"برنامج مقترح في العلوم في ضوء التعلم القائم على توجهات ستيم لتنمية عمليات العلم لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة في دولة الكويت"

"A proposed program in science in the light of learning based on STEM approaches to develop science processes among middle school students in the State of Kuwait"

منى صالح محمد حمد السعيدان

معلمة – المنطقة التعليمية بالعاصمة – الكويت

monaalseaidan@gmail.com

أ.د. اماني محمد سعد الدين الموجي

أستاذ المناهج وطرق التدريس

بكلية الدراسات العليا للتربية

جامعة القاهرة

amanielmogi@yahoo.com

أ.م.د. خالد محمد حسن الرشيدى

أستاذ المناهج وطرق التدريس

المساعد بكلية الدراسات العليا

للتربية جامعة القاهرة

khaledelrashedy@yahoo.com

"برنامج مقترح في العلوم في ضوء التعلم القائم على توجهات ستيم لتنمية عمليات العلم لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة في دولة الكويت"

مستخلص:

هدف هذا البحث لبناء برنامج مقترح في العلوم في ضوء التعلم القائم على توجهات STEM لتنمية عمليات العلم لدى تلاميذ الصف السادس المتوسط في دولة الكويت. واعتمد البحث على المنهج شبه التجريبي القائم على تصميم المجموعة الواحدة والتطبيق القبلي والبعدي لأداة البحث. وتم جمع البيانات من خلال مقياس عمليات العلم من عينة قوامها (25) تلميذة بالصف السادس المتوسط في دولة الكويت. وأظهرت النتائج وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس عمليات العلم للتلميذات لصالح التطبيق البعدي. وقدم البحث العديد من التوصيات؛ من بينها استخدام مدخل التعليم القائم على ستيم في التعليم العام في مقررات العلوم والرياضيات والحاسب والهندسة لإحداث التكامل بين هذه المقررات بما يحقق أعلى فائدة للطلاب, وإعداد برامج تنمية مهنية أثناء الخدمة لتدريب معلمي العلوم على مدخل ستيم في ضوء معايير الجيل القادم للعلوم.

الكلمات المفتاحية: (عمليات العلم – تعليم العلوم بالمرحلة المتوسطة – التعليم القائم على توجهات ستيم).

"A proposed program in science in the light of learning based on STEM approaches to develop science processes among middle school students in the State of Kuwait"

Mona Mohamed Saleh Elsaidan
Teacher - Educational District in the Capital - Kuwait

monaalseaidan@gmail.com

prof. Amany Mohamed Saad ElDeen Elmogy
Professor of Curriculum and Methods - Faculty of Graduate Studies of Education, Cairo University
amanielmogi@yahoo.com

Dr. Khaled Mohammed Hassan El Rasheedy
Assistant Professor of Curriculum and Methods - Faculty of Graduate Studies of Education, Cairo University
khaledelrashedy@yahoo.com

Abstract:

This study investigated the effectiveness of a STEM-based suggested program in science in developing science processes among six-grade female students in Kuwait. A quasi experimental one-group-pretest-posttest design was used on a sample consisting of 25 students. Data was collected by a science processes scale. Results revealed that there were statistically significant differences between the mean scores of the pre and post measurements on the science processes scale in favor of the post measurement, which indicates the effectiveness of the STEM-based program. The study recommended adopting the STEM-based education approach in instruction to bring about integration between various curricula and the introduction of in-service professional development programs to train science teachers on the STEM approach in light of NGSS.

Keywords:(science processes- middle school- Science Instruction- STEM-based instruction).

مقدمة:

اهتمت الأبحاث والدراسات التي تناولت التعلم القائم على توجهات "ستيم" STEM بتنمية عمليات العلم المختلفة التي من شأنها أن تسفر عن تنمية مهارات التفكير الناقد والابتكاري وحل المشكلات. وجاء هذا التركيز على عمليات العلم انطلاقاً من الفرضية التي مفادها أن عمليات العلم تساهم في اكتساب الطلاب لمهارات الوصول للمعرفة واكتسابهم للخبرات العلمية وإمكانية تطبيق هذه الخبرة في سياقات أخرى، مما قد يسهم في إنتاج المعرفة العلمية (محفوظ, 2019: 950).

وتساعد عمليات العلم على إعطاء صورة شاملة حول كيفية تفكير الإنسان، وطريقة تعامله مع المثيرات والمعلومات والأفراد داخل بيئة ذات سياق محدد الأركان؛ ولذلك تعتبر عمليات العلم من المصطلحات الهامة التي تستوجب التفسير. حيث يعرِّف "ميلر" (Millar, 2013: 1) عمليات العلم Process science بأنها مهارات العملية العلمية لدى الطلاب التي تشير إلى قدرتهم على استخدام العلم في تنفيذ المهام؛ وهذه العمليات يتم استخدامها بواسطة العلماء عند استكشاف العالم الطبيعي وتطوير التفسيرات العلمية.

ويُنظَر إلى تعلم العلوم وتطوير مهارات عمليات العلم على أنهما عنصران متكاملان؛ حيث تعمل مهارات عمليات العلم على تسهيل تعلم العلوم وزيادة أنشطة الطلاب وزيادة مسؤولية الطلاب تجاه عملية التعلم، كما أن هذه المهارات تعلم الطلاب الأساليب العلمية أو البحوث، فهي متعددة التخصصات ومناسبة لكل مجال من مجالات العلوم، كما تشمل أهمية المهارات للطلاب تعلم كيفية تطبيق العلوم في الحياة اليومية، وكيفية صياغة المفاهيم، كيفية تكوين النظريات (Yamtinah et al., 2017: 101)

علاوة على هذا, تعد مهارات عمليات العلم أساس لا غني عنه لتحسين مهارات التفكير الأخرى، وبالتالي يجب أن يولي المعلمون اهتمامًا كبيرًا لمهارات عمليات العلم للطلاب من خلال توفير الأنشطة العملية الموجهة لتحسين فهمهم لمفهوم العلوم، فهم بحاجة إلى مهارات عمليات العلم في أنشطتهم للعثور على المفاهيم العلمية الصحيحة، كما أصبحت مهارات عمليات العلم عجلة القيادة لاكتشاف وتطوير الحقائق والمفاهيم وكذلك تنمية مهارات التعلم من خلال استخدام المهارات العملية، والمناقشات، والتجارب، بدلًا من التعلم التقليدي (Choirunnisa et al., 2018: 1-2). بناء على ما سبق, يسعى البحث الراهن لبناء برنامج مقترح في العلوم في ضوء التعلم القائم على توجهات ستيم لتنمية عمليات العلم لدى تلاميذ الصف السادس المتوسط في دولة الكويت.

مشكلة البحث

برغم الأهمية الكبيرة لعمليات العلم في مساعدة الطلاب على تحقيق أهداف تعلمهم في سياق تنميتها لمجموعة متنوعة من المهارات والقدرات لدى المتعلمين, إلا أن الطلاب يعانون من ضعف في هذه المهارات الهامة نظراً لعد تركيز المناهج الدراسية عليها. في ضوء هذا سعى البحث الراهن لبرنامج مقترح في العلوم في ضوء التعلم القائم على توجهات STEM لتنمية عمليات العلم لدى تلاميذ الصف السادس المتوسط في دولة الكويت.

أسئلة البحث:

1- ما البرنامج المقترح في العلوم في ضوء التعلم القائم على توجهات STEM لتنمية عمليات العلم لدى تلاميذ الصف السادس المتوسط في دولة الكويت؟

2- ما فعالية البرنامج المقترح في العلوم في ضوء التعلم القائم على توجهات STEM في تنمية عمليات العلم لدى تلاميذ الصف السادس المتوسط في دولة الكويت؟

فرض البحث:

يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس عمليات العلم للتلاميذ لصالح التطبيق البعدي.

الإطار النظري:

يعرض هذا القسم لمفهوم التعليم القائم على توجهات STEM وأهميته في تعليم العلوم, كما يتناول بالمناقشة عمليات العلم مع استعراض الدراسات السابقة التي تناولت هذا الموضوع بالبحث.

☒ التعليم القائم على توجهات STEM

يشير مصطلح STEM إلى الأحرف الأولى من كلمات (Science, Technology, Engineering, Mathematics) ؛ أي "العلوم, والتكنولوجيا/ التقنية, والهندسة, والرياضيات", ويعرف اختصاراً بستيم. ويشير المصطلح إلى التكامل بين هذه المجالات أو المناحي الأربعة تحت مظلة منهج عابر للتخصصات.

وقد تناولت العديد من الأدبيات مفهوم التعلم القائم على توجهات STEM؛ التي تعكس تباينًا في الرؤى حول هذا المفهوم من حيث كونه أسلوبًا أو مدخلًا أو منهجًا أو نظامًا تعليميًا. فوفقًا لتعريف كيندي وأودل (Kennedy & Odell, 2014: 246, 247), ينظر إلى التعلم القائم على توجهات STEM على أنه

"التعليم والتعلم بمجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، بما في ذلك الأنشطة التعليمية المُطبقة بجميع المراحل الدراسية اعتبارًا من مرحلة ما قبل المدرسة وحتى ما بعد الدكتوراه، بكل من الفصول الدراسية وغير الدراسية".

ويعرف رضا السعيد ووسيم الغرقي (2015: 139) التعلم القائم على توجهات STEM بأنها "أحد مداخل التكامل المعرفي المتعددة التخصصات التي يجمع فيها الطالب بين الرياضيات ودمجها من خلال تطبيقاتها مع مواد العلوم والتكنولوجيا والهندسة، في محتوى جديد يمارس فيه التعليم بطريقة عملية، عن طريق الاستقصاء والتجريب وتصميم المشروعات الابتكارية القائمة على التكامل بين المعرفة".

ويشير إنجلش إلى أن التعلم القائم على توجهات STEM "أسلوب لحل المُشكلات يعتمد على المفاهيم والإجراءات القائمة على الرياضيات والعلوم مع دمج العمل الجماعي ومنهجية التصميم الهندسي، باستخدام التخصصات التكنولوجية المناسبة" (English, 2017: 6).

ويعد التعليم القائم على توجهات STEM بمثابة دراسة نهج متعدد التخصصات من خلال المفاهيم الأكاديمية التي تتعامل مع الواقع العالمي من خلال تطبيق مبادئ العلم الرياضيات والهندسة والتكنولوجيا حيث انه من الجيد الربط بين المدارس والمجتمعات والوظائف والواقع العالمي، كما يوفر نموذج STEM أيضًا مساحة لتطوير محو الأمية في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM)، لذا فلديه القدرة على المنافسة في العالم الاقتصادي الجديد،لا يمكن اعتبار هذا الربط بين التكنولوجيا والعلوم الأخرى جزء من تعلم العلوم وإنما هو تخصص كامل في العلوم فهو يستخدم الرياضيات كأداة لمعالجة البيانات و التكنولوجيا لتطبيق المنهج ومن المتوقع أن يحقق هذا المجال تقدما علميا كبيرا من خلال التكامل المنهجي للمعرفة والتكنولوجيا والمهارة ولهذا المنهج القائم على العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) عدة فوائد أهمها: أنه يوفر للطلاب القدرة على حل المشاكل فهو يجعل الطلاب مبتكرون، مخترعون، مفكرين مستقلين ومنطقيين وتكنولوجيين, فضلاً عن نموذج التعلم القائم على مشروع STEM يقوم بتعزيز إبداعات الطلاب ومهارات التفكير العلمي ومحو الأمية التكنولوجية (Lestari et al., 2018: 19–23).

كما ينظر إلى التعليم القائم على توجهات STEM المتكامل على أنه أحد ابتكارات التعلم التي يمكن للمدرسين استخدامها كنهج في التعلم لتدريب الطلاب على مهارات عمليات العلم، كما يعد مشروع التعلم (STEM) بمثابة خطوة في تطوير التعليم، وخاصة في مجال العلوم حيث يقوم هذا النهج (STEM) على أساس مزيج من عدة تخصصات في شكل جديد وتلك التخصصات التي أصبحت مكونًا لنهج STEM هي العلوم، التكنولوجيا والهندسة والرياضيات فقد تم دمج بعض هذه التخصصات في وحدة واحدة ومن المتوقع أن يؤدي هذا إلى إنتاج خريجين أكفاء ومؤهلين ليس فقط من حيث إتقان المفاهيم ولكن أيضًا في تطبيقها في

الحياة العملية، أدى إعطاء التدريب على مهارات عمليات العلم إلى زيادة الإنجازات الأكاديمية للطلاب وقد بدا نهج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) بدورة تدريبية من النوع التنشيطي في الرياضيات بعد ذلك، استندت أنشطة النمذجة أو المحاكاة إلى القواعد المعروفة التي يجب صياغتها من خلال التعبيرات الرياضية وبنفس الطريقة، يمكن التعبير عن مفاهيم الفيزياء أو القوانين في شكل ملاحظات مضغوطة باستخدام الصيغ الرياضية (Bhakti et al., 2020: 2-4).

مما سبق يمكن استنتاج أن التعلم القائم على توجهات STEM يمثل أحد المداخل الفعالة لتعليم العلوم تأسيساً على الممارسة العملية للظواهر والتقنيات المختلفة ، وعدم الاكتفاء بالتلقين والنقل والدراسة النظرية فقط؛ وهو ما يسعى البحث الراهن لتحقيقه عبر بناء برنامج مقترح في العلوم في ضوء التعلم القائم على توجهات ستيم لتنمية عمليات العلم لدى تلاميذ الصف السادس المتوسط في دولة الكويت.

☒ عمليات العلم:

يعرف "أوتامي وآخرون" (Utami et al., 2017: 382) مهارات عمليات العلم بأنها "العمليات التي يقوم بها العلماء عند ممارسة العلم مما يعني أن مهارات عمليات العلم تشير إلى ما يفعل العلماء أثناء عملية التعلم والدراسة؛ ويشمل ذلك تفسير الظواهر والملاحظة والاستنتاج والقياس والتجريب".

وتعتبر عمليات العلم مجموعة من القدرات والعمليات العقلية الخاصة والضرورية لتطبيق أساليب التعلم والتفكير العلمي بشكل دقيق؛ فهي أساسً للاستكشاف والاكتشاف العلمي والقدرة على التدريب الذاتي والنقد، كما أنها تساعد على التفكير الإبداعي والوصول الذاتي إلى المعلومات (Al-Rsaái et al., 2017: 195).

وترى سوزان محمد (2019: 10) أن عمليات العلم هي "مجموعة من القدرات والعمليات العقلية اللازمة لتطبيق العلم والتفكير العلمي بشكل صحيح، وذلك أثناء أداء الأنشطة وإجراء التجارب العملية بهدف جمع البيانات وتنظيمها وتفسيرها والتنبؤ بالأحداث من أجل تفسير ظاهرة ما أو حل مشكلة معينة".

وتعرف الباحثة عمليات العلم إجرائيًا بأنها: العمليات التي يحتوي عليها عقل تلميذ المرحلة المتوسطة في الكويت، والتي تتمثل في الأنشطة المنظمة التي يقوم بها المتعلمون أثناء التوصل إلى النتائج الممكنة للعلم من جهة، وأثناء الحكم على هذه النتائج من جهة أخرى، والتي تمثل سلوك العلماء وهي قابلة للانتقال من موقف إلى آخر، ويمكن غالبًا تعلمها بأي محتوى علمي، وتتضمنها الأنشطة العلمية الموجودة في محتويات الكتاب المدرسي، وتنقسم عمليات العلم إلى عمليات العلم الأساسية وعمليات العلم التكاملية، ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ على مقياس عمليات العلم لدى تلاميذ الصف المتوسط بالكويت.

☒ تصنيف عمليات العلم:

تعد مهارات عمليات العلم من العمليات التي يكتسبها الفرد بشكل عام والطالب بشكل خاص لاستيعاب وبلورة المفاهيم والسياقات المعرفية والحياتية بأسلوب علمي دقيق؛ حيث أكد بوربا (Purba, 2013: 4) على أن أبرز مهارات عمليات العلم تنطوي على مهارات الملاحظة، واستخدام الأرقام، والعلاقات بين الزمان والمكان، وفرض الفروض، وتفسير البيانات، واستخلاص النتائج، والتطبيق، والتواصل.

وتنقسم عمليات العلم إلى مجموعة من العمليات الأساسية والتكاملية، والتي تساعد الطالب على الوصول إلى المعارف، وتنمي قدرته على المثابرة، والتعلم الذاتي، وحل المشكلات عن طريق الملاحظة (الفلاح، 2013: 205). حيث تتضمن عمليات العلم الأساسية ثماني عمليات أو مهارات هي: الملاحظة, والتصنيف, والاتصال, وعلاقات المكان والزمن, والاستنتاج, واستخدام الأرقام, والقياس, والتنبؤ (Azizah, Sarwi & Ellianawati, 2021;). أما عمليات العلم التكاملية فتشتمل على خمس عمليات هي: التحكم في المتغيرات, وتفسير البيانات, وفرض الفروض, والتعريف الإجرائي, والتجريب (Derilo, 2021).

وأخذت الباحثة بمجموعة من عمليات العلم الأساسية والتكاملية، وذلك لملائمتها للمرحلة العمرية لعينة الدراسة، كما أن هذه المهارات هي المهارات الأكثر ملائمة للوحدة الدراسية المختارة، وتتمثل هذه العمليات فيما يلي:

1. **عمليات العلم الأساسية:** (الملاحظة، الاستنتاج، الاتصال، التصنيف).
2. **عمليات العلم التكاملية:** (تفسير البيانات، التعريف الاجرائي).

الدراسات السابقة:

هدفت دراسة "**زورلو وزورلو**" **(Zorlu & Zorlu, 2017)** للبحث في مهارات عمليات العلم وعلاقتها بالاهتمامات المهنية الخاصة بستيم لدى طلاب الصف السابع في المرحلة المتوسطة في تركيا. وقد اعتمدت الدراسة المنهج المسحي الكمي، وتم جمع البيانات من خلال اختبار مهارات عمليات العلم واستبيان مسحي للاهتمامات المهنية المتعلقة بستيم. وتكون مجتمع الدراسة من طلاب الصف السابع في المدارس المتوسطة، ومن بينهم تم اختيار عينة مؤلفة من (133) طالب. وأظهرت النتائج ارتباط متوسط بين الاهتمامات المهنية المتعلقة بستيم في مجالات العلوم والتكنولوجيا والرياضيات ومهارات عمليات العلم لدى طلاب المدارس المتوسطة.

كما سعت دراسة "بهاكتي وآخرون " (Bhakti et al, 2020) للتحقق من أثر التعلم القائم على المشروع عبر تكامل تعليم (ستيم) على تنمية المفاهيم البصرية وتحسين مهارات عمليات العلم لدى طلاب ستيم. واعتمدت الدراسة على المنهجين الوصفي وشبه التجريبي القائم على تصميم المجموعتين التجريبية

والضابطة والقياس القبلي والبعدي. وتم جمع البيانات من خلال اختبار مهارات عمليات العلم وبطاقة ملاحظة تعلم الطلاب، وشارك في الدراسة عينة من طلاب الصف السابع بإحدى مدارس المرحلة المتوسطة في أندونيسيا. وقد أشارت النتائج إلى أن تطبيق التعلم القائم على المشروع عبر تكامل مجالات ستيم قد أسفر عن تنمية المفاهيم العلمية وزيادة دافعية الطلاب واهتمامهم بالتعلم وتنامي مهارات حل المشكلات ومهارات عمليات العلم.

وهدفت دراسة" **أبريانتي وجاني وبادا** " **(Aprianty, Gani & Pada, 2020)** للتحقق من أثر استخدام التعلم القائم على مشروع ستيم STEM في تحسين مهارات عمليات العلم لدى طلاب المرحلة المتوسطة. وقد اعتمدت الدراسة على المنهج شبه التجريبي القائم على تصميم المجموعتين التجريبية والضابطة والاختبار القبلي والبعدي، وتم جمع البيانات من خلال اختبار مهارات عمليات العلم. وتكون مجتمع الدراسة من جميع طلاب الفصل السابع في مدرسة إحسان الإسلامية الإعدادية في آتشيه بيسار في اندونيسيا في العام الدراسي 2020/2019 (256 طالبًا)، ومن بينهم تم اختيار عينة مؤلفة من (74) طالب. وقد أشارت النتائج إلى أن تطبيق التعلم القائم على مشروع ستيم أسفر عن تحسن دال في مهارات عمليات العلم وممارسات تعلم الطلاب

في سياق موازٍ, سعت دراسة "داكوموس" (Dacumos, 2021) للكشف عن أثر المدخل القائم على الشخصية على مهارات عمليات العلم التكاملية لدى طلاب ستيم. وقد اعتمدت الدراسة على المنهج شبه التجريبي القائم على تصميم المجموعتين التجريبية والضابطة والاختبار القبلي والبعدي، وتم جمع البيانات من خلال قائمة مهارات عمليات العلم. وتكون مجتمع الدراسة من طلاب الصف السابع من مدرسة باجيو سيتي الوطنية للعلوم الثانوية، ومن بينهم تم اختيار عينة الدراسة المؤلفة من (124) طالب. وقد أشارت النتائج إلى التحسن الدال في أداء طلاب المجموعة التجريبية في صياغة الأسئلة والتواصل مع زملائهم وتصميم التجارب التي تحتاجها عملية تعلم العلوم.

كما هدفت دراسة " **عزيزة وساروي والليناواتي**" **(Azizah, Sarwi & Ellianawati, 2021)** إلى إعداد وتطبيق مواد تعليمية بناءً على نموذج التعلم القائم على المشروع المستند إلى مدخل تكاملي يدمج مجالات (ستريم) من أجل تحسين مهارات العملية العلمية للطلاب. وقد اعتمدت الدراسة على المنهج شبه التجريبي القائم على تصميم المجموعة الواحدة والاختبار القبلي والبعدي، وتم جمع البيانات من خلال أدوات الملاحظة والاستبيان. وتكون مجتمع الدراسة من (80) طالب من طلاب المدارس الابتدائية في الصف الخامس والسادس في 3 مدارس ابتدائية في بانجرماسين، واشتملت عينة الدراسة على (28) طالب. وقد

أشارت النتائج إلى أن تدريس المواد التعليمية المستندة إلى النموذج القائم على حل المشكلات المتكامل مع منهج ستريم كان فعالاً في تحسين مهارات عمليات العلم لطلاب المدارس الابتدائية وبشكل خاص في مجالات التجربة والتفسير والاتصال.

وسعت دراسة **لطيفة غنوم (2020)** للتحقق من فعالية تدريس الوحدة تعليمية مصممة وفق مدخل (stem) لتنمية عمليات العلم لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي بدولة الكويت. وقد اعتمدت الدراسة على المنهج شبه التجريبي القائم على تصميم المجموعتين التجريبية والضابطة والاختبار القبلي والبعدي، وتم جمع البيانات من خلال عمليات العلم. وتكون مجتمع الدراسة من طلاب الصف الرابع الابتدائي بمدرسة الفضل بن العباس الابتدائية، في منطقة حولي التعليمية، واشتملت عينة الدراسة على (62) طالباً. وقد أشارت النتائج إلى فعالية الوحدة تعليمية المصممة وفق مدخل (stem) في تنمية عمليات العلم لدى التلاميذ.

وهدفت **دراسة "أوالين واسمونو" (Awalin & Ismono, 2021)** للتحقق من أثر تطبيق نموذج تعلم قائم على حل المشكلات باستخدام نهج STEM لتدريب الطلاب على مهارات العملية العلمية في موضوع التوازن الكيميائي. وقد اعتمدت الدراسة على المنهجين الوصفي الكمي والمنهج شبه التجريبي القائم على تصميم المجموعة الواحدة والاختبار القبلي والبعدي، وتم جمع البيانات من خلال أدوات الاستبانة والملاحظة والاختبارات. وتكون مجتمع الدراسة من جميع طلاب الرياضيات والعلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدرسة بولونج الثانوية الحكومية في (فونوروغو)، ومن بينهم تم اختيار عينة مؤلفة من (25) طالب في الصف الحادي عشر. وقد أظهرت النتائج وجود فروق جوهرية دالة إحصائياً في المهارات العملية العلمية للطلاب على إثر تطبيق النموذج القائم على حل المشكلات على أساس نموذج ستيم في موضوع الاتزان الكيميائي.

ومؤخراً سعت دراسة آلاء سليم (2022) للكشف عن أثر المنحى التدريسي القائم على التكامل بين الفروع الأربعة لستيم في تنمية قدرات طلاب المرحلة المتوسطة على استنتاج المعلومات العلمية وتطبيقها علمياً. وقد اعتمدت الدراسة على المنهج شبه التجريبي، وتم جمع البيانات من خلال أداة الاختبار. وتكون مجتمع الدراسة من طلاب الصف السابع بالمرحلة الإعدادية الأولى في المملكة الأردنية الهاشمية، ومن بينهم تم اختيار عينة للدراسة اشتملت على (46) طالبة. وأظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط درجات أفراد المجموعتين التجريبية والضابطة في الاختبار البعدي في استنتاج المعلومة العلمية لصالح المجموعة التجريبية, مما يشير إلى فعالية التكامل بين الفروع الأربعة لستيم في تنمية قدرات طلاب المرحلة المتوسطة على استنتاج المعلومات العلمية وتطبيقها علمياً.

منهج البحث:

اعتمد البحث على المنهج شبه التجريبي القائم على تصميم المجموعة الواحدة والتطبيق القبلي والبعدي لأداة البحث. وقد تمثل المتغير المستقل في البرنامج المقترح في العلوم في ضوء التعلم القائم على توجهات STEM, والمتغير التابع في عمليات العلم.

مجتمع البحث ومجموعته:

تألف مجتمع البحث من جميع تلاميذ الصف السادس متوسط في منطقة العاصمة التعليمية بدولة الكويت, ومن بينهم تم اختيار مجموعة البحث. وقد تكونت مجموعة البحث من (25) تلميذة من تلاميذ الصف السادس المتوسط في دولة الكويت ممن تراوحت أعمارهم بين (11 –12).

أداة البحث:

مقياس عمليات العلم:

- **الهدف من المقياس:**

يهدف المقياس إلى قياس مستوى عمليات العلم لدى تلاميذ الصف السادس متوسط قبل وبعد تطبيق البرنامج المقترح في البحث الحالي. وتمّ صياغة عبارات المقياس في ضوء الأبعاد المختلفة لعمليات العلم التي حددتها الباحثة في ضوء الاطلاع على المفاهيم والأطر النظرية لعمليات العلم بحيث يتضمن كلّ بُعْد العبارات المرتبطة به، والتي تتسق مع المفهوم الإجرائي لكلّ بُعْد من أبعاد المقياس. ويتكون المقياس من (29) بندًا تقيس ستة أبعاد رئيسية وكل من هذه الأبعاد يشتمل على عبارات تقيس مدى توافرها لدى التلميذ.

جدول (1) يوضح مجالات بنود مقياس عمليات العلم لدى تلاميذ الصف السادس متوسط

التعريفات الإجرائية لعمليات العلم الأساسية	**الملاحظة**	هي العملية التي يستخدم فيها تلميذ الصف السادس متوسط حواسه من أجل التعرف على صفات الأشياء أو الظواهر في محاولة من لتسميتها بصورة صحيحة، ويتم قياسها في الدراسة الراهنة بالدرجة التي يحص عليها التلميذ في الفقرات (1, 5, 6, 24, 25) من مقياس عمليات العلم لدى تلاميذ الصف السادس متوسط
	الاستنتاج	قدرة تلميذ الصف المتوسط على خلق أو تكوين جدال أو نقاش من خلال خطوات منطقية، وتتضمن مهارة الاستنتاج مهارات تخمين البدائل، ومهارات التوصل إلى استنتاجات. ويتم قياسها في الدراسة الراهنة بالدرجة التي يحص عليها التلميذ في الفقرات (9, 12, 15, 16, 19) من مقياس عمليات العلم لدى تلاميذ الصف السادس متوسط.
	الاتصال	يشير الاتصال إلى القدرة على توصيل المعلومات والبيانات الدقيقة الخاصة بالمشكلة أو

		الظاهرة قيد البحث. ويتم قياسها في الدراسة الراهنة بالدرجة التي يحص عليها التلميذ في الفقرات (10, 13, 17, 20, 22, 23) من مقياس عمليات العلم لدى تلاميذ الصف السادس متوسط
	التصنيف	هي العملية التي يستخدم فيها تلميذ الصف المتوسط صفات أو خصائص محددة تمت ملاحظتها من أجل تقسيم الأشياء أو الأجزاء إلى مجموعات أو فئات. ويتم قياسها في الدراسة الراهنة بالدرجة التي يحص عليها التلميذ في الفقرات (11, 18, 28, 29) من مقياس عمليات العلم لدى تلاميذ الصف السادس متوسط
التعريفات الإجرائية لعمليات العلم التكاملية	**التعريف الاجرائي**	يشير التعريف الإجرائي إلى الحد الأدنى من المعلومات اللازم للتمييز بين الظاهرة قيد البحث وما يتم تعريفه عن الظواهر المماثلة الأخرى, ويستند التعريف الإجرائي إلى الخصائص التي يمكن ملاحظتها للظواهر والعمليات التي يتعين إجراؤها. ويتم قياسها في الدراسة الراهنة بالدرجة التي يحص عليها التلميذ في الفقرات (7, 8, 14, 27) من مقياس عمليات العلم لدى تلاميذ الصف السادس متوسط
	تفسير البيانات	هي القدرة على إعادة صوغ الأفكار المتضمنة في نتائج التجريب بأسلوب خاص بتلميذ الصف المتوسط، وفهم العلاقات المتبادلة بين هذه الأفكار لتحديد معنى النتائج وأسبابها الحقيقية. ويتم قياسها في الدراسة الراهنة بالدرجة التي يحص عليها التلميذ في الفقرات (2, 3, 4, 21, 26) من مقياس عمليات العلم لدى تلاميذ الصف السادس متوسط

جدول (2) توزيع الفقرات على مجالات مقياس عمليات العلم

الأبعاد	عدد المفردات	أرقام المفردات
الملاحظة	5	(1, 5, 6, 24, 25)
الاستنتاج	5	(9, 12, 15, 16,
الاتصال	6	(10, 13, 17, 20,
التصنيف	4	(11, 18, 28, 29)
تفسير البيانات	5	(2, 3, 4, 21, 26)
التعريف الاجرائي	4	(7, 8, 14, 27)
المقياس ككل	29	

تحديد الكفاءة السيكومترية للمقياس:

أولاً: الصدق:

الصدق المنطقي:

تم عرض المقياس في صورته الأولية على مجموعة من الأساتذة المتخصصين في المناهج وطرق التدريس وعددهم (10)؛ وذلك لإبداء الرأي حول مدى ملائمة البنود لأفراد العينة، ومدى ملائمتها اللغوية، ووجود تعديل بالحذف أو الإضافة لبعض عبارات المقياس من عدمه. وقد تم اجراء التعديلات التي أشار إليها السادة المحكمون لمفردات المقياس وذلك بعد أن تم حساب نسب اتفاق السادة المحكمين على كل مفردة من مفردات المقياس، واستخدام معادلة "لاوشي" لحساب نسبة صدق المحتوى لكل مفردة من مفردات المقياس، وبناءً على معادلة لاوشي تعتبر المفردات التي تساوي أو تقل عن (0.62) غير مقبولة. وبناءً عليه تم حذف العبارات التي بلغت نسبتها (0.4) حسب معادلة لاوشي بنسبة اتفاق بلغت 60% وهي عبارة واحدة، مع تعديل العبارات التي بلغت نسبتها (0.6) حسب معادلة لاوشي بنسبة اتفاق بلغت 80% ومن ثم أصبحت الصورة النهائية للمقياس (29) عبارة.

الاتساق الداخلي: تم تطبيق المقياس على عينة الدراسة الاستطلاعية وذلك لحساب معامل الارتباط بين درجة كل مفردة، والبعد الذي تنتمي إليه تلك المفردة، **وأظهرت النتائج** أن قيم معاملات الارتباط تراوحت بين (0.415، 0.750)، وأن هذه القيم مقبولة.

الاتساق الداخلي لأبعاد المقياس: وذلك عن طريق حساب الارتباطات الداخلية للأبعاد الستة للمقياس، كما تم حساب ارتباطات الأبعاد الست بالدرجة الكلية للمقياس. وقد أظهرت النتائج أن جميع معاملات ارتباط الأبعاد بالدرجة الكلية دالة احصائيا عند مستوي 0.01 وهو ما يؤكد علي الاتساق الداخلي لأبعاد المقياس.

الثبات: قامت الباحثة بحساب ثبات مقياس عمليات العلم باستخدام الطرق التالية:

(أ) **معادلة كودر ريتشاردسون:** وذلك لأن ميزان التصحيح ثنائي ومن ثم يجب استخدام معامل كودر ريتشاردسون باعتباره البديل الاحصائي لمعامل ألفا كرونباخ في حالة الميزان الثنائي على عينة بلغت (49) من المفحوصين، وكانت النتائج كما هي ملخصة في جدول (3)

جدول (3)

معاملات الثبات بطريقة كودر ريتشاردسون ن= 49

المقياس	كودر ريتشاردسون
الملاحظة	0.765
الاستنتاج	0.759
الاتصال	0.789
التصنيف	0.759
تفسير البيانات	0.772
التعريف الاجرائي	0.782
الدرجة الكلية لعمليات العلم	0.805

من العرض السابق وبالنظر إلى معاملات الصدق والثبات نجد أنها تجعلنا نطمئن إلى استخدام المقياس كأداة للقياس بالبحث الحالي، في ضوء خصائص عينة البحث حيث تمتع المقياس بالصدق والثبات وكذا خلوه من الأخطاء التي تغير من أداء الفرد من وقت لآخر على نفس الاختبار.

تفسير درجات المقياس: تفسر درجات مقياس عمليات العلم كما يلي: حيث تعتبر الدرجة المنخفضة من (1إلى 10)، وتعني انخفاض في مستوى عمليات العلم بدرجة كبيرة، والدرجة المتوسطة من (10 إلى 19)، وتعني أن مستوى عمليات العلم بدرجة متوسطة، بينما تعتبر الدرجة المرتفعة من(20–29)؛ وهي تعبر عن ارتفاع مستوى عمليات العلم.

نتائج البحث

نص فرض البحث علي أنه "**يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس عمليات العلم للتلاميذ لصالح التطبيق البعدي**". وللتحقق من صحة هذا الفرض تم حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية وقيمة ت للفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس عمليات العلم والدرجة الكلية. ويعرض جدول (4) المتوسطات والانحرافات المعيارية وقيمة ت ودلالتها.

جدول (4)

قيمة "ت" للمقارنة بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس عمليات العلم

	المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	متوسط الفرق	ت المحسوبة	مستوى الدلالة	اتجاه الدلالة
الملاحظة	القبلي	25	1.64	0.99	**2.20**	**8.981**	0.01	لصالح البعدي
	البعدي	25	3.84	0.85				
الاستنتاج	القبلي	25	1.80	1.00	**2.64**	**13.266**	0.01	لصالح البعدي
	البعدي	25	4.44	0.50				
الاتصال	القبلي	25	1.48	0.87	**2.76**	**10.615**	0.01	لصالح البعدي
	البعدي	25	4.24	0.92				
التصنيف	القبلي	25	1.76	0.92	**2.36**	**9.949**	0.01	لصالح البعدي
	البعدي	25	4.12	0.92				
تفسير البيانات	القبلي	25	1.68	1.02	**2.40**	**10.082**	0.01	لصالح البعدي
	البعدي	25	4.08	0.40				
التعرف الاجرائي	القبلي	25	1.60	0.86	**3.24**	**14.851**	0.01	لصالح البعدي
	البعدي	25	4.84	0.37				
الدرجة الكلية	القبلي	25	9.96	4.30	**15.60**	**115.812**	0.01	لصالح البعدي
	البعدي	25	25.56	1.75				

يتضح من الجدول السابق أن قيم (ت) لمعرفة الفرق بين التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس عمليات العلم قيم دالة مما يشير إلى وجود فروق بين التطبيقين القبلي والبعدي، وهذا يعد مؤشرا علي فاعلية البرنامج المستخدم لدي أفراد العينة التجريبية.

حساب حجم التأثير:

لإثبات أن البرنامج ذو فاعلية، وأن الفرق بين متوسطي درجات التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس عمليات العلم، ترجع إلى فاعلية البرنامج، تم حساب قيمة مربع إيتا (η^2) بالاستعانة بقيمة (ت) المحسوبة، كما قامت الباحثة بإيجاد نسبة التحسن في متوسطات درجات التلاميذ بين التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس عمليات العلم وذلك باستخدام نسبة الكسب المعدل لبليك.

$$\text{نسبة الكسب المعدل} = \frac{\text{ص} - \text{س}}{\text{د} - \text{س}} + \frac{\text{ص} - \text{س}}{\text{د}}$$

حيث ص: متوسط درجات التلاميذ في التطبيق البعدي، س: متوسط درجات التلاميذ في التطبيق القبلي أما د: القيمة العظمى لدرجات التلاميذ في التطبيق البعدي وفيما يلي بيان الفاعلية بالجدول التالي:

جدول (5)

نتائج حسابات حجم التأثير لاستخدام البرنامج على مقياس عمليات العلم

البعد	مربع إيتا (2 η)	مستوى حجم الأثر	نسبة التحسن	نسبة الكسب المعدل	دلالتها
الملاحظة	0.771	ضخم	65	1.09	دالة
الاستنتاج	0.880	ضخم	82.5	1.35	دالة
الاتصال	0.824	ضخم	78.40	1.33	دالة
التصنيف	0.805	ضخم	73	1.20	دالة
التفسير	0.809	ضخم	72	1.20	دالة
التعريف الاجرائي	0.902	ضخم	95	1.56	دالة
الدرجة الكلية	0.912	ضخم	83	1.35	دالة

تفسير النتائج ومناقشتها

تشير النتائج المبينة فى جدول (5) أن البرنامج أحدث فرقاً دالاً احصائياً لصالح التطبيق البعدي لأداة البحث وأسفر عن تحسين عمليات العلم لدى أفراد مجموعة البحث كما يتضح من حجم مربع ايتا؛ حيث تراوح بين 0.771 إلي 0.912 وكذلك نسبة التحسن التي تراوحت بين 65 إلي 83 وكذلك نسبة الكسب المعدل بين 1.09 إلي 1.35 وجميعها دالة احصائياً. ويمكن للباحثة تفسير هذه النتائج بأن التحسن جاء نتيجة بناء البرنامج في ضوء توجهات ستيم, وأن الخصائص التي تم بناء البرنامج على أساسها قد راعت الفروق الفردية بين التلميذات بما أدى إلى تحسن عام في مهاراتهن في عمليات العلم, فضلاً عن تنوع الأنشطة التي تم توظيفها في التعلم المناقشات والتفاعلات الاجتماعية بين التلاميذ, وإعداد خرائط عقلية علي الحاسوب تخص موضوعات التعلم, وتصميم مشروعات هندسية من خلال الرسم لموضوعات التعلم, تصميم مشروعات هندسية باستخدام أدوات من البيئة تخص موضوعات التعلم, والعروض العملية والتجارب. يمكن أيضاً تفسير هذه النتائج الإيجابية في ضوء اعتماد البرنامج على استخدام التقنية وبالأخص الروبوت التعليمي. كذلك اعتمد البرنامج إلى إشراك التلميذات في عملية التعلم وجعلهن متعلمات نشطات بدلاً من أن يكن مجرد متلقيات

سلبيات للمعلومات؛ وهو ما تجلى في استخدام استراتيجيات التعلم النشط مثل الاستقصاء الموجه, والتعلم القائم على المشروع , وحل المشكلات, والتعلم التعاوني.

وتتفق هذه النتائج مع ما توصلت إليه الدراسات السابقة التي أظهرت فعالية البرامج والتدخلات القائمة على تعليم ستيم في تنمية مهارات عمليات العلم الأساسية والتكاملية لدى الطلاب. فقد انتهت دراسة "بهاكتي وآخرون" على سبيل المثال إلى أن تطبيق التعلم القائم على المشروع عبر تكامل مجالات ستيم قد أسفر عن تنمية المفاهيم العلمية لدى الطلاب واستخدامهم لهذه المفاهيم في إنشاء منتجات فيزيائية تتعلق بالمواد البصرية مثل المجهر الضوئي " (Bhakti et al, 2020). كما أشارت النتائج التي توصلت إليها دراسة " أبريانتي وجاني وبادا " إلى أن تطبيق التعلم القائم على مشروع ستيم أسفر عن تحسن دال في مهارات عمليات العلم وممارسات تعلم الطلاب (Aprianty, Gani & Pada, 2020). في السياق ذاته أظهرت نتائج دراسة "داكوموس" أن تنفيذ المدخل القائم على الشخصية على مهارات عمليات العلم التكاملية لدى طلاب ستيم نتج عنه تحسن أداء طلاب المجموعة التجريبية في صياغة الأسئلة والتواصل مع زملائهم وتصميم التجارب التي تحتاجها عملية تعلم العلوم (Dacumos, 2021).

كما تتفق هذه النتائج مع نتائج دراسة " عزيزة وساروي والليناواتي" التي أشارت إلى أن تدريس المواد التعليمية المستندة إلى النموذج القائم على حل المشكلات المتكامل مع منهج ستريم كان فعالاً في تحسين مهارات عمليات العلم لطلاب المدارس الابتدائية. اتضح كذلك تنامي مهارات عمليات العلم لدى الطلاب بشكل خاص في مجالات التجربة والتفسير والاتصال (Azizah, Sarwi & Ellianawati, 2021). كذلك أظهرت نتائج دراسة لطيفة غنوم (2020) إلى فعالية تدريس الوحدة تعليمية مصممة وفق مدخل (stem) في تنمية عمليات العلم المتمثلة في التجربة، والقياس، واستخدام الأرقام، والاستدلال، واستنتاج الخلاصات، والتوقع، والتصنيف، والمقارنة، واستخدام المتغيرات لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي بدولة الكويت. وخلصت دراسة "أوالين واسمونو" إلى فعالية تطبيق نموذج تعلم قائم على حل المشكلات باستخدام نهج STEM (العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات) في تحسين مهارات عمليات العلم لدى الطلاب (Awalin & Ismono, 2021). كما أشارت نتائج الدراسة التي أجرتها آلاء سليم (2022) الأثر الإيجابي للمنحى التدريسي القائم على التكامل بين الفروع الأربعة لستيم في تنمية قدرات طلاب المرحلة المتوسطة على استنتاج المعلومات العلمية وتطبيقها علمياً.

توصيات ومقترحات البحث

في ضوء ما أسفر عنه البحث الحالي من نتائج ومتضمنات تم تقديم التوصيات والمقترحات التالية:

1. استخدام مدخل التعليم القائم على "STEM في التعليم العام في مقررات العلوم والرياضيات والحاسب والهندسة لإحداث التكامل بين هذه المقررات بما يحقق أعلى فائدة للطلاب.
2. إعداد برامج تنمية مهنية أثناء الخدمة لتدريب معلمي العلوم على مدخل "STEM" باستخدام مشاريع الروبوت التعليمي في ضوء معايير الجيل القادم للعلوم.
3. تطوير تعليم العلوم في المرحلة الابتدائية باستخدام مدخل تعليم STEM لما له من فاعلية في تنمية مهارات البحث لدى الطلاب.
4. عقد دورات تدريبية لمعلمي العلوم والمشرفين التربويين في مجال استخدام توجهات مختلفة وبالأخص توجه (STEM).

البحوث المقترحة

في ضوء نتائج البحث الحالي تقترح الباحثة بعض البحوث وهي كالآتي:

1. إجراء دراسة استكشافية حول مدى استيفاء المقررات الدراسية للعلوم لمعايير الجيل القادم للعلوم NGSS.
2. البحث في العوامل المؤثرة على نمط التعلم القائم على ستيم في عملية التعلم.
3. إجراء دراسة ارتباطية للتحقق من العلاقة بين التفكير الناقد والإبداعي التعليم القائم على مشروعات ستيم
4. تكرار الدراسة الراهنة على عينات مختلفة ومراحل تعليمية متنوعة للتحقق من أثر البرنامج التدريسي المقترح في تنمية عمليات العلم لدى الطلاب.

"قائمة المراجع العربية والأجنبية"

- أشواق محفوظ. (2019). فاعلية استراتيجية جدول التعلم الذاتي في تدريس العلوم على التحصيل وتنمية بعض عمليات العلم الأساسية لدى تلميذات المرحلة الابتدائية. *مجلة كلية التربية بالمنصورة، 5*(108)، 939-973.
- رضا السعيد؛ وسيم الغرقي. (2015). مدخل قائم على المشروعات الإبداعية لتطوير تعليم الرياضيات في مصر والوطن العربي. *المؤتمر العلمي السنوي الخامس عشر: تعليم وتعلم الرياضيات وتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين*، المنعقد في الفترة من (8-9 أغسطس)، القاهرة.
- سوزان محمد حسن شقاح. (2019). *أثر استخدام نموذجي السقالات التعليمية، وودز في تنمية عمليات العلم وعادات العقل لدى طلبة الصف التاسع الأساسي.* (رسالة دكتوراه غير منشورة)، جامعة اليرموك، الأردن.
- لطيفة غنوم. (2020). فاعلية تدريس وحدة تعليمية مصممة وفق مدخل (stem) لتنمية عمليات العلم لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي بدولة الكويت. *مجلة كلية التربية، 77*(1)، 839-819.
- آلاء سليم. (2022). فاعلية نظام تكامل المواد الأربع – العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (stem) (science, Technology, Engineering, Mathmatics) في استنتاج المعلومة العلمية وتطبيقها عملياً لطلبة الصف السابع لمادة العلوم. *مجلة العلوم الاجتماعية والإنسانية، 12*(1)، 36-16.
- Aprianty, H., Gani, A., & Pada, A. U. (2020). Implementation of project-based learning through STEM approach to improve students' science process skills and learning outcomes. *Jurnal Tadris Kimiya* (JTK), *5*(2), 144-152.
- Al-Rsaái, M. S., Al-Helalat, K. M., & Saleh, R. S. A. (2017). Science Processes Skills Acquisition & Relationship thereof with Academic Level & Students' Attitude towards the Laboratory. *Journal of Studies in Education*, *7*(3), 194-208.
- Awalin, N. A., & Ismono, I. (2021). The Implementation of Problem Based Learning Model With STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) Approach to Train Students' Science Process Skills of XI Graders on Chemical Equilibrium Topic. *INSECTA: Integrative Science Education and Teaching Activity Journal*, *2*(1), 1-14.
- Azizah, W. A., Sarwi, S., & Ellianawati, E. (2021). Development Of Stream-Based Teaching Materials In Training Students' Process Skills Through Science Project Activities. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 574*, 147-156.

- Bhakti, Y. B., Astuti, I. A., Okyranida, I. Y., Asih, D. A. S., Marhento, G., Leonard, L., & Yusro, A. C. (2020). Integrated STEM project based learning implementation to improve student science process Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, *1464*(1), 1- 5.
- Choirunnisa, N. L., Prabowo, P., & Suryanti, S. (2018). Improving science process skills for primary school students through 5E instructional model-based learning. *In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 947, No. 1, p. 012021).* IOP Publishing.
- Dacumos, L. P. (2021). Improving the Science Process Skills of STEM Students through Personality-based Approach. *SEAQIS Journal of Science Education, 1*(2), 35-48.
- Derilo, R. C. (2019). Basic and Integrated Science Process Skills Acquisition and Science Achievement of Seventh-Grade Learners. *European Journal of Education Studies*.
- English, L. (2017). Advancing elementary and middle school STEM education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *15*(1), 5-24.
- Kennedy, T., Odell, M. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, *25*(3), 246-258.
- Lestari, T. P., Sarwi, S., & Sumarti, S. S. (2018). STEM-based Project Based Learning model to increase science process and creative thinking skills of 5th grade. *Journal of primary education, 7*(1), 18-24.
- Millar, R. (2013). Process science. In R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of Science Education* (pp. 796-7). Dordrecht: Springer.
- Purba, R. (2013). *The Comparison Between Free Discovery And Guided Discovery Approach On Students Cognitive Learning Outcome And Science Process Skill On Human Respiratory System In Class Xi Ia Sma N 1 Berastagi Academic Year 2012/2013*.Unpublished Phd, University Negeri Medan, Indonesia.
- Utami, N. H., Riefani, M. K., Muchyar, M., & Mirhanudin, M. (2017, May). The Measurement of Science Process Skills for First Year Students at Biology Education Department. Presented at *5th SEA-DR (South East Asia Development Research) International Conference 2017 (SEADRIC 2017*) (pp. 382-384). Atlantis Press.
- Yamtinah, S., Masykuri, M., Ashadi, M., & Shidiq, A. (2017, October). An analysis of students' science process skills in hydrolysis subject matter using Testlet instrument. Presented at International *Conference on Teacher Training and Education 2017 (ICTTE 2017)* (pp. 317-326). Atlantis Press.

- Zorlu, F., & Zorlu, Y. (2017). Comparison of Science Process Skills with STEM Career Interests of Middle School Students. *Universal Journal of Educational Research*, *5*(12), 2117-2124.