج STEM من أهم التوجهات العالمية الحديثة فى تصميم المناهج، وكان أول ظهور لمصطلح STEM فى عام ٢٠٠١ على يد الأمريكية "جوديت" Judith الخبيرة فى إصلاحات التعليم والمدير المساعد للتعليم والموارد البشرية فى المؤسسة الوطنية للعلوم (Michael, D. 2013: 11)، وقد عرفه المجلس الأمريكى للتنافس الاقتصادى

(Council on Competitiveness, 2005: 2) بأنه "مدخل تدريس عالمى قائم على تكامل المواد الدراسية، وهى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من خلال توفير بيئة تعلم تركز على تعليم الطلاب بالاستكشاف والاختراع والاستفسار واستخدام مشكلات الحياة اليومية والمواقف الحياتية، وتشجيع الطلاب على الابتكار من خلال تكامل المواد الدراسية مما يساعد الطلاب على عمل ترابطات بين المواد المختلفة والتوصل إلى ابتكارات جديدة"، وعرفه المجلس القومى للبحوث (the national research councils, 2011: 5) على أنه " معرفة وفهم المفاهيم العلمية والرياضية المطلوبة لصناعة واتخاذ القرارات الشخصية والمشاركة فى الأمور الثقافية والمدنية وتحقيق الإنتاجية الاقتصادية ".

وعرف "سينار" (Cinar, 2017: 148) مدخل STEM بأنه "مدخل بينى يتم فيه تدريس المفاهيم الأكاديمية للطلاب فى مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من خلال مشكلات ومهام مرتبطة بالعالم الواقعى معتمدا على التصميمات المتمركزة حول الطالب، وباستخدام الوحدات التكاملية القائمة على البحث والاستقصاء عبر المواد الدراسية والمشروعات"، كما عرف "رضا مسعد" (٢٠١٨: ١٥) مدخل STEM بأنه "أحد المداخل التدريسية المتعدد التخصصات التى تقوم على التكامل بين مادة الرياضيات كمادة أساسية ومحورية، ودمجها من خلال تطبيقاتها مع مواد العلوم والتكنولوجيا والتصميم الهندسى فى محتوى جديد يمارس فيه التعليم بطريقة عملية عن طريق تصميم المشروعات البسيطة القائمة على التكامل بين المعرفة من أجل حل مشكلات المجتمع".

ولقد أجريت العديد من الدراسات التى بحثت فى تطبيق مناهج STEM كدراسة "مارجوت وآخرين" (Margot, K., et al, 2019) والتى هدفت إلى الكشف عن تصورات المعلمين عن تعليم STEM من خلال فحص الأدبيات الموجودة، وأشارت النتائج إلى أن المعلمين يقدرون تعليم STEM إلا أنه توجد عوائق مثل التحديات التربوية، وتحديات

المنهج، والتحديات الهيكلية، والمخاوف بشأن الطلاب، وبشأن التقييمات ونقص دعم المعلمين. وهدفت دراسة "فايرات" (Firat, E., 2020) إلى تحديد تصورات ومعتقدات المعلمين بالمدارس الثانوية فى تركيا حول تعليم Stem المتكامل، وتوصلت إلى أن معظم المعلمين اعتبروا أنفسهم غير مستعدين بشكل كاف لتعليم Stem المتكامل، ومع ذلك يعتقد المعلمون أن تعليم Stem المتكامل سيكون له آثار إيجابية على المعلمين والطلاب والتعليم عمومًا. وهدفت دراسة "بارلاكاى وآخرين" (Parlakay, E., et al, 2020) إلى التحقيق فى تأثير ممارسات تعليم stem على التحصيل الأكاديمى ودوافع الطلاب، وذلك بالمقارنة بالمنهج العادى، وتوصلت إلى أن تطبيقات stem لها تأثير إيجابى على التحصيل الأكاديمى.

وتعتبر الهندسة من أهم فروع الرياضيات التى تساعد على تنمية المهارات العقلية للطلاب من خلال اكتساب أساليب التفكير السليمة، كما أنها تساعد على اكتساب المهارات العملية، بالإضافة إلى ما لها من تطبيقات حياتية هامة فى الكثير من المجالات، وتتعدد فروع الهندسة بين الهندسة الإقليدية والهندسة اللاإقليدية وغيرها والتى تمثل أهمية كبيرة فى الحياة.

ونظرا للتطور الهائل فى شتى المجالات والميادين والعلوم ومنها الرياضيات وقفت الهندسة الإقليدية عاجزة عن تفسير الكثير من الظواهر فى الطبيعة كظواهر الاضطراب فى الطبيعة الجوية والتيارات المائية أو فى تقلبات تعداد الكائنات الحية أو فى اضطرابات القلب والمخ (سها توفيق، ٢٠٠٦: ٥٤)، وقد ظهرت رياضيات عصرية فى العقود الأخيرة أحدثت ثورة كبيرة فى الرياضيات وفروعها تطغى على كل الثورات السابقة، ففى الهندسة ظهرت الهندسة الإسقاطية والتوبولوجى والهندسة اللا إقليدية (الزائدية والناقصية)، وهندسة الفراكتال

والتى ساعد فى نموها التقدم فى علوم الكمبيوتر وإمكاناته وتتميز أيضا بتطبيقاتها الواسعة فى تكنولوجيا العصر (مكة البنا، ٢٠٠٧: ١٨٣).

وعلى الرغم من أن الهندسة تعتبر وسيلة لحل قضايا الحياة الواقعية، والمساهمة فى جعل الرياضيات موضوعًا مثيرًا للاهتمام، إلا أنه غالبًا ما يتم تجنبها فى المنهج الدراسى، وأكد "دوبرافكا" (Dubravka, G., Ana K., 2018: 33) أن فى العقود العديدة الماضية، تم تخفيض الهندسة فى كثير من المناهج بسبب الرغبة لزيادة تغطية التخصصات الرياضية الأخرى فى الرياضيات المدرسية، مثل الحساب والإحصاء، وهدفت دراسة "كاسا وآخرين" (Casa, T., et al, 2017) إلى التحقيق فى تحصيل التلاميذ بمرحلة رياض الأطفال فى وحدات الهندسة والقياس التى تتضمن مناهج تعليم الموهوبين، وذلك كاستجابة إلى دعوة معلمى الطفولة المبكرة الذين ينادون بمنهج رياضى أكثر تحديا فى المرحلة الابتدائية، ومن خلال تسليط الضوء على مميزات وحدات رياض الأطفال وتقارير عن تحصيلهم أشارت النتائج إلى أن رياض الأطفال يمكنهم تحقيق مستويات عالية من الفهم الرياضى عندما تتاح لهم الفرصة للتعلم من المناهج الأكثر تحديا.

ويواجه الطلاب بعض الصعوبات أثناء تعلمهم للهندسة، وهدفت دراسة "بوون وآخرين" (Poon, K., et al, 2016) إلى تحديد الأخطاء الشائعة فى الهندسة، والتى يرتكبها طلاب المدارس الإعدادية ومقارنة أداء الطلاب فى الهندسة مع نتائجهم فى اختبار المنطق، وتم التوصل إلى أن طلاب المدارس الذين لديهم مستوى أعلى من التحصيل الأكاديمى حصلوا على درجات أعلى فى اختبار الهندسة بالإضافة إلى ذلك تم العثور على علاقة قوية بين إنجاز الطلاب فى الهندسة، وقدراتهم المنطقية الأساسية، وهدفت دراسة "بوتينير" (Butuner, S., et al, 2017) إلى استكشاف إجابات طلاب الصف السادس ذوى الإنجازات العالية والمفاهيم الخاطئة حول مفهوم الزاوية، وتم التوصل إلى أنه على

الرغم من أن المشاركين فى هذه الدراسة كانوا من أصحاب الإنجازات العالية إلا أنهم ما زالوا يحملون العديد من المفاهيم الخاطئة حول مفهوم الزاوية مثل التعرف على زاوية مستقيمة أو زاوية قائمة فى اتجاهات مختلفة.

وهدفت دراسة "مكاندرو وآخرين" (Mcandrew, E., et al, 2017) إلى تقييم ما إذا كان التضمين اليومى للأدبيات المتعلقة بالهندسة فى الفصل الدراسى قد حسن المواقف تجاه الهندسة والإنجاز فيها، وجاءت النتائج لتوضح أن طلاب المجموعة التجريبية والذين تم معهم التركيز القوى على أدب الأطفال المرتبط بالهندسة أظهروا تحسنا كبيرا فى مواقفهم حول الهندسة بمرور الوقت، وأوصت بضرورة التركيز على أدب الأطفال لما يوفره من سياق مفيد ومثير للاهتمام يمكن الطلاب من تطوير فهمهم للهندسة.

وهدفت دراسة "أينام وآخرين" (Inam, B., et al, 2018) إلى التحقيق فى أداء طلاب المدارس الثانوية فى اختبارات استيعاب البرهان، وأظهرت النتائج عدم نجاح أى من الطلاب فى المستوى الأكثر تعقيدا من اختبارات استيعاب البرهان، والتى تتطلب إجراء برهان بطرق مختلفة أو إثبات نظريات مختلفة باستخدام نفس طرق البرهان.

وأوضح "جلاديوس وآخرين" (Gladys, S., Aneshkumar, M., 2019: 633- 634) أن الهندسة تعتبر موضوع صعب بالنسبة للمعلمين، فهم لديهم فهم منخفض لها، كما أن مستوى المتعلمين منخفض جدًا فى الهندسة مقارنة بمواضيع الرياضيات الأخرى، وتشمل أسباب الأداء الضعيف فى الهندسة افتقار المعلمين إلى معرفة المحتوى الهندسى وطرق التدريس الخاصة بهم والتى تعتبر مهمة فى تسهيل بناء المتعلمين للمعرفة، وقد كان هناك الكثير من الأبحاث حول معرفة المعلمين بالرياضيات، والتى ركزت على الكسور أو الأرقام والعمليات، إلا أن هناك القليل من الدراسات حول المعرفة الهندسية، ومن

الضرورى معالجة هذه المشكلة فى تعليم المعلمين، كما أظهرت هذه الدراسات افتقار المدرسين إلى القدرة على ربط الهندسة بالمواقف الواقعية.

ولقد تم تقديم التعريف الأكثر شيوعًا لمعرفة المعلم بالمحتوى الهندسى من قبل "شولمان" (١٩٨٦، ١٩٨٧) والذى طور نموذجًا لمعرفة المعلم، ويتألف هذا التعريف من ثلاثة أنواع من معرفة المعلم وهى معرفة الموضوع (SMK)، ومعرفة المحتوى التربوى (PCK) ومعرفة المنهج، حيث يشير SMK إلى الأساس المعرفى للمحتوى الذى يدرسه المرء كالرياضيات، بينما PCK "يتجاوز المعرفة بالموضوع فى حد ذاته إلى أبعاد المعرفة بتدريس الموضوع، وهو نوع المعرفة التى تميز عمل المعلم عن عمل العالم. أما معرفة المنهج فيتناول الاستخدام الفعال لمواد المنهج، ومعرفة المدرسين بالموضوعات الأخرى التى تمت دراستها (Fatma, A., Thomasenia, L., 2015: 302)، وأكد "أيديث" (Edith, D., 2016: 11) ضرورة ربط المحتوى الهندسى بمواقف وأشياء حقيقية، ولتحقيق هذه المهمة يجب أن يتضمن المنهج تطوير التصور المكانى، والتفكير المكانى، والقدرة على التعرف على الأرقام فى بيئات مختلفة، ويجب أن يكون التلاميذ قادرين على وصف الأشكال وخصائصها بدقة باستخدام المصطلحات الهندسية المناسبة.

ولقد أجريت العديد من الدراسات التى تستكشف معرفة المعلمين بالمحتوى الهندسى وطرق التدريس الخاصة بهم، كدراسة دواتيبى (Duatepe, A., 2013) والتى هدفت إلى فحص العوامل التى تتنبأ بالمعرفة الهندسية لمعلمى المرحلة الابتدائية قبل الخدمة، وكشفت النتائج أن العلاقات بين جميع متغيرات التنبؤ والمعرفة الهندسية كانت ذات دلالة إحصائية، علاوة على ذلك أظهرت النتائج من تحليلات الانحدار أن مزيجا من متغيرات مستوى التفكير الهندسى لـ "فان هيلى" والكفاءة الذاتية للهندسة والموقف تجاه الهندسة كان قادرا على توقع المعرفة الهندسية بشكل كبير، وهدفت دراسة "توبتاس

وآخرين"(Toptas, V., et al, 2017) إلى تحليل مهارات معلمى المدارس الابتدائية قبل الخدمة فى الرسم الهندسى باستخدام الورق المتساوى القياس، وكشفت نتائج الدراسة أن معلمى ما قبل الخدمة لديهم عموما مهارات ضعيفة فى الرسم الهندسى كما كان لديهم مهارات أفضل فى بناء الهياكل التى رأوها من الهواء باستخدام كتل الوحدة.

وقدم "جراسين وآخرين" (Gracin, D., et al, 2018) دراسة هدفت إلى التحقيق فى تأثير رسومات معلمى الفصول كتمثيلات خارجية للأفكار الأساسية للأطفال والجو العاطفى فى دروس الهندسة، وأظهرت النتائج أن المشاركين كان لديهم فهم ضيق للهندسة، وأن تعليم الهندسة فى فصولهم الدراسية يقتصر على التدريس المباشر مع اتصال محدود للغاية ومع ذلك يمكن وصف الجو العاطفى بأنه كان إيجابيا.

وهدفت دراسة "كورت بيريل وآخرين" (Kort- Birel, G., et al, 2020) إلى التحقيق فى المعرفة الهندسية لمعلمى المدارس الابتدائية أثناء الخدمة من خلال قياس كل من معرفة المحتوى CK ومعرفة المحتوى التربوى PCK باستخدام منهج وصفى ونوعى، وأوضحت النتائج أن CK لمعلمى المدارس الابتدائية كانت ضعيفة كما وجدت أن CK للمعلمين كانت أضعف من PCK، وأوصت بضرورة تقديم جلسات تدريب إضافية لمعلمى المدارس الابتدائية بغرض تحسين كل من CK وPCK الأمر الذى سيعزز بدوره فرص التعلم لطلابهم.

مشكلة البحث:

نبع الشعور لدى الباحث بمشكلة البحث من خلال:

١- عمل الباحث كمعلم لمادة الرياضيات وتبين له تركيز مناهج الرياضيات على تلقين المعلومات وعدم التركيز على تنمية مهارات حل المشكلات المختلفة، وافتقار الهندسة

فى مناهج الرياضيات إلى الربط بين المناهج التعليمية وتطبيقاتها فى العلوم الهندسية والتكنولوجية والطبية.

٢- الاستفادة من نتائج الدراسات والبحوث السابقة وتوصيات بعض المؤتمرات، والتى أكدت على أهمية تضمين المناهج للرياضيات العصرية.

ولقد تحددت مشكلة البحث من خلال السؤال الرئيس الآتى: " كيف نبنى منهجًا تكامليًا فى الهندسات الاقليدية واللاإقليدية والفراغية وتطبيقاتها الحياتية لتنمية مهارات حل المشكلات لدى طلاب المرحلة الثانوية؟ " ويتفرع من هذا السؤال الأسئلة الآتية:

١- ما الأسس التى يبنى عليها المنهج التكاملى فى الهندسة التطبيقية لتنمية مهارات حل المشكلات لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

٢- ما صورة المنهج التكاملى فى الهندسة التطبيقية لتنمية مهارات حل المشكلات لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

٣- ما فاعلية المنهج التكاملى فى الهندسة التطبيقية لتنمية مهارات حل المشكلات لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

أهداف البحث: هدف البحث الحالى إلى:

١- تحديد الأسس التى يبنى عليها المنهج التكاملى فى الهندسة التطبيقية.

٢- تحديد صورة المنهج التكاملى فى الهندسة التطبيقية.

٣- قياس فاعلية المنهج التكاملى فى الهندسة التطبيقية على تنمية مهارات حل المشكلات.

أهمية البحث: قد يفيد هذا البحث كلا من:

- المعلمين: يعرفهم بفروع جديدة من الهندسة كالهندسة اللاإقليدية وتطبيقاتها الحياتية.

- واضعى المناهج: يقدم لهم رؤية جديدة لتضمين مناهج الرياضيات المدرسية لبعض الهندسات العصرية وتطبيقاتها الحياتية.
- الطلاب: يجعلهم يشعرون بأهمية الرياضيات وتطبيقاتها فى الحياة.
- الباحثين فى مجال المناهج وطرق التدريس: من خلال تقديم بعض التوصيات والمقترحات التى قد تفتح مجالًا لبحوث ودراسات أخرى.

حدود البحث: تحدد البحث الحالى فى:

- عينة من طلاب الصف الثانى الثانوى العام بمعهد "المستقبل النموذجى الأزهرى بنون" بمحافظة السويس.
- مهارات حل المشكلات.
- الفصل الدراسى الأول من العام الدراسى ٢٠٢٠ – ٢٠٢١م.

مواد البحث: استخدم البحث المواد الآتية:

- قائمة ببعض مهارات حل المشكلات.
- كتاب الطالب فى الهندسة التطبيقية.
- دليل المعلم.

أداة البحث:

- اختبار مهارات حل المشكلات (إعداد الباحث).

فرض البحث:

يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطى درجات عينة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار مهارات حل المشكلات وذلك لصالح درجاتهم فى التطبيق البعدى.

منهج البحث: اتبع الباحث فى هذا البحث:

١) المنهج الوصفى، فى جمع المعلومات وتحليلها وفى بناء أدوات البحث وعرض النتائج وتفسيرها.

٢) المنهج شبه التجريبى، وذلك باستخدام التصميم التجريبى المعروف بتصميم الاختبار القبلى والبعدى لمجموعة واحدة.

مصطلحات البحث:

المنهج التكاملى:

يعرفه "رشدى لبيب" و"فايز مراد" (١٩٩٣: ١٧٦) بأنه "تقديم للمعرفة فى نمط وظيفى على صورة مفاهيم متدرجة ومترابطة تغطى الموضوعات المختلفة بدون أن يكون هناك تجزئة أو تقسيم للمعرفة إلى ميادين منفصلة".

وعرف إجرائيًا فى هذا البحث أنه مجموعة من موضوعات الهندسة التطبيقية كالهندسة اللاإقليدية والهندسة الإقليدية والهندسة الفراغية، والتى تتيح الفرصة للطالب أن يوظف المفاهيم الهندسية فى مجالات الحياة المختلفة من فيزياء وفلك وطب وتكنولوجيا، مما يجعله يشعر بالدور الهام للرياضيات فى الحياة.

- **الهندسة التطبيقية:**

وعرفت إجرائيًا فى هذا البحث بأنها أحد فروع الهندسة والتى يقوم فيها الطلاب بتطبيق المفاهيم الهندسية المتضمنة بالمنهج فى مجالات حياتية تهم المجتمع، وتساعد على الوصول إلى المزيد من الاكتشافات العلمية الهامة.

- **حل المشكلات:**

وعرفها "فتحى الزيات" (١٩٨٤: ٢١) أنها "نمط من التفكير الاستدلالى ينطوى على عمليات معقدة من التحويل والمعالجة والتنظيم والتحليل والتركيب والتقويم للمعلومات المماثلة

فى الموقف المشكل فى تفاعلها مع الخبرات والمعارف، والتكوينات المعرفية السابقة التى تشكل محتوى الذاكرة بهدف إنتاج الحل وتقويمه".

وعرفت إجرائيًا فى هذا البحث أنها قدرة الطالب على فهم محيط المشكلة الهندسية، وتحديد العوامل المؤثرة فيها، وصياغتها بدقة، لإيجاد أكبر عدد من الحلول والأفكار، وصولاً للحل المناسب ومعرفة مكانة الحل المقترح فى عيون الآخرين.

إجراءات البحث:

أولاً: مرحلة الإعداد للبحث:

١) **اختيار موضوعات المنهج التكاملى فى الهندسة التطبيقية وهى:**

- **متطلبات رياضية سابقة لدراسة التطبيقات الهندسية.**
- **متطلبات رياضية لدراسة التطبيقات الهندسية:**
  - **الهندسة اللاإقليدية:** ١)القطع الناقص ٢) القطع الزائد ٣) القطع المكافئ
  - **الهندسة الفراغية:** ١) المستقيمات والمستويات فى الفراغ **٢)** المجسمات فى الفراغ
  - **الإستاتيكا:** ١) تحليل قوة لمركبتين ٢) الاحتكاك
- **التطبيقات الهندسية:**
  - **تطبيقات هندسية فى الحضارة والتاريخ:**

١) الحضارة المصرية القديمة ٢) الحضارة الهندية الإسلامية ٣) حضارة الأندلس

  - **تطبيقات هندسية فى الفلك والفيزياء:** ١) الهندسة والفلك ٢) حركة المقذوفات.
  - **تطبيقات هندسية فى الحروب وتصنيع السلاح.**
  - **تطبيقات هندسية فى الشبكات والاتصالات.**

- **تطبيقات هندسية فى التكنولوجيا:** استخدام برنامج GeoGebra فى تمثيل الأشكال الهندسية وتمثيل المجسمات.
- **تطبيقات هندسية فى الصناعة.**
- **تطبيقات هندسية فى العمارة والبناء.**

٢) تحليل المحتوى: من خلال الخطوات الآتية:

- **تحديد أهداف التحليل:** وتتمثل فى تحديد العناصر الأساسية للمحتوى المتضمنة فى المنهج، والاستفادة من تحليل المحتوى فى إعداد دليل المعلم وكتاب الطالب وفقاً للمناهج التكاملية، وفى إعداد أدوات البحث.
- **تحديد فئات التحليل:** وهى تتضمن المفاهيم والتعميمات والمهارات.
- **تحديد صدق التحليل:** من خلال العرض على مجموعة من المحكمين وتعديل ما طلب تعديله.
- **تحديد ثبات التحليل:** من خلال قيام كل من الباحث وباحث آخر بتحليل موضوعات المنهج التكاملى فى الهندسة التطبيقية، وحساب درجة الثبات باستخدام معادلة هولستى Holsti وكانت (٠,٩٤) مما يعنى ثبات التحليل.

٣) بناء المنهج التكاملى فى الهندسة التطبيقية من خلال:

- تحديد المتطلبات الرياضية السابقة واللازمة لدراسة التطبيقات الهندسية.
- تحديد المتطلبات الرياضية الحالية واللازمة لدراسة التطبيقات الهندسية.
- تحديد الأهداف التى يمكن أن يحققها المنهج فى ضوء فلسفة المجتمع وتطلعاته.
- تنظيم الخبرات التعليمية فى صورة يسهل تعلمها.
- تحديد الأنشطة التعليمية التى تساير المنهج.

- تحديد طرق التدريس المناسبة والوسائل التعليمية وأساليب التقويم.
- تحديد المواد التعليمية المناسبة.

وبعد الانتهاء من إعداد المنهج التكاملى فى الهندسة التطبيقية تم عرضه على مجموعة من السادة المحكمين لإبداء الرأى، وإجراء التعديلات حتى أصبح المنهج صالحًا للتجريب.

٤- إعداد دليل المعلم للمنهج التكاملى وتضمن:

- مقدمة لبيان أهمية الأخذ بالمناهج التكاملية، والتعريف بمهارات حل المشكلات.
- الخطة التدريسية لموضوعات المنهج.
- الوسائل التعليمية والتكنولوجية المتضمنة بموضوعات المنهج.
- الأنشطة المصاحبة لموضوعات المنهج.
- الأهداف العامة لتدريس المنهج.
- الأهداف الإجرائية لموضوعات المنهج.
- تحليل محتوى موضوعات المنهج.
- أساليب التقويم المستخدمة فى المنهج.
- المواقف التعليمية المتضمنة بالمنهج.

وبعد بناء الدليل فى صورته الأولية تم عرضه على مجموعة من المحكمين لاستطلاع آرائهم وإجراء التعديلات اللازمة حتى أصبح الدليل صالحًا للاستخدام فى صورته النهائية.

٥- إعداد كتاب الطالب وفقاً للمنهج التكاملى وتضمن:

- بعض المتطلبات الرياضية السابقة اللازمة لدراسة التطبيقات الهندسية.

- بعض المتطلبات الرياضية اللازمة لدراسة التطبيقات الهندسية وتتضمن بعض موضوعات الهندسة اللاإقليدية والهندسة الفراغية بالإضافة إلى الإستاتيكا.
- بعض التطبيقات الهندسية فى الحضارة والتاريخ، والفلك والفيزياء، والحروب وتصنيع السلاح، والشبكات والاتصالات، والتكنولوجيا، والصناعة، والعمارة والبناء.

وبعد بناء كتاب الطالب فى صورته الأولية تم عرضه على مجموعة من المحكمين لاستطلاع آرائهم وإجراء التعديلات اللازمة حتى أصبح كتاب الطالب صالحًا للاستخدام فى صورته النهائية.

ثانياً: إعداد أداة البحث:

تم إعداد اختبار مهارات حل المشكلات من خلال الخطوات والإجراءات الآتية:

١) **تحديد الهدف من الاختبار**: وهو قياس فاعلية منهج تكاملى فى الهندسة التطبيقية لتنمية مهارات حل المشكلات لدى طلاب المرحلة الثانوية.

٢) **تحديد أبعاد الاختبار**: وتضمن مجموعة من المهارات الفرعية وهى تحديد المشكلة، وجمع المعلومات، وفرض الفروض، واختبار صحة الفروض واختيار الحل الأمثل، وتقويم الحل واستخلاص النتائج.

٣) **إعداد جداول المواصفات:**

لتحديد عدد أسئلة الاختبار من كل موضوع تم بناء الجداول الآتية:

جدول (١) الوزن النسبى لعدد الصفحات والحصص لموضوعات المنهج

الموضوع			عدد الصفحات	النسبة المئوية لعدد الصفحات	عدد الحصص	النسبة المئوية لعدد الحصص	متوسط النسبة المئوية
متطلبات رياضية لدراسة التطبيقات الهندسية	الهندسة اللاإقليدية	القطع الناقص	١٧	% ١٠	٢	% ٩,١	% ٩,٥
		القطع الزائد	١٧	% ١٠	٢	% ٩,١	% ٩,٥
		القطع المكافئ	١٦	% ٩,٦	٢	% ٩,١	% ٩,٣
	الهندسة الفراغية	المستقيمات والمستويات فى الفراغ	٥	% ٣	١	% ٤,٥٥	% ٣,٨
		المجسمات فى الفراغ	١٢	% ٧,٢	١	% ٤,٥٥	% ٥,٩
	الاستاتيكا	تحليل قوة لمركبتين	٤	% ٢,٤	١	% ٤,٥٥	% ٣,٥
		قوة الاحتكاك	٨	% ٤,٨	١	% ٤,٥٥	% ٤,٦
التطبيقات الهندسية	الحضارة والتاريخ	الحضارة المصرية القديمة	٢٦	% ١٥,٦	٢	% ٩,١	% ١٢,٣
		الحضارة الإسلامية الهندية	٥	% ٣	١	% ٤,٥٥	% ٣,٨
		حضارة الأندلس	١٢	% ٧,٢	١	% ٤,٥٥	% ٥,٩

الموضوع		عدد الصفحات	النسبة المئوية لعدد الصفحات	عدد الحصص	النسبة المئوية لعدد الحصص	متوسط النسبة المئوية
الفلك والفيزياء	حركة الكواكب والمذنبات	٦	% ٣,٦	١	% ٤,٥٥	% ٤,١
	حركة المقذوفات	٧	% ٤,٢	١	% ٤,٥٥	% ٤,٤
الحروب وتصنيع السلاح	قذائف المدافع والصواريخ الباليستية	٤	% ٢,٤	١	% ٤,٥٥	% ٣,٥
الشبكات والاتصالات	تحديد مواقع السفن والطائرات	٣	% ٢	١	% ٤,٥٥	% ٣,٣
التكنولوجيا (برنامج جيوجيبرا)	رسم الأشكال	٨	% ٤,٨	١	% ٤,٥٥	% ٤,٦
	رسم المجسمات	٦	% ٣,٦	١	% ٤,٥٥	% ٤,١
الصناعة	أطباق الستالايت وصناعة السيارات	٦	% ٣,٦	١	% ٤,٥٥	% ٤,١

الموضوع			عدد الصفحات	النسبة المئوية لعدد الصفحات	عدد الحصص	النسبة المئوية لعدد الحصص	متوسط النسبة المئوية
	الهندسة والبناء	إنشاء الجسور والأنفاق	٥	٣ %	١	٤,٥٥ %	٣,٨ %
	المجمـــــوع		١٦٧	١٠٠ %	٢٢	١٠٠ %	١٠٠ %

جدول (٢) الوزن النسبى لأهداف السلوك المعرفى والأنشطة المصاحبة

الموضوع			أهداف السلوك المعرفي		الأنشطة المصاحبة		متوسط النسبة
			العدد	النسبة%	العدد	النسبة%	
متطلبات رياضية لدراسة التطبيقات الهندسة	الهندسة اللاإقليدية	القطع الناقص	٥٥	١١,٧%	١٣	٨,٢ %	١٠ %
		القطع الزائد	٤٥	٩,٥%	١٣	٨,٢ %	٨,٩ %
		القطع المكافئ	٢١	٤,٤%	١١	٦,٩ %	٥,٦ %
	الهندسةالفراغية	المستقيمات والمستويات بالفراغ	٢٢	٤,٦%	٤	٢,٥ %	٣,٦ %
		المجسمات فى الفراغ	١٢٥	٢٦,٤%	١٧	١٠,٧ %	١٨,٥ %
	استاتيكا	تحليل قوة لمركبتين	٦	١,٣%	٧	٤,٤ %	٢,٨%
		قوة الاحتكاك	٤٨	١٠,١%	١١	٦,٩ %	٨,٥ %

الموضوع			أهداف السلوك المعرفي		الأنشطة المصاحبة		متوسط النسبة
			العدد	النسبة%	العدد	النسبة%	
التطبيقات الهندسية	الحضارة والتاريخ	مصر القديمة	٥٣	%١١,٢	٢٥	% ١٥,٨	% ١٣,٥
		الهند الإسلامية	١٠	%٢,١	٥	% ٣,١	%٢,٦
		حضارة الأندلس	١٧	%٣,٦	٨	% ٥	% ٤,٣
	الفلك والفيزياء	الكواكب والمذنبات	٢١	%٤,٤	٨	% ٥	% ٤,٧
		حركة المقذوفات	١٤	%٣	١٠	% ٦,٣	% ٤,٧
	الحروب والسلاح	القذائف والصواريخ الباليستية	٨	%١,٧	٤	% ٢,٥	% ٢,١
	الشبكات والاتصالات	تحديد مواقع السفن والطائرات	٤	%١	٤	% ٢,٥	% ١,٧
	التكنولوجيا (برنامج جيوجيبرا)	رسم الأشكال	٤	%١	٩	% ٥,٧	% ٣,٤
		رسم المجسمات	٥	%١	٣	%١,٩	% ١,٤

الموضوع		أهداف السلوك المعرفي		الأنشطة المصاحبة		متوسط النسبة
		العدد	النسبة%	العدد	النسبة%	
الصناعة	أطباق الستالايت وصناعة السيارات	٨	١,٧%	٤	٢,٥ %	٢,١ %
الهندسة والبناء	إنشاء الجسور والأنفاق	٦	١,٣%	٣	١,٩ %	١,٦ %
المجمـــــــــــوع		٤٧٢	١٠٠%	١٥٩	١٠٠%	١٠٠ %

جدول (٣)

الوزن النسبى للمفاهيم والتعميمات والمهارات المتضمنة بموضوعات المنهج التكاملي

الموضوع			المفاهيم		التعميمات		المهارات		المجموع	
			عدد	نسبة%	عدد	نسبة%	عدد	نسبة%	عدد	نسبة%
متطلبات رياضية لدراسة التطبيقات الهندسية	الهندسة اللاإقليدية	القطع الناقص	٩	١٣ ١٦	٢٥	٣٦ ٢١	٣٦	٥١ ١٠	٧٠	١٠٠ ١٣
		القطع الزائد	٩	١٣ ١٦	٢٦	٣٧ ٢٢	٣٦	٥٠ ١٠	٧١	١٠٠ ١٤
		القطع المكافئ	٦	١٧ ١٠	١٦	٤٤ ١٣	١٤	٣٩ ٥	٣٦	١٠٠ ٦
	الهندسة الفراغية	المستقيمات والمستويات بالفراغ	٧	٢٥ ١٢	١١	٣٩ ٩	١٠	٣٦ ٣	٢٨	١٠٠ ٥
		المجسمات فى الفراغ	٢٠	١٤ ٣٥	٣٠	٢٠ ٢٥	٩٩	٦٦ ٢٩	١٤ ٩	١٠٠ ٢٨
	الاستاتيكا	تحليل قوة لمركبتين	١	١١ ٢	٣	٣٣ ٢	٥	٥٦ ١	٩	١٠٠ ٢
		قوة الاحتكاك	٥	١٠ ٩	١٠	١٩ ٨	٣٧	٧١ ١١	٥٢	١٠٠ ١٠
التطبيقات الهندسية	الحضارة والتاريخ	حضارة مصر القديمة	–	–	–	–	٣٧	١٠٠ ١١	٣٧	١٠٠ ٧
		حضارة الهند الإسلامية	–	–	–	–	٨	١٠٠ ٢	٨	١٠٠ ٢
		حضارة الأندلس	–	–	–	–	١٠	١٠٠ ٣	١٠	١٠٠ ٢

الموضوع		المفاهيم		التعميمات		المهارات		المجموع	
		عدد	نسبة%	عدد	نسبة%	عدد	نسبة%	عدد	نسبة%
الفلك والفيزياء	حركة الكواكب والمذنبات	–	–	–	–	١٧	١٠٠ ٥	١٧	١٠٠ ٣
	حركة المقذوفات	–	–	–	–	٩	١٠٠ ٣	٩	١٠٠ ٢
الحروب	القذائف والصواريخ الباليستية	–	–	–	–	٥	١٠٠ ١	٥	١٠٠ ١
الشبكات	تحديد مواقع السفن والطائرات	–	–	–	–	٣	١٠٠ ١	٣	١٠٠ ١
التكنولوجيا	رسم الأشكال	–	–	–	–	٤	١٠٠ ١	٤	١٠٠ ١
	رسم المجسمات	–	–	–	–	٥	١٠٠ ١	٥	١٠٠ ١
الصناعة	أطباق الستالايت وصناعة السيارات	–	–	–	–	٧	١٠٠ ٢	٧	١٠٠ ١
الهندسة	إنشاء الجسور والأنفاق	–	–	–	–	٣	١٠٠ ١	٣	١٠٠ ١
المجمـــــــوع		٥٧	%١١ %١٠٠	١٢ ١	%٢٣ %١٠٠	٣٤ ٥	%٦٦ %١٠٠	٥٢ ٣	%١٠٠

جدول (٤) متوسط (عدد الصفحات والحصص)، (أهداف السلوك المعرفى والأنشطة المصاحبة)، (المفاهيم والتعميمات والمهارات)، المتضمنة فى دروس المنهج التكاملي

الموضوع			متوسط النسبة المئوية لعدد الصفحات والحصص	متوسط النسبة المئوية للأهداف والأنشطة المصاحبة	النسبة المئوية للمفاهيم والتعميمات والمهارات	المتوسط العام
متطلبات رياضية لدراسة التطبيقات الهندسية	الهندسة اللاإقليدية	القطع الناقص	% ٩,٥	% ١٠	% ١٣	% ١١
		القطع الزائد	% ٩,٥	% ٨,٩	% ١٤	% ١٠,٨
		القطع المكافئ	% ٩,٣	% ٥,٦	% ٦	% ٧
	الهندسة الفراغية	المستقيمات والمستويات بالفراغ	% ٣,٨	% ٣,٦	% ٥	% ٤,١
		المجسمات فى الفراغ	% ٥,٩	% ١٨,٥	% ٢٨	% ١٧,٥
	الإستاتيكا	تحليل قوة لمركبتين	% ٣,٥	%٢,٨	% ٢	% ٢,٨
		قوة الاحتكاك	% ٤,٦	% ٨,٥	% ١٠	% ٧,٧
التطبيقات الهندسية	الحضارة والتاريخ	حضارة مصر القديمة	% ١٢,٣	% ١٣,٥	% ٧	% ١٠,٩
		حضارة الهند الإسلامية	% ٣,٨	%٢,٦	% ٢	% ٢,٨

الموضوع		متوسط النسبة المئوية لعدد الصفحات والحصص	متوسط النسبة المئوية للأهداف والأنشطة المصاحبة	النسبة المئوية للمفاهيم والتعميمات والمهارات	المتوسط العام
	حضارة الأندلس	% ٥,٩	% ٤,٣	% ٢	% ٤
الفلك والفيزياء	حركة الكواكب والمذنبات	% ٤,١	% ٤,٧	% ٣	% ٣,٩
	حركة المقذوفات	% ٤,٤	% ٤,٧	% ٢	% ٣,٧
الحروب وتصنيع السلاح	القذائف والصواريخ الباليستية	% ٣,٥	% ٢,١	% ١	% ٢,٢
الشبكات والاتصالات	تحديد مواقع السفن والطائرات	% ٣,٣	% ١,٧	% ١	% ٢
التكنولوجيا (برنامج جيوجيبرا)	رسم الأشكال	% ٤,٦	% ٣,٤	% ١	% ٣
	رسم المجسمات	% ٤,١	% ١,٤	% ١	% ٢,٢

الموضوع		متوسط النسبة المئوية لعدد الصفحات والحصص	متوسط النسبة المئوية للأهداف والأنشطة المصاحبة	النسبة المئوية للمفاهيم والتعميمات والمهارات	المتوسط العام
الصناعة	أطباق الستالايت وصناعة السيارات	% ٤,١	% ٢,١	% ١	% ٢,٤
الهندسة والبناء	إنشاء الجسور والأنفاق	% ٣,٨	% ١,٦	% ١	% ٢
المجمـــــــوع		% ١٠٠	%١٠٠	% ١٠٠	% ١٠٠

وفى ضوء الجداول السابقة تم تحديد عدد أسئلة اختبار مهارات حل المشكلات، وقد بلغت(٣٠) سؤالًا، وتم تحديد عدد الأسئلة التى تمثل كل موضوع منها من خلال الجدول التالى:

جدول (٥) عدد مفردات كل موضوع من موضوعات المنهج باختبار مهارات حل المشكلات

الموضوع			النسبة المئوية لعدد الأسئلة	عدد الأسئلة بالاختبار
متطلبات رياضية لدراسة التطبيقات الهندسة	الهندسة اللاإقليدية	القطع الناقص	% ١١	٣
		القطع الزائد	% ١٠,٨	٣
		القطع المكافئ	% ٧	٢
	الهندسة الفراغية	المستقيمات والمستويات بالفراغ	% ٤,١	١
		المجسمات فى الفراغ	% ١٧,٥	٥

الموضوع			النسبة المئوية لعدد الأسئلة	عدد الأسئلة بالاختبار
	الاستاتيكا	تحليل قوة لمركبتين	% ٢,٨	١
		قوة الاحتكاك	% ٧,٧	٢
التطبيقات الهندسية	الحضارة والتاريخ	حضارة مصر القديمة	% ١٠,٩	٣
		حضارة الهند الإسلامية	% ٢,٨	١
		حضارة الأندلس	% ٤	١
	الفلك والفيزياء	حركة الكواكب والمذنبات	% ٣,٩	١
		حركة المقذوفات	% ٣,٧	١
	الحروب والسلاح	القذائف والصواريخ الباليستية	% ٢,٢	١
	الشبكات والاتصالات	تحديد مواقع السفن والطائرات	% ٢	١
	التكنولوجيا (جيوجيبرا)	رسم الأشكال	% ٣	١
		رسم المجسمات	% ٢,٢	١
	الصناعة	أطباق الستالايت وصناعة السيارات	% ٢,٤	١
	الهندسة والبناء	إنشاء الجسور والأنفاق	% ٢	١
	المجمـــــــــــوع		% ١٠٠	٣٠ سؤال

٤) **صياغة مفردات الاختبار**: بحيث كانت محددة وواضحة وتراعى الدقة اللغوية والعلمية، وممثلة للمحتوى والأهداف المرجو قياسها، وتتضمن تطبيقات حياتية تنمى التفكير.

جدول (٦) توزيع مفردات اختبار مهارات حل المشكلات

مهارات حل المشكلات	أرقام المفردات	عدد المفردات
تحديد المشكلة	١٢- ١٧- ١٨-١٩-٢٠-٢١-٢٢	٧
جمع المعلومات	٧- ١٣- ١٤- ١٥	٤
فرض الفروض	١-٣- ٥-٦- ٩- ١١- ١٦	٧
اختبار الفروض واختيار الحل الأمثل	٢- ٤- ٨- ١٠	٤
تقويم الحل واستخلاص النتائج	٢٣-٢٤-٢٥-٢٦-٢٧-٢٨-٢٩-٣٠	٨
المجموع		**٣٠مفردة**

٥) وضع تعليمات الاختبار وتشمل:

- تعريف الطلاب بأن الاختبار مكون من مرحلتين، وتحديد زمن الإجابة.
- التأكيد على الطلاب أن فى أسئلة تحديد الخطأ أو التناقض، يحدد الخطأ أو التناقض ثم يتم تصويبه.
- التأكيد على الطلاب أن فى أسئلة تحديد المشكلة لابد من قراءة العبارة جيدًا، ومحاولة الربط بين المعلومات المذكورة وصولًا للمشكلة.

٦) الصورة الأولية للاختبار: فى ضوء ما سبق تم إعداد اختبار مهارات حل المشكلات فى صورته الأولية، وبعد كتابة فقرات الاختبار تم عرضه على لجنة من المحكمين لاستطلاع أرائهم وإجراء التعديلات اللازمة.

٧) نظام تقدير الدرجات للاختبار:

جدول (٧) نظام تقدير درجات اختبار مهارات حل المشكلات

السؤال	نمط السؤال	تقدير الدرجات
الأول	**اختيار من متعدد**	من المفردة ١: ١٦ تخصص درجة لكل اختيار صحيح
الثانى	**تحديد المشكلة**	من ١٧: ٢٢ تخصص ٣ درجات لكل إجابة صحيحة
الثالث	**تحديد الخطأ**	من ٢٣: ٢٧ تخصص ٤ درجات لكل إجابة صحيحة ومن ٢٨: ٣٠ تخصص درجتان لكل إجابة صحيحة

وتم إعداد مفتاح لتصحيح الاختبار يوضح رقم السؤال، والمهارة التى يقيسها، والإجابة الصحيحة، والدرجة الخاصة بكل سؤال.

٨) ضبط الاختبار من خلال التطبيق الاستطلاعى: مع عينة عشوائية من طلاب الصف الثانى الثانوى بـ "معهد المستقبل الثانوى النموذجى بنين" التابع لمنطقة السويس الأزهرية وعددهم (٤٠) طالب وذلك بهدف:

- **تحديد الزمن المناسب للاختبار:** وبلغ متوسط زمن الإجابة على اختبار مهارات حل المشكلات (١٢٠ دقيقة).
- **حساب صدق الاختبار:** تأكد الباحث من صدق الاختبار فيما وضع لقياسه عن طريق صدق المحكمين من خلال عرضه مرفقاً بقائمة المفاهيم والتعميمات والمهارات على مجموعة من المتخصصين، وقد أجمع المحكمون على أن فقرات الاختبار تقيس ما وضعت لقياسه، وعلى صحة الصياغة العلمية واللغوية للمواقف الاختبارية، ومناسبتها لطلاب الصف الثانى الثانوى، كما أكدوا على سلامة تعليمات الاختبار ووضوحها للطلاب، وتمثيل كل مفردة للهدف الذى وضعت لقياسه.

- **حساب معامل ثبات الاختبار:** باستخدام طريقة التجزئة النصفية وكانت قيمته (٠,٩٢)، وهذا يؤكد ثبات الاختبار.
- **حساب معامل السهولة والصعوبة:** لكل فقرة من فقرات الاختبار والتى تراوحت بين ٠,٣٥ و ٠,٧٩ مما يدل على أنها على درجة جيدة من السهولة للطلاب.
- **حساب معامل التمييز:** لمفردات الاختبار وتراوحت بين ٠,٥٨ و٠,٩٨ مما يدل على أن مفردات الاختبار على درجة جيدة من التمييز.
- **الصورة النهائية للاختبار:** بعد التأكد من صدق وثبات الاختبار وحساب معامل السهولة ومعامل التمييز، أصبح الاختبار فى صورته النهائية.

ثالثا: التطبيق الميدانى:

- **التطبيق القبلى لأدوات البحث:** تم تطبيق اختبار مهارات حل المشكلات مع طلاب عينة البحث قبل البدء فى دراسة المنهج التكاملى.
- **التدريس لمجموعة البحث:** قام الباحث بنفسه بتدريس المنهج التكاملى فى الهندسة التطبيقية لعينة البحث فى الفصل الدراسى الأول من العام الدراسى ٢٠٢٠/٢٠٢١.
- **التطبيق البعدى لأدوات البحث:** بعد الانتهاء من تدريس المنهج التكاملى وتصحيح الاختبار ورصد الدرجات تمهيداً للحصول على النتائج.

رابعًا: الأساليب الإحصائية المستخدمة:

بعد الانتهاء من تطبيق أدوات البحث بعديًا، تم تصحيح إجابات الطلاب ورصد درجات اختبار مهارات حل المشكلات ثم معالجتها إحصائياً بهدف التحقق من فروض البحث من خلال استخدام الأساليب الإحصائية الآتية:

- **اختبار (ت) T – TEST:** لحساب دلالة الفروق بين متوسطات درجات مجموعة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار مهارات حل المشكلات.
- **دراسة الفاعلية للتعرف على قوة المعالجة التجريبية:** من خلال حساب حجم التأثير، والذى يوضح مقدار تأثير المتغيرات المستقلة على المتغيرات التابعة.
- **معامل ارتباط "بيرسون" Pearson Correelation:** لقياس العلاقة بين درجات الطلاب فى الإجابة على الأسئلة فردية الرتبة والأسئلة زوجية الرتبة، وذلك لحساب معامل ثبات اختبار مهارات حل المشكلات.

خامسًا: اختبار صحة الفرض وتفسير النتائج:

نص الفرض على أنه "يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطى درجات عينة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار مهارات حل المشكلات، وذلك لصالح درجاتهم فى التطبيق البعدى"، وللتحقق من صحة هذا الفرض قام الباحث بحساب متوسطات درجات طلاب عينة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار مهارات حل المشكلات فى كل مهارة على حدة وفى الاختبار ككل وحساب قيمة ت، وتوصل الباحث إلى النتائج الموضحة فى الجدول الآتى:

جدول(٨) دلالة الفرق بين متوسطات درجات طلاب عينة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى فى كل مهارة من مهارات حل المشكلات وفى الاختبار ككل

مهارات حل المشكلات	التطبيق	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة ت المحسوبة	درجات الحرية	مستوى الدلالة	الدلالة
تحديد المشكلة	قبلى	٣,١	١,٥	١٨,٢	٢٩	٠,٠٠٠	دالة
	بعدى	١١,٧	٣,٦				
جمع المعلومات	قبلى	٠,٩	٠,٦١	١٨,٥		٠,٠٠٠	دالة
	بعدى	٣,٤	٠,٧٦				
فرض الفروض	قبلى	١,٦	٠,٦٧	٢٢,٥		٠,٠٠٠	دالة
	بعدى	٥,٤	١,٠٤				
اختبار الفروض	قبلى	٠,٨٣	٠,٥٣	١٦,٧		٠,٠٠٠	دالة
	بعدى	٣,٣	٠,٨				
تقييم الحل	قبلى	٤,٣	٢,٠٣	١٣,٥		٠,٠٠٠	دالة
	بعدى	١٤,٧	٥,٣٤				
الاختبار ككل	قبلى	١٠,٩	٢,٨	٢١,٦		٠,٠٠٠	دالة
	بعدى	٣٨,٥	٩,٤				

يتضح من الجدول السابق وجود فرق ذى دلالة إحصائية بين متوسطى درجات عينة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار مهارات حل المشكلات فى كل مهارة على حدة وفى الاختبار ككل، وذلك لصالح درجاتهم فى التطبيق البعدى، ففى مهارة تحديد المشكلة بلغت قيمة ت المحسوبة (**١٨,٢**) وهى دالة عند مستوى دلالة (**٠,٠٠٠**)، وفى مهارة جمع المعلومات بلغت قيمة ت المحسوبة (**١٨,٥**) وهى دالة عند مستوى دلالة (**٠,٠٠٠**)، وفى مهارة فرض الفروض بلغت قيمة ت المحسوبة (**٢٢,٥**) وهى دالة عند مستوى دلالة (**٠,٠٠٠**)، وفى مهارة اختبار الفروض واختيار الحل الأمثل بلغت قيمة ت

المحسوبة (١٦,٧) وهى دالة عند مستوى دلالة (٠,٠٠٠)، وفى مهارة تقييم الحل واستخلاص النتائج بلغت قيمة ت المحسوبة (١٣,٥) وهى دالة عند مستوى دلالة (٠,٠٠٠)، وبالنسبة للاختبار ككل فكانت قيمة ت المحسوبة (٢١,٦) وهى دالة عند مستوى دلالة (٠,٠٠٠) وهذا يجعلنا نقبل بصحة الفرض الثانى.

ولحساب حجم تأثير المنهج التكاملى فى الهندسة التطبيقية على تنمية مهارات حل المشكلات لدى طلاب عينة البحث نستخدم المعادلة:

$$\text{حجم التأثير} = \frac{\text{ت}^2}{\text{ت}^2 + \text{د.ح}} = \frac{(٢١,٦)^2}{(٢١,٦)^2 + ٢٩} = ٠,٩٤١$$ وهو حجم تأثير قوى.

وهذا يعنى أن حوالى (٩٤,١%) من تباين درجات الطلاب فى اختبار مهارات حل المشكلات يعزى إلى المنهج التكاملى فى الهندسة التطبيقية، و(٥,٩%) من تباين الدرجات يعزى إلى متغيرات أخرى دخيلة.

ويرجع الباحث وجود هذه الفروق إلى أن استخدام المنهج التكاملى فى الهندسة التطبيقية أتاح الفرصة للطلاب لفهم العلاقات بين المفاهيم، كما سمح لهم بإجراء ترابطات بين مجالات المواد المختلفة وحياتهم الخاصة، كما دعم المنهج التكاملى التعلم القائم على المشاريع PBL، والذى يتيح للطلاب الفرصة للانخراط فى مواقف تعليمية حقيقية تنمى من قدراتهم، والتعلم القائم على الاستقصاء والذى يقوم فيه الطلاب بالبحث والاستقصاء، مما أدى إلى تنمية مهارات حل المشكلات المتضمنة بالبحث، وهى تحديد المشكلة وجمع المعلومات وفرض الفروض واختبار الفروض واختيار الحل الأمثل وتقييم الحل واستخلاص النتائج، وتتفق هذه النتائج مع العديد من الدراسات كدراسة "غولن" (Gulen, S., 2019)، ودراسة "كايسي" (Cayci ,B. et al , 2019)، ودراسة "بريمر" (Priemer, B., et al, 2020)، و"أسيجيجان" و"سمور" (Asigigan, S.; Samur, Y., 2021)

سادسًا توصيات البحث: فى ضوء نتائج البحث أوصى الباحث كل من:

- **مخططى المناهج وواضعى أدلة المعلم وكتاب الطالب بـ:**

١- تطوير مناهج الرياضيات بمراحل التعليم المختلفة التى تأخذ بالتنظيم المنهجى المتمثل فى المواد المنفصلة إلى النهج التكاملى.

٢- تضمين أدلة المعلمين معلومات توضح كيفية بناء المناهج التكاملية.

٣- ضرورة تضمين الكتب المدرسية للرياضيات بالأمثلة والمشكلات الواقعية والتى يساعد تدريسها على تنمية قدرة التلاميذ على حل المشكلات.

- **المعلمين:**

١- ضرورة الاهتمام بالنهج التكاملى لما يقدمه من مساعدة على تنمية مهارات حل المشكلات.

٢- الاهتمام باستخدام طرق التدريس التى تنمى قدرة التلاميذ على حل المشكلات.

- **أصحاب القرار فى وزارة التربية والتعليم والإدارات التعليمية:**

١- إنشاء مراكز تدريب للمعلمين تساعدهم على تخطيط وبناء وتنفيذ المناهج التكاملية.

٢- مد جسور من التعاون مع أولياء أمور الطلاب لتوضيح ما هى المناهج التكاملية وأهميتها بالنسبة لأبنائهم.

سابعًا: البحوث المقترحة: فى ضوء نتائج البحث اقترح الباحث إجراء البحوث الآتية:

- دراسة فاعلية المناهج التكاملية فى مراحل دراسية مختلفة.
- دراسة مقارنة بين المنهج التكاملى وغيره من التنظيمات المنهجية.

- دراسة أثر المنهج التكاملى على متغيرات أخرى.
- دراسة مقارنة لدور المعلم التقليدى ودور المعلم أثناء تنفيذ المناهج التكاملية.
- دراسة معرفة معلمى الرياضيات بمهارات حل المشكلات.

المراجع:

بايز ألبرت (١٩٨٧): **التجديد فى تعليم العلوم**، ترجمة جواد نظام، بيروت:معهد الإنماء العربى.

حسن حسين زيتون (٢٠٠٥): **رؤية جديدة فى التعليم** " **التعلم الإلكترونى** ": **المفهوم – القضايا – التطبيق – التقييم**، المملكة العربية السعودية، الرياض: الدار الصولتية للتربية.

حسن زيتون (٢٠٠٣): **إستراتيجيات التدريس** " **رؤية معاصرة لطرق التعليم والتعلم** "، القاهرة: عالم الكتب.

حلمى الوكيل، محمد المفتى (١٩٨٧): **أسس بناء المناهج وتنظيماتها**، مطبعة حسان، القاهرة.

رشدى لبيب وفايز مراد مينا (١٩٩٣): **المنهج، منظومة لمحتوى التعليم**، ط٢، القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

رضا مسعد السعيد (٢٠١٨): STEM مدخل تكاملى حديث متعدد التخصصات للتميز الدراسى ومهارات القرن الحادى والعشرين، **مجلة تربويات الرياضيات، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات** المجلد ٢١ العدد ٢، ص ص ٦ – ٤٢.

سها توفيق (٢٠٠٦):" فاعلية وحدة بنائية مقترحة فى هندسة الفراكتال بمصاحبة الكتاب الإلكترونى فى تنمية بعض مستويات التفكير الرياضى الخاص بها لدى طلاب كليات التربية "، **رسالة ماجستير**، كلية التربية، جامعة عين شمس.

صافيناز الشطى (٢٠٠٩): فاعلية استخدام إستراتيجية مقترحة لتنمية مهارات حل المشكلات والتفكير الإبداعى فى تدريس الاقتصاد المنزلى لدى تلميذات المرحلة المتوسطة من دولة الكويت، **رسالة دكتوراه**، معهد البحوث والدراسات التربوية، جامعة القاهرة.

فتحى يوسف مبارك (١٩٨٨): **الأسلوب التكاملى فى بناء المنهج: النظرية والتطبيق**، القاهرة: دار المعارف.

محبات أبو عميرة (١٩٨٧): برنامج مقترح فى حل المشكلات لتلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسى فى ضوء مسارات تفكير علماء الرياضيات، **رسالة دكتوراه**، كلية البنات، جامعة عين شمس.

محمد السكران (١٩٨٩): **أساليب تدريس الدراسات الاجتماعية**، عمان: دار الشروق.

محمد سالم (٢٠٠٩): برنامج تدريبى لتحسين فاعلية الذات وأثره على تنمية مهارة حل المشكلات لدى طلاب الصف الأول الثانوى بالمملكة العربية السعودية، **رسالة دكتوراه**، معهد البحوث والدراسات التربوية، جامعة القاهرة.

مصطفى عبد القوى (٢٠٠٧): فاعلية إستراتيجية التدريس بحل المشكلة فى تنمية التفكير الهندسى، والتحصيل لدى تلاميذ الصف الأول الثانوى، **الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، دراسات فى المناهج وطرق التدريس**، ع ١٢٥، ص ص ١٦٢ – ٢٠٢، يونيو ٢٠٠٧.

مكة البنا (٢٠٠٧): " فعالية وحدة مقترحة فى الهندسة الكسورية لطلاب كلية التربية وأثرها على التفكير الإبداعى والاتجاه نحو الرياضيات "، **المؤتمر**

العلمى السابع، دار الضيافة جامعة عين شمس، ص ص ١٨٣ – ٢٣١.

نهى شفيق (٢٠١١): أثر إستراتيجيات الذكاءات المتعددة فى تنمية التحصيل الدراسى ومهارات حل المشكلات وإثارة الدافعية للتعلم فى مادة الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوى، **رسالة دكتوراه**، كلية البنات للآداب والعلوم والتربية، جامعة عين شمس.

Butuner, Suphi Onder; Filiz, Mehmet (2017): Exploring High-Achieving Sixth Grade Students' Erroneous Answers and Misconceptions on the Angle Concept. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v48 n4 p533-554 2017 .

Casa, Tutita M.; Firmender, Janine M.; Gavin, M. Katherine; Carroll, Susan R. (2017): Kindergarteners' Achievement on Geometry and Measurement Units That Incorporate a Gifted Education Approach. **Gifted Child Quarterly**, v61 n1 p52-72 Jan 2017.

Chapman, O. (2005): " Constructing Pedagogical Knowledge of Problem Solving: Pre service Mathematics Teachers " , **Conference of the International**

Group for the Psychology of Mathematics Education , V(2), Melbourne: PME , P. 225-232.

Chi Chung Lam , Susan A. Adler , Theresa Alviar-Martin Curriculum (2013): integration in Singapore: Teachers' perspectives and practice, **Teaching and Teacher Education** ,Volume 31, April 2013, Pages 23-34.

Cinar,S. ; Pirasa,N. (2017): Views of Science and Mathematics Pre-Service Teachers Regarding STEM , **Universal Journal of Educational Research** , v4 n6 pp 1479 – 1487.

Council on Competitiveness. (2005). Innovate America: National.**innovation initiative summit and report**. Washington, DC: Author.

Duatepe Aksu, Asuman (2013): Predicting the Geometry Knowledge of Pre-Service Elementary Teachers. Online Submission, **Cumhuriyet International Journal of Education-CIJE** , v2 n3 p15-27 Jul 2013.

Dubravka Glasnovic Gracin. Ana Kuzle (2018): Drawings as External Representations of Children's Fundamental Ideas and the Emotional Atmosphere in Geometry Lessons. **c e p s Journal**.Vol.8. No2. https://ojs.cepsj.si/index.php/cepsj/article/view/299.

Edith Debrenti (2016): Some Componets of Geometric Knowledge of Future Elementary School Teachers , **Acta Didactica Napocensia** , Volume 9 Number 3, 2016.

Fatma ASLAN-TUTAK , Thomasenia Lott ADAMS (2015): A Study of Geometry Content Knowledge of Elementary Preservice Teachers , **International Electronic Journal of Elementary Education**, 2015, 7(3), 301-318.

Firat, Esra Açikgül (2020): Science, Technology, Engineering, and Mathematics Integration: Science Teachers' Perceptions and Beliefs. **Science Education International**, v31 n1 p104-116 2020.

Glassmeyer, David; Smith, Andrew; Gardner, Kimberly (2020): Developing Teacher Content Understanding by Integrating pH and Logarithms Concepts. **School Science and Mathematics**, v120 n3 pp165-174 Mar 2020.

Inam, Bahattin; Ugurel, Isikhan; Yaman, Burçak Boz (2018): High School Students' Performances on Proof Comprehension Tests. **International Journal of Assessment Tools in Education**, v5 n2 p339-369 2018.

Kevin C. Costley (2015): " Research Supporting Integrated Curriculum: Evidence for using this Method of Instruction in Public School Classroom" , **Ph.D** , Arkansas Tech University.

Klara , P. (2012): " On Teaching Mathematical Problem solving and Problem Posing " , **Phd thesis** , Bolyai Institute , University of Szeged.

Kurt-Birel, Gamze; Deniz, Sule; Onel, Fatih (2020): Analysis of Primary School Teachers' Knowledge of Geometry. **International Electronic Journal**

of Elementary Education, v12 n4 p303-309 Mar 2020.

Margot, Kelly C.; Kettler, Todd (2019): Teachers' Perception of STEM Integration and Education: A Systematic Literature Review. **International Journal of STEM Education**, v6 Article 2 2019.

McAndrew, Erica M.; Morris, Wendy L.; Fennell, Francis (2017): Geometry-Related Children's Literature Improves the Geometry Achievement and Attitudes of Second-Grade Students. **School Science and Mathematics**, v117 n1-2 p34-51 Feb 2017.

Michaeel,D.(2013): The prospect of an "A" in STEM education , **Journal of STEM education**, 14(2) , April-June pp 10-15.

Parlakay, Eda Salman; Koç, Yasemin (2020): An Investigation the Effect of STEM Practices on Fifth Grade Students' Academic Achievement and Motivations at the Unit "Exploring and Knowing the World of Living Creatures".

International Journal of Progressive Education, v16 n1 p125-137 2020.

Poon, Kin-Keung; Leung, Chi-Keung (2016): A Study of Geometric Understanding via Logical Reasoning in Hong Kong. **International Journal for Mathematics Teaching and Learning**, v17 n3 2016.

Portaankorva-Koivisto, Päivi Maria; Laine, Anu Tuulikki; Ahtee, Maija (2021): Two Primary Teachers Developing Their Teaching Problem-Solving during Three-Year In-Service Training , **International Electronic Journal of Mathematics Education**, v16 n1 Article em0624 2021.

Sunzuma, Gladys; Maharaj, Aneshkumar (2019): In-Service Teachers' Geometry Content Knowledge: Implications for How Geometry Is Taught in Teacher Training Institutions. **International Electronic Journal of Mathematics Education**, v14 n3 p633-646 2019.

Sutama; Anif, Sofyan; Prayitno, Harun Joko; Narimo, Sabar; Fuadi, Djalal; Sari, Diana Purwita; Adnan, Mazlini (2021): Metacognition of Junior High School Students in Mathematics Problem Solving Based on Cognitive Style , **Asian Journal of University Education**, v17 n1 p134-144 Jan 2021.

The National Research Council (2011): Successful K-12 STEM education identifying effective approaches in Science, Technology, Engineering and Mathematics. **The national academies press**, Washington, D.C. www.nap.edu.

Toptas, Veli; Karaca, Elif Tugçe (2017): An Analysis of Pre-Service Elementary School Teachers' Skills in Geometrical Drawing Using Isometric Paper. **International Electronic Journal of Elementary Education**, v10 n2 p309-314 Dec 2017.

Ukobizaba, Fidele; Nizeyimana, Gabriel; Mukuka, Angel (2021): Assessment Strategies for Enhancing Students' Mathematical Problem-Solving Skills: A

Review of Literature , **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v17 n3 Article em1945 2021.