

**فاعلية برنامج قائم على التصميم الهندسي في تنمية
عادات العقل الهندسية والنمط العقلي والميول المهنية العلمية
لدى طالبات الصف الثامن الأساسي بسلطنة عُمان**

مروة بنت محمد بن زاهر الهنائية

**رسالة مقدمة للحصول على درجة دكتوراة الفلسفة
تخصص : مناهج وطرق تدريس العلوم**

قسم المناهج والتدريس

كلية التربية

جامعة السلطان قابوس

سلطنة عُمان

يناير ٢٠٢٠م

اسم الطالبة: مروة بنت محمد بن زاهر الهنائية الرقم الجامعي: 33465

عنوان الرسالة:

"فاعلية برنامج قائم على التصميم الهندسي في تنمية عادات العقل الهندسية
والنمط العقلي والميول المهنية العلمية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي
بسلطنة عمان"

لجنة الرسالة:

1. المشرف الرئيسي: أ.د. سليمان بن محمد البلوشي

الدرجة العلمية: أستاذ

القسم: المناهج والتدريس

الكلية / المؤسسة: كلية التربية - جامعة السلطان قابوس

التوقيع: التاريخ: 2020/1/19م



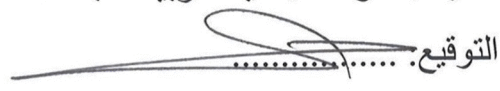
2. عضو لجنة الإشراف: أ.د. عبدالله بن خميس أمبوسعيد

الدرجة العلمية: أستاذ

القسم: المناهج والتدريس

الكلية / المؤسسة: كلية التربية - جامعة السلطان قابوس

التوقيع: التاريخ: 2020/1/19م



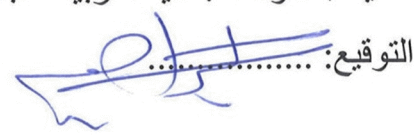
3. عضو لجنة الإشراف: د. محمود محمد إبراهيم عبدالله

الدرجة العلمية: أستاذ مساعد

القسم: علم النفس

الكلية / المؤسسة: كلية التربية - جامعة السلطان قابوس

التوقيع: التاريخ: 2020/1/19م



لجنة مناقشة الرسالة:

1. رئيس اللجنة: أ.د. علي بن شرف الموسوي

الدرجة العلمية: أستاذ

القسم: قسم تكنولوجيا التعليم

الكلية / المؤسسة: كلية التربية - جامعة السلطان قابوس

التاريخ: 2019/1/19م

التوقيع:

2. المشرف الرئيسي: أ.د. سليمان بن محمد البلوشي

الدرجة العلمية: أستاذ

القسم: المناهج والتدريس

الكلية / المؤسسة: كلية التربية - جامعة السلطان قابوس

التاريخ: 2019/1/19م

التوقيع:

3. الممتحن الداخلي: د. محمد علي أحمد شحات

الدرجة العلمية: أستاذ مساعد

القسم: المناهج والتدريس

الكلية / المؤسسة: كلية التربية، جامعة السلطان قابوس

التاريخ: 2019/1/19م

التوقيع:

4. الممتحن الخارجي: د. عبدالله بن سيف بن محمد التوبي

الدرجة العلمية: أستاذ مشارك

القسم: المناهج والتدريس

الكلية / المؤسسة: كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة الشرقية

التاريخ: 2019/1/19م

التوقيع:

5. الممتحن الخارجي: أ.د. هبة فتحي الدغدي

الدرجة العلمية: أستاذ

الكلية / المؤسسة: الجامعة الأمريكية - القاهرة

التاريخ: 2019/1/19م

التوقيع:

إِهْدَاء

إلى أوطاني.....

وطن الحب..... عُـمـان

وطن الطموح..... جامعتي

وطن القلب..... أُمـي

وطن السعادة..... أُسـرتي

وطن المحبة..... عائلتي

الباحثة

شكر وثقافة

الحمد لله الذي أشرقت السماوات والأرض بنور وجهه الكريم، الحمد لله خلق الانسان وعلمه ما لم يعلم، لك الحمد ربي على تيسيرك لهذه الرحلة العلمية الممتعة، رحلة بدأت بشغف وحيرة وفضول وانتهت بحاجة لمزيد من البحث والتفكر، توصلت فيها إلى أن التفكير والتأمل في القراءة لا يقل أهمية من القراءة نفسها، فبالأمل يتعمق فكر الباحث ويزداد شغفا ورغبة في المزيد من البحث، أسأله تعالى أن ييسر لي الاستمرار في التقصي والبحث لمنفعة وطني والمساهمة في الارتقاء بمستوى التعليم فيه، والصلاة والسلام على أشرف الخلق محمد وعلى آله وصحبه وسلم.

يطيب لي في هذا المقام أن أتقدم بالشكر والامتنان للجنة الإشراف على ما قدموه من دعم وتوجيه وارشاد ليخرج البحث بهذه الصورة، وعلى رأسهم الأستاذ الدكتور سليمان البلوشي على ملاحظاته وتوجيهاته النيرة، كما أتقدم بوافر الشكر للفاضل الأستاذ الدكتور عبد الله أمبوسعيدى على ملاحظاته ومراجعاته للدراسة، والفاضل الدكتور محمود محمد إبراهيم على توجيهه واعنته على بناء أدوات الدراسة وتحليل نتائجها ومراجعتها بشكل كامل.

كما أتقدم بالشكر والامتنان لزملاء الدراسة على دعمهم الدائم وتوجيهاتهم والمشاركة في مراجعة أدوات الدراسة، وعلى رأسهم د. خديجة البلوشية، والزملاء الأفاضل، د. فاطمة الحجرية ود. ناصر المزيدي، ود. مريم المحروقية، وأ. صفية الحجرية، و د. علي الريامي على التدقيق اللغوي للدراسة.

وفي هذا المقام أتوجه بوافر الشكروالعرفان لوزارة التربية والتعليم وجامعة السلطان قابوس على إتاحة هذه الفرصة لي لأنهل من مناهل العلم في هذه الجامعة العريقة التي طالما تغنى أبنائها حبا بها، وان طال الزمن تبقى أجمل الأيام تلك التي قضيناها بها.

ملخص الدراسة

فاعلية برنامج قائم على التصميم الهندسي في تنمية عادات العقل الهندسية والنمط العقلي والميول المهنية العلمية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي بسلطنة عمان

إعداد: مروة بنت محمد بن زاهر الهنائية

لجنة الإشراف

أ.د. سليمان البلوشي (مشرف رئيس) أ.د. عبد الله أمبوسعيد (عضو) د. محمود إبراهيم (عضو)

هدفت الدراسة إلى تقصي أثر برنامج قائم على التصميم الهندسي في تنمية عادات العقل الهندسية والنمط العقلي، والميول المهنية العلمية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي في سلطنة عمان، وتم استخدام التصميم شبه التجريبي، وتكونت عينة الدراسة من مجموعتين، إحداهما تجريبية ضمت (٢٣) طالبة تم إلحاقهن ببرنامج خاص بالتصميم الهندسي من إنتاج متحف العلوم بولاية بوسطن الأمريكية (Museum of Science of Boston, 2016)، ومجموعة ضابطة لم يتم إضافة أي برنامج خاص بالتصميم الهندسي لها وتكونت من (٢٥) طالبة.

وللإجابة عن أسئلة الدراسة تمت الاستعانة بمجموعة من الأدوات الكمية والنوعية، فقد تم بناء مقياس عادات العقل الهندسية، والذي تكون من (١٧) مفردة، وتم التحقق من صدقه من خلال عرضة على مجموعة من المحكمين، وتم حساب ثباته باستخدام معامل ألفا كرونباخ والذي بلغ (٠,٨٤)، كما تم تطبيق مقياس النمط العقلي، والذي تكون من (٣٠) مفردة، وكذلك تم التحقق من صدقه من خلال عرضه على مجموعة من المحكمين، وحساب ثباته باستخدام معامل ألفا كرونباخ والذي بلغ (٠,٦٥)، ولقياس الميول المهنية العلمية تم تطبيق مقياس مكون من (٤٠) مفردة، وتم التحقق من صدقه من خلال عرضه على مجموعة من المحكمين، وتم حساب ثباته باستخدام معامل ألفا كرونباخ والذي بلغ (٠,٩٣). وتم استخدام مجموعة من الأدوات النوعية تمثلت في: تقارير التأمل، وللتحقق من ثبات التحليل تم حساب نسب اتفاق التحليل مع باحث آخر وبلغ متوسط نسب الاتفاق (٨٤%)، وتم استخدام تقارير التقويم الذاتي لاستقصاء عادات العقل الهندسية الأكثر تكراراً لدى طالبات المجموعة التجريبية، بالإضافة إلى الأدوات النوعية السابقة تم استخدام مقابلات مجموعات التركيز للمقارنة بين تكرارات عادات العقل الهندسية والنمط العقلي بين عينة من طالبات المجموعتين الضابطة والتجريبية، وتم تحكيم

صدقها من خلال عرض برتوكول المقابلة على مجموعة من المحكمين، وللتحقق من ثبات التحليل، تم حساب نسب اتفاق التحليل مع باحث آخر وبلغت (٨٥%).

تمت المعالجات الإحصائية والتحليل الإحصائي للبيانات الكمية باستخدام التحليل الوصفي والاستدلالي، باستخراج المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، وتحليل التباين الثنائي، للكشف عن الفروق بين أداء المجموعتين في المقاييس القبلية والبعيدة للمتغيرات، كما تم استخدام التكرارات والنسب المئوية ومربع كاي للبيانات النوعية.

وكشفت النتائج بالنسبة لعادات العقل الهندسية عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠٥) بين متوسطات الأداء الكلي لطالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في مقياس عادات العقل الهندسية لصالح المجموعة التجريبية، وأظهرت النتائج الكمية وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠٥) بين متوسطات أداء طالبات المجموعة الضابطة والتجريبية في عادة التعرف على المشكلة، وعادة التحسين والتطوير، والتفكير المنظومي لصالح المجموعة التجريبية في مقياس عادات العقل الهندسية، وهذا يتفق مع نتائج البيانات النوعية، حيث توصلت إلى أن بعض عادات العقل الهندسية تمت تنميتها من خلال برنامج التصميم الهندسي بشكل واضح، كعادة التعرف على المشكلة، وأوضحت النتائج تطور بعض عادات العقل الهندسية، مثل: عادة التحسين والتطوير.

وبالنسبة للنمط العقلي، فقد توصلت البيانات الكمية والنوعية إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠٥) في مجالات النمط العقلي بين طالبات المجموعتين الضابطة والتجريبية، كما أنه لا توجد فروق دالة إحصائية بين الأداء القبلي والبعدي لدى طالبات المجموعة التجريبية في مقياس النمط العقلي بالنسبة لنمط الثابت والنامي بشكل عام.

وبالنسبة للميول المهنية العلمية فقد توصلت النتائج إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠٥) بين متوسطات درجات طالبات المجموعة الضابطة والتجريبية في مجال الهندسة في مقياس الميول المهنية العلمية، لصالح المجموعة التجريبية، وبينت النتائج عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠٥) بين متوسطات أداء طالبات المجموعة الضابطة والتجريبية في مجالات العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا.

وفي ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة، خلصت إلى مجموعة من التوصيات والمقترحات، منها: ضرورة الاهتمام بدمج التصميم الهندسي في مناهج العلوم بهدف تنمية عادات العقل الهندسية، فبعض هذه العادات يمكن تنميتها من خلال التحديات الهندسية: كعادة التعرف على المشكلة والتحسين والتطوير، كذلك أوصت الدراسة بضرورة الاهتمام بتنمية النمط العقلي للمتعلم من خلال المعالجة المباشرة، حيث أوضحت النتائج أن المعالجة غير المباشرة لا تؤثر على النمط العقلي أو ربما تتطلب وقتاً طويلاً نسبياً لملاحظة التأثير، ويجب التركيز على الربط بين الجوانب العلمية والتطبيقية في مناهج

العلوم، وتوضيح دور هذه المعارف في خدمة المهن المختلفة، فقد أظهرت النتائج نمو الميول المهنية نحو الهندسة لدى طالبات المجموعة التجريبية، نظرا لتركيز البرنامج على إبراز دور المهندس في حل المشكلات الحياتية، واقترحت الدراسة إجراء دراسات مشابهة للدراسة الحالية لدراسة أثر التصميم الهندسي على عادات العقل الهندسية على مراحل دراسية مختلفة، وإجراء دراسات مسحية حول أكثر عادات العقل الهندسية الأكثر انتشارًا لدى طلبة المراحل الدراسية المختلفة، كما اقترحت الدراسة إجراء دراسات حول النمط العقلي للمتعلم وعلاقته بمتغيرات مختلفة: كالتحصيل والدافعية، وتطوير برنامج قائم على التصميم الهندسي لتنمية الاتجاهات المهنية نحو مجالات STEM المختلفة من دون الاقتصار على مجال الهندسة فقط.

Abstract

The Impact of Engineering Design -based Program on Engineering Habits of Mind, Mindset and Scientific Career Interest among eighth grade students in the Sultanate of Oman

By: Marwa. M. Z. Al Hinai

Supervised by:

Prof. Sulaiman. M. Al Balushi

Prof. Abdulla. K. Ambusaidi

Dr. Mahmmoud. I. A. brahim

This study aimed to investigate the impact of engineering design program on the development of the engineering habits of mind, mindset and scientific career interest among the eighth grade students in Oman. The study adopted semi-experimental research design. The study sample covered two experimental groups; the first group (23 students) was enrolled in a special program of engineering design by the Museum of Science in Boston; the second group was a control group (25 students) which has not participated in any engineering design program.

The study adopted a set of quantitative and qualitative tools in order to answer the study questions. The engineering habits of mind scale consisted of (17) items. Its validity was verified by a panel of referees, and the reliability of the scale was verified by using the Alpha-Cronbach coefficient, it reached (0.84). The mindset scale was used and contained (30) items and its validity was also verified by a panel of referees. Its reliability was calculated by the Alpha-Cronbach coefficient, reaching (0.65). To measure scientific career interest, a scale of (40) items was used. Its validity was verified by a panel of referees and the reliability was calculated by the Alpha-Cronbach coefficient, and it reached (0.93).

A set of qualitative tools was used such as reflective reports. To verify the reliability of the qualitative analysis, an inter-rater reliability analysis was calculated along with another researcher and the average of agreement ratios reached (84%). Self-evaluation reports were used to investigate the most frequent engineering habits of mind among the experimental group. Furthermore, focus group interviews were

used to compare the frequency of students' using engineering habits of mind and mindset among a sample from the controlled and experimental groups, and their validity was judged by presenting the interview protocol to a panel of referees. To verify the analysis reliability, the inter-rater reliability analysis was calculated by another researcher and reached (85%).

Statistical analysis of the quantitative data was performed by using the descriptive and indicative analysis. Moreover, using the mean and standard deviations, as well the analysis of the ANCOVA to detect the differences between the performances of the two groups. The qualitative data were analyzed using frequencies, percentage and chi-square test.

The results showed that there were statistically significant differences at the level of (0.05) between the mean performance of the experimental group and the control group in favour of the experimental group.

Furthermore, the quantitative results showed statistically significant differences at the level of (0.05) between the average performance of students of the control group and the experimental group. The difference was in term of habits of problem recognition, improvement, and system thinking in favour of the experimental group in the scale of engineering habits of mind. This was consistent with the results of qualitative data. It was concluded that some of the engineering habits of mind have been developed through the engineering design program in terms of identifying problems. As well, the study results showed that there were some developments and improvements in the engineering habits of mind. Furthermore, the analysis of the data of mindset showed that there were no significance differences between the control and experimental group of students at the level of significance (0.05). Furthermore, there were no statistically significant differences between the pre and post-performance among the experimental group students in the mindset scale for both the fixed and developing pattern in general.

For the scientific career interest, the results revealed that there were statistically significant differences at the level of (0.05) between the average performance of the controlled and the experimental group in the field of engineering in favour of the experimental group. Moreover, there was no significant difference at the level of significance (0.05) between the average performance of the control and experimental group in the fields of science, mathematics and technology.

Considering the findings of the study, a set of recommendations and suggestions were introduced including: integrating the engineering design in science teaching to develop engineering habits of mind. Some of these habits can be developed through engineering challenges such as the habit of identifying the problem and improvement. Moreover, the study recommended that students mindset should be developed through direct treatment and the results confirms that indirect treatment will not affect positively or may require a longer time to observe the effects in the mindset.

In addition, a linkage should be established between the scientific and applied aspects in the science curriculum to clarify the role of this knowledge in serving different professions.

Furthermore, the results demonstrated the growth of career interest towards engineering within the experimental group because of the program focus on highlighting the role of the engineer in solving life problems.

As well, the study suggested conducting similar studies to investigate the impact of engineering design on the engineering habits of mind at different stages and to conduct surveys on the most common engineering habits of mind within students from different grades. The study also proposed different studies on the student mindset and its relationship to other variables such as achievement and motivation. Moreover, the study suggested to develop an engineering design that is not be limited to the engineering but also to develop the career interest towards different areas of STEM.

قائمة المحتويات

الصفحة	الموضوع
ب	الإهداء
ج	الشكر والتقدير
و	ملخص الدراسة باللغة العربية
ز	ملخص الدراسة باللغة الإنجليزية (Abstract)
ي	قائمة المحتويات
م	قائمة الجداول
س	قائمة الأشكال
ع	قائمة الملاحق
الفصل الأول: مشكلة الدراسة وأهميتها	
٢	المقدمة
٦	مشكلة الدراسة
٩	أسئلة الدراسة
١٠	فرضيات الدراسة
١٠	أهداف الدراسة
١٠	أهمية الدراسة
١١	متغيرات الدراسة
١١	حدود الدراسة
١٢	مصطلحات الدراسة
الفصل الثاني: الإطار النظري والدراسات السابقة	
١٦	التصميم الهندسي
١٦	مفهوم التصميم الهندسي
١٨	التعليم القائم على التصميم الهندسي
١٩	أهمية التصميم الهندسي كإستراتيجية تدريس
٢١	التصميم الهندسي ضمن النظرية البنائية
٢٣	التصميم الهندسي في الجيل الجديد من معايير العلوم
٢٤	نماذج التصميم الهندسي
٣٠	عادات العقل

الصفحة	الموضوع
٣٢	تصنيفات عادات العقل
٣٣	عادات العقل الهندسية
٤٣	تنمية عادات العقل الهندسية
٤٥	النمط العقلي
٤٥	النمط العقلي الثابت
٤٦	النمط العقلي النامي
٤٧	الدماغ والنمط العقلي
٤٨	تغيير النمط العقلي
٥٠	النمط العقلي للمصمم
٥١	الميول المهنية العلمية
٥٣	موقع الدراسة الحالية من الدراسات السابقة
الفصل الثالث: منهجية الدراسة وإجراءاتها	
٥٧	منهج الدراسة
٥٧	تصميم الدراسة
٥٩	أفراد الدراسة
٥٩	مواد وأدوات الدراسة
٧٣	مهددات الصدق التجريبي
٧٤	خطوات إجراء الدراسة
٧٦	الأساليب الإحصائية المستخدمة
٧٦	تكافؤ مجموعات الدراسة
٧٩	ملاحظات عامة في أثناء تطبيق الدراسة
٨٠	تحديات تطبيق الدراسة
الفصل الرابع: نتائج الدراسة ومناقشتها	
٨٣	النتائج المتعلقة بعادات العقل الهندسية، ومناقشتها
٩٤	النتائج المتعلقة بالنمط العقلي، ومناقشتها
١٠١	النتائج المتعلقة بالميول المهنية العلمية، ومناقشتها
١٠٥	ملخص عام لنتائج الدراسة

الموضوع	الصفحة
توصيات الدراسة	١٠٧
مقترحات الدراسة	١٠٧
محددات الدراسة	١٠٨
المراجع العربية	١٠٩
المراجع الأجنبية	١١٣

قائمة الجداول

م	المحتوى	الصفحة
١	نموذج لثروابردو وآخرين (Lettero-Perdue et al, 2013) للتصميم الهندسي	٢٦
٢	نموذج ديفل رانجل (Davila Rangel, 2010) الشامل للتصميم الهندسي	٢٧
٣	نموذج (NAE) لعادات العقل الهندسية (NRC, 2010)	٣٣
٤	التوصيف العام لعادات العقل الهندسية كما وضحها (CRL)	٣٥
٥	تصميم الدراسة	٥٦
٦	توصيف عادات العقل الهندسية	٦٢
٧	أمثلة لبعض التعديلات المقترحة من قبل المحكمين لمقياس عادات العقل الهندسية	٦٣
٨	توزيع عادات العقل الهندسية على مفردات المقياس	٦٤
٩	توصيف النمط العقلي المرن و النمط العقلي الصلب (Brown, 2013)	٦٥
١٠	توصيف النمط العقلي الجمعي و النمط العقلي الفردي (Brown, 2013)	٦٥
١١	توصيف النمط العقلي الإيجابي و النمط العقلي السلبي (Brown, 2013)	٦٦
١٢	توزيع مجالات النمط العقلي على مفردات المقياس	٦٦
١٣	أمثلة لبعض التعديلات المقترحة على مقياس الميول المهنية	٦٧
١٤	أمثلة على آلية ترميز البيانات النوعية في تقارير التأمل	٦٨
١٥	بطاقة توصيف درجة ممارسة عادات العقل الهندسية كما تظهر في تقارير التأمل	٦٩
١٦	نسب الاتفاق بين المحللين في البيانات النوعية لتقارير التأمل لعادات العقل الهندسية	٦٩
١٧	المهارات المرتبطة بعادات العقل في تقارير التقييم الذاتي	٧٠
١٨	أمثلة على آلية ترميز البيانات النوعية في مقابلات مجموعات التركيز	٧١
١٩	إجراءات التغلب تهديدات الصدق الداخلي للدراسة	٧٢
٢٠	إجراءات التغلب تهديدات الصدق الداخلي للدراسة	٧٣
٢١	اختبار (ت) للكشف عن الفروق في الأداء القبلي لمجموعتي الدراسة في مقياس عادات العقل الهندسية	٧٦
٢٢	مقارنة الأداء القبلي في مقياس النمط العقلي للمجموعتين	٧٧
٢٣	اختبار (ت) للتطبيق القبلي لمقياس الميول المهنية العلمية لمجموعتي الدراسة	٧٨
٢٤	المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأداء البعدي لمجموعتي الدراسة في مقياس عادات العقل الهندسية	٨٣

م	المحتوى	الصفحة
٢٥	نتائج تحليل التباين للأداء البعدي في مقياس عادات العقل الهندسية لدى مجموعتي الدراسة	٨٤
٢٦	تكرارات ظهور عادات العقل الهندسية في مقابلات مجموعات التركيز لعينة من طالبات المجموعتين	٨٥
٢٧	اختبار (ت) للمقارنة بين متوسطات الأداء القبلي والأداء البعدي في مقياس عادات العقل الهندسية لدى طالبات المجموعة التجريبية	٨٦
٢٨	متوسط تكرار درجة ممارسة عادات العقل الهندسية ضمن تقارير التأمل	٨٧
٢٩	النسب المئوية لتكرارات عادات العقل الهندسية في تقارير التقييم الذاتي	٨٨
٣٠	المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأداء البعدي لمجموعتي الدراسة في مقياس النمط العقلي	٩٤
٣١	نتائج تحليل التباين للأداء البعدي في مقياس النمط العقلي لدى مجموعتي الدراسة الضابطة والتجريبية	٩٥
٣٢	تكرارات مجالات النمط العقلي في مقابلات مجموعات التركيز لدى عينة من طالبات المجموعتين الضابطة	٩٦
٣٣	اختبار (ت) للمقارنة بين متوسطات الأداء القبلي والأداء البعدي في مقياس النمط العقلي لدى طالبات المجموعة التجريبية	٩٨
٣٤	المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأداء البعدي لمجموعتي الدراسة في مقياس الميول المهنية	١٠١
٣٥	نتائج تحليل التباين (ANCOVA) للأداء البعدي في مقياس الميول المهنية لدى مجموعتي الدراسة الضابطة والتجريبية	١٠٢
٣٦	اختبار (ت) للمقارنة بين متوسطات الأداء القبلي والأداء البعدي في مقياس الميول المهنية العلمية لدى طالبات المجموعة التجريبية.	١٠٣

قائمة الأشكال

م	المحتوى	رقم الصفحة
١	مكونات الإطار النظري للدراسة	١٥
٢	كيفية حدوث عملية التصميم الهندسي وكيف في الدماغ (Nicolai,1998)	١٧
٣	نموذج ديفل رنجل (Davila Rangel, 2010) للتعليم القائم على التصميم	١٨
٤	نموذج مورتوز (Mourtos, 2012) للتصميم الهندسي	٢٥
٥	نموذج مونسون وبيسر (Monson & Besser, 2015) للتصميم الهندسي	٢٦
٦	عملية التصميم الهندسي في برنامج مغامرات هندسية (Museum of Science of Boston, 2016)	٢٨
٧	نموذج التصميم الهندسي في برنامج الهندسة في كل مكان (Museum of Science of Boston, 2016)	٢٩
٨	نموذج CRL لعادات العقل الهندسيّة (Lucas & Hanson, 2016)	٣٤
٩	دورة تحسين الجودة (PDSA)	٣٩
١٠	الدورة النموذجية لحل المشكلات الهندسيّة (Lucas & Hanson,) 2014	٤٠
١١	الاختلافات بين نمطي العقل الثابت والنامي كما وضحتهما دويك (Dweck, 2006)	٤٦

قائمة الملاحق

م	المحتوى	رقم الصفحة
أولاً: الدراسة الاستطلاعية		
١	قائمة محكمي أدوات الدراسة الاستطلاعية	١٢٩
٢	استبانة معلمي العلوم	١٣٠
٣	اختبار ثقافة STEM	١٣٤
٤	بطاقة مقابلة مجموعة التركيز للدراسة الاستطلاعية	١٣٦
ثانياً: برنامج الهندسة في كل مكان		
٥	دليل المعلم لوحدة من النبات إلى البلاستيك	١٤٠
٦	كراس أنشطة المتعلم لوحدة من النبات إلى البلاستيك	٢٠٧
ثالثاً: مقياس عادات العقل الهندسية		
٧	قائمة محكمي مقياس عادات العقل	٢٣٣
٨	الصورة النهائية لمقياس عادات العقل الهندسية	٢٣٤
٩	مفتاح التصحيح عادات العقل الهندسية	٢٤٣
رابعاً: مقياس النمط العقلي		
١٠	قائمة محكمي مقياس النمط العقلي	٢٤٥
١١	مقياس النمط العقلي في صورته النهائية	٢٤٦
خامساً: مقياس الميول المهنية العلمية		
١٢	قائمة محكمي مقياس الميول المهنية العلمية	٢٥١
١٣	مقياس الميول المهنية العلمية في صورته النهائية	٢٥٢
سادساً: أدوات جمع البيانات النوعية		
١٤	نموذج لتقرير تأمل	٢٥٧
١٥	بطاقة تحليل تقارير التأمل	٢٥٩
١٦	بطاقة التقييم الذاتي	٢٦٤
١٧	قائمة محكمي مقابلات مجموعات التركيز	٢٦٧
١٨	مقابلات مجموعات التركيز	٢٦٨

الفصل الأول

مشكلة الدراسة وأهميتها

	● المقدمة ● مشكلة الدراسة وأسئلتها ● أهداف الدراسة ● أهمية الدراسة ● مبررات الدراسة ● متغيرات الدراسة ● حدود الدراسة ● مصطلحات الدراسة	
--	--	--

الفصل الأول

مشكلة الدراسة وأهميتها

المقدمة

التعليم هو المحرك الأول للتقدم العلمي والتكنولوجي على مر العصور، لذلك تتنافس الدول، لتحسينه وتطويره بما يضمن إعداد أفراد قادرين على قيادة عجلة التقدم، وإعداد متعلم متسلح بمهارات وكفاءات تتناسب واحتياجات العمل والحياة في القرن الحادي والعشرين. فلم تعد التربية العلمية الحديثة تركز على كم المعلومات التي يجب إكسابها للمتعلم، بل تحول التركيز إلى إكسابه عادات عقلية، ومهارات تفكير تمكنه من إنتاج المعرفة للتعامل بشكل فعال مع القضايا والتحديات المختلفة.

شهدت التربية العلمية الحديثة العديد من حركات الإصلاح منها ظهور الجيل الجديد من معايير العلوم (New Generation Science Standards [NGSS]) في الولايات المتحدة الأمريكية، استجابة للمطالبات الاجتماعية بضرورة إعداد المتعلم بشكل كافٍ للعمل والحياة في المستقبل، وذلك عن طريق سد الهوة بين قدرات المتعلمين الفعلية، وتوقعات الإنجاز المحدد لهم، فتنطبق معايير (NGSS) قائم على تطبيق المعارف والمهارات بشكل فعلي. ومن أهم ما يميز هذه المعايير: إبرازها للتصميم الهندسي كعنصر أساسي لتدريس العلوم مساوياً في الأهمية للاستقصاء العلمي، حيث تم دمج مهارات التصميم الهندسي والاستقصاء العلمي بمسمى الممارسات العلمية والهندسية (Science and Engineering Practices)، وتمتد هذه الممارسات من مرحلة رياض الأطفال، وحتى الصف الثاني عشر. والتصميم الهندسي عبارة عن نهج متكرر ومنتظم، لإيجاد حلول لمجموعة واسعة من المشكلات، بهدف تلبية حاجات ورغبات المجتمع. ويتضمن التصميم عملية تحديد المشكلات، وتوليد الأفكار، والحلول وتقييمها، وتصميم الحلول، وتقييمها وإعادة التصميم إن لزم الأمر (Sneider, 2011).

وفي إطار تحسين التعليم الهندسي في الولايات المتحدة الأمريكية، قام المجلس الوطني الأمريكي للبحث (National Research Council [NRC]) بدراسة حول وضع التعليم الهندسي وسبل تطويره، و توصل من خلالها إلى ضرورة تضمين الأسس الآتية للتعليم الهندسي في المعايير الوطنية (National Research Council, 2012) :

١- التأكيد على التصميم الهندسي.

٢- دمج المهارات والمعارف المرتبطة بالعلوم والرياضيات والتكنولوجيا في التعليم الهندسي.

٣- تعزيز عادات العقل الهندسية.

فالتأكيد على التصميم الهندسي، يتأتى من خلال التركيز على تنمية مهارات التصميم الهندسي لدى المتعلم، وتدريبه على استخدام خطوات عملية التصميم الهندسي في حل المشكلات والتحديات المختلفة، واستحوذ التصميم الهندسي اهتمام العديد من الباحثين التربويين في منحى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (Science, Technology, Engineering & Math (STEM))، باعتباره جوهر التعليم الهندسي (Brophy., Klein., Portsmore & Rogers, 2008; Katehi, Pearson & Feder, 2009; Schunn, 2008). وبينت العديد من الدراسات فعاليته كإستراتيجية تدريس (Brophy, et al, 2008; Lewis, 2006; Potter, 2014; Wendell, 2011).

ويشير فورتس وديشمر وكراچكس وماركس ومملوك نعمان (Fortus ;Dershimer; Krajcik; Marx & Mamlok-Naaman, 2004) إلى أن التدريس القائم على التصميم هو إستراتيجية أو منحى تربوي يكون فيه التصميم هو المحور الأساسي الذي يدور حوله التعليم، حيث يتقمص المتعلم دور المهندس، فيصمم منتجاً لحل مشكلة واقعية، وفي هذه الطريقة يتم تشييد مهارات التصميم والمعرفة العلمية للمتعم بشكل متزامن، وحتى يحقق التعليم القائم على التصميم أهدافه يجب أن يكون السياق على هيئة مشكلات هادفة، وحقيقية، ومثيرة للمتعم، ومبنية على مشكلات مفتوحة النهاية وتجري في مجموعات تعاونية (Dyme ; Agogino; Eris; Frey & Leifer, 2005; Prince, 2004).

كما أوصت دراسة المجلس الوطني الأمريكي للبحث (National Research Council, 2012) بضرورة تعزيز عادات العقل الهندسية، وهي عبارة عن الممارسات التي يقوم بها المهندس في أثناء التفكير، والعمل على حل التحديات المختلفة، فالعمل على إكساب المتعلم عادات عقلية، يكفل توفير مخرجات جيدة من المهندسين مستقبلاً، لديهم قدرات تمكنهم من التعامل مع القضايا والتحديات الهندسية المختلفة (Lucas & Hanson, 2014). وقد حددت الأكاديمية الأمريكية الوطنية للهندسة (National Academy of Engineering, [NAE]) ست عادات عقلية هندسية تتمثل في: التفكير المنظومي، والإبداع، والتفاؤل والتعاون، والتواصل، والأخذ بالاعتبارات الأخلاقية (National Research Council, 2012). كما وضع مركز التعلم للعالم الواقعي في بريطانيا (Center of Real World Learning [CRL]) المذكور في (Lucas &

(Hanson, 2016) نموذجًا آخرًا يضم ست عادات عقلية هندسية هي: التفكير المنظومي، والتعرف على المشكلة، والتبصر، والتحسين والتطوير، والإبداع في حل المشكلات، والتكيف. ويعد موضوع عادات العقل الهندسية من المستجدات التربوية الحديثة، ويتضح من خلال البحث والاطلاع قلة عدد الدراسات والأبحاث التربوية المرتبطة بعادات العقل الهندسية ككل، فقد ركزت عديد من الدراسات على عادات عقلية معينة: كالتفكير المنظومي، وحل المشكلات، بينما لم يتم التطرق لعادات أخرى –حسب اطلاع الباحثة- مثل: التكيف. وفي دراسة نوعية أجراها هيجدس (Hegedus, 2014) لبحث فعالية دمج التحديات الهندسية في حصص العلوم على تنمية عادات العقل الهندسية (الإبداع، والتواصل، والأخذ بالاعتبارات الأخلاقية والاجتماعية) لدى طلبة الصف الخامس، توصلت إلى فعالية التحديات الهندسية في تنمية التفكير الإبداعي، في الفصول الدراسية بشكل عام، من خلال ملاحظة تطور قدرات المتعلمين على إنتاج وتوليد الأفكار، وتحسن قدراتهم على التصميم والابتكار، كما أبدى المتعلمون تحسنا ملحوظا في قدراتهم على التعاون والتواصل، بالإضافة لذلك فإن التحديات الهندسية وفرت فرصا لتنمية قدرات المتعلمين على تحليل الاعتبارات الأخلاقية، والاجتماعية للقضايا المطروحة، لذلك أوصت الدراسة بضرورة دمج الهندسة في حصص العلوم، وتدريب المعلمين على تنمية عادات الإبداع وتعزيز التعاون بين المتعلمين وتنمية قدرات تحليل الآثار الاجتماعية، والأخلاقية للمواقف المختلفة.

وتتطلب عملية التصميم الهندسي العمل على تحسين وتطوير الحلول المطروحة باستمرار، فتركيز المتعلم على تحسين وتطوير عمله ومراجعته بشكل مستمر، يمكن أن يؤثر بشكل غير مباشر على النمط العقلي للمتعلم وتعرف دويك (Dweck, 2006, p10) النمط العقلي بأنه "معتقدات الفرد عن نفسه وصفاته كمستوى ذكائه وقدراته ومواهبه"، وعرفه إسون (Eason, 2014, p 2) بأنه: "مجموعة المعتقدات التي تؤثر على سلوك الفرد واتجاهاته وتفاعله مع الأحداث ونظراته للعالم من حوله".

و أشارت عدة من دراسات وأبحاث التربية إلى إمكانية تغيير النمط العقلي للمتعلم (Blackwell; Trzesniewski & Dweck, 2007; Dewck, 2006). ويمكن التأثير على النمط العقلي ودفعه للنمو من خلال تركيز أهداف التعلم على الإتيقان، وبذل الجهد عوضا عن التركيز على الإنجاز، فعند تركيز أهداف التعلم على الجهد يركز المتعلم أهدافه على تعلم أشياء جديدة بالنسبة له، وتطوير مهاراته وتعميق فهمه للمعارف المختلفة، وبالتالي يدفع ذلك نمطه العقلي للنمو، لكن عندما يتم تركيز أهداف التعلم على الإنجاز فإن هذا يدفع المتعلم للتركيز على إظهار

كفاءته وقدراته والشعور بالقلق نحو كيفية مقارنته بأقرانه (Adams, 1992; Dweck & Leggett, 1988; Elliot & Dweck, 1988, Nicholls, 1984).

وتبحث الدراسة الحالية إمكانية تغيير النمط العقلي للمتعلم من خلال إشراكه في تحديات ومشكلات حقيقية، حيث لا يوجد حل صحيح وآخر خاطئ للمشكلة، إنما يتم دفع المتعلم لبذل الجهد ومراجعة العمل ضمن فريق وفي الوقت ذاته يتعاون مع الفرق الأخرى، ويسهم في تقديم التغذية الراجعة لأعمالها، وبالتالي يمكن أن يسهم ذلك في زيادة ثقته بنفسه، وتطوير أدائه وقدراته من خلال التحسين والتطوير المستمر ومراجعة التصميم.

ويعد منحنى تكامل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) من المداخل الحديثة الواعدة في مجال التربية العلمية والتكنولوجية، وأوضح بيبى (Bybee, 2013) أن مصطلح (STEM) ظهر لأول مرة في تسعينات القرن الماضي في الولايات المتحدة الأمريكية في مؤسسة العلوم والوطنية (NSF) National Science Foundation . وارتبط ظهور هذا المنحنى بالحاجة الاقتصادية والسياسية والتعليمية إلى حد كبير (Briney & Hill; Williams, 2013; Wang, 2012; Thomas & Williams, 2010). ويشير المجلس الوطني للبحث (National Research Center, 2012) إلى أن أهمية (STEM) تكمن في تعزيز القوة الاقتصادية وتوفير العمالة المهنية في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، لذلك صممت معايير الجيل الجديد من معايير العلوم (NGSS)، لتعزيز وبناء الاتجاهات نحو هذا المنحنى (NGSS Lead States, 2013).

ويعرف مدخل (STEM) بأنه: "تعليم يشمل النهج الذي يسعى إلى استكشاف التدريس، والتعلم فيما بين اثنين أو أكثر من مجالات موضوع (STEM)، أو بين موضوع (STEM) وواحد أو أكثر من المواد الدراسية" (Sanders, 2009, p21). ويعرفه قسم التعليم في الولايات المتحدة المذكور في المحيسين وخجا (٢٠١٥، ص ٣٩) أنه: "تلك البرامج التي يقصد بها أساساً توفير الدعم للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات ابتداءً من المرحلة الابتدائية، حتى المرحلة الثانوية".

وتحرص العديد من دول العالم المتقدم على تطوير وتحسين تعليم (STEM) من أجل إعداد المتعلمين لفرص العمل المتاحة في القرن الحادي والعشرين، ففي الولايات المتحدة الأمريكية وضع تقرير لمجلس الرئيس للاستشارات في العلوم والتكنولوجيا (Olson & Riordan, 2012) أن هناك حاجة لمليون خريج في تخصصات (STEM) للسنوات العشرة القادمة، لشغل فرص العمل المتاحة، كما أنه بحلول عام (٢٠٢٠) ستتوفر ثلاثة ملايين فرصة عمل مرتبطة بمدخل (STEM)، لذلك أعلن الرئيس الأمريكي أوباما أزمة تعليم (STEM)،

وجعلها محور العمل والمبادرات التعليمية والمالية (Koebler, 2012). وهذا يقودنا للمهن المرتبطة بمدخل (STEM) والتي وضحتها إدارة الاقتصاد والإحصاء الأمريكية (ESA) Economics and Statistics Administration بأنها مهن توفر الدعم الوظيفي والتقني في مجالات علوم الحاسوب والرياضيات والهندسة وعلوم الحياة والعلوم الفيزيائية (Beede et al., 2011).

وتوصي العديد من الدراسات والبحوث التربوية بضرورة البدء في تحفيز المتعلم وتنمية دافعيته نحو تخصصات (STEM) والوظائف المرتبطة بها في مراحل مبكرة من التعليم؛ لأن المتعلم يصل إلى المرحلة المتوسطة وهو يدرك مواطن القوة الأكاديمية لديه، كما أنه يستطيع تطوير قدراته واتجاهاته نحو المواد المختلفة (Kier; Blanchard; Osborn & Albert, 2014)، حيث أشارت دراسة أجراها بيشوب (Bishop, 2015) عن أثر التعرض لبرامج (STEM) منذ المراحل الأولى وحتى المرحلة الثانوية، حيث وجد أن الميول المهنية لطلبة المرحلة الثانوية الذين خضعوا لبرامج (STEM) منذ المراحل الأولى حتى الثانوية كانت أعلى من نظرائهم الذين لم يخضعوا لبرامج (STEM).

ومما سبق عرضه تأتي أهمية هذه الدراسة من خلال بحث فاعلية التصميم الهندسي في تنمية عادات العقل الهندسية، حيث سيتم بناء مقياس لعادات العقل الهندسية وربطها بمهارات التفكير المختلفة مما يثري الأدب التربوي؛ نظراً لحدثة موضوع عادات العقل الهندسية وقلة البحوث والدراسات المرتبطة بها، كما تركز الدراسة الحالية على بحث إمكانية تغيير النمط العقلي للمتعلم بطريقة غير مباشرة، وهو أيضاً من المواضيع الحديثة في البحث التربوي والتي تسلط الضوء على ضرورة التركيز على معتقدات المتعلم عن ذكائه وقدراته، مما يؤثر بشكل كبير على سير العملية التعليمية، وتبحث الدراسة الحالية أثر التصميم الهندسي على اتجاهات المتعلم نحو المهن المرتبطة بمنحى (STEM). وتأمل الباحثة أن تفيد الدراسة الحالية مصممي المناهج لبناء مناهج وبرنامج قائمة على دمج التصميم الهندسي وتنمية اتجاهات الطلبة نحو المهن المرتبطة بمنحى (STEM) أيضاً يمكن أن تفيد أعضاء التقويم التربوي من خلال تطوير أساليب تقويم تسلط الضوء على الجهد المبذول في عملية التعلم.

مشكلة الدراسة وأسئلتها

تركز أهداف التربية العلمية الحديثة على جعل تعلم العلوم ذا معنى، وذلك من خلال وضع المعرفة العلمية في قالب مشكلات وتحديات تثير دافعية المتعلم للبحث والتقصي عن هذه المشكلات، وإيجاد حلول عملية لها، فعندما يمارس المتعلم العلوم في قالب هندسي، فإنه يكتسب

مهارات وخبرات تجعله قادرًا على تطبيق المعرفة، وإدراك دور العلوم والتكنولوجيا والهندسة في حل العديد من المشكلات البيئية والاقتصادية في العالم (National Research Center, 2012).

والمتمفحص لواقع تعليم العلوم في السلطنة يلحظ زيادة الاهتمام بتطوير تعليم العلوم، والتركيز على إعداد الطلبة لسوق العمل، واتضح ذلك جليا في اهتمام كل من وثيقة فلسفة التعليم (مجلس التعليم، ٢٠١٧)، ووثيقة الإستراتيجية الوطنية للتعليم ٢٠٤٠ في سلطنة عمان (مجلس التعليم، ٢٠١٨)، والوثيقة الأولية لرؤية عمان (٢٠٤٠) (المجلس الأعلى للتخطيط، ٢٠١٩) والتركيز على أهمية الابتكار العلمي، ودعم المشاريع الطلابية الابتكارية، ورفع مستوى السلطنة في مؤشر الابتكار العالمي، ويتضح ذلك من خلال تطوير سلاسل العلوم، وإقامة العديد من مراكز وبرامج الاستكشاف العلمي بالإضافة الى المشاركات المختلفة في مسابقات الابتكار الدولية والاقليمية، والتي تهدف إلى تنمية مهارات المتعلم وقدراته العلمية والتكنولوجية، وبالرغم من ذلك لا يزال تركيز العملية التعليمية موجهاً بشكل أكبر نحو إكساب المعرفة على حساب مهارات التفكير، والعادات العقلية، ومهارات التواصل، والتعاون، وحل المشكلات (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٣)، وهذا ما تؤكده نتائج الاختبارات الدولية في العلوم والرياضيات (TIMSS) التي تركز على قياس مهارات المتعلم، فقد بينت نتائج اختبارات (TIMSS) لعام (٢٠١٥) أن السلطنة لا تزال ضمن فئة دون المتوسط بالرغم من تحسن الأداء الكلي للطلبة عن الدورة السابقة التي كانت في عام (٢٠١١) (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٨).

والجدير بالذكر أن هذا التركيز على الجانب المعرفي يولد شعوراً بالنفور لدى المتعلم، وفي الوقت ذاته يؤثر على قدراته في الربط بين المعارف المختلفة وعلاقتها بالعالم من حوله، فيصبح معزولاً عن العالم الواقعي وغير قادر على التفاعل مع القضايا المجتمعية والعالمية، مما يؤدي إلى إعداد أفراد غير مهينين بشكل كاف للعمل والحياة في القرن الحادي والعشرين، والذي يتطلب إعداد أفراد لديهم مهارات التفكير الإبداعي، والقدرة على التواصل وحل المشكلات، ويمكن اكتساب العديد من هذه المهارات من خلال تطبيق مدخل (STEM) (The White House, 2009). وبالرغم من وجود عدة مبادرات في السلطنة لإدراج منحنى (STEM) في التعليم لكنها قليلة وغير مؤطرة بخطة معلنة (حسب علم الباحثة)، وهذا قد يؤثر على دمج الهندسة في التعليم المدرسي، مما يجعل السلطنة بمعزل عن التنافس العالمي لقيادة ركب التقدم العلمي والتكنولوجي من خلال الاهتمام بتعليم منحنى (STEM) للطلبة منذ المراحل الأولى وحتى المراحل الجامعية.

وقد قامت الباحثة بإجراء دراسة استطلاعية بهدف التحري عن مدى تضمين التصميم الهندسي في مناهج العلوم في السلطنة ومدى استخدام المتعلم لعادات العقل الهندسية، واستقصاء النمط العقلي السائد لدى المتعلمين من وجهة نظر المعلمات وقد تم عرض الأدوات على مجموعة من المحكمين من المتخصص في مناهج وطرق التدريس، وعلم النفس التربوي كما هو موضح في ملحق (١)، فقد تم تطبيق استبانة على (١٥) معلمة من معلمات الحلقة الثانية حول متغيرات الدراسة (ملحق ٢)، وفي سؤال عن آرائهن عن مدى تضمين مناهج العلوم الحالية (لصفوف الحلقة الثانية) لعملية التصميم الهندسي، كان هناك شبه إجماع حول قلة الأنشطة المرتبطة بعملية التصميم الهندسي بشكل عام، كما بينت آراء المعلمات أن هناك ضعفاً في إدراك المتعلمين لدور العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في إنتاج الأدوات والاختراعات في الحياة الواقعية، وهذا يتفق مع نتائج سؤال يبحث عن مستوى فهم المتعلم للعلاقة بين مجالات (STEM) والذي تم تطبيقه على (٤١) طالبة في الصفين السابع والثامن (ملحق ٣)، فقد تمكنت خمس طالبات فقط من الإجابة على السؤال بشكل صحيح وهذا يشكل نسبة (٢٩%) فقط من الطالبات، وهذا مؤشر على وجود ضعف في إدراك العلاقات بين تخصصات (STEM)، و يتضح كذلك من خلال إجابات الطالبات وجود خلط بين الهندسة والرياضيات وبين الهندسة والتكنولوجيا، و اقتصر دور الهندسة من وجهة نظرهن على تصميم الأشكال فقط، وهذا يمثل قصوراً في فهم الهندسة كمجال واسع ودوره في حل المشكلات المختلفة.

كما تسعى التربية العلمية الحديثة لتنمية عادات العقل لدى المتعلم، لما لها من أهمية في زيادة فعالية التعلم، وتسهيل عملية التعليم وتوظيف الخبرات التي تعلمها في المستقبل (عياصرة، ٢٠١٢)، وبالرغم من الجهود التي تبذلها وزارة التربية والتعليم بالسلطنة ومبادراتها لتنمية مهارات وقدرات التفكير لدى المتعلمين، وذلك من خلال برامج الإنماء المهني للمعلمين وتدريبهم على سبل تنمية هذه القدرات، إلا أن عدم وجود إطار منهجي واضح لتنميتها لدى المتعلم يعيق من عملية إكسابها وتطورها وتقييمها المستمر. وقد أوضحت العديد من الدراسات وجود حاجة لتنمية المهارات العملية ومهارات التفكير لدى المتعلمين في السلطنة (الشحيمي، ٢٠١٥) لإعداد أجيال قادرة على الحياة والعمل في القرن الحادي والعشرين، كما أوصت الندوة الوطنية للتعليم وكفايات القرن (٢١) (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٣ ب) بضرورة الربط بين التعليم ومتطلبات سوق العمل من خلال تنمية المهارات العملية ومهارات التفكير وحل المشكلات. وقد أشارت نتائج مقابلة مجموعات التركيز (ملحق ٤) والتي تم إجراؤها ضمن الدراسة الاستطلاعية مع مجموعتين كل منهما مكون من تسع طالبات منتسبات للنادي العلمي إلى وجود ضعف بشكل عام في بعض العادات العقلية الهندسية، كالتفكير المنظومي وحل المشكلات والتكيف والتبصر.

وبما أن المتعلم هو مركز العملية التعليمية؛ كان لا بدّ أن تبدأ عملية التعلم به، من خلال التركيز على قدراته وميوله واتجاهاته، وقد أحدثت الأبحاث التي قامت بها دويك (Dweck, 2006) في جامعة ستانفورد، وكتابها الشهير سيكولوجيا جديدة للنجاح "The New Psychology of Success" حول النمط العقلي الثابت "fixed mindset" والنمط العقلي النامي "growth mindset" نقلة نوعية في التفكير في فهم تعلم الطلبة وذكاؤهم، فمعتقدات المتعلم عن قدراته ومستوى ذكائه تؤثر بشكل كبير على سير العملية التعليمية، فإن التركيز على إنجاز المتعلم مع إهمال الجهود التي يقوم بها، يعمل على ترسيخ معتقداته حول ثبات مستوى ذكائه وقدراته، وبالتالي إعاقة دور العملية التعليمية في تطوير مهارات و قدرات المتعلمين ونمو مستوى الذكاء لديهم، ومن خلال الاطلاع على وثائق التقويم للتعليم الأساسي في السلطنة (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٥) يتبين أن التقويم لا زال يركز على إنجاز المتعلمين وتحصيلهم ويهمل الجهود التي يقوم بها المتعلم، فلا يتم الاعتراف بجهود المتعلم في عملية التقويم، مما يشعر المتعلم (خاصة ذا التحصيل المنخفض) بالإحباط ويعزز معتقداته حول ثبات قدراته وذكاؤه وضعف قابليته للتطوير، لذلك ستتسلط هذه الدراسة الضوء على النمط العقلي للمتعم وفاعلية التصميم الهندسي في تغييره.

في ضوء ما سبق في تأطير مشكلة الدراسة واستجابة للعديد من الدراسات والأبحاث التربوية التي تدعو لضرورة الاهتمام بتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) (الدوسري، ٢٠١٥؛ الشحيمي، ٢٠١٥؛ غانم، ٢٠١٣؛ Omole, 2013; Eng, 2012; Bybee, 2013)، وعليه فقد ركزت الدراسة الحالية على بحث فاعلية برنامج قائم على التصميم الهندسي في تنمية عادات العقل الهندسية، والنمط العقلي والميول المهنية العلمية لدى طالبات الصف الثامن بسلطنة عمان والإجابة عن السؤال الرئيس الذي يلقي الضوء على المشكلة، وهو:

ما فاعلية برنامج قائم على التصميم الهندسي في تنمية عادات العقل الهندسية، والنمط العقلي والميول المهنية العلمية لدى طالبات الصف الثامن بسلطنة عمان؟ ويتفرع من السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية الآتية:

١. ما فاعلية برنامج قائم على التصميم الهندسي في تنمية عادات العقل الهندسية لدى طالبات الصف الثامن بسلطنة عمان؟
٢. ما فاعلية برنامج قائم على التصميم الهندسي في تنمية النمط العقلي لدى طالبات الصف الثامن بسلطنة عمان؟
٣. ما فاعلية برنامج قائم على التصميم الهندسي في تنمية الميول المهنية العلمية لدى طالبات الصف الثامن بسلطنة عمان؟

فرضيات الدراسة

نظرا لندرة الدراسات التي أجريت لبحث فاعلية التصميم الهندسي في تنمية عادات العقل الهندسية والنمط العقلي والميول المهنية العلمية، ارتأت الدراسة الحالية اختبار الفرضيات الصفرية الآتية:

١. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسط درجات المجموعتين الضابطة والتجريبية في التطبيق البعدي لمقياس عادات العقل الهندسية.
٢. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسط درجات الأداء القبلي والأداء البعدي لدى طالبات المجموعة التجريبية في مقياس عادات العقل الهندسية.
٣. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسط درجات المجموعتين الضابطة، والتجريبية في التطبيق البعدي لمقياس النمط العقلي.
٤. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسط درجات الأداء القبلي والأداء البعدي لدى طالبات المجموعة التجريبية في مقياس النمط العقلي.
٥. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسط درجات المجموعتين الضابطة، والتجريبية في التطبيق البعدي لمقياس الميول المهنية العلمية.
٦. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسط درجات الأداء القبلي والأداء البعدي لدى طالبات المجموعة التجريبية في مقياس الميول المهنية العلمية.

أهداف الدراسة

تسعى الدراسة إلى تحقيق الأهداف الآتية:

- تحديد فاعلية برنامج قائم على التصميم الهندسي في تنمية عادات العقل الهندسية لدى طلبة الصف الثامن الأساسي.
- التحقق من فاعلية برنامج قائم على التصميم الهندسي في تغيير النمط العقلي لدى طلبة الصف الثامن الأساسي.
- تحديد فاعلية برنامج قائم على التصميم الهندسي في تنمية الميول المهنية العلمية لدى طلبة الصف الثامن الأساسي.

أهمية الدراسة

تتمثل أهمية الدراسة الحالية في أنها:

- تقدم نموذجاً لبرنامج مبني على التصميم الهندسي، ومتضمنا الأنشطة التعليمية، ودليل المعلم والتي

قد تفيد المعلمين ومطوري مناهج العلوم والتربويين في إعداد برامج تربط بين الهندسة والعلوم والتكنولوجيا لمراحل تعليمية مختلفة.

- تواكب الاهتمام العالمي بتعليم الهندسة لكافة المراحل الدراسية المختلفة.
- تلبية دعوات العديد من الدراسات التربوية للاهتمام بتنمية عادات العقل لدى المتعلم مما يؤهله للحياة والنجاح في القرن الحادي والعشرين.
- تسليط الضوء على أهمية تطوير التعليم بما يتناسب واتجاهات الاقتصاد العالمي، وسوق العمل المستقبلي، والمهن المرتبطة بمدخل (STEM).
- تثري البحث التربوي العربي من خلال تسليط الضوء على متغير تابع وهو عادات العقل الهندسية، وبناء مقياس خاص بها.
- تثري البحث التربوي العربي من خلال إلقاء الضوء على النمط العقلي وقياسه لدى المتعلم.

متغيرات الدراسة: تتحدد متغيرات هذه الدراسة فيما يلي

المتغير المستقل: يتمثل في البرنامج القائم على التصميم الهندسي والذي تم استخدامه كركيزة أساسية في برنامج إثرائي لمدخل تكامل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM)، يقوم على إشراك المتعلم في مجموعة من التحديات والمشكلات واستخدام خطوات التصميم الهندسي لحلها، وقد استخدمت الدراسة الحالية برنامج الهندسة في كل مكان (Engineering Everywhere)، وهو برنامج مخصص لطلبة المرحلة المتوسطة من إنتاج متحف العلوم في بوستن بالولايات المتحدة الأمريكية.

المتغيرات التابعة: تتمثل في:

- ١- عادات العقل الهندسية (وتشمل: التفكير المنطومي، والتعرف على المشكلة، والتبصر، والتحسين والتطوير، وحل المشكلات، والتكيف).
- ٢- النمط العقلي: (النمط العقلي الثابت ويضم أنماط: الصلب والفردى والسلبى / والنمط العقلي النامى ويضمن أنماط: المرن والجمعي والإيجابي)
- ٣- الميول المهنية العلمية.

حدود الدراسة

تقتصر تعميم نتائج هذه الدراسة على الحدود الآتية:

أ. الحدود البشرية:

تم تطبيق الدراسة على طالبات الصف الثامن بمحافظة مسقط.

ب. الحدود الموضوعية: اقتصرَت الدراسة على المتغيرات الآتية:

- عادات العقل الهندسية (وتشمل: التفكير المنطومي، والتعرف على المشكلة، والتبصر، والتحسين والتطوير، وحل المشكلات، والتكيف).
- النمط العقلي (ثابت / نامي).
- الميول المهنية العلمية.

ج. الحدود الزمانية: تم تطبيق الدراسة في الفصل الأول من العام الدراسي ٢٠١٧/٢٠١٨.

د. الحدود المكانية: اقتصرَت الدراسة على إحدى مدارس محافظة مسقط بسلطنة.

مصطلحات الدراسة

تتضمن الدراسة مجموعة من المصطلحات التي وجب توضيح معناها الاصطلاحي والإجرائي، وهي كالآتي:

التصميم الهندسي (Engineering Design): "هو نهج متكرر ومنتظم لإيجاد حلول لمجموعة واسعة من المشاكل؛ بهدف تلبية حاجات ورغبات الناس، ويتضمن عملية توليد الأفكار، والتعرف على المشكلات، وتصميم الرسومات، والنماذج للحلول الممكنة، واختبار وتقييم النماذج، وتصميم المنتجات والعمليات، وإعادة التصميم إن لزم الأمر" (Sneider, 2011, p21).

وتعرفه الباحثة في هذه الدراسة بأنه: إطار منهجي عام مكون من عدة خطوات تبدأ بالقدرة على تحديد المشكلة، والبحث عن المعلومات المرتبطة بها، والعصف الذهني للحلول الممكنة، وتقييم الحلول، واختيار الأفضل وفق معايير محددة تنتهي بتصميم منتج، واختبار فعاليته، ومن ثم تعديله إن لزم الأمر.

برنامج قائم على التصميم الهندسي (Engineering design program): وهو برنامج مرتكز على استخدام على التصميم الهندسي كإستراتيجية يتم اتباعها أثناء العمل على حل التحديات الهندسية وفي هذه الدراسة تم استخدام برنامج الهندسة في كل مكان (Engineering Everywhere) وهذا البرنامج من إنتاج متحف العلوم بمدينة بوسطن (Museum of Science of Boston, 2018).

عادات العقل الهندسية (Engineering Habits of Mind): وهي العادات العقلية التي يمارسها المهندس عند التفكير، والعمل لحل التحديات الهندسية المختلفة (Lucas & Hanson, 2014, p23) وتشمل في هذه الدراسة كلا من: التفكير المنطومي، والتعرف على المشكلة، والتبصر،

والتحسين والتطوير، وحل المشكلات، والتكيف.

وتعرف إجرائيا بأنها: العادات التي تمارسها الطالبة أثناء العمل في تحديات مختلفة في برنامج قائم على التصميم الهندسي ويتم قياسها من خلال الاستجابة على مقياس عادات العقل الهندسية.

النمط العقلي (Mindset): هو معتقدات الفرد حول قدراته ومستوى ذكائه، والتي بدورها تؤثر على سلوك الفرد واتجاهاته وتفاعله مع الأحداث والقضايا المختلفة (Dweck, 2006, p10 & Eason, 2014, P2) وهناك نوعان للنمط العقلي:

– النوع الأول: النمط العقلي الثابت (Fixed Mindset): يؤمن أصحاب هذا النمط أن ذكاءهم ومواهبهم وقدراتهم ثابتة لا يمكن أن تتغير.

– النوع الثاني: النمط العقلي النامي (Growth Mindset): يؤمن أصحاب هذا النمط أن قدراتهم ومواهبهم وذكاءهم يمكن تطويرها من خلال الجهد والمثابرة.

والنمط العقلي للمصمم يحدد طريقة تفسيره للأحداث من حوله، وطريقة تفاعله معها، ونزعه لاتخاذ قرار حولها، والنمط العقلي الثابت يضم مجالات الصلابة والفردية والسلبية، بينما النمط العقلي النامي يضم المرونة والمشاركة والإيجابية. ويتم تحديد النمط العقلي في الدراسة الحالية من خلال استجابة المتعلم على مقياس النمط العقلي للمصمم (ثابت / نامي).

الميول المهنية العلمية، وهي "رغبة الفرد في الالتحاق بالنشاط أو المهنة التي تتناسب مع قدراته وإمكانياته، والتي تساعد على النجاح في المهنة التي يختارها" (ميسون، ٢٠١١، ١٥٢).

وتعرف الدراسة الحالية الميول المهنية العلمية إجرائيا بأنها: اتجاهات الطلبة نحو المهن المرتبطة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وتم تحديدها في الدراسة الحالية بالدرجة التي يحصل عليها المتعلم في مقياس (STEM Career Interest) المعد لذلك.

الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

■ التصميم الهندسي

- مفهوم التصميم الهندسي
- التصميم الهندسي ضمن النظرية البنائية
- التصميم الهندسي في الجيل الجديد من معايير العلوم
- التعليم القائم على التصميم الهندسي
- أهمية التصميم كاستراتيجية تدريس
- نماذج التصميم الهندسي

■ عادات العقل

- تصنيفات عادات العقل
- عادات العقل الهندسية
- تنمية عادات العقل الهندسية

■ النمط العقلي

- النمط العقلي الثابت
- النمط العقلي النامي
- الدماغ والنمط العقلي
- تغيير النمط العقلي
- النمط العقلي للمصمم للمصمم

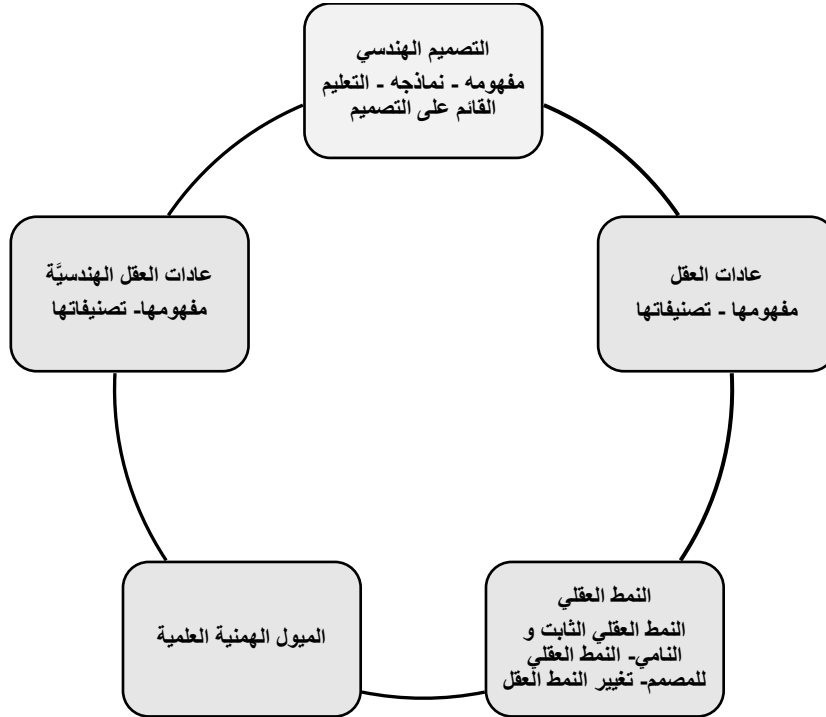
■ الميول المهنية العلمية

■ موقع الدراسة الحالية من الدراسات السابقة

الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

يتناول هذا الفصل الإطار النظري لموضوع الدراسة والذي يتضمن توضيح لمفهوم التصميم الهندسي ونماذجه وموضعه في النظرية البنائية والجيل الجديد من معايير العلوم (NGSS) والتعليم القائم على التصميم الهندسي وأهميته، بالإضافة إلى توضيح لعادات العقل بشكل عام، وعادات العقل الهندسية بشكل خاص، وملخص عن نظرية نمو النمط العقلي وأثرها على عملية التعلم، والتفصيل في النمط العقلي للمصمم، كما تم عرض توضيح مبسط لمدخل تكامل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) والميول المهنية العلمية المرتبطة بهذا المنحى. ويبين شكل (١) ملخصاً حول أهم النقاط المذكورة في الإطار النظري لهذه الدراسة.



شكل (١) مكونات الإطار النظري للدراسة

فالدراسة الحالية تقدم التصميم الهندسي كمتغير مستقل وتبحث دوره في تطوير عادات العقل الهندسية والتي ترتبط بشكل كبير بمهارات التصميم الهندسي وخطواته، كما أن خطوة التحسين والتي يمكن أن تطور عادة العقل الهندسية (التحسين والتطوير) ترتبط بالنمط العقلي، فالنمط العقلي النامي يتطلب بذل الجهد للتحسين وتطوير المهارات والقدرات، كما أن البرنامج

المطبق في الدراسة يعد من برامج (STEM) لذلك تم ربط أثر تطبيق البرنامج على الميول المهنية العلمية المرتبطة بمدخل (STEM) لذلك استعرض الاطار النظري هذا المدخل.

التصميم الهندسي

مفهوم التصميم الهندسي

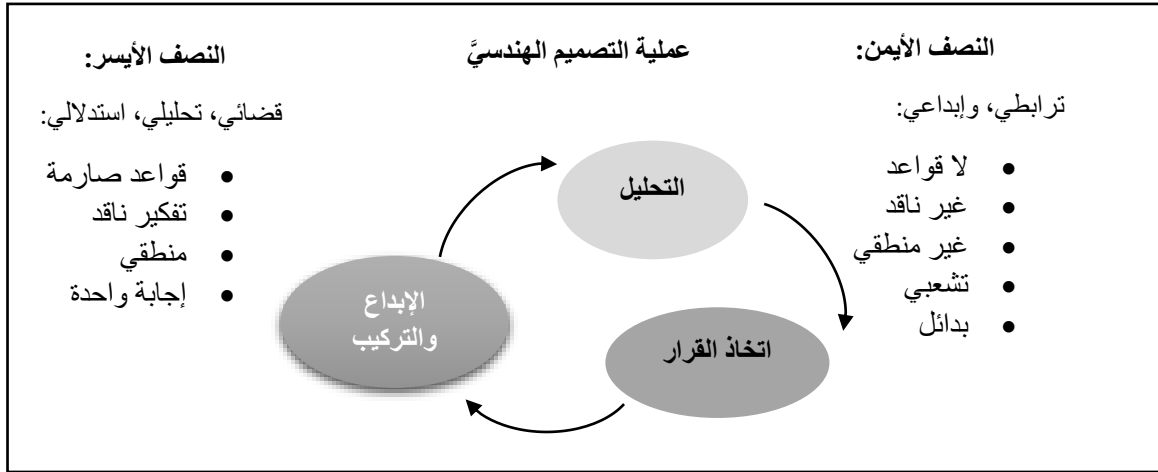
بعد الحرب العالمية الثانية وجهت الصناعة انتقادًا كبيرًا للمدارس الهندسية، فقد ركزت الأخيرة جهودها على تنمية الجانب التحليلي والهندسة العلمية عوضًا عن التركيز على تنمية المهارات الهندسية وإعداد مصممين قادرين على تشغيل المصانع الحديثة (Curry, 1999)، ولتعويض هذا النقص في حاجات المصانع من الأيدي العاملة فقد عملت المدارس، والجامعات الهندسية على تركيز الاهتمام بتدريس التصميم الهندسي ومهاراته، وتخريج مهندسين لديهم القدرة على الابتكار في الصناعة.

فالتصميم الهندسي هو جوهر الممارسات الهندسية، وهو عملية يتم من خلالها إنتاج وتحويل الأفكار والمفاهيم إلى منتجات، تلبي متطلبات معينة ومحددة بقيود واضحة (Mourtos, 2012)، وهو أيضا عملية نظامية ذكية يقوم فيها المصمم بتوليد وتقييم وتحديد المفاهيم، والأدوات، والعمليات التي تشكل المنتج أو العملية التي تلبي احتياجات محددة مع الأخذ في الاعتبار مجموعة من القيود والمحددات (Davila Rangel, 2010; Dym et al., 2005; Mourtos, 2012).

كما وصف كابيانو ونيكوست وتاير (Capobianco; Nyquist & Tyrie, 2013) التصميم الهندسي بأنه عملية ذات نهج نظامي متكرر حيث أنَّها نظامية تتم من خلال اتباع خطوات محدده، ومتكررة حيث يتم اختبار المنتج المصمم وتعديله من خلال تكرار خطوات التصميم، وهذا يتفق مع ما ذكره ماوسن (Mawson, 2003) بأنه عملية ديناميكية ومتكررة لا يمكن تمثيلها بخط أفقي.

وبينت وكالة ناسا (NASA, 2015) أنَّ التصميم الهندسي هو عملية مكونة من عدة خطوات يتبعها المهندس لحل مشكلة، حيث يبدأ بطرح الأسئلة حول المشكلة ومن ثم يتخيل الحلول، ويخطط نموذج وينتجه ومن ثم يختبره ويحسِّنه.

وخطوات التصميم الهندسي تعمل بشكل فعال لتحفيز عمل الدماغ لدى المتعلم، فقد بينت إحدى الدراسات أنَّ عملية التصميم الهندسي تحفز عمل نصفي الدماغ (Nicolai, 1998) ويمكن توضيح هذا كما في شكل (٢).



شكل (٢) كيفية حدوث عملية التصميم الهندسي في الدماغ (Nicolai, 1998)

حيث يبدأ التصميم بالعصف الذهني للأفكار وهذا يحدث في الجانب الأيمن من الدماغ حيث لا توجد قواعد لتوليد هذه الأفكار، فيتم إنتاج أكبر عدد ممكن من الأفكار سواء كانت أفكار جامحة أم مألوفة (Mourtos, 2012)، وبالرغم من أن الجانب الأيمن يميل في أثناء العصف الذهني إلى كونه كلي وبديهي وغير خطي (بمعنى ينتقل بين الأفكار المختلفة) إلا أنه يرى الأشياء في سياقاتها، ويدرك الأنماط المختلفة، والعلاقات بين الأجزاء والأفكار، ويهتم بالجانب الجمالي. بعدها يتم تقييم كل فكرة على حدة في الجانب الأيسر من الدماغ من خلال قواعد صارمة، فالجانب الأيسر يعمل كمصفي للأفكار المتولدة في ضوء الشروط المحددة. والجانب الأيسر يميل للمنطق والتتابع وعمله يشبه عمل الحاسوب، فهو يدقق على الأفكار ويركز على التصنيف، ومن ثم يتم اتخاذ القرار.

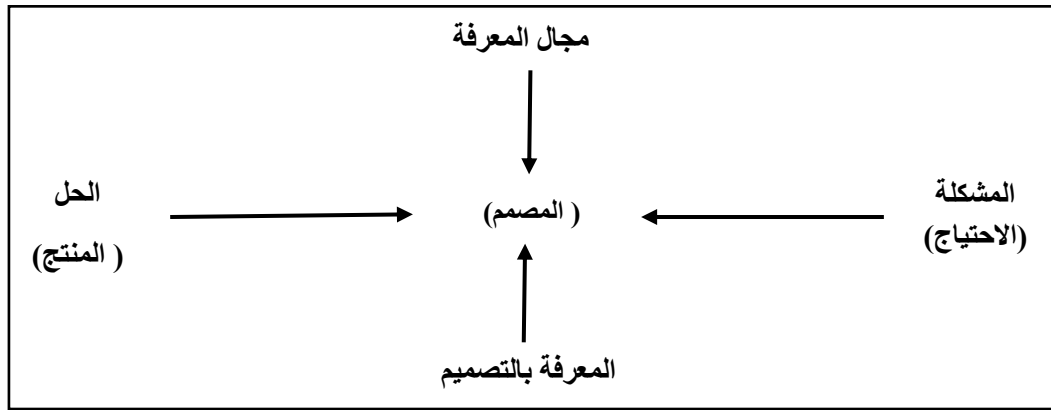
فعملية التصميم الهندسي دورة متكررة ومتتابعة تقوم على تفعيل جانبي الدماغ الأيمن والأيسر، فهي تتطلب مهارات الإبداع، والتخيل، بالإضافة إلى التحليل المنطقي، واتخاذ القرار.

بناءً على ما سبق يمكن الخلاصة إلى أن التصميم الهندسي هو عبارة عن نشاط معرفي معقد يتم فيه التركيز على الهدف الرئيس وتحويله إلى منتج مرغوب من خلال عملية مخططة ومنظمة تتطلب تخصصات عديدة، وتفاعلاً اجتماعياً، ومشكلات مفتوحة النهاية، ومعرفة تكنولوجية، ومهارات متقدمة، وهذا يتفق وما ذكره لامي (Lammi, 2011) أن التصميم الهندسي يتطلب مهارات عليا لحل المشكلات.

التعليم القائم على التصميم الهندسي

وضّح فورتس وآخرين (Fortus et al., 2004) أنّ تدريس العلوم القائم على التصميم هو عبارة عن طريقة أو منحى تربوي يكون فيه التصميم هو المحور الأساسي الذي يدور حوله تدريس العلوم، حيث يعمل المتعلم كمهندس يصمم منتجاً لحل مشكلة واقعية، وفي هذه الطريقة يتم تشييد مهارات التصميم والمعرفة العلمية للمتعلم بشكل متزامن.

ووضع ديفل رنجل (Davila Rangel, 2010) نموذجاً يوضح التصميم الهندسي كإستراتيجية تعليمية كما هو موضح في شكل (٣).



شكل (٣) نموذج ديفل رنجل (Davila Rangel, 2010) للتعليم القائم على التصميم

وقد أشار إلى الآتي:

- المصمم هنا هو المتعلم حيث يقوم بدور مهندس التصميم، ويجب أن يكون بسيطاً للترجمة بين الفيلسوف والميكانيكي، فيجب أن يفهم كلتا اللغتين (Dym et al., 2005) وبمعنى آخر يجب أن يمتلك المعرفة النظرية والعملية على حد سواء.
- مجال المعرفة، ويشمل: جميع المعارف والمعلومات المرتبطة بالمشكلة أو الاحتياج.
- المعرفة بالتصميم، وتشمل جميع المعارف المرتبطة بعملية التصميم وخطواتها بالإضافة إلى المهارات العملية اللازمة للاستمرار في عملية التصميم.
- أما المشكلة أو الاحتياج فهو الطرف أو الحالة التي تحدد مسار عملية التصميم ولها عدة مكونات، تشمل: وجود حالة أولية غير مرغوب فيها، كوجود مشكلة بيئية أو تكنولوجية، وتشمل أيضاً وجود هدف واضح ومحدد ومعايير محددة للحل. ويجب أن تصاغ المشكلات في سياق حقيقي وهادف ومثير للمتعلم (Dyme, et al , 2005; Prince, 2004).

ووضح ديفل رانجل (Davila Rangel, 2010) بعض خصائص المشكلة، كما يأتي:

- التعقيد: فالمشكلة تحوي العديد من العناصر والمكونات المترابطة والتي تؤثر في بعضها وفي المشكلة ككل.
- عدم اليقين: فالمشكلات الهندسية عادة تكون مفتوحة النهاية ومتعددة الحلول، ويزداد عدم اليقين إذا كانت ظروف المشكلة وعناصرها تتغير مع الزمن. فيجب أن تكون المشكلات الهندسية غير مباشرة فلا يمكن الوصول لحلّها باستخدام قوانين رياضية مباشرة أو نظريات محددة، كما يجب أن تكون مفتوحة النهاية ولها حلول مختلفة (Dym et al, 2005). بالإضافة لذلك أكدت الأكاديمية الوطنية للهندسة (National Academy of Engineering, 2004) على ضرورة وجود الصبغة العالمية في التحديات الهندسية، فيجب أن تشمل على قضايا اجتماعية واقتصادية وسياسية وبيئية ذات بعد عالمي، مما يجعل المصمم ينظر للتحدي نظرة كلية عالمية دون التأثير بوجهات نظر محدده ومعزولة عن المجتمع العالمي.
- الحل هو المنتج أو العملية التي تلبي احتياجات ومتطلبات حل المشكلة، فهذه الخطوة تستلزم اتخاذ قرار بناء على الهدف من الحل، والقوانين المرتبطة بالمشكلة، والمعايير الخارجية المحددة من قبل الفرد أو المجتمع والتي تكون عادة مرتبطة بالمصادر المتاحة للحل والتكلفة، الوقت المحدد (Dyme et al., 2005).

أهمية التصميم الهندسي كاستراتيجية تدريس

بينت عدد من الدراسات والأبحاث التربوية فعالية التصميم الهندسي كاستراتيجية تدريس في العديد من المواد، كالعلوم، والرياضيات، بالإضافة إلى مدخل STEM (Brophy, 2008; Potter, 2014; Lewis, 2006; Wendell, 2011)، وذكر بوتتر (Potter, 2014) أن تدريس العلوم من خلال التصميم الهندسي يثير دافعية التعلم، كما أنه يعزز التكامل بين المواد المختلفة خاصة العلوم والرياضيات. فأنشطة التصميم الهندسي تحرك الدافعية الذاتية للمتعلم؛ لأنها تنشط الرغبة الطبيعية للمتعلم لصنع شيء ما، كما أنها تلبي فضول المتعلم في معرفته بكيفية عمل الأشياء (Brophy, 2008).

ولخص كاتي وبرسون وفيدر (Katehi; Pearson & Feder 2009) فوائد دمج الهندسة في العلوم والرياضيات على النحو الآتي:

- تحسين التعلم والإنجاز في العلوم والرياضيات.
 - تسهم في إدراك مفهوم الهندسة وعمل المهندسين.
 - تطوير القدرة على الانخراط في التصميم الهندسي.
 - زيادة الدافعية نحو المهن المرتبطة بالهندسة.
 - زيادة الثقافة التكنولوجية والعلمية.
- ووضح كونجيم وهستر (Cunningham & Hester, 2007) بعض مبررات دمج الهندسة في الصفوف الابتدائية والمتوسطة وتتمثل في:
- الخصائص العمرية للمتعلمين وفضولهم العلمي وحبهم لتفكيك وتركيب الأشياء لمعرفة كيفية عملها.
 - سهولة دمج الأنشطة الهندسية مع العلوم والرياضيات.
 - الأنشطة الهندسية تعزز من مهارات حل المشكلات.
 - تساعد الهندسة على تنمية التفكير ثلاثي الأبعاد.
 - تساعد الهندسة على اكتساب الثقافة التكنولوجية والهندسية؛ فتعليم العلوم من خلال التصميم الهندسي يعد المتعلم لمواجهة تحديات الحياة فمن خلاله يحدد المتعلم المشكلة ويؤطرها ويجمع المعلومات المرتبطة بها ويطور كفايات حل المشكلات، حيث أن تدريب المتعلمين على مهارات التصميم الهندسي يتيح لهم الانخراط بشكل أفضل في فهم وحل التحديات الاجتماعية والبيئية في المستقبل (National Research Center, 2012).
- وأكد هاري (Haury, 2002) أن تعليم العلوم من خلال التصميم الهندسي ينمي مهارات عديدة لدى المتعلم منها مهارات التفكير الناقد، والإبداع، والقدرة على حل المشكلات واتخاذ القرارات، ويصب اهتمام المتعلم على إنتاج حل لمشكلة علمية عوضاً عن التركيز على المعرفة بها فقط.
- كما أجرى لنكستر وجونز (Lancaster & Jones, 2015) دراسة لفعالية تطبيق التصميم الهندسي في تعليم كيفية التحكم بجنس السلاحف الجلدية الظهر لطلبة الصف السابع والثامن. حيث تم اتباع خطوات التصميم الهندسي لتصميم حلول لمشكلة التوازن في أعداد ذكور وإناث السلاحف من خلال متابعة درجة الحرارة والرطوبة للبيض، وقد نجح المتعلمون في تصميم مجسات للحرارة والرطوبة من خلال تكوين دوائر كهربائية مختلفة.

وقد أجرى مارولك (Marulcu, 2014) دراسة لبحث فعالية استخدام عملية التصميم الهندسي في تدريس علم البيئة وتصنيف الحيوانات على مستوى الفهم لدى طلبة الصف الرابع في مدرسة داخلية بالولايات المتحدة الأمريكية، وقد تم استخدام المقابلات والاختبارات القبلية والبعدية، كما تم الاستناد إلى أوراق العمل والملاحظات الصفية، وتوصلت نتائج الدراسة إلى فعالية التصميم الهندسي كإستراتيجية تدريس في مواضيع علوم الحياة ولا تقتصر فعاليتها على العلوم الفيزيائية.

كما أجرى ميلك ودوبلت وشين (Mehalik; Doppelt & Schuun 2008) دراسة للمقارنة بين فعالية التصميم الهندسي والاستقصاء العلمي على تحصيل طلبة الصف الثامن في وحدة الكهرباء، حيث تم تدريس (٥٨٧) متعلماً باستخدام الاستقصاء العلمي، مقارنة ب (٤٦٦) متعلماً تم تدريسهم بالتصميم الهندسي، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن معدل تحصيل المتعلمين الذين تم تدريسهم بالتصميم الهندسي ارتفع بنسبة (١٦%) مقارنة مع الذين درسوا بالاستقصاء العلمي حيث بلغت نسبة ارتفاع تحصيلهم (٧%).

وأجرى بوتتر (Potter, 2014) دراسة هدفت لقياس فعالية دمج التصميم الهندسي في الأحياء على فهم طلبة الصف العاشر للممارسات العلمية والهندسية، وعلى فهم المحتوى العلمي. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن دمج التصميم الهندسي في الأحياء له أثر إيجابي على فهم الطلبة للمحتوى العلمي وعلى فهم أساسيات التصميم الهندسي.

وحتى يحقق التعليم القائم على التصميم أهدافه يجب أن تصاغ التحديات الهندسية بمواصفات معينة كأن تكون ممتعة وتثير دافعية المتعلم ومرتبطة بحاجاته وميوله، وفي الوقت ذاته تعكس مشكلات حقيقية مرتبطة بالواقع، ويجب أن تكون مرتبطة بالمعارف العلمية والرياضية التي يدرسها المتعلم، ويجب أن تكون مرنة قابلة للتغيير حسب حاجات عملية التعلم.

التصميم الهندسي ضمن النظرية البنائية

النظرية البنائية هي رؤية نظرية في التعلم ونمو الطفل قوامها أن الطفل يكون نشطاً في بناء أنماط التفكير لدية، نتيجة تفاعل قدراته الفطرية مع الخبرة (زيتون وزيتون، ١٩٩٢) فتؤكد البنائية على أن المعرفة لا يتم استقبالها بشكل سلبي، بل يبنها المتعلم داخلياً متأثراً ببيئته والتفاعلات الاجتماعية من حوله. والبنائية تركيب لأفكار عديدة، ويذكر زيتون (٢٠٠٧) أن البنائية تستند إلى أربع نظريات، وهي:

- نظرية بياجيه في التعلم المعرفي.

- النظرية المعرفية في معالجة المعلومات والتركيز على العوامل الداخلية المؤثرة في التعلم.
 - النظرية الإنسانية في إبراز الدور الفاعل للمتعلم في إكتشاف وبناء المعرفة.
 - النظرية الاجتماعية في التفاعل الاجتماعي في المواقف التعليمية.
- وتتضمن البنائية العديد من الفروض (خطائية، ٢٠٠٥: زيتون، ٢٠٠٧)، وفيما يلي تفصيل للفروض التي تستند عليها عملية التصميم الهندسي:
١. التعلم عملية بنائية نشطة وغرضية التوجه، فهي عملية بنائية قائمة على تنظيم وتفسير الخبرات مع العالم المحسوس، وهي أيضا عملية نشطة تعتمد على الجهد الذي يبذله المتعلم من خلال وضع الفروض واختبارها، بهدف الوصول إلى معرفة جديدة، كما أنَّ التعلم عملية غرضية التوجه فيتم توجيهها من خلال أهداف محددة، ودوافع داخلية للمتعلم. وعند التأمل في التحديات الهندسية نجد أنَّها غرضية التوجه وذلك لإيجاد حلول لمشكلات حقيقية مرتبطة بحياة المتعلم مما يثير أيضا دوافعه الداخلية لإنجازها.
 ٢. تنهياً للتعلم أفضل الظروف عندما يواجه بموقف أو مهمة حقيقية، فهذا يساعد على جعل التعلم ذا معنى، وفي الوقت ذاته ينمي ثقة المتعلم بنفسه وقدراته (الشبلي؛ والخطائية؛ والعمرى والحمراشدي، ٢٠١١). والتحديات الهندسية تكون عادة بمشكلات حقيقة مرتبطة بواقع المتعلم، فيوظف معارفه وخبراته السابقة لحل هذه التحديات، مما يطور ويحسن من بنيته المعرفية.
 ٣. التعلم عملية اجتماعية تتم من خلال التفاوض الاجتماعي، فحسب فيجوستكي أنَّ المعرفة تبنى في قالب اجتماعي، والتعلم ذو المعنى يحدث من خلال التفاعل الاجتماعي، ومناقشة وجهات النظر المختلفة (Aguilar, 2016)، فالتفاعل الاجتماعي والتعاون بين المتعلمين يؤثر بشكل كبير في بناء المعرفة لدى المتعلم، ووفقا لبرك وونيسلر (Berk & Winsler, 1995) فإنَّ الخبرات الاجتماعية تشكل طرق تفكير الفرد وتفسيره للعالم من حوله. وهذا ينطبق على التحديات الهندسية والتي تحدث عادة في سياق جماعي، حيث يعمل المتعلم مع مجموعة من زملاءه لتحليل موقف أو مشكلة ومن ثم البحث عن حلول ممكنة في جو من المفاوضات الاجتماعية.

التصميم الهندسي في الجيل الجديد من معايير العلوم (Next Generation Science Standard [NGSS])

ظهرت معايير الجيل الجديد من معايير العلوم (NGSS) في الولايات المتحدة الأمريكية استجابة للمطالبات الاجتماعية بضرورة إعداد المتعلم بشكل كافٍ للمستقبل، وأيضاً للتغلب على الإخفاقات العديدة في الإنجاز العلمي للولايات المتحدة الأمريكية (NGSS Lead States, 2013)، فقد ذكر لارك (Lark, 2015) أن الولايات المتحدة فقدت مكانتها في اعتلاء قائمة المنافسة العالمية في الابتكار، فأكثر من نصف براءات الاختراع المسجلة عام (٢٠١٠) كانت لدول أخرى، كما تجاوزت الصين الولايات المتحدة في قائمة المنتجات ذات التكنولوجيا الفائقة، كما ذكر لارك (Lark, 2015) أن مستوى الثقافة العلمية للمتعلمين الأمريكيين عام (٢٠١٢) كان في المركز (٢٣) على مستوى العالم، لذلك تم وضع هذه المعايير لسد الفجوة بين قدرات المتعلمين الفعلية وتوقعات الإنجاز المحددة، فتطبيق هذه المعايير يستلزم بيانات صافية قائمة على إثبات المفاهيم، وتطبيق المعارف العلمية في مواقف مختلفة، كما أنها صممت لتعزيز وبناء الاتجاهات نحو STEM (NGSS Lead States, 2013).

وقد تم بناء هذه المعايير بناء على الإطار العام لتدريس العلوم K-12 (A Framework for Science Education) الذي وضعه المجلس الوطني للبحث التابع للولايات المتحدة الأمريكية (NRC)، وقد شاركت (٢٦) ولاية في تحكيم هذه المعايير وظهرت في صورتها النهائية عام (٢٠١٣) (National Research Center, 2012).

وتتضمن معايير الجيل الجديد من معايير العلوم (NGSS) مفهوم عملية التصميم الهندسي كأحد الأفكار الرئيسية التي تمتد عبر الصفوف من الروضة حتى الصف الثاني عشر (K-12) وتشمل عملية التصميم الهندسي كما حددتها (NGSS) ثلاث مكونات رئيسية كما حددتها المعايير الجديدة (NGSS Lead States, 2013)، وهي:

١. تحديد وتوضيح مشكلة هندسية: ومن ثم وضع معايير لنجاح حلها والصعوبات والتحديات المرتبطة بها.

٢. تحديد الحلول الممكنة، حيث يبدأ بعصف ذهني لتوليد أكبر عدد ممكن من الحلول، ثم تقييمها في ضوء المعايير والتحديات.

٣. تصميم المنتج، والاستفادة المثلى من التغذية الراجعة لتطوير وتحسين المنتج. كما تم إبراز التصميم الهندسي كعنصر أساسي لتدريس العلوم يمتد بشكل أفقي عبر جميع المفاهيم الرئيسية مساوياً للاستقصاء العلمي، حيث تم دمج مهارات التصميم الهندسي والاستقصاء العلمي

بمسمى الممارسات العلمية والهندسية (Science and Engineering Practices) وتمتد في عمود رأسي من مرحلة رياض الأطفال وحتى الصف الثاني عشر.

وتنص الممارسات الثمان في العلوم والهندسة المتضمنة في معايير (NGSS)

(National Research Center, 2012) على:

١. طرح الأسئلة (في العلوم) وتحديد المشكلة (في الهندسة).

٢. استخدام وتطوير النماذج.

٣. التخطيط وتصمم الاستكشافات.

٤. تحليل وتفسير البيانات.

٥. استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي.

٦. بناء التفسيرات (العلوم) وتصميم الحلول (الهندسة).

٧. المشاركة في النقاشات المبنية حول الأدلة.

٨. الحصول على المعلومات وتقييمها والتواصل بها.

ومن فوائد دمج الممارسات العلمية والهندسية أنها تبني عملية التعلم على الأنشطة القائمة على التجريب، وجمع البيانات والبراهين، والتواصل الاجتماعي، وبناء النماذج، واستخدام الأدوات، والمفاهيم الرياضية، وتنمي القدرة على تقييم المعلومات، وإجراء الاستقصاءات التجريبية، والقدرة على تطوير التفسيرات (Bybee, 2013). كما وضع كيمل وروكلاند (Kimmil & Rockland, 2002) أهمية الدمج بين الممارسات العلمية والهندسية حيث أن المتعلم يعزز فهمه للمعارف العلمية الأساسية في أثناء عملية بناء واختبار التصميم، وفي الوقت ذاته فهو يطور وينمي فهمه للهندسة والرياضيات والتكنولوجيا. ويدعم بايبي (Bybee, 2013) هذه الفكرة حيث وضع أهمية تضمين الهندسة في معايير العلوم، مع إدراك الاختلاف في الأهداف بينهما، فإن كلا منها يكمل الآخر ويعززه.

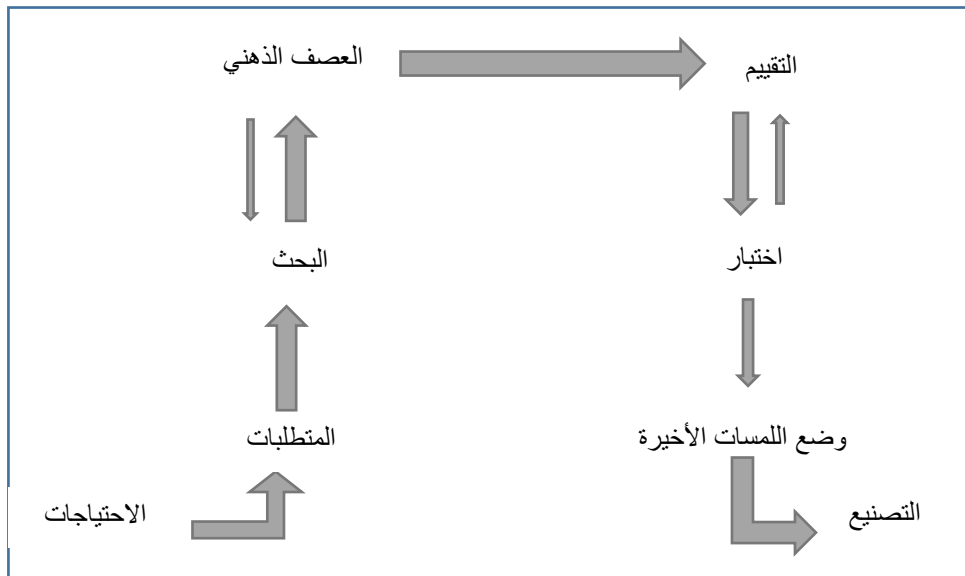
نماذج التصميم الهندسي

هناك العديد من نماذج التصميم الهندسي المتفاوتة في التعقيد والخطوات (Cross, 2004; Dym, et al., 2005; Eide; Jenison; Mashaw & Northrup, 2002; Haily; Ereksun; Becker & Thomas, 2005)، ومن النماذج البسيطة للتصميم الهندسي وجود نطاقين: نطاق المشكلة ونطاق الحل، حيث يبدأ التصميم عادة بتحديد المشكلة (Schön, 1983) من خلال جمع البيانات ذات الصلة بالمشكلة، وتحديد الهدف العام، ووضع خطة أولية، وتحديد الخطوات المقبلة للحل. بعدها يتم الانتقال من نطاق المشكلة إلى نطاق الحل (Cross, 2004)،

إلا أنَّ عملية الانتقال بين نطاق المشكلة ونطاق الحل تحدث بشكل تبادلي مستمر كلما ظهرت مستجدات جديدة عند التصميم.

وتتكون عملية التصميم الهندسي من عدة خطوات كما حددها كابيانو ونيكوست وتأير (Capobianco; Nyquist & Tyrie, 2013):

١. التعرف على المشكلة وتحديد المحتوى العلمي المرتبط بها.
 ٢. جمع وتدوين الأفكار بشكل فردي لحل المشكلة بناءً على المعارف والخبرات السابقة، ثم تبادل الأفكار والاتفاق على خطة حل واحدة.
 ٣. تصميم حل للمشكلة على شكل نموذج أو خطة واختباره مع التأكيد على ضرورة تسجيل البيانات والتفسير العلمي للنتائج.
 ٤. عرض وتقديم نتائج التصميم على بقية الفرق.
 ٥. جمع التغذية الراجعة والاستفادة منها في إعادة التصميم واختبار المنتج.
- وفيما يلي استعراض لبعض نماذج التصميم الهندسي، يوضح شكل (٤) نموذج التصميم الهندسي كما وضعه مورتوز (Mourtos, 2012)



شكل (٤) نموذج مورتوز (Mourtos, 2012) للتصميم الهندسي

فعملية التصميم الهندسي في هذا النموذج تبدأ بتحديد الاحتياجات والتي تتمحور حول معايير ومحددات المنتج النهائي، ووفقاً لهذه المعايير والمحددات، يبدأ المهندس بالبحث عن الحلول المتاحة قبل أن يقترح حلولاً جديدة. ثم يتم الانتقال إلى الخطوة الإبداعية والمتمثلة في

العصف الذهني، حيث يعمل الفريق على إنتاج العديد من الأفكار تتضمن أفكارًا غير مألوفة. ولضمان إنتاج أكبر عدد ممكن من الأفكار في هذه المرحلة فيجب الابتعاد عند نقد أفكار الآخرين، عوضاً عن ذلك يتم تشجيع الفريق على تطوير الأفكار غير المألوفة. بعد ذلك على الفريق اختيار عدد محدد من الأفكار المناسبة لتقييمها، حيث يتم تحليل كل فكرة مقترحة بطريقة نظامية؛ لبرهنة إمكانية تطبيقها ومدى فعاليتها في تلبية الاحتياجات. ومن ثم يتم بناء النموذج واختباره، بعدها يتم وضع اللمسات الأخيرة وإنتاجه.

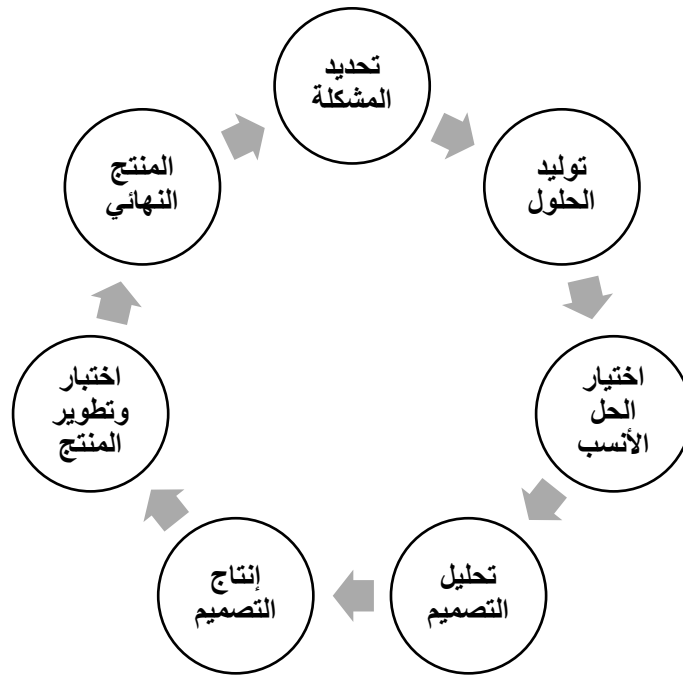
و فصل لتروابردو وآخرين (Lettero-Perdue et al, 2013) خطوات التصميم الهندسي وخصائصها كما في جدول (١).

جدول (١) نموذج لتروابردو وآخرين (Lettero-Perdue et al, 2013) للتصميم الهندسي

الخطوة	التوصيف
مراجعة ملخص التصميم	• ما المشكلة التي تحاول حلها؟ • ما الهدف من الحل المصمم؟ • ما القيود التي يجب الالتزام بها عند الحل؟ • ما المعايير التي يجب استخدامها لتقييم مدى نجاح الحل المصمم؟
تحديد المعرفة العلمية المرتبطة	• ما الموضوعات العلمية المرتبطة؟ • ما الذي تحتاجه للتقدم في التصميم ؟
العصف الذهني	• العصف الذهني لأفكار وحلول عديدة وتسجيلها مع التوضيح
اختيار وتطوير فكرة (حل)	• المقارنة بين الحلول وتقييمها. • اختيار الحل الأنسب وفق المعايير ويحل المشكلة في ظل القيود والمحددات.
التخطيط	• رسم مخطط توضيحي مفصل للمنتج المصمم. • وضع قائمة بجميع الأدوات والمواد اللازمة لتصميم المنتج.
الإنشاء والاختبار	• إنشاء المنتج واختباره.
التحسين	• مناقشة نقاط القوة والضعف في المنتج وكيف يمكن تحسينه. • استخدام الخطوات السابقة من عملية التصميم الهندسي لتحسين المنتج. • إعادة هذه الخطوة كلما دعت الحاجة للتحسين.
التأمل والعرض	• التأمل في عملية التصميم الهندسي والعلاقة بين المنتج المصمم والمعرفة العلمية. • إعداد وتقديم عرض للمنتج.

كما وضع مونسون وبيسر (Monson & Besser, 2015) نموذج آخر للتصميم الهندسي كما

هي في شكل (٥):



شكل (٥) نموذج مونسون وبيسر (Monson & Besser, 2015) للتصميم الهندسي

حيث تبدأ عملية التصميم الهندسي كما حددها النموذج بتحديد المشكلة وتوليد الحلول الممكنة من خلال العصف الذهني ومن ثم اختيار الحل الأنسب من بينها ومن ثم تحليل التصميم قبل انتاجه ومن ثم اختبار وتطوير المنتج وذلك قبل انتاج التصميم النهائي.

ووضع ديفل رانجل (Davila Rangel, 2010) نموذجاً عاماً للتصميم الهندسي واعتبره نموذجاً شاملاً لنماذج التصميم الهندسي المختلفة، وجدول (٢) يوضح مراحل النموذج.

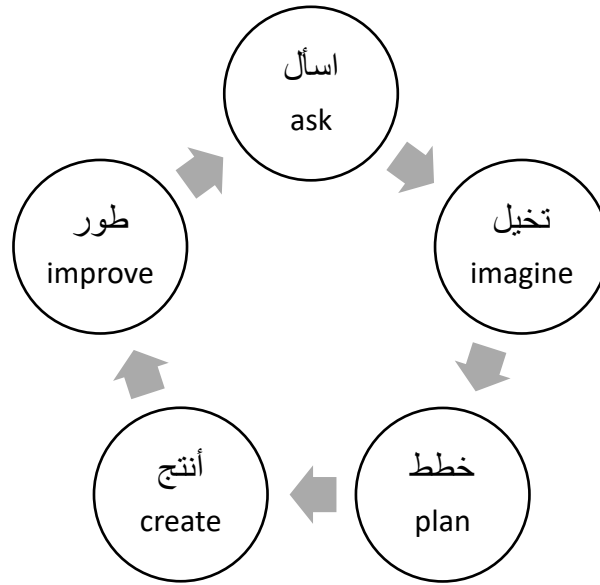
جدول (٢) نموذج ديفل رانجل (Davila Rangel, 2010) الشامل للتصميم الهندسي

الحاجة / المشكلة	قبل التصميم
التعرف على المشكلة	في أثناء التصميم
التحليل	
الإنتاج/ الإبداع	
التركيب	بعد التصميم
الحل	

ويؤكد كلا من كروس وكوربت (Cross, 2000; Corbett, 2012) أنه على الرغم من تعدد نماذج التصميم الهندسي إلا أنها جميعا تضم أربعة مراحل أساسية، وهي:

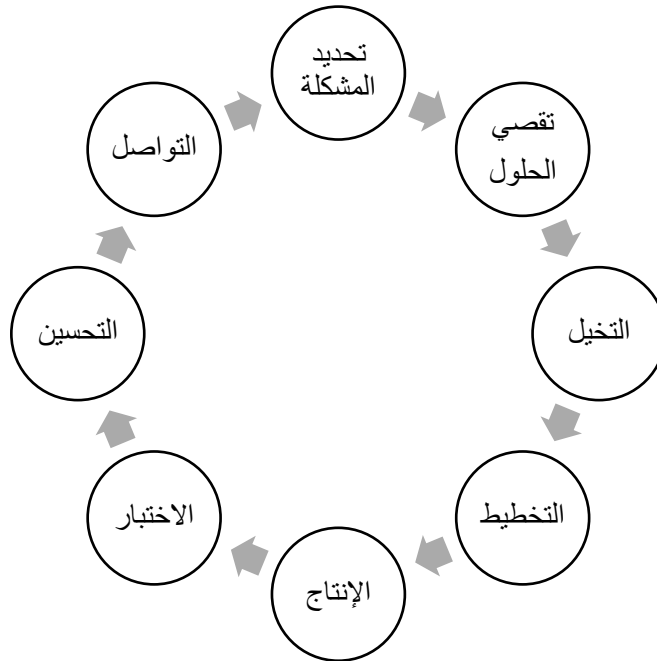
١. التخطيط (تحليل المشكلة): وهي عملية تحديد المهمة أو المشكلة من خلال تحديد مواصفات التصميم، وهي خصائص الحل أو المنتج التي يحددها الزبون، وتحديد متطلبات التصميم وهي الخصائص التكنولوجية والفنية للمشكلة.
٢. التصميم النظري للحلول (توليد الحلول): حيث يتم تحديد وظيفة المنتج النهائي، ووضع قائمة بالحلول الممكنة للمشكلة، ومن ثم الجمع بين الحلول باستخدام المخططات والخرائط الذهنية، بعدها يتم تقييم البدائل المطروحة ومن اختيار أنسب الحلول.
٣. بناء المنتج: يتم في هذه الخطوة بناء نموذج سواء بالرسم أو التجسيد، ومن ثم تقييمه، وبناءً عليه يتم بناء المنتج النهائي.
٤. عرض المنتج: حيث يتم التواصل لعرض المنتج وتقييمه، ومن ثم تحسينه بناءً على التغذية الراجعة.

المتفحص للنماذج السابقة يجد أنها جميعا تبدأ بتقصي مشكلة ما أو احتياج ما وذلك من خلال تحديد المشكلة والبحث عن العوامل المؤثرة فيها والحلول المتاحة، ومن ثم عصف ذهني للحلول المختلفة، بعدها يتم اختيار الحل الأنسب بناءً على محددات حلها كالمواد المتاحة والزمن المحدد بالإضافة إلى مراعاة معايير حلها والتي تتمثل في متطلبات التصميم الناجح وتشمل الوظائف التي يتوقع من التصميم أن يؤديها، بعدها يتم تصميم نموذج واختباره بناءً على المعايير المحددة مسبقاً، بناءً عليه قد تظهر مشكلة جديدة بحاجة إلى تتبع خطوات التصميم الهندسي، ومن خلال اطلاع الباحثة على العديد من نماذج التصميم وجدت أن مراحل عملية التصميم تعتمد على الفئة المستهدفة، ففي المراحل المبكرة في التعليم يفضل استخدام نماذج بسيطة، وبالتالي يسهل على المتعلم تتبعها، فمثلاً في البرنامج الذي وضعه متحف العلوم بمدينة بوسطن الأمريكية (Museum of Science of Boston, 2016) لبرنامج مغامرات هندسية (Adventure Engineering) وهو برنامج مخصص للمتعلمين في الصفوف من الثالث إلى الخامس تم استخدام نموذج عملية التصميم الهندسي المبين في شكل الآتي:



شكل (٦) عملية التصميم الهندسي في برنامج مغامرات هندسية
(Museum of Science of Boston, 2016)

حيث ضم النموذج خمس خطوات تبدأ بطرح أسئلة عن المشكلة، ثم تخيل الحلول، وبعدها التخطيط للحل وإنتاجه ومن ثم تطويره إن لزم الأمر، بينما في برنامج الهندسة في كل مكان (Engineering Every Where) وهو البرنامج المستخدم في الدراسة الحالية تم استخدام النموذج المبين في شكل (٧) حيث ضمن خطوات أكثر من النموذج السابق.



شكل (٧) نموذج التصميم الهندسي في برنامج الهندسة في كل مكان (Museum of Science of Boston, 2016)

يتبين من خلال النموذج أن خطوات التصميم صارت أكثر تفصيلاً، فتضمنت تقصي الحلول السابقة للمشكلة، والتواصل مع الآخرين بهدف تحسين المنتج وتطويره، وهذا النموذج يتشابه إلى حد ما مع النموذج الذي وضعه لترابردو وآخرين (Lettero-Perdue et al, 2013) وأيضاً يتشابه مع نموذج مونسون وبيسر (Monson & Besser, 2015) .

عادات العقل

تسعى التربية الحديثة إلى التركيز على تنمية عادات العقل، لما لها من أهمية في زيادة فعالية التعليم وتسهيل عملية التعلم، وتساعد المتعلمين على توظيف الخبرات التي تعلموها في المستقبل. فبينما يهتم التعليم التقليدي بعدد الأسئلة التي يستطيع المتعلم الإجابة عنها، نجد أنّ التدريس المرتكز على عادات العقل يهتم بكيفية تصرف المتعلم عندما لا يستطيع الإجابة عن سؤال، فعند تنمية عادات العقل يكون الاهتمام منصبا على تنمية قدرات المتعلم على إنتاج المعرفة بدلا من إعادة استخدامها وتذكرها (الحارثي، ٢٠٠٢)، وقد تم استخدام مصطلح عادات العقل من قبل بعض التربويين مثل ريسنك (Resnick, 1999) لوصف جوانب الذكاء، وصادق على هذا المصطلح بعض التربويين الأمريكيين مثل كوستا وكاليك (Costa & Kallick, 2000)، حيث وضحا بأنّها تمثل السلوك الذي يقوم به الفرد للتعامل بنجاح مع المشكلات والمواقف غير المتوقعة، وفي المملكة المتحدة أنشأت كلاكستون (Claxton, 2002) منحى للتدريس أسمته: بناء طاقة التعلم (Building Learning Power [BLP]) والتي ضمت سبع عشرة عادة عقلية.

وتستند عادات العقل إلى النظرية المعرفية من خلال تركيزها على العمليات التي تحدث داخليا في عقل المتعلم كالتفكير، والتخطيط، واتخاذ القرار أكثر من تركيزها على الاستجابات الظاهرية للمتعلّم، حيث تركز على الكيفية التي يتصرف فيها المتعلم عندما لا يعرف الإجابة، وذلك من خلال ملاحظة قدرة المتعلم على إنتاج المعرفة أكثر من قدرته على استرجاعها وتذكرها (العطيان، ٢٠١٢).

وتدعو نظرية العادات العقلية إلى الالتزام بتنمية عدد من الإستراتيجيات الذهنية والتي أطلق عليها مسمى العادات العقلية، حيث تؤمن النظرية بوجود ثوابت تربوية ينبغي التركيز على تنميتها وتحويلها إلى سلوك متكرر ومنهج ثابت في حياة المتعلم (الحارثي، ٢٠٠٢). وذكر عياصرة (٢٠١٢) أن عادات العقل تسهم في تنظيم المخزون المعرفي للمتعلّم، وإعادة تنظيم أفكاره بفعالية، وتدريبه على تنظيم الخبرات والمعارف بطرق جديدة، والنظر إلى الأحداث

والمشكلات بطريقة غير مألوفة فهي تتيح للمتعلم المرونة في البحث عن حل للمشكلات والمثيرات التي يجهلها.

وقد تم تقديم العديد من التعريفات لعادات العقل في الأدب التربوي، فقد وضع كوستا وكاليك (Costa & Kalick, 2002) أنَّ العادات العقلية عبارة عن مجموعة التصرفات التي يقوم بها الفرد عند التعامل بنجاح مع المشكلات غير المتوقعة، وهذه التصرفات توضح خريطة السلوك الذكي. وأشار رينسك (Resnick, 1999) إلى أنَّ الذكاء هو محاولة فهم الأشياء باستمرار، ومحاولة جعلها تعمل بشكل أفضل، وهو القدرة على حل المشكلات باستخدام إستراتيجيات مختلفة حتى الوصول إلى حل عملي، فذكاء الشخص يعبر عن عادات العقل لديه. وذكر الحارثي (٢٠٠٢) أن عادات العقل هي التي تدير وتنظم العمليات العقلية، وذكر فتح الله (٢٠٠٩) بأنَّها اتجاه عقلي يعطي سمة واضحة لنمط سلوكيات الفرد، حيث يستخدم خبراته السابقة ويستفيد منها لتحقيق الهدف المطلوب، ووضح العتيبي (٢٠١٣) أن العادات العقلية هي أنماط من السلوكيات الذكية التي تدير، وتنظم العمليات العقلية، وتتكون هذه السلوكيات من خلال استجابة الفرد على مشكلات تحتاج إلى تفكير، فتنحول إلى عادات نتيجة ممارستها بشكل متكرر. ووضح سعيد (٢٠٠٦) أهمية اكتساب المتعلمين لعادات العقل، حيث أنها:

- تتيح فرصة للمتعلم لرؤية مسار تفكيره واكتشاف كيفية عمل عقله في أثناء حل المشكلات.
- تتيح فرص عملية يتمكن المتعلم من خلالها ممارسة عادات العقل في أثناء التعلم.
- تساعد المتعلم على تعديل العادات العقلية غير المنتجة بالنسبة له.
- يكتسب المتعلم عادات مفيدة لحياته، مثل: الإصرار والمثابرة لإنهاء أعماله، وعادة العقل المنفتح للتعلم.
- يتدرب المتعلم من خلالها على التخطيط بدقة في ضوء متطلبات المهمة التي يقوم بها، ووفق معايير يضعها لتقييم عمله.
- تشجيع المتعلم على امتلاك الإرادة تجاه استخدام القدرات والمهارات العقلية في جميع الأنشطة التعليمية والحياتية حتى يصبح التفكير عادة له.
- تساعد المتعلم على اكتساب القدرة على مزج مهارات التفكير الناقد والإبداعي، بالإضافة إلى قدرات التنظيم الذاتي للوصول إلى أفضل أداء.
- ويؤكد كوستا وجامستون (Costa & Gamston, 2001) أن تنمية عادات العقل وتعزيزها لدى المتعلم يتطلب من المؤسسات التربوية توظيف أساليب وطرائق تدريبية وأنشطة

تعليمية متنوعة، وهذا يتفق مع الوصف الذي قدمه الحارثي (٢٠٠٢) للبيئة التعليمية التي تساعد على تنمية العادات العقلية بصورة سليمة حيث أنها لا بد أن تتصف بالآتي:

- أن يؤمن المعلم بقدرة جميع المتعلمين على التفكير.
 - الوعي بأن التفكير هو هدف تربوي يجب السعي لتحقيقه.
 - طرح مشكلات تتحدى قدرات المتعلمين التفكيرية.
 - خلق البيئة التعليمية من التهديد وتحمل الأخطار.
 - إيجاد بيئة تعليمية غنية بالمشيرات.
 - عرض النشاطات التي تنمي الذكاء بطريقة متوافقة مع المستوى العقلي للمتعلم.
- مما سبق يمكن الخلاصة إلى ضرورة تركيز أهداف التربية الحديثة على تنمية عادات العقل، وإعداد معلمين قادرين على تنمية العادات العقلية وقياسها، بالإضافة إلى تهيئة البيئة التعليمية ككل، فالتركيز على تنمية العادات العقلية ينتج أفراداً قادرين على توليد المعرفة في المواقف المختلفة، وبالتالي إنتاج أفراد لديهم القدرة على التعلم مدى الحياة والتعامل مع المشكلات، والقضايا الاجتماعية والعالمية.

تصنيفات عادات العقل

وردت تصنيفات مختلفة لعادات العقل في الأبحاث والدراسات التربوية، منها: تصنيف مارزانو وآخرون المضمن في العطيان (٢٠١٢) حيث أطلق عليها مسمى " العادات العقلية المنتجة"، وتضمن:

١. التنظيم الذاتي، وتضمن مهارات: إدراك التفكير الذاتي، والتخطيط، وإدراك المصادر اللازمة، والحساسية تجاه التغذية الراجعة، وتقييم فعالية العمل.
٢. التفكير الناقد، وتضمن مهارات: الالتزام بالبحث عن الدقة، والبحث عن الوضوح، والانفتاح العقلي، ومقاومة التهور، واتخاذ المواقف والدفاع عنها، والحساسية اتجاه الآخرين.
٣. التفكير الإبداعي، وتضمن مهارات: الانخراط بقوة في مهمات لا تكون إجاباتها واضحة، وتوسيع حدود المعرفة والقدرات، وتوليد معايير التقويم الخاصة بها والمحافظة عليها، وتوليد طرق جديدة للنظر خارج نطاق المعايير السائدة.

وهناك من صنف عادات العقل إلى ستة عشر سلوكا ذكيا تظهر في سلوك المتعلم في أثناء عملية التعلم كما يأتي (Costa & Kallic, 2002):

١. المثابرة.
٢. التحكم بالتهور.
٣. الاستماع بفهم وتعاطف.
٤. التفكير بمرونة.
٥. الاستعداد الدائم للتعلم المستمر.
٦. التفكير حول التفكير.
٧. الكفاح من أجل الدقة.
٨. التساؤل وطرح المشكلات.
٩. تطبيق المعارف السابقة على أوضاع جديدة.
١٠. التفكير والتوصيل بوضوح ودقة.
١١. جمع البيانات باستخدام الحواس.
١٢. التفكير التبادلي.
١٣. التجديد والتصور والابتكار.
١٤. الاستجابة بدهشة ورهبة.
١٥. تحمل مسؤولية المخاطرة.
١٦. إيجاد الفكاهة.

وبالرغم من تعدد تصنيفات عادات العقل، إلا أنها تظهر كسلوك عند مواجهة مشكلة ما أو موقف جديد بالنسبة للفرد، وبعض هذه العادات يظهر في بداية الموقف كعادة تطبيق المعارف السابقة، والتحكم بالتهور، والتساؤل وطرح المشكلات، وبعضها يظهر في أثناء حل المشكلة، كعادة التفكير بمرونة، والاستعداد الدائم للتعلم، والكفاح من أجل الدقة، وجمع البيانات باستخدام الحواس، وبعضها يظهر أثناء التواصل لحل المشكلة، كعادة الاستماع بفهم وتعاطف، والتفكير حول التفكير، والتفكير التبادلي.

عادات العقل الهندسية

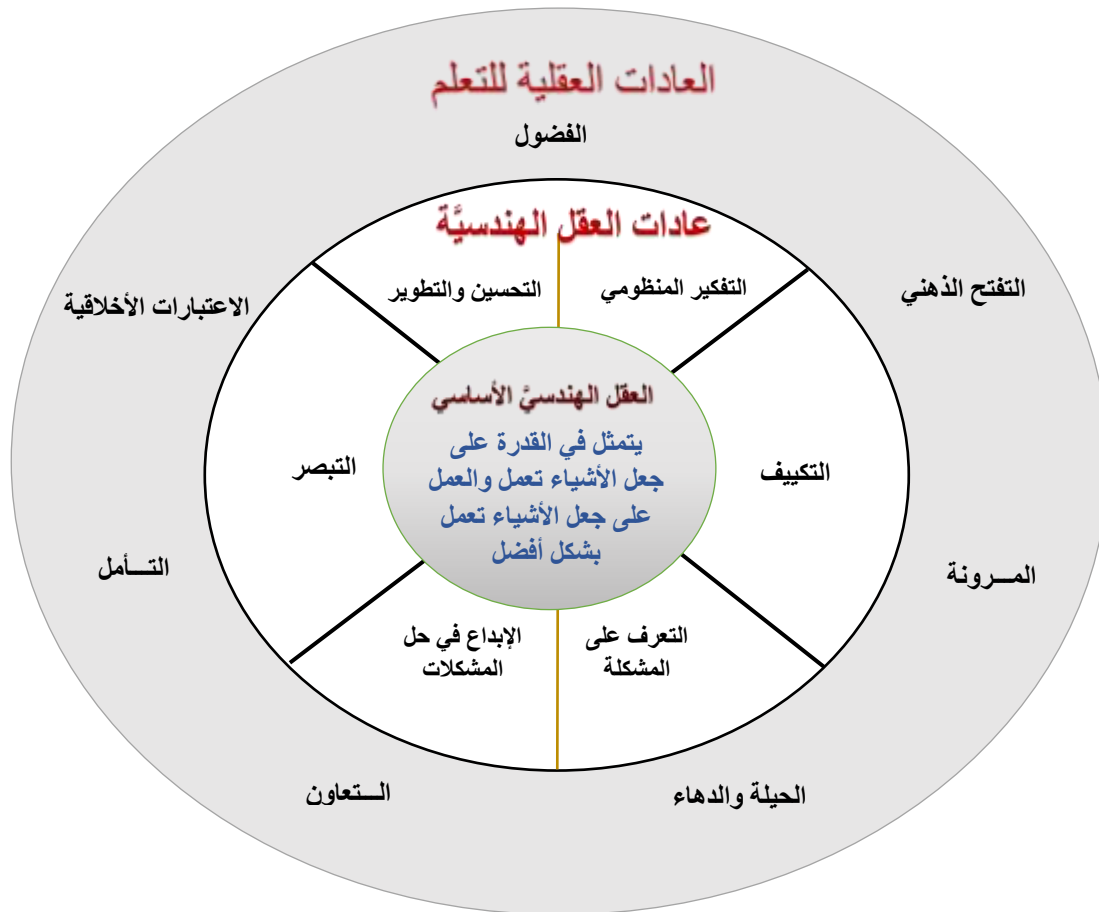
إنَّ فهم آلية عمل دماغ المهندس والعادات العقلية الهندسية يمكن أن يسهم بشكل فعال في تحسين عملية التعلم والتعليم في المدارس والمعاهد والجامعات مما يكفل توفير مخرجات جيدة من المهندسين مستقبلا، لديهم عادات عقلية تمكنهم من التعامل مع التحديات الهندسية المختلفة (Lucas & Hanson, 2014)، وعادات العقل الهندسية، وهي الممارسات، وطرق التفكير المرتبطة بالهندسة، وهي أساسية لكل مواطن للعمل والحياة في القرن (٢١) (Katehi; Pearson & Feder, 2009). وأوصى المجلس الوطني للبحث (National Research Council [NRC,2010]) بالولايات المتحدة الأمريكية بضرورة تعزيز مهارات العقل الهندسية لدى المتعلمين، لإنتاج أفراد أكثر قدرة على الابتكار ومواجهة القضايا والتحديات الهندسية المختلفة.

وتوضح البحوث والدراسات التربوية وجود نموذجين لعادات العقل الهندسية، النموذج الأول وهو الذي حددته الأكاديمية الأمريكية للهندسة (National Research Center, 2012) كما يوضحه جدول (٣).

جدول (٣) نموذج (NAE) لعادات العقل الهندسية (National Research Center, 2012)	
العادة العقلية	توصيفها
١. التفكير المنظومي	القدرة على إدراك العلاقات الأساسية في الأنظمة المختلفة في العالم التكنولوجي والقدرة على إدراك إمكانية حدوث آثار غير متوقعة للأنظمة، وأن هذه الآثار لا يمكن التنبؤ بها من خلال سلوك جزء من أجزاء النظام.
٢. الإبداع	تقديم تصاميم ذكية ومبتكرة واتباع نهج فريد من نوعه لتعزيز المشروع.
٣. التفاؤل	الإيمان بالقدرة على حل جميع التحديات، وإمكانية تحسين وتطوير أي نوع من أنواع التكنولوجيا.
٤. التعاون	تعكس وجهة النظر الهندسية لعمل الفريق فهو يعمل كفريق رياضي، حيث يتم الاستفادة من المعرفة لدى جميع أعضاء الفريق ووجهات نظرهم وقدراتهم لمواجهة تحديات التصميم.
٥. التواصل	القدرة على التواصل لفهم الاحتياجات المطلوبة وتوضيح وشرح التصميم النهائي.
٦. الأخذ بالاعتبارات الأخلاقية	القدرة على تحليل الآثار المترتبة للهندسة والتكنولوجيا على الإنسان والبيئة، مثل: الآثار غير المتوقعة للتكنولوجيا، وإيجابيات وسلبيات الجماعات المختلفة والقضايا العالمية.

حيث يضم هذا النموذج ست عادات عقل هندسية هي التفكير المنظومي، والإبداع، والتفاؤل، والتعاون، والتواصل، والأخذ بالاعتبارات الأخلاقية.

أما النموذج الثاني فهو النموذج الذي وضعه مركز التعلم للعالم الواقعي (Center of Real World Learning [CRL]) الموضح في لوكوس وهانسون (Lucas & Hanson, 2016) كما يبينه شكل (٨).



شكل (٨) نموذج (CRL) لعادات العقل الهندسية (Lucas & Hanson, 2016)

حيث تم وضع عادات العقل الهندسية الأساسية في المركز، وهي العادات التي يحتاجها المهندس لصنع الأشياء أو لتحسين عملها، وتشمل: التعرف على المشكلة، والتبصر، والتطوير والتحسين، والإبداع في حل المشكلات، والتكيف، والتفكير المنظومي، ووضع في الإطار الأوسع للعادات العقلية للتعلم، وتشمل: الفضول، والتفتح الذهني، والمرونة، وسعة الحيلة، والتعاون، والتأمل، والأخذ بالاعتبارات الأخلاقية.

ويوضح جدول (٤) التوصيف العام لعادات العقل الهندسية كما حددها مركز التعلم للعالم الواقعي (CRL).

جدول (٤) التوصيف العام لعادات العقل الهندسية كما وضحتها (CRL)

العادة العقلية الهندسية	توصيفها
التعرف على المشكلة (problem – finding)	تتمثل في إمكانية تحديد المشكلة بدقة ووضوح، وتحديد الاحتياجات والمعايير اللازمة لحلها، والبحث عن المعلومات المرتبطة بها والحلول السابقة التي تمّ طرحها ولها علاقة بالمشكلة.
التبصر (visualizing)	يتمثل في استخدام الرسوم والنماذج والعبارات التوضيحية والخرائط الذهنية للتعبير بشكل مفصل ودقيق عن مشكلة ما وآلية حلها والتصاميم المقترحة للحل.
التحسين والتطوير (improving)	يتمثل في التعبير عن الحاجة للتحسين والتطوير ووضع خطة مفصلة لآلية تطوير التصميم والتعبير عنها باستخدام المخططات والرسوم التوضيحية وتوضيح دور التجريب والتواصل في التحسين والتطوير.
الإبداع في حل المشكلات (creative problem solving)	يتمثل في اتباع خطوات التصميم الهندسي لوضع خطة مفصلة لحل المشكلة وطرح الحلول الإبداعية لحلها والموازنة بين الاحتياجات والمعايير، لاختيار الحل الأمثل، وتوضيح مبررات قوية لاختيار الحل الأمثل.
التكيف (adaptability)	يتمثل في القدرة على اتباع خطوات التصميم الهندسي لحل أي مشكلة هندسية، وتعديل التصميم واختباره وتحسينه، وفقا لتغيير ما في معطيات المشكلة.
التفكير المنظومي (systems thinking)	يتمثل في التفكير بالنظام بشكل متكامل وتحديد مكوناته والعلاقات بينها وتحديد العمليات التي تحدث داخل النظام وأثرها على عمل النظام.

وفي الدراسة الحالية تم استخدام نموذج (CRL) كونه أكثر تركيزا على وصف العمليات العقلية التي تحدث في عقل المتعلم من جهة ومن جهة أخرى إمكانية ملاحظة وقياس هذه العادات في فترة زمنية قصيرة نسبيا فيمكن ملاحظة وقياس القدرة على التعرف على المشكلة والتبصر والتعبير عن التحسين والتطوير والتكيف بينما يصعب ملاحظة وقياس عادة التفاؤل والتواصل والتي تعد من ضمن عادات العقل الهندسية حسب توصيف نموذج (NAE). بالإضافة إلى ذلك فقد تم وضع نموذج (CRL) بناء على نموذج (NAE) بالإضافة الأخذ بعادات العقل العلمية والرياضية مما أنتج نموذج ضم العادات العقلية للتعلم وعادات العقل الهندسية وعادات العقل الهندسية الأساسية وهي التي تم التركيز عليها في هذه الدراسة.

وفيما يلي توصيف لهذه العادات العقلية الستة وكيف يمكن تطوير تعلمها داخل النظام التعليمي: **التفكير المنظومي:** وهو تفكير شامل لجميع عناصر الموقف وتفاعلها مع بعضها (مصطفى، ٢٠٠٩)، فيتطلب القدرة على رؤية النظام ككل وكأجزاء، وكيف ترتبط أجزاءه ببعضها، وتحديد العلاقات المتبادلة، وتحديد النمط الشامل للنظام (Lucas, & Claxton, 2014)، وهو أيضا القدرة

على إيجاد روابط بين أجزاء مختلفة من نظام أكبر؛ لتحديد كيف أن تغيير جزءاً واحداً قد يؤثر على أجزاء أخرى من النظام (Strong, 2013).

ويشمل التفكير المنظومي نوعين من التفكير هما: التفكير التحليلي، والتفكير التركيبي في آن واحد (الكبيسي، ٢٠١٠)، فيجب أن يدرك المتعلم أن النظام مكون من عدد من الأجزاء (تركيبي)، وأن هذه الأجزاء ترتبط مع بعضها بعلاقات، وتغيير أحدها يؤثر على النظام ككل (تحليلي). كما أن التفكير المنظومي يوضح "قدرة الفرد على تكوين نماذج ومنظومات للأشياء والأحداث من حوله، وهذه النماذج أو المنظومات هي تمثيلات للحقيقة يتم تكوينها من قبل المتعلم وليست الحقيقة نفسها" (الكبيسي، ٢٠١٠، ص ٦٢).

والتفكير المنظومي يستلزم نقلة في المنظور من الأجزاء إلى الكل، والكل هو أكثر من مجرد مجموع من الأجزاء فهو يضم أيضاً العلاقات بين الأجزاء (الكبيسي، ٢٠١٠). ويكتسب المتعلم هذه العادة العقلية عندما يكون واعياً بأنه يفكر في نظام بأكمله بما يحتويه من أجزاء وعلاقات ويكون لديه القدرة على بناء الأنظمة وتحليلها. ويمكن تنميته من خلال بناء النماذج والمنظومات وتحليلها وتطويرها باستمرار، ففي التصميم الهندسي يتم بناء نماذج كحلول لمشكلات قائمة ويعمل المتعلم على تطوير هذه النماذج من خلال إدراك أجزائها ومكوناتها، والعلاقات بينها.

ويعد التفكير المنظومي أحد المهارات الهندسية العملية ويشمل مهارات التحليل والتقصي (الأسباب والآثار) و التنبؤ بما سيحدث (Strong, 2013)، وقد أكدت كل من مؤسسة الاعتماد الأكاديمي للهندسة والتكنولوجيا (Accreditation Board for Engineering and Technology [ABET]) والأكاديمية الوطنية للهندسة في الولايات المتحدة الأمريكية (National Academy of Engineering [NAE]) (ABET, 2011; National Academy of Engineering 2005) الدور الأساسي للتفكير المنظومي في التصميم الهندسي. وفي دراسة ليرد ولام وتانك وتشوي (Lippard; Lamm; Tank & Choi, 2019) لملاحظة ظهور عادات العقل الهندسية لدى الأطفال في التعليم قبل المدرسي تبين أن عادة التفكير المنظومي كانت الأعلى ظهوراً لارتباطها بتوفير الفرص للمتعلم، لاستكشاف المواد المختلفة وخصائصها والعلاقات بينها.

ويمكن تنمية عادة التفكير المنظومي لدى المتعلم من خلال العديد من الإستراتيجيات (Lucas & Hanson, 2014)، كاستخدام النماذج والألعاب الإلكترونية فيمكن للمتعلم تغيير أحد أجزاء النظام، ويلاحظ الأثر الناتج على النظام، بالإضافة إلى استخدام خرائط المفاهيم والرسوم البيانية لتغيير السلوك عبر الزمن ومخططات الحلقات السببية.

وتتم إجراء العديد من الدراسات لبحث فاعلية استخدام التصميم الهندسي في تنمية التفكير المنظومي، منها: الدراسة النوعية التي أجراها لامي (Lammi, 2011)، لبحث أثر استخدام التحديات الهندسية على تنمية التفكير المنظومي لدى طلبة المرحلة الثانوية مستخدماً تحليل البروتوكول اللفظي للتسجيلات الصوتية وتسجيلات الفيديو، بالإضافة إلى المقابلات شبه المفتوحة وتحليل رسومات الطلبة، وتوصلت نتائج الدراسة إلى فعالية التحديات الهندسية في تنمية التفكير المنظومي لدى المتعلمين، وهذا يتفق مع نتائج الدراسة التي قامت بها غانم (٢٠١٣) لبحث فعالية برنامج قائم على (STEM) في تنمية التفكير المنظومي لدى طلبة المرحلة الثانوية. وفي دراسة لكل من جيرو ودانيو (Gero & Danino, 2016) لبحث فعالية التصميم الهندسي على دافعية طلبة المرحلة الثانوية نحو العلوم والهندسة، وعلى مهارات التفكير المنظومي لديهم، حيث عمل المتعلمون في فرق لإنتاج محركات كهربائية، وتوصلت الدراسة إلى الأثر الإيجابي للتصميم الهندسي في تنمية مهارات العمل الجماعي واتجاهات الطلبة نحو العلوم والهندسة، كما بينت نتائج الدراسة أن مستوى مهارات التفكير المنظومي ارتفعت بشكل ملحوظ لدى الطلبة.

التعرف على المشكلة: وتضم عملية حل المشكلات مرحلتين أساسيتين، هما: تحديد (تعريف) المشكلة وحل المشكلة (Mayer, 1999) ومن المهم تحديد المشكلة قبل الشروع في حلها (Harlim & Belski, 2013). فالتعرف على المشكلة يتطلب تعريف وفهم وتحديد المشكلة (Harlim & Belski, 2013)، ويتطلب وصفها بدقة وتمييزها عن سواها (صالح، ٢٠١٦)، وتعتبر هذه الخطوة من أهم مراحل حل المشكلات فعليها يتوقف حل المشكلة بشكل مناسب، فالأخطاء التي تحدث في حل المشكلات غالباً ما تكون مرتبطة بضعف تحليل وتحديد المشكلة (Litzinger et al., 2010) وهذا يتفق مع الدراسة التي قام بها سوك وجين (Sobek & Jain, 2004) حيث تبين وجود علاقة قوية بين رضا العميل والذي يستخدم كمؤشر على جودة المنتج وبين مستوى الأنشطة المرتبطة بتحديد المشكلة. ففهم المشكلة بشكل واضح مهم جداً لحلها، خاصة في المشكلات المعقدة (Chi & Glaser, 1985).

وتتطلب هذه العادة العقلية استخدام العديد من مهارات التفكير؛ لتقصي المشكلة كمهارة طرح الأسئلة والاستكشاف والبحث وإعادة صياغة المشكلة لمعرفة ما إذا كان يتعامل مع أعراض ناتجة عن المشكلة أو السبب الكامن وراء المشكلة (Lucas & Hanson, 2014). ويجب تدريب المتعلم على هذه العادة عوضاً عن تقديم مشكلات جاهزة لحلها، فيجب تدريبه على آلية تحديد المشكلة والتعرف عليها، ومن الإستراتيجيات المحفزة لنمو هذه العادة العقلية استراتيجية (أنظر - فكر - اسأل) حيث يتم عرض مشكلة هندسية ذات بعد عالمي أو اقتصادي أو

اجتماعي ويتم طرح ثلاثة أسئلة هي: ماذا ترى؟ وماذا تعتقد بخصوص المشكلة؟ وما الذي يجعلك تتساءل وتتعجب؟

وقد أجريت العديد من الدراسات حول سبل وإستراتيجيات تنمية مهارة تحديد المشكلة ففي دراسة رزق (٢٠١٥) لبحث أثر استخدام مدخل (STEM) في تعليم العلوم على تنمية مهارات اتخاذ القرار لدى طلبة السنة الأولى في الجامعة توصلت النتائج إلى الأثر الإيجابي لاستخدام المدخل في تنمية مهارات إتخاذ القرار ومنها مهارة تحديد المشكلة.

كذلك قامت أحمد (٢٠١٦) بدراسة فاعلية استخدام منهج قائم على مدخل (STEM) في تنمية مهارات حل المشكلات أوضحت نتائج الدراسة الأثر الإيجابي للوحدة المستخدمة في تنمية مهارة تحديد المشكلة حيث بلغت نسبة توافر مهارة تحديد المشكلة لدى طالبات المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي (٥٨,٨%) مقارنة (٣٨,٢%) في التطبيق القبلي للمقياس؛ مما يدل على فاعلية الوحدة المطبقة في تنمية مهارة تحديد المشكلة، وهذه النتائج تتفق مع نتائج دراسة صالح (٢٠١٦) لاستقصاء أثر وحدة مقترحة في ضوء مدخل (STEM) لتنمية مهارات حل المشكلات لدى طلبة الصف الخامس، ومن بين هذه المهارات تحديد المشكلة وجمع المعلومات المرتبطة بها.

التبصر: وهي القدرة على الانتقال من المجرد إلى المحسوس، والقدرة على تصور حلول عملية للمشكلة (Lucas & Hanson, 2014). ولتعزيز هذه العادة العقلية يتم استخدام الرسوم والصور والنماذج، حيث يتم الانتقال من المخططات والرسوم إلى التصميم الفعلي بمهارة وبشكل مستمر. وعملية التصميم الهندسي تتطلب رسم وتخطيط النماذج قبل تحويلها لمنتجات، مما يمكن أن يسهم في تنمية هذه العادة العقلية. كما أنَّ عادة التبصر تستدعي استخدام مهارات التفكير حول التفكير من خلال وضع خطة للعمل وشرح خطوات الإستراتيجيات التي سيستخدمها، من أجل إنتاج المعلومات وتقييم مدى إنتاجية تفكيره.

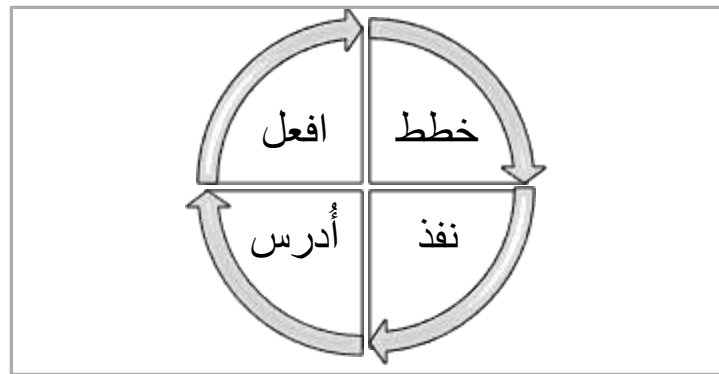
ومن الإستراتيجيات التي تستخدم في تنمية هذه العادة العقلية (Lucas & Hanson, 2016):

- التفكير بصوت مسموع.
- النمذجة.
- التدريب الذهني لمهام عملية.
- القصص المصورة.
- استخدام الخرائط الذهنية والرسوم البيانية.
- الألعاب الإلكترونية.

وفي دراسة حول فاعلية استخدام طابعات ثلاثية الأبعاد في (٢١) مدرسة ابتدائية في المملكة المتحدة، لتعزيز تعليم (STEM) تبين أن استخدام هذا النوع من الطابعات مكن المتعلمين من رؤية تصاميمهم ثلاثية الأبعاد، وساعدهم على فهم المعارف العلمية والرياضية المرتبطة بالتصاميم، وفي الوقت ذاته ساعدتهم على تحسين التصاميم (Department for Education, 2013).

وفي دراسة لغانم (٢٠١٥) لبحث فاعلية وحدة مقترحة في التكنولوجيا الخضراء قائمة على التصميم التكنولوجي على تنمية مهارات تصميم النماذج التكنولوجية لدى طلبة الصف الثالث ثانوي تبين أثرها الإيجابي على هذه المهارات، ومن بينها مهارة تكوين رؤية عن نموذج التصميم.

التحسين والتطوير: فالعمل الدؤوب على تحسين التصاميم من خلال التجريب والتخطيط والرسم والتخمين والتجريب التفكير، كل ذلك من المتوقع أن يسهم في تنمية عادة التحسين والتطوير لدى المتعلم. فالتركيز على المتعلم وتدريبه على مهارات طرح الأسئلة، والتحليل والتفكير التأمل، والتفكير الناقد، بالإضافة إلى تدريبه على استخدام إستراتيجيات التحسين والتطوير، مثل: دورة تحسين الجودة (PDSA) Plan- Do -Study- Act (خطط – نفذ – أدرس- افعل)، والتي استخدمت في شركات التصنيع في النصف الثاني من القرن الماضي كما هو مبين في شكل (٩) (Lucas & Hanson, 2014).



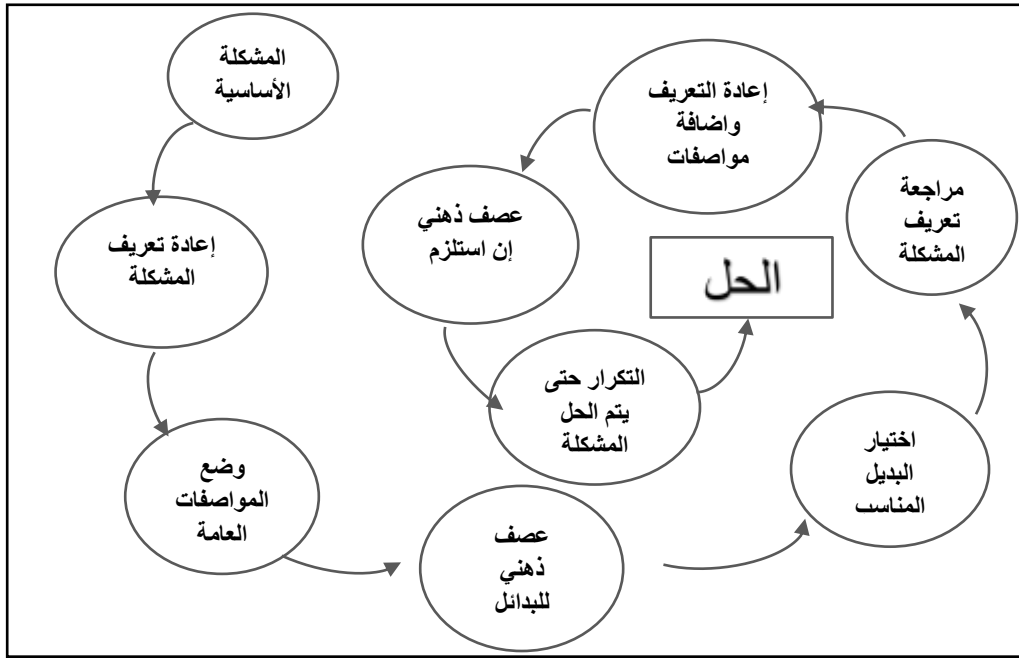
شكل (٩) دورة تحسين الجودة (PDSA)

فعند الإقدام على تحسين المنتج أو التصميم يبدأ المتعلم بالتخطيط والتحليل ووضع الفرضيات لهذا التحسين والتعديل، وبعدها يبدأ في وضع خطة التنفيذ، ومن ثم يدرس ويتأمل

ويراجع نقاط القوة والضعف في هذه التعديلات، وأخيرا يعمل على التطبيق، وإن استلزم الأمر فهو يخطط لتعديل جديد، وهكذا تستمر الدورة بهدف التحسين والتطوير المستمر. وظهرت عدة إستراتيجيات تسهم في تنمية هذه العادة، أحدثها إستراتيجية العبث (tinkering) والتي ظهرت في عدة دراسات خاصة بالتعليم الهندسيّ (Hanson, 2017)، وهذه الإستراتيجية مناسبة لوصف ممارسة المهندسين كونها تشير إلى التقصي من خلال التلاعب والعبث بهدف التحسين والتطوير، وعرفته برانندت وآخرين (Brandt; Guo; Lewenstein; Dontcheva & Klemmer, 2009) بأنه عملية اختبار التغييرات الطفيفة، وهذه التغييرات يمكن أن تسهم بشكل كبير في تحسين المنتج.

الإبداع في حل المشكلات: عند طرح مشكلة جديدة على المتعلم، فمن الملاحظ أنه غالبا ما يسارع إلى قول أول جواب يخطر على ذهنه دون تفكر أو تأنٍ، وفي بعض الأحيان يبدأ المتعلم بالعمل والتجريب قبل معرفة التعليمات، ودون وضع خطة إستراتيجية منظمة للتعامل مع المشكلة، كما يصدر البعض تقييما لفكرة قبل أن يفهمها، وقد يأخذ بأول اقتراح أو فكرة ويعمل بموجبها دون التفكير وتحليل البدائل الأخرى والنتائج التي قد تتجم عنها (كوستا وكاليك، ٢٠٠٣). لذلك لا بدّ من تدريب المتعلم على مهارة حل المشكلات، وذلك من أجل إعداد أجيال قادرة على العمل في مختلف الميادين مستقبلا ولديها القدرة على حل مشكلات مجتمعاتها والدفع بعجلة التقدم (Saavedra & Opfer, 2012).

ويعرف يوسف (٢٠١٥) حل المشكلات بأنها نشاط عقلي يتضمن مجموعة من العمليات وتبدأ عادة بتحديد الهدف ومحاولة التغلب على الصعوبات، مستخدما ما لديه من معلومات ومهارات من أجل تحقيق الهدف، وفي بعض الدراسات يتم استخدام حل المشكلات كمرادف للتصميم الهندسي (Lucas & Hanson, 2016)، فعملية حل المشكلات من صميم التصميم الهندسي (Pecen; Humston, & Yildiz, 2012) ويوضح شكل (١٠) الدورة النموذجية لحل المشكلات (Lucas & Hanson, 2014).



شكل (١٠) الدورة النموذجية لحل المشكلات الهندسية (Lucas & Hanson, 2014)

حيث تبدأ الدورة بعرض مشكلة أساسية، ومن ثم إعادة تعريفها ووضع المواصفات العامة للحل أو المنتج وعصف ذهني للحلول الممكنة واختيار الأنسب منها ثم الرجوع إلى تعريف المشكلة مرة أخرى، وإعادة تعريف المواصفات وعصف ذهني للحلول إن استلزم، ومنها التوصل للحل أو إعادة الدورة مرة أخرى للوصول إلى الحل المناسب.

وأجريت عدة دراسات حول تنمية مهارات حل المشكلات، ففي دراسة قامت بها صالح (٢٠١٦) لبحث أثر وحدة مقترحة في ضوء مدخل (STEM) في تنمية مهارات حل المشكلات لدى طلبة الصف الخامس تبين أثرها الإيجابي على تنمية هذه المهارات، كما قامت أحمد (٢٠١٦) بدراسة مشابهة على طلبة الصف الرابع وتوصلت إلى الأثر الإيجابي لوحدة مصممة في ضوء توجهات (STEM) في تنمية مهارات حل المشكلات لدى المتعلمين.

التكييف: يحدث التكيف بشكل ذهني من خلال إعادة التفكير، وإعادة التفسير ومراجعة العمل، كما يحدث بشكل عملي من خلال استخدام مواد وأدوات أخرى والجمع بينها وتشكيل النموذج وإعادة تشكيله للحصول على المنتجات المطلوبة (Lucas & Hanson, 2014). وعادة التكيف بشكل عام تتطلب قدرة على نقل المعرفة وإعادة استخدامها في مواقف جديدة وهذا يتفق مع العادة العقلية "تطبيق الخبرة السابقة في مواقف جديدة"، كما جاءت في تصنيف كوستا وكاليك (٢٠٠٣) والتي تتطلب توظيف المخزون المعرفي السابق في مواقف جديدة (النرش، ٢٠١٧) كما تتطلب

الربط بين الخبرات الماضية والحاضرة، أيضا ترتبط عادة التكيف بعادة المرونة وهي قدرة الفرد على تغيير طريقة تفكيره، لمعالجة البيانات بطرق مختلفة مع طرح بدائل متعددة (النرش، ٢٠١٧)

ويذكر بيبركز وسالمون (Perkins & Salomon, 1988) أنه يمكن تعزيز القدرة على نقل المعرفة السابقة لمواقف جديدة من خلال الممارسة الواسعة للمواضيع والمفاهيم في سياقات مختلفة، وتشجيع المتعلم باستمرار على تحديد سياقات أخرى يمكن فيها استخدام المعارف التي تعلمها بالإضافة إلى توضيح الارتباطات المعرفية بين ما يتعلمه وبين المعارف السابقة. ويمكن تنمية عادة التكيف لدى المتعلم من خلال استخدام بعض الطرق والأساليب مثل أسلوب إعادة الصياغة، تحليل سوات، تحليل مجالات القوة، تحليل الفجوات، والاستقصاء التقديري (Appreciative inquiry).

وتم إجراء عدة دراسات حول عادات العقل (تطبيق الخبرة السابقة في مواقف جديدة وعادة التفكير بمرونة) منها دراسة الداود (٢٠١٧) لبحث أثر برنامج قائم على مدخل (STEM) في تعليم العلوم وفاعليته في تنمية عادات العقل ومهارات اتخاذ القرار لدى طالبات الصف الثالث المتوسط بالمملكة العربية السعودية، توصلت إلى الأثر الإيجابي لهذا البرنامج على تنمية بعض عادات العقل، ومنها عادة التفكير بمرونة، والتي ترتبط بعادة التكيف من خلال التفكير بمرونة في المشكلة وتكيف خطوات حلها بناءً على معطيات جديدة.

تنمية عادات العقل الهندسية

ذكرت هانسون (Hanson, 2017) أن تنمية عادات العقل الهندسية تدعم الانتقال السلس من المدرسة إلى الجامعة، فتنمية هذه العادات تسهم في إنتاج جيل من المهندسين المتعلمين مدى الحياة (Lucas & Hanson, 2016)، وفي دراسة نوعية قام بها لكوس وهانسون (Lucas & Hanson, 2016) لتقصي أثر الممارسات التدريسية على تنمية عادات العقل الهندسية لدى مجموعة من المعلمين في مراحل تعليمية مختلفة، وتوصلت الدراسة لأربعة مبادئ أساسية في تنمية عادات العقل الهندسية فيما يلي تفصيلها:

١. تطوير فهم العادة لدى المتعلم، فمن الضروري توضيح مفهوم عادات العقل الهندسية وتوصيفها وتحديد المهارات المرتبطة بها، وذلك على المستوى النظري والعملي (Huntly & Donovan, 2010)، وذلك من خلال تقديم السير الذاتية للعلماء والمهندسين وتوضيح ممارساتهم لهذه العادات، كما يمكن استخدام استبانات التقرير الذاتي حيث، يكون المتعلم فهم لهذه العادات وقيّم تطوره فيها (Hanson, 2017).

٢. تهيئة المناخ المناسب لتطوير وتنمية هذه العادات لدى المتعلم، وذلك من خلال توفير فرص مناسبة لتكرار الممارسة عند الفشل، وأيضا من خلال التعزيز الإيجابي للعادة، وذلك بملاحظتها والإشادة بالجهد المبذول من قبل المتعلم، وإعطائه وقت كافٍ لاستكشاف الأخطاء، كما يمكن توفير مناخ مناسب لتطورها من خلال دعم المراقبة الذاتية للعادة وتدريب المتعلم عليها.

٣. اختيار طرق التدريس التي تسهل ممارسة العادة وتطويرها، ومن أبرزها عملية التصميم الهندسي (Lucas & Hanson, 2014; Kelly & Knowles, 2016)، وأكدت ذلك لوتيلوبيردو (Lottero-Perdue, 2016) من خلال الدراسة التي قامت بها لتقصي الآثار المترتبة على دمج التصميم الهندسي في معايير العلوم للجيل القادم، وتوصلت أنّ الفشل في التصميم الهندسي يوفر فرص جيدة لفهم أفضل السبل لحل المشكلات، أيضا من الإستراتيجيات المهمة لتنمية عادات العقل الهندسية ما يسمى بالعبث (tinkering) ويقصد به الاستكشاف من خلال التلاعب و العبث، وهو أيضا تجربة مرحلة ووسيلة أساسية للابتكار والإبداع (Beckwith et al, 2006)، كما أنّ استخدام إستراتيجية التعلم مع الخبراء والمهندسين يتيح فرصة للمتعم للتركيز على الخبرات العملية للهندسة، كما يمكن استخدام بعض الطرق البسيطة لتنمية عادات العقل الهندسية كبداية الدراس بطرح تحدٍ، وطرح أسئلة مفتوحة وإتاحة الفرصة الكافية للمتعم للتجربة وغيرها من الأساليب التي تسهم في تنمية هذه العادات.

٤. مشاركة المتعلم في بناء العادة والتزامه بها، وذلك يأتي بعد إدراكه لهذه العادات وتهيئة المناخ المناسب لتنميتها وتدريبه عليها فاستمراريّة نمو هذه العادات يتطلب جهداً إدراكياً من المتعلم بالإضافة إلى التنظيم الذاتي والمشاركة النشطة، ويمكن تنمية هذا الجانب من خلال إتاحة الفرص للمتعم لتقديم أعماله للآخرين واستخدام تطبيقات إلكترونية لحفظ أعماله وتقييمها وتتبع تطوير مهاراته.

من خلال استعراض المبادئ السابقة لتنمية عادات العقل الهندسية يتضح أن تنمية هذه العادات يتطلب إدراك المتعلم لها، وضرورة مشاركته في بناء العادة واستمراريتها، وذلك من خلال توفير الفرص والتعزيز الإيجابي، بالإضافة دور المعلم من خلال استخدام طرق تدريس تساهم في تنميتها، وكل ذا يتطلب إدراجها كعنصر أساسي في المنهج المدرسي مما يسهل عملية تقويهما وملاحظة تنميتها لدى المتعلم.

وقد تم الاستفادة من الإطار النظري الخاص بعادات العقل وعادات العقل الهندسية في تحديد عادات العقل الهندسية التي استندت إليها الدراسة الحالية، وبناء أدوات قياسها الكمية والنوعية كما هو موضح في الفصل الثالث من الدراسة.

النمط العقلي

أحدثت الأبحاث التي قامت بها دويك (Dweck, 2006) في جامعة ستانفورد، وكتابها الشهير سيكولوجيا جديدة للنجاح (The New Psychology of Success) نقلة نوعية تطلبت إعادة التفكير في التعليم، فقد وضعت دويك النظرية الضمنية للذكاء (implicit theory of intelligence) والتي صنفت الأفراد إلى قسمين حسب معتقداتهم عن الذكاء، فقسم يعتقد أن الذكاء لا يمكن تغييره ويعرف هذا التوجه بالنمط العقلي الثابت (fixed mindset) والقسم الآخر يعتقد بقابلية الذكاء للنمو والتطور ويعرف بالنمط العقلي النامي (growth mindset) (Dweck; Chiu & Hong, 1995، وتعرف دويك (Dweck, 2006, p10) النمط العقلي بأنه معتقدات الفرد عن نفسه وصفاته كمستوى ذكائه وقدراته ومواهبه، وهو أيضا معتقدات الفرد بشأن ثبات أو قابلية نمو بعض الصفات الشخصية، مثل: القدرات والذكاء (Mrazek et al., 2018)، وتؤثر هذه المعتقدات على سلوك الفرد واتجاهاته وتفاعله مع الأحداث ونظرته للعالم من حوله (Eason, 2014; Mueller & Dweck, 1998; Gunderson et al., 2013)، كما تؤثر أيضا على أهدافه وموقفه من النجاح والفشل (Dweck; Chiu & Hong, 1995)، وفيما يلي تفصيل لنوعي النمط العقلي.

النمط العقلي الثابت

تشير النظرية الكامنة للذكاء أو نظرية الكيان في الذكاء إلى فكرة أن الذكاء هو كيان ثابت ومتأصل وفطري في الفرد وليس من المحتمل أن يتغير مع التطور أو الخبرة (Dweck, 2006) وذكرت دويك (Dweck, 2006) أن أصحاب النمط العقلي الثابت يؤمنون أن الفرد يولد بمستوى معين من الذكاء، وهذا المستوى لا يمكن تغييره، فالمتعلم ذو النمط العقلي الثابت يؤمن أن مستوى ذكائه ومهاراته وقدراته ثابتة لا يمكن أن تتغير.

هذا النمط يحد من إمكانيات الفرد وقدرته على بذل الجهد، كما يؤدي إلى تجنب التحديات الجديدة بسبب القلق من عدم كفاية سماته العقلية في مواجهة التحديات المختلفة، ويكون الهدف الأساسي له في الغالب إثبات قدراته أمام الآخرين وتتركز أهداف التعلم لديه على تحقيق الأداء (Dweck, 2006)، فمثلا المتعلم المتفوق دراسيا ولديه نمط عقلي ثابت يركز اهتمامه على الحصول على الدرجات العالية، ويبحث عن الثناء على ذكائه وقدراته، لكنه يتجنب التحديات

التي تفوق قدراته، خوفاً من الفشل والإخفاق، فهو ينظر إلى أخطائه كدليل على افتقاره إلى القدرة لذلك يبتعد عن المهام الصعبة (Dweck; Chiu & Hong, 1995)، ففي هذا النمط يتم الحكم على بذل الجهد بشكل سلبي فهو مرتبط لديهم بقلة الذكاء والقدرات (Muenks & Miele, 2017; Nicholls, 1984)، فالشخص الذكي من منظورهم هو الذي يتفوق بدون الاجتهاد، أما من يبذل جهد ويتفوق، فلا يمكن وصفه بالذكاء من منظور هذا النمط .

وقد بينت العديد من الدراسات والبحوث التربوية أنَّ عدداً كبيراً من المتعلمين يعتقدون بثبات قدراتهم وذكائهم، خاصة في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وهذه المعتقدات تؤثر على مستوى الإنجاز لديهم (Dweck, 2006; Hill; Corbett & St Rose, 2010).

النمط العقلي النامي

بينت دويك (Dweck, 2006) في النظرية الضمنية للذكاء أو النظرية التدرجية في الذكاء أنَّ النمط العقلي النامي هو عبارة عن نظام معتقدات يؤمن بأن ذكاء الفرد يمكن أن ينمو ويتطور من خلال الإصرار، وبذل الجهد والتركيز على التعلم، فالمتعلم ذو النمط العقلي النامي يؤمن بقدرته على تعلم أي شيء، حتى وإن واجه الصعوبات وتعرض للفشل والإحباط، فهو يدرك أن بالإصرار وبذل الجهد يمكنه الوصول للنجاح (Dweck, 2006)، فتركيز أصحاب هذا النمط ينصب على التعلم وليس على نظرة الآخرين لهم. وتتركز أهداف التعلم لدى ذوي هذا النمط على الإتقان وتطوير المهارات عوضاً عن الإنجاز أو التحصيل فقط (Dweck, 2006)، ويشعر أفراد هذا النمط بالذكاء عند بذل الجهد وتسخير قدراتهم في التحديات الصعبة (Muenks, 1984; Nicholls, 2017; Miele, &).

والفرد ذو النمط العقلي النامي ينظر إلى الفشل كفرص للتعلم، وأنَّ الخطأ جزء مهم من عملية التعلم، ويتم التغلب عليه من خلال بذل مزيد من الجهد (Elliott & Dweck, 1988)، وهذا يتماشى مع نتائج الدراسة التجريبية التي قام بها موسر وآخرون (Moser; Schroder; Heeter, 2011) والتي تم من خلالها إجراء قياس الجهد المرتبط بحدث (ERPs) لسبر الآليات العصبية الكامنة خلف ردود الفعل المختلفة على الأخطاء في أثناء العمل على مهمة صعبة، وتوصلت النتائج إلى أنَّ النشاط الموجي لتقبل الخطأ أو ما يعرف بالإيجابية للخطأ (Pe)، والذي يعكس الوعي وتخصيص الانتباه لأخطاء الأفراد من ذوي النمط العقلي النامي كانت عالية مقارنة بذوي النمط العقلي الثابت، كما بينت النتائج أنَّ الأفراد ذوي النمط العقلي النامي ظهرت لديهم دقة فائقة بعد الخطأ وهذا يرتبط بزيادة الوعي والاهتمام بالأخطاء وبذل الجهد

لتصحيح الأخطاء، وبالتالي فالنمط العقلي النامي فعال في مراقبة الأخطاء وتقبل التغذية الراجعة، مما ينمي الدافعية الذاتية، وبالتالي يعزز التعلم مدى الحياة (Ng, 2018).
ويبين شكل (١١) ملخص لأهم الاختلافات بين نمطي العقل الثابت والنامي كما بينتهما دويك (Dweck, 2006).



شكل (١١) الاختلافات بين نمطي العقل الثابت والنامي كما وضحتهما دويك (Dweck, 2006)

الدماغ والنمط العقلي

ساهمت التكنولوجيا الحديثة في دراسة وظيفة وتركيب الدماغ، حيث أكدت كثير من أبحاث الدماغ عدم ثبات مستوى ذكاء الإنسان وقابلية الدماغ للنمو والتطور عندما تتوفر الحوافز المناسبة (أبو حماد، ٢٠١٧)، وبينت الأبحاث الخاصة بدراسة أعصاب الدماغ مفهوم المرونة

العصبية (neuroplasticity) ، وهي قدرة الدماغ على التغيير والتكيف والتجديد طوال فترة حياة الفرد (Ricci, 2013) ، فعلى سبيل المثال: المريض الذي يتعافى من السكتة الدماغية، يبدأ دماغه في تجديد الخلايا والروابط فيستعيد المريض بعض قدراته التي فقدوها، وذلك من خلال بذل الجهد والإصرار على التدريب والعلاج المركز. والجدير بالذكر أن المرونة العصبية تعمل باتجاهين، فهي تنتج روابط عصبية جديدة وفي الوقت ذاته تقضي على الروابط التي يقل استخدامها (Ricci, 2013).

وأوضحت عدة دراسات في علم النفس المعرفي تأثير نوع النمط العقلي على التخطيط الكهربائي للدماغ ففي دراسة قام بها مانجل وآخرون (Mangels; Butterfield; Lamb; Good & Dweck, 2006) لقياس الجهد المرتبط بحدث (ERP) من خلال إشارات الدماغ الكهربائية، وذلك في أثناء إجراء اختبار صعب في المعرفة العامة باستخدام الحاسوب بينت النتائج أن المتعلمين من ذوي النمط العقلي النامي خصصوا انتباه أعلى لتصحيح الأخطاء الواردة تحت كل سؤال مقارنة بالمتعلمين من ذوي النمط الثابت، كما أن أدائهم تحسن عند إعادة الاختبار بشكل مفاجئ، وهذا يتوافق مع نتائج دراسة مونسر وآخرين (Moser et al., 2011) والتي بينت اختلاف الإشارات الكهربائية في الدماغ حسب النمط العقلي، فتبين أن النمط النامي عزز الإيجابية للخطأ (Pe)، واتضح ذلك من خلال زيادة موجات (Pe) في هذا النمط مقارنة بالنمط الثابت.

تغيير النمط العقلي

للنمط العقلي النامي دور كبير في تجويد عملية التعلم وإنتاج أفراد متعلمين مدى الحياة لذلك كان لا بدّ من التركيز على تنمية هذا النمط لدى المتعلم، فالنمط العقلي النامي يشكل حافزاً جوهرياً ذاتي لدى المتعلم، حيث يميل المتعلم الذي لديه نمط عقلي نامي إلى تنظيم ذاتي لتعلمه الخاص، ولديه ميل للتعامل مع المهام الأكاديمية والتحديات الجديدة، وبالتالي فإنّ الحرص على تنمية النمط العقلي يمكن أن يحسن الأداء الأكاديمي للمتعلمين (Aronson; Fried & Good, 2003; Grant & Dweck, 2002)، وهذا يتوافق مع نتائج دراسة بلاكول وتريزونسكي ودويك (Blackwell; Trzesniewski & Dweck, 2007) والتي توصلت إلى أنّ تعليم النمط العقلي النامي لطلاب المدارس الثانوية، أدى إلى زيادة الدافعية وتحسين التحصيل الأكاديمي حيث كشفت النتائج أنّ الطلاب في مجموعة معالجة النمط العقلي النامي تفوقوا في الأداء على المجموعة الضابطة (الذين تلقوا تدريباً متميزاً في مهارات الدراسة)، مما يشير إلى تحسن التعلم والرغبة في العمل الجاد، فتعليم النمط العقلي النامي للمتعليم يؤكد فكرة أنّ الذكاء ليس جودة ثابتة

(Aguilar; Walton & Wieman, 2014) ولكنه قابل للنمو والتطور إذا ما بذل المتعلم جهده وركز أهدافه على إتقان المهارات وتعلم مهارات جديدة.

وتوصلت عديد من الدراسات والأبحاث التربوية إلى إمكانية تغيير النمط العقلي للمتعلم وآخرون (Blackwell; Trzesniewski & Dweck, 2007; Dweck, 2006) ، فيمكن التأثير على النمط العقلي ودفعه للنمو من خلال تركيز أهداف التعلم على الإتقان وبذل الجهد عوضا عن التركيز على الإنجاز والتحصيل، فعند تركيز أهداف التعلم على الإتقان، يركز المتعلم أهدافه على تعلم أشياء جديدة بالنسبة له، وتطوير مهاراته وتعميق فهمه للمعارف المختلفة، وبالتالي يدفع ذلك نمطه العقلي للنمو، بينما عندما يتم تركيز أهداف التعلم على الإنجاز فإن هذا يدفع المتعلم للتركيز على إظهار كفاءته وقدراته والشعور بالقلق نحو كيفية مقارنته بأقرانه (Adams, 1992; Dweck & Leggett, 1988; Elliot & Dweck , 1988, Nicholls, 1984)

وتوصلت عدة دراسات إلى أنه يمكن تغيير النمط العقلي بشكل مباشر من خلال المعالجة المباشرة في أثناء عملية التعلم، وذلك من خلال توضيح آلية عمل الدماغ والتفاعل داخله في أثناء عملية التعلم، وتحفيز المتعلم على استخدام إستراتيجيات مختلفة للتعلم، والتركيز على إتقان العمل والتعامل بنجاح مع الإخفاقات كفرص جيدة للتعلم، بالإضافة إلى ذلك فقد بينت عدة دراسات أن المعالجات الذهنية المباشرة تؤثر على النمط العقلي، فالمتعلمين الذين قيل لهم أن الدماغ يمكن أن ينمو مثل العضلات وأن النجاح يعتمد على الجهد والتعلم حصلوا على درجات أعلى مقارنة بمن هم المجموعة الضابطة (Blackwell; Trzesniewski & Dweck, 2007; Dweck, 2007) وهذا يتوافق أيضا مع الدراسة التي أجراها سكيت وشيموا وكاتشركام (Schmidt; Shumow & Kackar-Cam, 2015)، لدراسة فاعلية برنامج لتغيير النمط العقلي لدى طلبة المرحلة المتوسطة، فقد طور المشاركون في البرنامج معتقداتهم بإمكانية نمو ذكائهم وقدراتهم في العلوم، كما أثبتت الملاحظات الصفية تنمية قدراتهم على التركيز على الإتقان مقارنة بالمجموعة الضابطة والتي لم تخضع للبرنامج. كما يمكن تحفيز النمط العقلي ببساطة بعد قراءة مقالة علمية تصف الذكاء بأنه ثابت (تحريض النمط عقلي ثابت) أو كونها خاصية قابلة للنمو (النمط العقلي النامي) يتم تطويرها من خلال التعلم والجهد (Dweck; Chiu & Hong, 1995)

كما يمكن التأثير على النمط العقلي بطرق غير مباشرة، كرسائل الثناء والمدح، فيؤدي كل من المعلم والوالدين دورا مهما في تنمية النمط العقلي، من خلال الرسائل الإيجابية والموجهة نحو التركيز على الجهد الذي يبذله المتعلم عوضا عن التركيز على النتيجة التي يحصل عليها، وأيضا الابتعاد عن تشجيع المنافسة بين المتعلمين أو الأخوة في المنزل، فقد توصلت عدة

دراسات إلى أنّ بعض أنواع الثناء يمكن أن تعزز النمط العقلي الثابت إذا كانت موجهة نحو القدرة (أنت حقاً عبقرى!)، في حين يتم تشجيع النمط النامي إذا تم الإشادة بالجهد المبذول (يبدو أنك تبذل جهداً كبيراً! - تعجبني طريقة تفكيرك) (Gunderson et al., 2013, Mueller & Dweck, 2013; Pomerantz & Kempner, 1998)

النمط العقلي للمصمم

توسع براون (Brown, 2013) في تعريف النمط العقلي الذي وضعته دويك ليكون خاصاً بالمصمم، وبيّن أنّ النمط العقلي للمصمم يحدد طريقة تفسيره للأحداث من حوله، وطريقة تفاعله معها، ونزعه لاتخاذ قرار حولها، وبناءً على هذا التعريف فهناك ثلاثة أطر تحدد النمط العقلي للمصمم هي:

- المرونة (Adaptive): وهي نمط عقلي نامي مقابل للصلابة (Rigid)، وهي نمط عقلي ثابت .
 - المشاركة (Collective): وهي نمط عقلي نامي تقابلها الفردية (Solitary)، وهي نمط عقلي ثابت.
 - والإيجابية (Assertive): وهي نمط عقلي نامي يقابله السلبية (Passive)، وهي نمط عقلي ثابت.
- وفيما يلي تفصيل لهذه الأطر:

١. المرونة: ويقصد بها تحرر المصمم من تتبع نفس الخطوات واستخدام نفس الأدوات، فالمرونة تبدأ وتنتهي بعمليات وليس بقوانين، فالمصمم المرن يضع قوانين ومبادئ تتيح له مرونة في خطوات وأدوات التصميم تتواءم مع التغييرات في الظروف، وتتيح فرصة تصميم منتجات جديدة ومبتكرة، كما أن المصمم ذو النمط المرن يستمتع باختبار الفرضيات والقوانين، ويسعى إلى تتبع طرق جديدة في التصميم، في حين أن الصلابة تعبر عن تمسك المصمم بالقوانين والخطوات التي تعلمها ومقاومة أي تغيير فيها.

٢. النمط العقلي المشارك: ويتمثل في الاعتقاد بأهمية العمل الجماعي وآراء الزملاء في الفريق، ويشعر بالثقة نحو الملاحظات والتغذية الراجعة المقدمة من الزملاء ومساهمتها في تطوير التصميم، ويحرص على مشاركة جميع المشاركين بطرق بناءة، بينما النمط العقلي الفردي يتجنب المشاركة في العمل الجماعي ويرى الزملاء كمنافسين له ولا يتقبل آراءهم، ويشعر بالانزعاج من الملاحظات التي تقدم في أثناء العمل على التصميم.

٣. الإيجابية: ويقصد بها الاعتقاد بأهمية التعبير عن الرأي بثقة وتوضيحه للآخرين، وطرح أسئلة مفتوحة لتقييم الآراء المطروحة، وسد الثغرات في الفهم بين أعضاء الفريق وذلك قبل البدء في التصميم، لما لها من دور كبير في نجاح التصميم، بينما صاحب النمط العقلي السلبي يتجنب القضايا والأسئلة المستجدة، فهو يعتقد أن اختلاف الفهم داخل

المجموعة لا يعنيه، كما أنه يعتقد أنه لا يجب طرح الأسئلة والأمور المستجدة في أثناء التصميم.

وبين براون (Brown, 2013) عدة أسباب تستوجب الاهتمام بتنمية النمط العقلي للمصمم على وجه التخصيص منها:

- التجديد: يواجه المصمم تحديات جديدة طوال الوقت، فالمصمم غالبا لا يواجه نفس التحدي مرتين، لذلك فالنمط الثابت للمصمم سيثيره بالقلق من التعامل مع التحديات الجديدة كما سيثيره أن قدراته غير كافية.
- التعقيد: تتطلب عملية التصميم التعامل مع العديد من الأجزاء والمكونات، ويتطلب هذا التعقيد الحاجة إلى التفاعل مع الكثير من الأفراد، ولذلك فالنمط العقلي الثابت سيؤدي إلى تجنب المصمم التعرض للإخفاقات مع زملاء.

الميول المهنية العلمية

تزايد الاهتمام العالمي بمدخل تكامل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) في السنوات الأخيرة، لارتباطه بالحاجة الاقتصادية والسياسية إلى حد كبير (Briney & Hill, 2013; Brophy et al., 2008; National Science Board, 2007; Thomas & Williams, 2010) ويشير المجلس الوطني للبحث (National Research Council [NRC]) (National Research Council, 2012) في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، والوظائف المرتبطة بمدخل (STEM) هي وظائف تتطلب دراسة هذه المواد ككل أو دراسة إحداها، وأشارت العديد من الدراسات والبحوث إلى أهمية تنمية الميول المهنية للمتعلم باعتبارها مطلب مهم يساهم في التقدم الأكاديمي للمتعلم (إسماعيل، ٢٠١٧؛ غانم، ٢٠١١؛ Kovarik; et al., 2013).

وتكمن أهمية مدخل (STEM) في فعاليته على تنمية العديد من المهارات كالتفكير الإبداعي، والناقد، والتفكير التحليلي، ومهارات حل المشكلات (الشحيمي، ٢٠١٥؛ Brophy et al., 2008; National Science Board, 2007) وفي الوقت ذاته أثبت المدخل فعاليته في القدرة على ربط المنهج بالمشكلات الحقيقية في العالم، مما يزيد من دافعية التعلم والرغبة في الإنجاز. وتواجه العديد من الدول قلة في أعداد المهنيين المهيئين للالتحاق بركب الوظائف المستقبلية المرتبطة بالمدخل، وأشارت العديد من الأبحاث والدراسات إلى أن من أسباب نفور المتعلم من تخصصات (STEM) والوظائف المرتبطة بها يعزى إلى ضعف في إدراك طبيعة

عمل المهندسين والعلماء، وضعف في إدراك دور العلوم والرياضيات في التقدم العلمي والتكنولوجي (Kutch, 2011)، ويجب على الأنظمة التعليمية أن تركز على تنمية وعي المتعلمين بالوظائف المرتبطة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، فبدون الوعي يكون المتعلم عرضة لتكوين أفكار خاطئة حول طبيعة هذه الأعمال، مما قد يسبب نفوره منها.

كما أن الضعف في تحصيل المواد المرتبطة بمدخل (STEM) يسهم في نفوره من التخصصات المرتبطة بها، لإحساسه بضعف الإنجاز فيها، لذلك يجب تعزيز الخبرات التي تسهم في بناء الكفاءة الذاتية للمتعلم في العلوم والرياضيات، فإحساس المتعلم بقدراته في هذه المواد يسهم في تكوين اتجاهات نحو المهن المرتبطة بها، فالفرد بطبعه ينجذب نحو المواد التي يشعر بكفاءة فيها ويبتعد عن المواد التي يشعر بعدم كفاءة فيها (Dengenhart et al., 2007) وأشار لام وآخرون (Lam; Doverspike; Zhao; Zhe & Menzemer, 2008) أن الخبرات الجيدة التي يتعرض لها المتعلم في المرحلة المتوسطة في العديد من المواد يمكن أن تؤثر في ميوله المهنية واختياره للمواد في المرحلة الثانوية .

بينت عدد من الدراسات أن دمج تعليم العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا يؤثر إيجابيا على الميول نحو المهن المرتبطة بها (Christensen & Knezek, 2017, Blanchard; Gutierrez; Hoyle; Painter & Ragan 2017; Reynolds; Mehalik; Lovell & Schunn 2010; Silk et al., 2009) وأشارت عدد من الدراسات والأبحاث التربوية أن تعليم مدخل (STEM) في المرحلة الابتدائية والمتوسطة يزيد من نسبة الالتحاق بتخصصات (STEM) في السنوات اللاحقة، وبالتالي يزيد من نسبة المتخصصين مهنيًا للعمل في وظائف (STEM) مستقبلاً (Katehi; Pearson & Feder, 2009)، وفي دراسة أجراها لام وآخرون (Lam et al., 2008) لبحث أثر برنامج إثرائي قائم على حل المشكلات الهندسية لدى طلبة المرحلة المتوسطة، تبين أن البرنامج أدى إلى ارتفاع ملحوظ في اتجاهات المتعلمين نحو المهن المرتبطة بالهندسة، فمنح المتعلم فرصة حل المشكلات الهندسية باستخدام نموذج التصميم الهندسي يؤثر بشكل إيجابي في زيادة معرفة واتجاهات المتعلم نحو المهن المرتبطة بالعلوم والرياضيات والهندسة (Reynolds et al., 2009; Silk et al., 2010)، وفي دراسة أجراها كتش (Kutch, 2011) على طلبة المرحلة المتوسطة تبين الأثر الإيجابي لاستخدام تكامل المعارف العلمية والرياضية في قالب مشكلات هندسية على مستوى تحصيل الطلبة، واتجاهاتهم نحو العلوم والرياضيات والهندسة.

كما يمكن تنمية اتجاهات المتعلم نحو المهن المرتبطة بمدخل (STEM) بطريقة مباشرة من خلال توضيح هذه المهن وتقديمها بشكل مباشر للمتعلم ففي دراسة هيلسكم (Huelskamp,

(2010) حول فاعلية استخدام تسجيلات صوتية لخبراء في وظائف (STEM) على اتجاهات الطلبة في المرحلة المتوسطة نحو المهن المرتبطة بمدخل (STEM) تبين الأثر الإيجابي لهذه الطريقة في تنمية اتجاهات الطلبة نحو هذه المهن، وهذا يؤكد ما توصلت إليه دراسة بلوتنكلي وآخرون (Blotnick; Franz-Odenaal; French & Joy, 2018) من أن تقديم وتوضيح المهن المرتبطة ب (STEM) لدى المتعلم في المرحلة المتوسطة أثرًا إيجابيًا على ميوله نحو هذه المهن.

موقع الدراسة الحالية من الدراسات السابقة

استندت هذه الدراسة على مجموعة واسعة ومتنوعة من الدراسات، فبعضها تناول فاعلية التصميم الهندسي في تنمية دافعية المتعلم في مواد العلوم والرياضيات وفي مدخل (STEM) (Potter, 2014; Lewis, 2006; Wendell, 2011; Brophy, 2008)، كما بينت هذه الدراسات فاعليته في تعزيز التكامل بين العلوم والرياضيات (Katehi; Pearson & Feder 2009; Potter, 2014)، وقد ركزت بعض الدراسات على أثر التصميم الهندسي في تنمية مهارات التفكير المختلفة كالتفكير الناقد والإبداعي (Haury, 2002)، كما بينت العدد من الدراسات الأثر الإيجابي للتصميم الهندسي في اكتساب المفاهيم العلمية في التخصصات العلمية المختلفة (Lancaster & Jones, 2015; Marulcu, 2014; Potter, 2014).

وتناولت بعض الدراسات فاعلية التصميم الهندسي في تنمية بعض عادات العقل، كالتفكير المنظومي وحل المشكلات (Gero & Danino, 2016; Lammi, 2011)، وتناولت دراسات مشابهة أثر مدخل (STEM) على تنمية مهارات حل المشكلات (أحمد، ٢٠١٦؛ صالح، ٢٠١٦)، وتناولت بعض الدراسات الأساليب التي يمكن أن تسهم في تنمية عادات العقل الهندسية لدى المتعلم (Hanson, 2017; Huntly & Donovan, 2010; Kelly & Knowles, 2016; Lottero-Perdue, 2016; Lucas & Hanson, 2016; Lucas & Hanson, 2014) كما أثرت بعض الدراسات متغير النمط العقلي، فركز بعضها على أثر النمط العقلي على دافعية المتعلم والتحصيل الدراسي كدراسات (Aronson; Fried & Good, 2002; Blackwell; Trzesniewski & Dweck, 2007; Grant & Dweck, 2003) بعض الدراسات الأساليب والاستراتيجيات التي يمكن من خلالها تغيير النمط العقلي (Adams, 1992; Aguilar; Walton & Wieman, 2014; Blackwell; Trzesniewski & Dweck, 2007; Dweck & Leggett, 1988; Elliot & Dweck, 1988; Gunderson et al., 2013; Schmidt; Shumow & Kackar-Cam, 2015).

وفي متغير الميول المهنية العلمية، فقد تناولت بعض الدراسات فاعلية مدخل (STEM) في تنمية الاتجاهات نحو المهن المرتبطة بالمدخل (Blanchard et al., 2017; Christensen & Knezek, 2017; Katehi; Pearson & Feder, 2009; Kutch, 2011; Lam et al, 2008; Mehalik; Doppelt & Schuun, 2008; Reynolds et al., 2009; Silk; Higashi; Shoop & Schunn, 2010)، كما بينت بعض الدراسات فاعلية بعض الطرق والأساليب في تنمية الميول المهنية العلمية. (Blotnick et al.; 2018; Huelskamp, 2010).

وقد استفادت الدراسة الحالية من الدراسات السابقة من عدة جوانب، فقد ساهمت في إثراء الإطار النظري للدراسة، وعمقت فهم عادات العقل الهندسية والنمط العقلي، كما ساهمت في الربط بين متغيرات الدراسة والتصميم الهندسي، واستعانت الباحثة ببعضها في بناء وتصميم أدوات الدراسة، فمثلاً لبناء مقياس عادات العقل الهندسية تم الاستعانة بدراسات (Marulcu, 2014; Monson & Besser, 2015; Mourtos; DeJong-Okamoto & Rhee, 2004) وكذلك في مقياس الميول المهنية العلمية، فقد تم استخدام المقياس الذي تم إعداده في دراسة كير وآخرون (Kier et al., 2014)، كما تم الاطلاع على المعالجات الإحصائية التي تم استخدامها في الدراسات السابقة، والاستفادة منها في تحديد المعالجات الإحصائية المناسبة للدراسة الحالية. إن جميع الدراسات السابقة التي تم عرضها ركزت على بعض عادات العقل الهندسية، فمثلاً في دراسة لامي (Lammi, 2011) ودراسة غانم (٢٠١٣) تم التركيز على التفكير المنظومي وفي دراسة أحمد (٢٠١٦) ودراسة صالح (٢٠١٦) تم التطرق لحل المشكلات، بينما تناولت الدراسة الحالية كل عادات العقل الهندسية، وذلك حسب التوصيف الذي وضعه مركز التعلم للعالم الواقعي (Center of Real World Learning [CRL])، وهذه أول دراسة تجرى لاستقصاء عادات العقل الهندسية مجتمعه – حسب اطلاع الباحثة – وبالتالي فهي تسهم في تقديم نظرة كلية لهذه العادات، كما أن ربطها بالتصميم الهندسي قد يقدم نموذج إجرائي لآلية تنميتها لدى المتعلم.

كما أن هذه الدراسة سلطت الضوء على النمط العقلي كمفهوم جديد في التربية الحديثة وحسب اطلاع الباحثة فإنها لم تجد دراسات عربية تعنى بدراسته، والدراسة الحالية ركزت على دراسة أثر التصميم الهندسي (كمعالجة غير مباشرة) في النمط العقلي للمتعلم، بينما ركزت الدراسات السابقة على أثر المعالجات المباشرة في النمط العقلي للمتعلم كدراسة سكييت وشيموا وكاتشركام (Schmidt; Shumow & Kackar-Cam, 2015).

وتميزت الدراسة الحالية باستخدام التثليث (Triangulation) في جمع البيانات لمتغيري عادات العقل الهندسية والنمط العقلي، حيث تم استخدام البيانات الكمية من خلال المقاييس الخاصة

بكل متغير، بالإضافة إلى البيانات النوعية والتي تم جمعها من خلال تقارير التأمل ومقابلات مجموعات التركيز، وذلك بهدف التأكد من دقة النتائج ورفع مستوى الثقة فيها.

بالإضافة لما سبق ذكره فقد اختلفت الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة، حيث سعت لاستقصاء فاعلية التصميم الهندسي على متغيرات عادات العقل الهندسية بمستوياتها (التعرف على المشكلة، التبصر، والتطوير، التحسين والتطوير، الإبداع في حل المشكلات، التكيف، والتفكير المنظومي)، والنمط العقلي بمستوييه، النامي والذي يضم: (المرن، والجمعي، والإيجابي) والثابت والذي يضم: (الصلب، والفردى، والسلبي)، بالإضافة إلى متغير الميول المهنية العلمية، وهي أول دراسة تجمع هذه المتغيرات على حد اطلاع الباحثة، وتأمل الباحثة أن تسهم هذه الدراسة في الارتقاء بتعليم العلوم وتبسيط الضوء على التصميم الهندسي وإمكانياته في تنمية عادات العقل الهندسية والميول المهنية العلمية، وتبسيط الضوء على النمط العقلي للمتعلم ودوره الكبير في تطوير عملية التعلم.

الفصل الثالث

منهجية الدراسة وإجراءاتها

- تصميم الدراسة
- أفراد الدراسة
- مواد وأدوات الدراسة
- مهددات الصدق التجريبي
- خطوات إجراء الدراسة
- ملاحظات عامة في أثناء تطبيق الدراسة
- تحديات تطبيق الدراسة

الفصل الثالث

منهجية الدراسة وإجراءاتها

يتناول هذا الفصل المنهج المتبع في الدراسة الحالية وإجراءاتها، ويشمل كذلك وصف أفراد الدراسة، وكيفية إعداد مواد الدراسة وأدواتها والخصائص السيكمترية الخاصة بها، كما يتناول المعالجات الإحصائية المستخدمة لتحليل البيانات، ويتضمن أيضًا أبرز الصعوبات التي واجهت الباحثة في أثناء التطبيق.

منهج الدراسة

تمَّ تصميم هذه الدراسة بحيث تتبع منحنى البحوث المختلطة (Creswell, 2008)، التي تجمع بين استخدام أدوات البحث الكمي (والذي تطلب تطبيقًا قبليًا وتطبيقًا بعديًا لمقاييس الدراسة للمجموعتين الضابطة والتجريبية)، وأدوات البحث النوعي باستخدام مقابلات مجموعات التركيز، بالإضافة إلى تحليل تقارير المتعلمين، وقد جمعت البيانات الكمية والنوعية في آن واحد بما يعرف بالبحوث المختلطة التثليثية (جاي وزملائه، ٢٠١٢).

تصميم الدراسة

اتبعت الدراسة الحالية التصميم شبه التجريبي ذا المجموعتين المتكافئتين، حيث خضعت المجموعة التجريبية لتطبيق برنامج قائم على التصميم الهندسي ولم تخضع المجموعة الضابطة لتطبيق البرنامج، ويوضح جدول (٥) تصميم الدراسة.

جدول (٥) تصميم الدراسة

التطبيق القبلي	مجموعات الدراسة	المعالجة	التطبيق البعدي
مقياس عادات العقل الهندسية	تجريبية	تطبيق برنامج التصميم الهندسي	مقياس عادات العقل الهندسية
مقياس النمط العقلي			مقياس النمط العقلي
مقياس الميول المهنية العلمية			مقياس الميول المهنية العلمية
	ضابطة	بدون تطبيق البرنامج	مقابلات مجموعات التركيز لدراسة عادات العقل الهندسية، والنمط العقلي.

يشير جدول (٥) إلى نوعية المعالجة حيث تم تطبيق برنامج التصميم الهندسي على المجموعة التجريبية، في حين لم يتم إضافة أي برنامج خاص بالتصميم الهندسي للمجموعة الضابطة، وفيما يلي توضيح نوعية المعالجة للمجموعتين:

التطبيق في المجموعة التجريبية: تم تطبيق وحدتين من برنامج التصميم الهندسي للمجموعة التجريبية لمدة زمنية تزيد عن الشهرين، بمعدل حصتين أسبوعياً، واشتملت كل وحدة على عدد من الأنشطة، تبدأ بأنشطة تحضيرية تهدف إلى ترسيخ مفهوم التصميم الهندسي لدى الطالبات، ثم يتم التعرض للأنشطة الخاصة، بالوحدة وهذه الأنشطة تم بناؤها بشكل تراكمي، وبعد انتهاء البرنامج تم عرض المشاريع في معرض التصميم الهندسي.

التطبيق في المجموعة الضابطة: لم يتم تطبيق أي برنامج خاص بالتصميم الهندسي على هذه المجموعة، وإنما كانت تمارس الطالبات المواد الدراسية بشكل طبيعي. كما يوضح جدول (٥) مراحل تطبيق الدراسة، وهي: التطبيق القبلي، ومرحلة تطبيق البرنامج، والتطبيق البعدي، وفيما يلي تفصيلاً لهذه المراحل الثلاث.

- **التطبيق القبلي:** تم تطبيق مقاييس الدراسة (عادات العقل الهندسية، والنمط العقلي، والميول المهنية العلمية) قبلياً على المجموعتين الضابطة والتجريبية، ومن ثم حساب المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، واختبار(ت)، للتأكد من التكافؤ بين المجموعتين.

- **تطبيق البرنامج:** تم تطبيق "برنامج التصميم الهندسي" على المجموعة التجريبية لمدة تسعة أسابيع، ابتداءً من ١١ أكتوبر حتى ١٣ ديسمبر ٢٠١٧ بواقع حصتين دراسيتين كل أسبوع، وقد تم الاتفاق مع إدارة المدرسة على أن تكون الحصص ثابتة للبرنامج؛ نظراً إلى الحاجة لتحضير الأدوات والمواد اللازمة للأنشطة، وخلال سير البرنامج تم جمع تقارير الطالبات الخاصة بالأنشطة المختلفة.

- **التطبيق البعدي:** تم تطبيق مقاييس الدراسة الثلاثة على المجموعتين الضابطة والتجريبية، وذلك بعد الانتهاء من تطبيق برنامج التصميم الهندسي، كما تم تطبيق مقابلات مجموعات التركيز لمجموعة من طالبات المجموعتين، لاستقصاء عادات العقل الهندسية والنمط العقلي.

أفراد الدراسة

تم تطبيق الدراسة على (٤٧) طالبة من طالبات الصف الثامن الأساسي في إحدى مدارس الحلقة الثانية للتعليم الأساسي والتابعة للمديرية العامة للتربية والتعليم بمحافظة مسقط، وتم اختيار هذه المدرسة بطريقة قصديه لتطبيق البرنامج؛ نظرًا لموافقة إدارة المدرسة ومعلمات العلوم بها على المساعدة في تطبيق البرنامج التدريبي الخاص بالدراسة، خاصة أن البرنامج لا يطبق ضمن منهج العلوم، ويتطلب توفير حصص إضافية للتطبيق، مع العلم أنه لا يوجد ما يميز نوعية الطالبات في المدرسة عن بقية طالبات المدارس الحكومية الأخرى، وذلك لأن الجهات المسؤولة في المديرية العامة للتربية والتعليم بمحافظة مسقط تقوم بتوزيع الطالبات في المدارس حسب قرب المنطقة السكنية من المدرسة.

وتوزعت العينة على شعبتين دون إجراء أي تغيير أو تعديل عليهما من حيث توزيع الطالبات أو تغيير في توقيت الحصص الدراسية، وقد تم توزيعها حسب المعالجة إلى:

- المجموعة التجريبية: تم تطبيق برنامج التصميم الهندسي على (٢٣) طالبة في إحدى شعب الصف الثامن بالمدرسة، وتم اختيار هذه الشعبة بشكل عشوائي.
- المجموعة الضابطة: وتكونت من (٢٥) طالبة لم يتم تطبيق أي برنامج خاص بالتصميم الهندسي عليهن.

مواد وأدوات الدراسة

استهدفت الدراسة الحالية الكشف عن فاعلية التصميم الهندسي في تنمية عادات العقل الهندسية لدى المتعلم، بالإضافة إلى الكشف عن أثرها في النمط العقلي والميول المهنية العلمية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي، ولتحقيق أهداف الدراسة كان لزامًا الاستعانة بمجموعة من المواد والأدوات والتي تمثلت في:

- برنامج التصميم الهندسي.
- مقياس عادات العقل الهندسية.
- مقياس النمط العقلي.
- مقياس الميول المهنية العلمية.
- مقابلات مجموعات التركيز.
- تقارير التأمل.
- تقارير التقييم الذاتي.

وفيما يلي عرض لهذه المواد والأدوات بشيء من التوضيح.

أولاً: مواد الدراسة

وقد تمثلت فيما يأتي:

١- برنامج التصميم الهندسي

تمّ استخدام برنامج الهندسة في كل مكان (Engineering Everywhere [EE]) وهو أحد البرامج المعدة للمتعلّم من قبل متحف العلوم بمدينة بوسطن الأمريكية (Museum of Science of Boston, 2016)، حيث يتم توفير مجموعة من الخبرات التعليمية خارج وقت المدرسة للمتعلّم في الفئة العمرية (١١-١٤) سنة، وتتطلب هذه الخبرات استخدام عملية التصميم الهندسي وحل المشكلات والتفكير الإبداعي في أثناء التفاعل مع مجموعة من التحديات الهندسية في جو من العمل الجماعي. وبرنامج الهندسة في كل مكان (EE) هو أحد البرامج الفرعية من برنامج الهندسة هي الأساس (Engineering is Elementary [EIE]) الذي بدأ إنتاجه عام (٢٠٠٤)، وشمل فريق التأليف مجموعة من المتخصصين في العلوم والرياضيات والهندسة (Museum of Science of Boston, 2018). وقد تم اختيار هذا البرنامج لعدة أسباب منها تركيزه على مهارات التصميم الهندسي بشكل كبير على حساب كمية المعلومات في الوحدة وهذا يتماشى أهداف الدراسة والتي تركز على استخدام التصميم الهندسي، كما أن البرنامج تم تطبيقه على شريحة كبيرة من الطلبة في الولايات المتحدة الأمريكية، بالإضافة إلى ذلك فإن اعداد البرنامج مر بمراحل من التطبيق التجريبي ومن ثم تطبيقه على عينة أوسع وجمع الملاحظات والاستفادة منها في تطوير وحدات البرنامج (Museum of Science of Boston, 2018).

ويهدف برنامج (EE) إلى نشر الثقافة الهندسية والتكنولوجية لدى المتعلمين (Museum of Science of Boston, 2016) ويضم هذا البرنامج حالياً اثنتا عشر وحدة تعليمية متنوعة حسب التخصصات الهندسية المختلفة، مثل: هندسة العمليات، والهندسة الكيميائية، والطبيعية والهندسة الحيوية، والزراعية وغيرها، وقد تم اختيار وحدتين من هذه الوحدات، وهما: وحدة هندسة العمليات وجاءت بمسمى هندسة الأيسكريم، ووحدة الهندسة الكيميائية بمسمى من النبات إلى البلاستيك، وقد تم اختيار هاتين الوحدتين لعدة أسباب، منها:

- مناسبتها للفئة المستهدفة للدراسة.
- مناسبتها للبيئة المحيطة بالمتعلّم.
- إمكانية توفير المواد والأدوات اللازمة للأنشطة.

وقد تم ترجمة هاتين الوحدتين والتحقق من صدق الترجمة من خلال إعادة الترجمة من قبل مختصين في الترجمة، ويتكون برنامج التصميم الهندسي من العناصر الأساسية الثلاث: (دليل المعلم، وكراس أنشطة المتعلم، وفيديو التقرير الخاص بالوحدة)، وفيما يلي توضيح تفصيلي لكل منها:

١. دليل للمعلم:

ويوضح ملحق (٥) دليل المعلم لوحدة من النبات إلى البلاستيك، ويتضمن الدليل العناصر الآتية:

- **المقدمة** وتتضمن تعريف بالدليل وعناصره الأساسية، وآلية عرض الأنشطة، حيث يبدأ كل نشاط بعرض الفكرة العامة، والمفاهيم الأساسية المرتبطة به، بالإضافة إلى عرض للخلفية العلمية، ثم عرض دليل إجراء النشاط ويتضمن أهداف النشاط مع ذكر الإرشادات الخاصة بإجراء النشاط، بالإضافة إلى ذلك يتم عرض أسئلة للمناقشة ونصائح وأفكار إضافية.

- **إطار نظري مختصر** للتعريف بالبرنامج، وأهدافه بالإضافة إلى عرض الأفكار الرئيسية لتدريسه.

- **توضيحاً لمفهوم التصميم الهندسي وخطواته**، والتي تتمثل في تحديد المشكلة، وتقصي الحلول والتخيل والتخطيط والإنتاج والاختبار والتحسين والتواصل، وتوضيح كيفية تتبعها في أثناء سير البرنامج.

- **موجهات عامة للمعلم**، لتدريس الوحدات الهندسية، بحيث تحقق الأهداف العامة للبرنامج.

- **توصيف كل وحدة** وما تحتويه من أنشطة وتحديات والخطة الزمنية لها، كما هو مبين.

- **خطة تفصيلية** لكل نشاط مع توضيح بعض التعليمات والنقاط التي يجب أن ينتبه لها المعلم.

٢. **كراس أنشطة المتعلم**: وتشمل التحديات الهندسية التي يقوم بها المتعلم في أثناء الوحدة، بالإضافة لتوضيح لبعض المفاهيم المتعلقة بالوحدة (ملحق ٦).

٣. **فيديو التقرير الخاص بالوحدة**: حيث يتم عرض التحدي العام للوحدة من خلال خطوات التصميم الهندسي، فيتم استعراض جوانب المشكلة، وإجراء مقابلات مع عدة مختصين وعرض حلول مختلفة لها، وهذه التقارير من إنتاج متحف العلوم بيوستن (Museum of Science of Boston, 2018)

ثانياً: أدوات الدراسة

استخدمت الدراسة الحالية مجموعة من الأدوات الكمية والنوعية لجمع البيانات، وفيما يلي عرض تفصيلي لهذه الأدوات وآليات بنائها وخصائصها السيكمرومترية.

أدوات القياس الكمي في الدراسة

تم استخدام المقاييس الثلاثة الآتية لجمع البيانات الكمية للدراسة، وتمثلت في:

١. مقياس عادات العقل الهندسية.

٢. مقياس النمط العقلي.

٣. مقياس الميول المهنية.

وفيما يلي عرض تفصيلي لهذه المقاييس.

١. مقياس عادات العقل الهندسية (Engineering habits of mind)

عادات العقل الهندسية هي عادات عقلية يمارسها المهندس عند التفكير، والعمل لحل تحديات هندسية مختلفة (Lucas & Hanson, 2014)، وتشمل في هذه الدراسة كلاً من: التعرف على المشكلة، والتبصر، والتطوير والتحسين، والإبداع في حل المشكلات، والتكيف، والتفكير المنظومي، ويهدف مقياس عادات العقل الهندسية لتحديد استخدام المتعلم لهذه العادات. **توصيف المقياس:** تمّ تصميم مقياس عادات العقل الهندسية وفقاً للتوصيف الذي وضعه مركز التعلم للعالم الواقعي ((Center of Real World Learning [CRL])، ويشمل ست عادات عقلية هندسية هي: التعرف على المشكلة، والتبصر، والتحسين والتطوير، والإبداع في حل المشكلات، والتكيف، والتفكير المنظومي، والذي يوضحها جدول (٨).

وقد استعانت الباحثة بمجموعة من الدراسات والاختبارات الخاصة بالهندسة والعلوم والتكنولوجيا في إعداد المقياس، مثل: (Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education, 2016; Marulcu, 2014; Monson & Besser, 2015; Mourtos; DeJong-Okamoto & Rhee, 2004).

وتكوّن المقياس في صورته الأولية من (١٧) مفردة، صيغت في شكل الاختيار من متعدد، بالإضافة إلى بعض المفردات من نوع المقالي القصير، وشمل المقياس في صورته النهائية أيضاً (١٧) مفردة مع بعض التغييرات في نمط المفردات وترتيبها، وقد مرّ إعداد المقياس بالخطوات الآتية:

١. دراسة عادات العقل بشكل عام، والاطلاع على بعض المقاييس الخاصة بها مثل:

مقياس كوستا وكاليك (٢٠٠٣).

٢. حصر عادات العقل الهندسية، كما جاءت في توصيف مركز التعلم للعالم الواقعي (CRL) للعادات العقلية الهندسية.

٣. دراسة عادات العقل الهندسية، ومحاولة توصيفها حسب تقرير (CRL)، وحسب المهارات المرتبطة بها، كما تم توضيحها في جدول (٦).

جدول (٦) توصيف عادات العقل الهندسية

م	العادة العقلية الهندسية	توصيفها
١	التعرف على المشكلة (problem – finding)	- تحديد المشكلة بوضوح ودقة. - تحديد الاحتياجات المرتبطة بالمشكلة. - تحديد المعايير اللازمة لحل المشكلة. - البحث عن المعلومات المرتبطة بالمشكلة. - تقصي الحلول التي تم طرحها مسبقاً لحل المشكلة.
٢	التبصر (visualizing)	- توضيح المشكلة بشكل مفصل باستخدام الرسوم والنماذج. - وضع تصور لآلية حل المشكلة (رسوم- خرائط ذهنية، ...). - وضع تصور تخيلي (بالعبارات أو الرسم) لتوضيح ضبط المتغيرات وأثرها على التصميم. - بناء تصميم دقيق لحل المشكلة باستخدام الرسوم أو النماذج.
٣	التحسين والتطوير (improving)	- يعبر عن الحاجة المستمرة للتطوير والتحسين. - يعبر عن دور التجريب في التحسين والتطوير. - يعبر عن دور التواصل في التحسين والتطوير. - يصف العوامل والمؤثرات التي تؤدي إلى التطوير والتحسين. - يضع خطة مفصلة لآلية تطوير التصميم، ويعبر عنها باستخدام المخططات والرسوم التوضيحية.
٤	الإبداع في حل المشكلات (creative problem solving)	- اتباع خطوات التصميم الهندسي، لوضع خطة مفصلة لحل المشكلة، ولإعادة تصميم الحل. - طرح العديد من الحلول الإبداعية لحل المشكلة. - الموازنة بين الاحتياجات والمعايير لحل المشكلة، لاختيار الحل الأمثل وتوضيح مبررات قوية، لاختيار الحل الأمثل بشكل علمي ودقيق.
٥	التكيف (adaptability)	- القدرة على اتباع خطوات التصميم الهندسي لحل أي مشكلة هندسية جديدة. - تعديل التصميم واختباره وتحسينه وفقاً لتغيير معطيات المشكلة أو العوامل التي تؤثر عليها.
٦	التفكير المنظومي (systems thinking)	- توضيح النظام بشكل كامل مع تحديد أجزائه ومكوناته. - توضيح العلاقات بين مكونات النظام. - تحديد العمليات التي تحدث داخل النظام وربطها بآلية عمل النظام.

٤. البحث في المواقع الإلكترونية عن اختبارات مرتبطة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة

مثل: اختبارات نظام التقييم الشامل لولاية ماساتشوستس Massachusetts

Comprehensive Assessment System (Massachusetts Department

(of Elementary and Secondary Education,, 2016) للصف الثامن، واختيار

أسئلة مهارية منها، وإعادة بنائها لتناسب عادات العقل الهندسية.

٥. بناء النسخة الأولية للمقياس، والتحقق من صدقه، من خلال عرضه على مجموعة من المختصين.

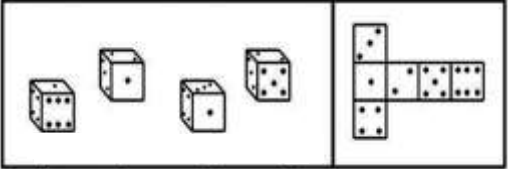
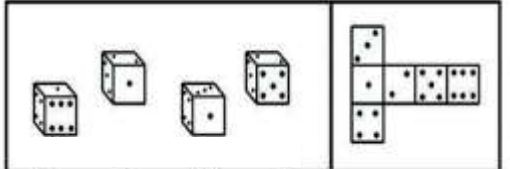
الخصائص السيكمترية لمقياس عادات العقل الهندسية: وتتمثل هذه الخصائص في التأكد من صدق، وثبات المقياس في البيئة العُمانية.

صدق المقياس: تم التأكد من الصدق الظاهري للمقياس، وذلك بعرضه على مجموعة من المحكمين بلغ عددهم (٩) محكمين (ملحق ٧) من أعضاء (هيئة التدريس بكلية التربية بجامعة السلطان قابوس، وقسم مناهج العلوم بدائرة تطوير مناهج العلوم التطبيقية، ودائرة التقويم التربوي بوزارة التربية والتعليم)، وعدد من معلمي العلوم، وقد طلب منهم إبداء الرأي في:

- مناسبة المفردة للعادة العقلية التي يقيسها.
- مناسبة المفردات لمستوى الطالبات.
- سلامة الصياغة اللغوية، والدقة العلمية.
- ملاحظات تنظيمية بالحذف أو الإضافة أو التعليق.
- ملاحظات أو مقترحات أخرى.

وفي ضوء ملاحظات المحكمين، تمَّ إجراء بعض التعديلات المقترحة ويوضح جدول (٧) أمثلة لهذه التعديلات.

جدول (٧) أمثلة لبعض التعديلات المقترحة من قبل المحكمين لمقياس عادات العقل الهندسية

السؤال قبل التعديل	السؤال بعد التعديل
٦- شكل المكعب المفتوح على اليمين بعد تجميعه يوضحه الشكل:	عند تجميع المكعب المفتوح على اليمين سيكون الشكل:
	
١٥- التصميم الأكثر مناسبة لبنائه واختباره هو :	التصميم الأكثر مناسبة لبناء القاذفة واختبارها هو :

ثبات المقياس: تم تطبيق المقياس في صورته الأولية على (٣٠) طالبة من طالبات الصف الثامن الأساسي من غير عينة الدراسة، للتحقق من ثباته ومدى وضوح الأسئلة والتعليمات، ولتحديد المدة

الزمنية المناسبة لتطبيق المقياس، وتم حساب الثبات بطريقة معامل الاتساق الداخلي (ألفا لكرونباخ (Cronbach- Alpha)، وقد بلغ (٠,٥٢)، وبعدها تم الاستفادة من تحليل ثبات المفردات، ومعامل الصعوبة والتمييز في برنامج (SPSS)، وعلى ضوءها تم إجراء بعض التعديلات على المقياس، فقد تم استبدال إحدى المفردات (نظرا لارتفاع معامل السهولة لها ٠,٨٢)، كما تم تغيير نمط بعض مفردات الاختيار من متعدد إلى مفردات من نوع المقالي القصير، بالإضافة إلى إعادة توزيع المفردات حسب عادات العقل الهندسية، بعد ذلك تم تطبيق المقياس مرة أخرى لحساب الثبات باستخدام معامل ألفا وبلغت (٠,٨٤)، وهذا يدل على أنه على درجة مناسبة من الثبات.

الصورة النهائية لمقياس عادات العقل الهندسية: تكوّن المقياس في صورته النهائية من (١٧) مفردة كما في ملحق (٨)، وتوزعت المفردات على عادات العقل الهندسية كما يوضحها جدول (٨).

تصحيح المقياس: خصصت درجة واحدة للإجابة الصحيحة، وصفر للإجابة غير الصحيحة وفق مفتاح التصحيح (ملحق ٩)، وبلغت الدرجة الكلية للمقياس (١٧) درجة.

جدول (٨) توزيع عادات العقل الهندسية على مفردات المقياس

المفردات التي تمثلها	العادة العقلية الهندسية
١٧ / ١١ / ١	التعرف على المشكلة
٨ / ٥ / ٢	التبصر
١٠ / ٧ / ٤	التحسين والتطوير
١٦ / ٩ / ٣	الإبداع في حل المشكلات
١٢ / ٦	التكيف
١٥ / ١٤ / ١٣	التفكير المنظومي

٢. مقياس النمط العقلي (Mindset Scale)

تم بناء المقياس من خلال التوصيف الذي وضعه براوان (Brown, 2013) للنمط العقلي للمصمم والذي يحدد طريقة تفسيره للأحداث من حوله وطريقة تفاعله معها، ونزعتة لاتخاذ قرارات حولها، وتم تكيف المقياس بحيث يلائم المتعلم في الصف الثامن الأساسي بسلطنة عُمان، علما بأن براوان وضع توصيفه بناءً على التعريف العام الذي وضعته دويك للنمط العقلي، وفيما يلي تفصيلاً للأطر الثلاثة التي تحدد النمط العقلي للمصمم كما وصفها براوان (Brown, 2013)، وهي:

أ- المرونة مقابل الصلابة، والمرونة هي التحرر من الحاجة إلى تتبع نفس الخطوات، فالمرونة تتطلب أن يدرك المصمم الحاجة إلى تكيف الخطوات، والأدوات، لاستيعاب الظروف المختلفة للوصول إلى منتجات جديدة، ومبتكرة، بينما الصلابة، تعبر عن تمسك المصمم باتباع نفس الخطوات ومقاومة التغيير في عملية التصميم، ويوضح جدول (١١) الاختلاف بين النمط العقلي المرن والنمط العقلي الصلب.

جدول (٩) توصيف النمط العقلي المرن والنمط العقلي الصلب (Brown, 2013)

مرن (Adaptive)	جامد (Rigid)
الإدراك (perception)	يرى طرق مختلفة لتطبيق عملية التصميم في التحديات والمواقف المختلفة.
يرى طرق مختلفة لتطبيق عملية التصميم في التحديات والمواقف المختلفة.	يرى عملية التصميم كعملية بخطوات ثابتة.
الانفتاح (attitude)	يستمتع باختبار الفرضيات والقوانين.
يستمتع باختبار الفرضيات والقوانين.	يكون دفاعي عن عملية التصميم.
النزعة (disposition)	يسعى إلى تعقب طرق جديدة.
يسعى إلى تعقب طرق جديدة.	يصر على تجنب الظروف المستجدة ويصر على تطبيق عملية التصميم بالطريقة التي تعلمها.

ب- الجمعي مقابل الفردي، فالنمط العقلي الجمعي يتمثل في الاعتقاد بأن الآراء المتناقضة ووجهات النظر المتعددة، وردود الفعل المختلفة تجعل التصميم أفضل، بينما النمط العقلي الفردي يبتعد عن المشاركة في العمل الجماعي، ولا يقبل الآراء الأخرى، ويوضح جدول (١٠) الاختلاف بين هذين النمطين.

جدول (١٠) توصيف النمط العقلي الجمعي و النمط العقلي الفردي (Brown, 2013)

الجمعي (Collective)	الفردي (Solitary)
الإدراك (perception)	يرى أثر مشاركة الآخرين في تطور المشروع.
يرى أثر مشاركة الآخرين في تطور المشروع.	يرى الآخرين كمنافسين له.
الانفتاح (attitude)	يشعر بالثقة نحو الملاحظات والتغذية الراجعة المقدمة من زملائه.
يشعر بالثقة نحو الملاحظات والتغذية الراجعة المقدمة من زملائه.	يقاوم أو يشعر بالانزعاج من الملاحظات التي تطرح قبل إتمام العمل.
النزعة (disposition)	يقرر إشراك زملائه بطرق بناءة.
يقرر إشراك زملائه بطرق بناءة.	يتجنب مشاركة زملائه ما لم يتم إرغامه.

ج- **الإيجابي مقابل السلبي**، ويقصد بالإيجابية الاعتقاد بأن التعبير عن الآراء بثقة، وتوضيح التوقعات، وسد الثغرات في الفهم أمر ضروري لنجاح عملية التصميم، بينما صاحب النمط السلبي يعتقد أن اختلاف الفهم داخل المجموعة لا يعنيه، كما أنه يعتقد أنه لا يجب طرح الأسئلة، والأمور المستجدة في أثناء التصميم، ويحذ تجنب الأحداث المستجدة، ويوضح جدول (١١) الاختلاف بين هذين النمطين.

جدول (١١) توصيف النمط العقلي الإيجابي و النمط العقلي السلبي (Brown, 2013)

سلبي (Passive)	إيجابي (Assertive)	
يرى الاختلاف في الفهم كشيء لا يعنيه، وليست مشكلته وهو غير مهم بالنسبة له.	يرى أن له دور في التعبير عن رأيه ويحاول توضيحه للآخرين.	الإدراك (perception)
يقترض أن الأسئلة والقضايا العالقة ستتم معالجتها لاحقاً (بعد الانتهاء من التصميم).	يشعر أن الفروق في الفهم والتوقعات يجب أن يتم التغلب عليها بأسرع فرصة (قبل البدء في التصميم).	الاتجاه (attitude)
يتجنب القضايا المستجدة.	يقرر أن يقيم الآراء وي طرح أسئلة مفتوحة.	النزعة (disposition)

الخصائص السيكمترية لمقياس النمط العقلي: وتتمثل هذه الخصائص في التأكد من صدق وثبات المقياس في البيئة العُمانية.

صدق المقياس: تم عرض المقياس على خمسة محكمين من أعضاء هيئة التدريس بكلية التربية بجامعة السلطان قابوس من قسم علم النفس التربوي، كما هو موضح في ملحق (١٠)، وبناء على الملاحظات، تم إجراء بعض التعديلات في الصياغة اللغوية.

ثبات المقياس: تم حساب ثبات المقياس من خلال تطبيقه، وإعادة تطبيقه على (٣٠) طالبة من طالبات الصف الثامن من غير عينة الدراسة، وبلغت قيمته (٠,٦٥)، وهذا يدل على أنه على درجة مناسبة من الثبات.

الصورة النهائية لمقياس النمط العقلي: تكوّن المقياس في صورته النهائية من (٦٠) مفردة كما هو موضح في ملحق (١١)، وتوزعت المفردات على مجالات النمط العقلي كما هو موضح في جدول (١٢).

جدول (١٢) توزيع مجالات النمط العقلي على مفردات المقياس

النمط	المفردات التي تمثلها
النامي المرونة	(٢-ب)، (٥-أ)، (٨-ب)، (١١-أ)، (١٧-أ)، (٢٠-أ)، (٢٣-ب)، (٢٧-أ)، (٢٨-ب)، (٣٠-ب)
الجمعي	(١-ب)، (٤-أ)، (٧-ب)، (١٠-أ)، (١٣-ب)، (١٦-أ)، (١٩-ب)، (٢٢-أ)، (٢٥-ب)، (٢٨-أ)
الإيجابي	(١-أ)، (٤-ب)، (٩-ب)، (١٢-أ)، (١٤-ب)، (١٥-أ)، (١٨-ب)، (٢٠-ب)، (٢٢-أ)، (٢٣-أ)
الثابت الصلابة	(٣-أ)، (٦-أ)، (٨-أ)، (١١-ب)، (١٣-أ)، (١٦-ب)، (٢١-أ)، (٢٤-أ)، (٢٧-ب)، (٣٠-ب)
الفردى	(٢-أ)، (٥-ب)، (٧-أ)، (١٠-ب)، (١٥-ب)، (١٨-أ)، (١٢-ب)، (٢٤-ب)، (٢٦-أ)، (٢٩-ب)
السلبى	(٣-ب)، (٦-ب)، (٩-أ)، (١٢-ب)، (١٤-أ)، (١٧-ب)، (١٩-أ)، (٢٢-ب)، (٢٦-ب)، (٢٩-أ)

٣. مقياس الميول المهنية العلمية

تم استخدام مقياس (STEM Career Interest Survey [STEM- CIS]) لقياس الميول المهنية العلمية، وهذا المقياس من إعداد كير وآخرون (Kier et al., 2014)، وذلك بعد ترجمته إلى اللغة العربية من قبل الباحثة والتحقق من صدق الترجمة من خلال إعادة الترجمة من قبل متخصص في الترجمة. وتكوّن المقياس من (٤٤) مفردة موزعة بالتساوي على أربعة مجالات رئيسة هي: العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا، والهندسة، وقد تم استخدام مقياس ليكرت الخماسي ليحدد المستجيب مدى مطابقة العبارة عليه، حيث تبدأ من دائماً وتنتهي بأبداً.

الخصائص السيكومترية لمقياس الميول المهنية العلمية: وتتمثل هذه الخصائص في التأكد من صدق وثبات المقياس في البيئة العُمانية.

صدق المقياس: للتحقق من صدق المقياس تم عرضه على خمسة من المحكمين من هيئة التدريس بجامعة السلطان قابوس، بالإضافة إلى باحثين من المركز الوطني للتوجيه المهني، ومجموعة من أخصائي التوجيه المهني في المدارس كما يوضحها ملحق (١٢)، وقد تم إجراء بعض التعديلات المقترحة من قبل المحكمين ويوضح جدول (١٣) أمثلة لبعضها.

جدول (١٣) أمثلة لبعض التعديلات المقترحة على مقياس الميول المهنية

العبارة قبل التعديل	العبارة بعد التعديل
أخطط لاستخدام العلوم في مهنتي المستقبلية.	أخطط لأتخصص في إحدى مجالات العلوم في المستقبل.
يوجد شخص في عائلتي يعمل في مهنة تتطلب استخدام الرياضيات.	يوجد شخص في عائلتي يعمل في مهنة مرتبطة بالرياضيات.
لدي القدرة الجيدة على إنجاز الأعمال التي تتطلب استخدام التكنولوجيا.	لدي القدرة الجيدة على إنجاز الأعمال باستخدام التكنولوجيا.

ثبات المقياس: لحساب ثبات المقياس، وتحديد الزمن اللازم للتطبيق، قامت الباحثة بتطبيق المقياس على (٣٠) طالبة من طالبات الصف الثامن الأساسي من غير عينة الدراسة، وتم حساب الثبات بطريقة معامل ألفا، حيث بلغت قيمة الثبات (٠,٩٢٨)، وكان متوسط زمن إجراء المقياس (٣٠) دقيقة ما يقارب حصة دراسية واحدة، ويوضح ملحق (١٣) الصورة النهائية لمقياس الميل المهنية العلمية.

أدوات القياس النوعية

وتتمثل في:

١. تقارير التأمل.
٢. تقارير التقييم الذاتي.
٣. مقابلات مجموعة التركيز.

١. تقارير التأمل

التأمل هو عملية دراسة وتحليل ما تم إنجازه من عمل بهدف التقويم (بشير، ٢٠٠٦)، فالتأمل يتطلب التساؤل والتحليل والتركيب والربط (السليم، ٢٠٠٩) وإتاحة الوقت للمتعلم للتفكير والتأمل في ممارساته مما يطور من تفكيره، ووعيه بسلوكه، واستجابته للمواقف الجديدة (السليم، ٢٠٠٩)؛ لذلك تم إعداد بطاقة تأمل للطالبة لتسجيل تأملاتها في ممارساتها لخطوات التصميم الهندسي، وذلك بعد الانتهاء من النشاط المحدد، حيث توضح الطالبة الإجراءات التي قامت بها في كل خطوة من خطوات التصميم الهندسي، ويوضح ملحق (١٤) نموذج لإحدى تقارير التأمل، وقد تم بناء هذه التقارير بناءً على خطوات التصميم الهندسي حيث تعبر الطالبة عن الاجراء الذي قامت به في كل خطوة، وخطوات التصميم مرتبطة بعادات العقل الهندسية، فعادة التعرف على المشكلة مرتبطة بخطوتي تحديد المشكلة والتقصي، وعادة التبصر مرتبطة بخطوة التخيل، وعادة التفكير المنظومي وعادة الإبداع في حل المشكلات كلاهما مرتبط بخطوة التخطيط فيتم تحليل العبارة مرة كتفكير منظومي يشمل مدخلات وعمليات ومخرجات وتارة أخرى يتم تحليل العبارة كحل مشكلات تتضمن وضع خطة وطرح الحلول والموازنة بين الاحتياجات والمعايير واختيار أفضل الحلول، كذلك عادة التحسين والتطوير ارتبطت بخطوتي الاختبار والتحسين، ويوضح جدول (١٤) بعض الأمثلة على آلية ترميز العبارات المكتوبة في تقارير التأمل.

جدول (١٤) أمثلة على آلية ترميز البيانات النوعية في تقارير التأمل

العبارة	الرمز	دلالة الرمز
تحديد المشكلة وهي صناعة كيس بلاستيك باستخدام البلاستيك الحيوي وقمنا بالمقارنة بين البلاستيك الذي صنعناه سابقا (كمعيار) وإيجاد الطريقة المناسبة للصناعة بحيث يكون قوي ومرن.	ت	التعرف على المشكلة
تخيلت شكل الحقيبة أو المنتج وقمت بكتابة التخييل والرسم بعدها قمت بالتخطيط.	ص	التبصر
تحديد المشكلة واختيار المكونات وتحديد المعايير وتصميم المنتج ثم التواصل مع الآخرين	ح	الإبداع في حل المشكلات
حددنا الأدوات والمقادير اللازمة لصنع منتج جيد	م	التفكير المنظومي
جربنا تغيير المكونات عدة مرات ووضعنا خطة جديدة للتصميم وغيرنا ما يلزم لتحسينه	ط	التحسين والتطوير

بعد ذلك تم تحليل العبارات وفق درجة الممارسة لكل عادة، وقد تم تحديد درجات الممارسة من (١-٣) حسب درجة الممارسة من الأقل إلى الأعلى كما هو موضح في جدول (١٥).

جدول (١٥) بطاقة توصيف درجة ممارسة عادات العقل الهندسية كما تظهر في تقارير التأمل

عادات العقل الهندسية	مؤشرات درجة الممارسة
التعرف على المشكلة	- تحديد المشكلة بوضوح ودقة. - تحديد الاحتياجات والمعايير. - البحث عن المعلومات المرتبطة والحلول السابقة للمشكلة.
التبصر	- توضيح الشكل النهائي للمنتج باستخدام الرسوم والنماذج أو العبارات. - وضع تصور لآلية حل المشكلة (رسوم- خرائط ذهنية ، ...). - وضع تصور تخيلي (بالعبارات أو الرسم) لتوضيح ضبط المتغيرات وأثرها على التصميم.
التحسين والتطوير	- يعبر عن دور التجريب والتواصل في التحسين والتطوير. - يصف العوامل والمؤثرات التي تؤدي إلى التطوير والتحسين. - يضع خطة مفصلة لآلية تطوير التصميم، ويعبر عنها باستخدام المخططات والرسوم التوضيحية.
الإبداع في حل المشكلات	- اتباع خطوات التصميم الهندسي، لوضع خطة مفصلة لحل المشكلة، وإعادة تصميم الحل. - طرح العديد من الحلول الإبداعية لحل المشكلة. - الموازنة بين الاحتياجات والمعايير لحل المشكلة لاختيار الحل الأمثل وتوضيح مبررات قوية لاختيار الحل الأمثل بشكل علمي ودقيق.
التكيف	- القدرة على اتباع خطوات التصميم الهندسي، لحل أي مشكلة هندسية جديدة. - تعديل التصميم واختباره وتحسينه وفقا لتغيير ما في معطيات المشكلة أو العوامل التي تؤثر عليها.
التفكير المنظومي	- توضيح النظام بشكل كامل مع تحديد أجزائه ومكوناته. - توضيح العلاقات بين مكونات النظام. - تحديد العمليات التي تحدث داخل النظام وربطها بآلية عمل النظام.

وللتحقق من ثبات تحليل التقارير تم حساب نسب اتفاق التحليل مع باحث آخر حاصل على درجة الدكتوراة في تخصص مناهج وطرق تدريس العلوم، كما هو موضح في جدول (١٦).

جدول (١٦) نسب الاتفاق بين المحللين في البيانات النوعية لتقارير التأمل لعادات العقل الهندسية	
العادة العقلية	نسبة الاتفاق
التعرف على المشكلة	٨٤ %
التبصر	٨٤ %
التحسين والتطوير	٨١ %
حل المشكلات	٨٦ %
التفكير المنظومي	٨٦ %

يتضح من جدول (١٦) أن نسب الاتفاق بين المحللين جميعها أعلى من (٨٠%)، وبذلك تكون هذه النسبة مقبولة تربوياً، مما يشير إلى ثبات التحليل. ولجمع بيانات حول درجة ممارسة عادات العقل الهندسية في تقارير التأمل تم حساب متوسط تكرار عادات العقل الهندسية في هذه التقارير، كما سيتم الإشارة لها في الفصل الرابع.

٢. بطاقة التقييم الذاتي

تمَّ تصميم بطاقة للتقييم الذاتي للمتعلم، لحصر المهارات التي تمت ممارستها بشكل أكبر في أنشطة البرنامج من وجهة نظر المتعلم، مع توضيح كيفية ممارسته لهذه المهارات من خلال الأنشطة كما هو موضح في ملحق (١٦)، وذلك بهدف جمع بيانات نوعية عن عادات العقل الهندسية المرتبطة بهذه المهارات كما هو مبين في جدول (١٧).

جدول (١٧) المهارات المرتبطة بعادات العقل في تقارير التقييم الذاتي	
عادات العقل الهندسية	المهارات المرتبطة
التعرف على المشكلة	تحديد المشكلة
التبصر	التخيل الرسم
التحسين والتطوير	استكشاف الأخطاء وإصلاحها
الإبداع في حل المشكلات	التخطيط الإبداع
التفكير المنظومي	حل المشكلات تحليل البيانات

وقد تم تحليل هذه التقارير وحساب النسب المئوية لتكرارات اختيار المهارات المرتبطة بعبادات العقل الهندسية، كما تم تحليل العبارات المكتوبة والاستفادة منها في تفسير النتائج.

٣. مقابلات مجموعات التركيز

تعتبر مقابلات مجموعات التركيز (focus group interview) من أنواع المقابلة الجماعية لمجموعة من الأفراد، تستلزم مشاركة جميع أفرادها، وعلى الباحث رصد الاستجابات وتسجيلها (جاي وزملاؤه، ٢٠١٢)، وتم تصميم هذه الأداة بهدف جمع البيانات النوعية عن كل من عادات العقل الهندسية والنمط العقلي، فقد تكونت من شقين، الأول: خاص بعبادات العقل الهندسية، وذلك من خلال طرح مشكلتين هندسيتين مرتبطتين بالبيئة المحلية وليست لهما علاقة بما تمت دراسته في برنامج التصميم الهندسي. ويتكون الشق الثاني من ثلاثة مواقف خاصة بالنمط العقلي، حيث تم طرح موقفين من نمطين متقابلين، وتحدد الطالبة أي من الشخصيات الهندسية أقرب إليها مع ذكر السبب. وقد تم تحكيم البطاقة من خلال عرضها على أربعة محكمين من حملة الماجستير والدكتوراة في مناهج وطرق تدريس العلوم كما في ملحق (١٧)، وتم تجريب البطاقة بشكل استطلاعي على خمس طالبات من غير عينة الدراسة، ويوضح ملحق (١٨) البطاقة في صورتها النهائية.

وتم إجراء مقابلات مجموعات التركيز مع مجموعة من طالبات المجموعتين الضابطة (١١ طالبة)، والتجريبية (١٠ طالبات)، كما تم تسجيل المقابلات، ومن ثم تم تحليلها بناءً على تكرار ظهور العادة العقلية، ويوضح جدول (١٨) أمثلة على آلية ترميز هذه البيانات.

جدول (١٨) أمثلة على آلية ترميز البيانات النوعية في مقابلات مجموعات التركيز

العبارة	دلالة الرموز
اختبر المنتج وأضيف أشياء عليه (ط) و أرسمه قبل الإنتاج (ص) على أن تنطبق عليها المواصفات (ح).	ت: التعرف على المشكلة.
نختبر على شخص محدد ونشوف اذا نتيجة ايجابية واذا سلبية (ط) ونرجع لخطوات التصميم (ك).	ح: حل المشكلات
من خلال اختبار المنتج أو من تجارب الآخرين (ط) .	ط: التطوير
نحدد المشكلة (ت) ونبحث عن حل ونضع الخطوات (ح)	والتحسين
نحدد المشكلة حسب المعايير والقيود المحددة (ت)، ثم نستقصي الحلول عن طريق صور وفيديوهات ومعلومات (ت) ثم نضع تخطيطات للمنتج وكل وحده تصمم ثم نختار الأفضل والأنسب (ص)، ثم نخطط للأهداف ونقسم الزمن وبعدها ننتج التصميم المتفق عليه بعدها نختبر المنتج في ضوء المعايير والقيود. (ح)	ك: التكيف
نحدد المشكلة ونستقصي الحلول (ت) ونخطط ونقسم الأدوات ثم نصمم ونختبر المنتج (ح) بمشاركة شخص ضعيف البصر (م).	ص: التبصر
	م: التفكير المنطومي

وللتحقق من ثبات التحليل تم حساب نسب اتفاق التحليل مع باحث آخر وبلغت (٨٥%) وهي نسبة مقبولة تربوياً، وبالنسبة للنمط العقلي تم حساب تكرار اختيار كل نمط عقلي.

مهدادات الصدق التجريبي

تتعرض كل تجربة – ولا سيما في البحوث الإنسانية- إلى تأثير العديد من العوامل الدخيلة، والتي قد تكون خارجية أو داخلية، تؤثر على نتائج التجربة فتجعلها أقل صدقاً وواقعية، وبالتالي تقلل من إمكانية تعميم النتائج، ويبين جدول (١٩) وجدول (٢٠) الإجراءات التي تم اتخاذها في هذه الدراسة، للتقليل من أثر تهديدات الصدق الداخلي والخارجي، بهدف الوصول إلى نتائج أكثر صدقاً وواقعية، تعكس المعالجة التي تمت بصدق، بحيث يكون التصميم الهندسي هو محور هذه المعالجة.

مهدادات الصدق الداخلي

الصدق الداخلي هو الدرجة التي تكون بها الفروق الملاحظة في المتغير التابع نتيجة مباشرة للتدخل في المتغير المستقل (جاي وزملائه، ٢٠١٢)، فالصدق الداخلي يركز على فحص تفسيرات أو تهديدات منافسة لا ترتبط بالمتغير المستقل، ولكنها يمكن أن تؤثر في نتائج الدراسة، ويوضح جدول (١٩) بعض الإجراءات التي قامت بها الباحثة للتقليل من أثر تهديدات الصدق الداخلي.

جدول (١٩) إجراءات التغلب على تهديدات الصدق الداخلي للدراسة

التهديد	الإجراء
١. النضج	اختيار عينة مجموعات الدراسة من نفس الصف والمرحلة العمرية.
٢. العملية الاختبارية	الفترة مناسبة بين الاختبار القبلي والبعدي، حيث امتدت إلى حوالي عشرة أسابيع.
٣. الأدوات	تم حساب صدق وثبات كل الأدوات المستخدمة.
٤. الانحدار الإحصائي	التوزيع العشوائي للطلبات في الصفوف مسبقاً من قبل المدرسة، بالإضافة الى الاختيار العشوائي لمجموعات الدراسة.
٥. الانتقاء المتميز للمشاركين	حساب تكافؤ المجموعات في المقياس القبلي، بالإضافة إلى استخدام معالجات إحصائية لتحقيق التكافؤ بين المجموعات.
٦. فقدان المشاركين	كانت عينة الدراسة من الطالبات المنتظمات دراسياً، لذلك لم يحدث فقدان للمشاركين في أثناء التجريب.
٧. التفاعل بين الانتقاء والنضج	تم انتقاء المجموعات من نفس المرحلة العمرية، وتم إخضاعهم للمعالجة والتقييم بصورة متزامنة لجميع المجموعات.

مهدات الصدق الخارجي

هي الدرجة التي تكون بها نتائج الدراسة قابلة للتعميم، وتتمثل في العوامل التي يمكن أن تؤثر في نتائج الدراسة وتقلل من إمكانية تعميمها، ويوضح جدول (٢٠) بعض تهديدات الصدق الخارجي كما وردت في جاي وزملائه (٢٠١٢) والإجراءات التي تم اتخاذها لتقليلها في هذه الدراسة.

جدول (٢٠) إجراءات التغلب على تهديدات الصدق الخارجي

التهديد	الإجراء
١. تفاعل الاختبار القبلي والمعالجة	استمرت المعالجة لما يقارب العشرة أسابيع، وهي فترة مناسبة لتلاشي أثر الاختبار القبلي في أثناء المعالجة.
٢. تدخل معالجات متعددة	تم التأكد أن الطالبات في مجموعات الدراسة لم يخضعن لمعالجة أخرى قبل أو في أثناء التطبيق، بالإضافة إلى أنه تم التركيز على معالجة واحدة مع تحديد الخطوات بدقة.
٣. تفاعل الانتقاء والمعالجة	اختيار العينة الممثلة للمجتمع، بالإضافة إلى الاختيار العشوائي للشعب وتصنيفهم إلى مجموعتين ضابطة وتجريبية، ووصف صعوبات إجراء الدراسة وطرق التعامل معها.
٤. تخصيص المتغيرات	تعريف المتغيرات تعريفا إجرائيا ووصف الإجراءات البحثية المتعلقة بكل متغير.
٥. انتشار المعالجة	توجيه المعلمين المتعاونين للتحب باستخدام المعالجة المناسبة لكل مجموعة، بالإضافة إلى حضور الباحثة للمواقف الصفية للتأكد من ذلك.

خطوات إجراء الدراسة

بعد تحديد مشكلة الدراسة وأسئلتها قامت الباحثة بالخطوات الإجرائية الآتية:

١. الاطلاع على الأدبيات والدراسات السابقة وجمع معلومات حول التصميم الهندسي وبرامج (STEM) وعادات العقل الهندسية والمقاييس التي يمكن استخدامها لقياس المتغيرات التابعة.
٢. اختيار أحد برامج متحف مدينة بوسطن الأمريكية (Museum of Science of Boston, 2016) لتدريس (STEM) وهو برنامج الهندسة في كل مكان (Engineering Everywhere).
٣. دراسة وتحليل البرنامج واختيار وحدتين للتطبيق، هما: هندسة العمليات، وهندسة البلاستيك؛ لتناسبهما مع المستوى المعرفي للمتعلم، بالإضافة لارتباطهما ببيئته، ومن ثم ترجمتهما.
٤. إعداد أدوات الدراسة، مع مراعاة تحديد الهدف من الأداة، وتحديد أبعادها أو مجالاتها وصياغة المفردات، ومن ثم قياس الصدق والثبات.

٥. الحصول على الموافقة الرسمية من وزارة التربية والتعليم للتطبيق في إحدى مدارس محافظة مسقط، وذلك من خلال المكتب الفني للدراسات والتطوير.
٦. التنسيق مع مدرسة التطبيق لتحديد الشعب التي ستطبق عليها الدراسة وتحديد شعبة كمجموعة تجريبية، وشعبة مكافئة كمجموعة ضابطة، وتزويد المعلمات بنسخة من مواد الدراسة وكتاب أنشطة المتعلم.
٧. تنفيذ ورشة تعريفية بالبرنامج لمعلمات العلوم في المدرسة مدة يوم واحد، للتوضيح البرنامج ومتطلبات تطبيقه، وخلفياته العلمية، ومن ثم أبدت معلمتان رغبتهما للمشاركة في تطبيق البرنامج.
٨. تنفيذ برنامج تدريبي للمعلمتين المتعاونتين في برنامج التصميم الهندسي في شهر سبتمبر، وقد اشتمل على التعريف بالبرنامج، وتوضيح دور المعلمة فيه، بالإضافة إلى توضيح التصميم الهندسي، وخطواته، وأهميته في عملية التعلم، وتوضيح أهمية التحديات الهندسية، ودورها في تيسير عملية التعلم.
٩. التطبيق التجريبي للدراسة، حيث تم تطبيق أحد أنشطة الوحدة على (٣٤) طالبة من طالبات الصف الثامن من غير عينة الدراسة، وتمّ جمع الملاحظات حول آلية التطبيق ودور المتعلم والمعلم في البرنامج، بالإضافة إلى الوقوف على بعض صعوبات التطبيق.
١٠. التطبيق القبلي لأدوات الدراسة للمجموعتين التجريبية والضابطة، والذي كان بداية شهر أكتوبر ٢٠١٧م.
١١. التطبيق الفعلي للدراسة في المجموعتين، وذلك خلال الفترة من منتصف أكتوبر حتى منتصف ديسمبر ٢٠١٧، ورصد الملاحظات ومناقشتها مع المعلمات.
١٢. التطبيق البعدي لأدوات الدراسة للمجموعتين التجريبية والضابطة في منتصف ديسمبر ٢٠١٧م.
١٣. بعد الانتهاء من التطبيق الفعلي للدراسة تمّ إجراء مقابلات مجموعات التركيز لعينتين من المجموعتين التجريبية والضابطة في منتصف ديسمبر ٢٠١٧م.
١٤. إدخال البيانات وإجراء المعالجات الإحصائية المناسبة باستخدام برنامج الحزمة الإحصائية (SPSS) للعلوم الإنسانية.
١٥. مناقشة النتائج، ووضع التفسيرات والمبررات بالرجوع إلى الأطر النظرية، والدراسات التربوية المرتبطة بمتغيرات الدراسة، بالإضافة إلى الاستعانة بنتائج مقابلات مجموعات التركيز، وتحليل تقارير الطالبات، وملاحظات الباحثة لتدعيم التفسيرات.

١٦. كتابة التوصيات والمقترحات ذات العلاقة بالدراسة.

الأساليب الإحصائية المستخدمة

تم استخدام الأساليب الإحصائية الآتية:

الإحصاء الوصفي: تم استخدامه في معالجة بعض بيانات الدراسة، وتمثلت في:

- التكرارات.
- النسب المئوية.
- المتوسطات والانحرافات المعيارية.
- معامل الاتساق الداخلي ألفا كرونباخ (Alpha Cronbach) لحساب ثبات المقاييس.

الإحصاء الاستدلالي: تم استخدامه في معالجة البيانات الكيفية وتمثلت في:

- اختبار (ت) للعينات المستقلة للكشف عن دلالة الفرق بين المجموعتين.
- اختبار (ت) للعينات المعتمدة للكشف عن دلالة الفروق بين التطبيق القبلي والبعدي لنفس المجموعة.
- تحليل التباين (ANCOVA) لإزالة أثر الاختلاف في المقياس القبلي، ولحساب دلالة الفروق بين المجموعتين في التطبيق البعدي.
- مربع كاي لحساب دلالة الفروق في التكرارات بين المجموعتين الضابطة والتجريبية في مقابلات مجموعات التركيز.

تكافؤ مجموعات الدراسة

تم التأكد من تكافؤ مجموعتي الدراسة (الضابطة والتجريبية) من خلال إجراء المعالجات الإحصائية على البيانات الكمية القبلية، لجميع متغيرات الدراسة التابعة، والمتمثلة في عادات العقل الهندسية، والنمط العقلي، والميول المهنية العلمية، كما تم استخدام اختبار (ت) للكشف عما إذا كانت هناك فروق بين مجموعتي الدراسة في متغيرات الدراسة وجدول (٢١)، و (٢٢)، و (٢٣) تبين النتيجة الخاصة بكل مقياس.

تكافؤ مجموعتي الدراسة في نتائج مقياس عادات العقل الهندسية

للتأكد من تكافؤ مجموعتي الدراسة، تم التطبيق القبلي لمقياس عادات العقل الهندسية على جميع أفراد العينة في المجموعتين، وتم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، كما تم استخدام اختبار (ت) للكشف عن مستوى دلالة الفروق بين المجموعتين كما هو موضح في جدول (٢١).

جدول (٢١) اختبار (ت) للكشف عن الفروق في الأداء القبلي لمجموعتي الدراسة في مقياس عادات العقل الهندسية

العادة	المجموعة	ن	م	ع	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
التعرف على المشكلة	ض*	٢٥	١,٠٠	٠,٧١	٠,٣٧	٠,٧١
	ت*	٢٣	١,٠٩	٠,٩٠		
التبصر	ض	٢٥	١,٢٠	٠,٨٧	١,٧٩	٠,٠٨
	ت	٢٣	٠,٧٨	٠,٧٤		
التحسين والتطوير	ض	٢٥	١,٢٠	٠,٩٦	٠,٧٦	٠,٤٥
	ت	٢٣	١,٠٠	٠,٨٥		
الإبداع في حل المشكلات	ض	٢٥	١,٦٤	٠,٨٦	١,١٠	٠,٢٨
	ت	٢٣	١,٣٥	٠,٩٨		
التكيف	ض	٢٥	٠,٢٠	٠,٤١	٢,٢٨	*٠,٠٣
	ت	٢٣	٠,٥٧	٠,٦٦		
التفكير المنظومي	ض	٢٥	١,٠٨	٠,٦٤	٠,٧٥	٠,٤٦
	ت	٢٣	١,٢٦	١,٠١		
الكلي	ض	٢٥	٥,٠٨	٢,١٢	١,٨٠	٠,٨٧
	ت	٢٣	٤,٩٦	٢,٩٩		

ض (ضابطة) ت (تجريبية)
*دال عند مستوى (٠,٠٥)

يتضح من جدول (٢١) أنه لا توجد فروق في الأداء القبلي في عادات العقل الهندسية ككل بين المجموعتين الضابطة، والتجريبية بشكل عام في جميع العادات، فيما عدا عادة التكيف فكانت هناك فروق لصالح المجموعة التجريبية، وتم التعامل معها إحصائياً في التحليل النهائي من خلال استخدام تحليل التباين (ANCOVA).

تكافؤ مجموعتي الدراسة في نتائج مقياس النمط العقلي

للتأكد من تكافؤ مجموعتي الدراسة في مقياس النمط العقلي القبلي، فقد تم استخراج المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، كما تم استخدام اختبار (ت) للتحقق من مستوى دلالة الفروق في النمط العقلي لدى المجموعتين قبل التطبيق كما هو مبين في جدول (٢٢).

جدول (٢٢) مقارنة الأداء القبلي في مقياس النمط العقلي للمجموعتين

النمط العقلي	المجموعة	ن	م	ع	قيمة (ت) عند د. ح = ٤٦	مستوى الدلالة
النامي	مرن	ض	٢٥	٥,١٢	١,٧٤	٠,٨٨
		ت	٢٣	٥,٠٤	١,٦٧	
	جمعي	ض	٢٥	٥,٥٦	١,٥٦	٠,٦٨
		ت	٢٣	٥,٧٤	١,٤٥	
	حازم	ض	٢٥	٤,٥٢	١,٥٠	*,٠,٠٠
		ت	٢٣	٦,٠٤	١,٤٩	
	المجموع	ض	٢٥	١٥,٢٠	٢,٢٦	*,٠,٠٢
		ت	٢٣	١٦,٨٣	٢,٤٨	
	جامد	ض	٢٥	٤,٥٢	١,٤٥	*,٠,٠٢
		ت	٢٣	٣,٦١	١,٠٣	
الثابت	فردى	ض	٢٥	٤,٧٢	١,٧٠	٠,٠٧
		ت	٢٣	٣,٨٧	١,٤٩	
	سلبي	ض	٢٥	٥,١٢	١,٠٥	٠,٢٧
		ت	٢٣	٤,٦٥	١,٧٧	
	المجموع	ض	٢٥	١٤,٣٦	٢,٨٧	*,٠,٠١
		ت	٢٣	١٢,١٣	٢,٤٧	

* دال عند مستوى (٠,٠٥)

يتبين من خلال جدول (٢٢) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين في النمطين العقلي النامي بشكل عام عند مستوى (٠,٠٥) لصالح المجموعة التجريبية، كما توجد فروق دالة في النمط الحازم لصالح المجموعة التجريبية أيضا. ويتبين من جدول (٢٢) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين في النمط الثابت بشكل عام عند مستوى دلالة (٠,٠٥) لصالح المجموعة الضابطة، كما توجد فروق ذات دلالة إحصائية في النمطين الجامد لصالح المجموعة الضابطة، وتم التعامل مع هذه الفروق إحصائيا من خلال استخدام تحليل التباين (ANCOVA).

تكافؤ مجموعتي الدراسة في نتائج مقياس الميول المهنية العلمية

تم حساب تكافؤ مجموعتي الدراسة في الميول المهنية من خلال التطبيق القبلي لمقياس الميول المهنية العلمية، وقد تم استخدام اختبار (ت) للكشف عن مستوى دلالة الفروق بين

المجموعتين كما هو موضح في جدول (٢٢).

يتبين من جدول (٢٣) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) للميول المهنية بين المجموعتين في التطبيق القبلي ككل، كما يوضح وجود فرق دال إحصائياً في مجال التكنولوجيا لصالح المجموعة الضابطة وتم التعامل معه إحصائياً من خلال استخدام تحليل التباين.

جدول (٢٣) اختبار (ت) للتطبيق القبلي لمقياس الميول المهنية العلمية لمجموعتي الدراسة

المجال	المجموعة	ن	م	ع	قيمة (ت) عند د. ح = ٤٦	مستوى الدلالة
العلوم	ض	٢٥	٣,٤٨	٠,٦٨	١,٣٣	٠,١٩
	ت	٢٣	٣,٧٥	٠,٧٣		
الرياضيات	ض	٢٥	٣,٦٠	٠,٧٧	٠,٤٣	٠,٦٧
	ت	٢٣	٣,٧٠	٠,٧٩		
التكنولوجيا	ض	٢٥	٣,٩٥	٠,٥٣	٢,٠٨	*٠,٠٤
	ت	٢٣	٣,٥٢	٠,٨٥		
الهندسة	ض	٢٥	٣,٣٨	٠,٧٣	٠,٧٠	٠,٤٩
	ت	٢٣	٣,٥٦	٠,٩٩		
الكلية	ض	٢٥	٣,٦٠	٠,٥٣	٠,١٧	٠,٨٧
	ت	٢٣	٣,٦٣	٠,٦٨		

* دال عند مستوى (٠,٠٥)

ملاحظات عامة في أثناء تطبيق الدراسة

خلال تطبيق برنامج التصميم الهندسي تم تسجيل العديد من الملاحظات في أثناء التطبيق وبعضها قد لا يرتبط بشكل مباشر بمتغيرات الدراسة، لذلك إرتأت الباحثة وضعها كملاحظات عامة لتطبيق البرنامج، وفيما يلي عرض لعدد منها:

١. الحماس والدافعية الظاهرة لدى العديد من الطالبات في أثناء إجراء التحديات الهندسية، فقد ذكرت طالبة "أتمنى أن يستمر البرنامج ويتم تطويره"، وأضافت أخرى "أتمنى أن يعمم البرنامج على الصفوف الدراسية المختلفة"، وأخرى "كنت مستمتعة للغاية في هذه التجربة اللطيفة".

٢. العمل بروح الفريق والإصرار على تحسين وتطوير المنتج، وذكرت طالبة "تعلمت معنى العمل الجماعي وأهمية دور كل فرد في المجموعة" وأضافت أخرى "تعلمت أهمية التعاون مع الفرق الأخرى".

٣. تتبع خطوات التصميم الهندسي في أثناء التحديات الهندسية أشعر بعض الطالبات بأهميتها في إنتاج وتطوير التكنولوجيا وحل المشكلات.
٤. برز عنصر التعاون والتواصل مع المجموعات الأخرى، بهدف الإسهام في تطوير التصميم وتقديم تغذية راجعة.
٥. الدافعية لدى بعض الطالبات على تطوير وتحسين المنتج حتى بعد انتهاء التحدي الهندسي.
٦. حرص أغلبية أفراد المجموعة على المشاركة الفعّالة، والقيام بأدوار في التحديات المختلفة.
٧. بعد فترة بسيطة من البدء في البرنامج لاحظت الباحثة اختفاء فروق في الأداء بين المتعلمين من ذوي التحصيل المرتفع والمنخفض، فالكمل مشاركون ومتحمسون وهذا يتفق مع الدراسة التي قام بها تشانج وآخرون (Chang; Chien; Lin; Chen & Hsieh, 2016) على (٢١٥) طالباً من طلبة المرحلة الثانوية، حيث تساوى الطلبة من ذوي القدرات العليا، مع ذوي القدرات الدنيا في التفاعل أثناء العمل على تصميم برامج ثلاثية الأبعاد.
٨. ثناء المعلمتين المتعاونتين على البرنامج، وقدرته على تنمية دافعية المتعلم، وتبسيط المفاهيم المطروحة.

تحديات تطبيق الدراسة

- ظهرت مجموعة مختلفة من التحديات في مراحل تنفيذ هذه الدراسة، وقد تم التعامل معها ومحاولة التقليل من تأثيرها على إجراءات سير الدراسة الحالية، منها:
١. إيجاد مدرسة متعاونة للتطبيق، خاصة أن البرنامج إثرائي بحاجة إلى توفير حصص إضافية، كما أنه يتطلب فصل دراسي كامل للتطبيق؛ لذلك قامت الباحثة بالتواصل مع عدة مدارس وبعد مدة من البحث تجاوزت إحدى مدارس ولاية السيب بمحافظة مسقط.
 ٢. اختيار المجموعة الضابطة والتجريبية من نفس المدرسة ربما يؤدي إلى نقل أثر التجربة إلى المجموعة الضابطة وربما قد يؤثر على النتائج، ولذلك تم تصميم مقاييس الدراسة بحيث تكون غير مرتبطة بالمحتوى الذي تم تقديمه في البرنامج.
 ٣. الحاجة إلى تجريب كل الأنشطة العملية قبل البدء في تطبيق البرنامج، لذلك تم اختبار فاعلية كل نشاط عملي قبل تطبيقه بوقت كافٍ وتم البحث عن طرق بديلة للتطبيق بعض الأنشطة.

٤. صعوبة توفير بعض الأدوات والمواد الخاصة بالأنشطة، وتمت الاستعانة بجهات مختلفة كوزارة التربية والتعليم وبعض المؤسسات الخاصة لتوفير بعض المواد المخبرية.
٥. صعوبة في توفير الحصص لتطبيق المقاييس، نظرًا لازدحام جدول الحصص الدراسي، تم التغلب عليها من خلال الاستفادة من حصص الاحتياط بالمدرسة.
٦. تعدد المقاييس المطبقة والحاجة لتطبيقها بشكل قبلي بالإضافة إلى تطبيق المقاييس النوعية لذلك تم وضع وإيضاح خطة التطبيق بالتعاون مع المعلمتين المتعاونتين مما سهل سير التطبيق.

الفصل الرابع

نتائج الدراسة ومناقشتها

■ النتائج المتعلقة بعادات العقل الهندسية،

ومناقشتها

■ النتائج المتعلقة بالنمط العقلي، ومناقشتها

■ النتائج المتعلقة بالميول المهنية العلمية،

ومناقشتها

■ ملخص عام لنتائج الدراسة

■ توصيات الدراسة

■ مقترحات الدراسة

■ محددات الدراسة

الفصل الرابع

نتائج الدراسة ومناقشتها

يعرض هذا الفصل النتائج التي توصلت إليها الدراسة، حيث استقصت الدراسة فاعلية التصميم الهندسي في تنمية عادات العقل الهندسية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي، بالإضافة إلى دراسة أثره في النمط العقلي والميول المهنية العلمية، وفيما يلي عرض للنتائج التي توصلت إليها الدراسة، ومن الجدير بالذكر أنه سيتم تناول النتائج بشقين: كمي لجميع الأسئلة من خلال استخدام مقاييس عادات العقل الهندسية، والنمط العقلي، والميول المهنية العلمية. ونوعي للسؤالين الأول والثاني من خلال بيانات تقارير التأمل، وتقارير التقييم الذاتي لطالبات المجموعة التجريبية، ونتائج مقابلات مجموعات التركيز لعينة من طالبات المجموعتين الضابطة والتجريبية، كما يستعرض الفصل أيضًا مناقشة النتائج التي تم التوصل إليها.

النتائج المتعلقة بعادات العقل الهندسية ومناقشتها

للإجابة عن السؤال الأول للدراسة والذي تمثل في: "ما فاعلية برنامج قائم على التصميم الهندسي في تنمية عادات العقل الهندسية لدى طالبات الصف الثامن بسلطنة عمان؟"، وللتحقق من الفرضيتين البحثيتين المنبثقتين عنه "لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطات درجات المجموعتين الضابطة والتجريبية في مقياس عادات العقل الهندسية" و "لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطات درجات الأداء القبلي والأداء البعدي لدى طالبات المجموعة التجريبية في مقياس عادات العقل الهندسية"، تم التطبيق القبلي والبعدي لمقياس عادات العقل الهندسية للمجموعتين الضابطة والتجريبية، كما تم جمع بيانات نوعية من خلال تحليل تقارير التأمل، وتقارير التقييم الذاتي، ومقابلات مجموعة التركيز، وفيما يلي عرض للنتائج الكمية والنوعية المرتبطة بهذا السؤال.

للتحقق من فرضية "لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطات درجات المجموعتين الضابطة والتجريبية في مقياس عادات العقل الهندسية"، تم جمع بيانات كمية من خلال التطبيق البعدي لمقياس عادات العقل الهندسية لدى المجموعتين الضابطة والتجريبية، كما تم جمع بيانات نوعية تتمثل في مقابلات مجموعات التركيز.

وقد تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لعادات العقل الهندسية، وذلك بعد التطبيق البعدي لمقياس عادات العقل الهندسية كما هو موضح في جدول (٢٤).

جدول (٢٤) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأداء البعدي لمجموعتي الدراسة في مقياس عادات العقل الهندسية

عادات العقل الهندسية		قبل عزل الأداء القبلي		بعد عزل الأداء القبلي	
المجموعة	العدد	م	ع	م	ع
ض*	٢٥	١,٣٢	٠,٥٦	١,٣٤	٠,١٣
	٢٣	١,٧٤	٠,٨٦	١,٧٢	٠,١٣
ض	٢٥	٠,٨٨	٠,٨٣	٠,٨٠	٠,١٦
	٢٣	١,١٣	٠,٨٢	١,٢٢	٠,١٦
ض	٢٥	٠,٦٨	٠,٨٥	٠,٦٤	٠,١٧
	٢٣	١,٢٢	١,٠٠	١,٣٠	٠,١٨
ض	٢٥	١,٤٤	٠,٩٢	١,٣٨	٠,١٧
	٢٣	١,٤٨	٠,٩٠	١,٥٤	٠,١٨
ض	٢٥	٠,٤٨	٠,٥١	٠,٤٧	٠,١٦
	٢٣	٠,٤٨	٠,٥١	٠,٤٩	٠,١١
ض	٢٥	٠,٩٦	٠,٧٩	٠,٩٩	٠,١٨
	٢٣	١,٧٤	١,٠٥	١,٧١	٠,١٩
ض	٢٥	٥,٢٠	١,٧٦	٥,١٣	٠,٣٣
	٢٣	٧,٣٥	٢,٨١	٧,٤٢	٠,٣٤

الدرجة الكلية للاختبار = ١٧، * ض (ضابطة)، ت (تجريبية)

يتبين من جدول (٢٤) وجود فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية لدرجات الطلبة في مجموعتي الدراسة الضابطة والتجريبية في التطبيق البعدي لمقياس عادات العقل الهندسية، وللتحقق من مستويات دلالة هذه الفروق، تم استخدام تحليل التباين (ANCOVA) لعزل أثر الاختلاف بين المجموعتين في التطبيق القبلي للمقياس، وكانت النتائج كما يبينها جدول (٢٥).

يتضح من جدول (٢٥) أن قيمة (ف) كانت مساوية لـ ٢٢,٩٤ للأداء الكلي على مقياس عادات العقل الهندسية بين المجموعتين الضابطة والتجريبية، وكانت هذه القيمة دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠,٠٥) مما يؤكد وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المتوسطات الحسابية للمجموعتين (م = ٥,١٣، م = ٧,٤٢) لكل من الضابطة والتجريبية على الترتيب، كما يوضحها جدول (٢٤)، وكانت هذه الفروق لصالح المجموعة التجريبية.

كما يتبين من جدول (٢٥) أن قيمة (ف) لعادات التعرف على المشكلة، والتحسين

والتطوير، والتفكير المنظومي بلغت (٤,٣٧ ، ٦,٤٧ ، ٧,٦٧) على التوالي، وهي قيم دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠,٠٥)، وبالرجوع إلى جدول (٢٤) يتضح أن الفروق بين المتوسطات في هذه العادات كانت جميعها لصالح المجموعة التجريبية. وأما بالنسبة لعادات التبصر، والإبداع في حل المشكلات، والتكيف فقد تراوحت قيم (ف) بين (٠,٠١) و (٣,٤١) وهي قيم غير دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠,٠٥)، وبالتالي لا توجد فروق دالة إحصائيًا بين المجموعتين في هذه العادات.

جدول (٢٥) نتائج تحليل التباين للأداء البعدي في مقياس عادات العقل الهندسية لدى مجموعتي الدراسة

العادة العقلية	مصدر التباين	مجموع المربعات	د.ح	متوسط المربعات	النسبة الفائية	مستوى الدلالة	حجم الأثر
التعرف على المشكلة	الأداء القبلي	٦,١٣	١	٦,١٣٠	١٥,٥٤	٠,٠٠	
	المجموعة (ض/ت)	١,٧٢	١	١,٧٢	٤,٣٧	*٠,٠٤	٠,٠٩
	الخطأ	١٧,٧٥	٤٥	٠,٣٩			
	المجموع	١٣٧,٠٠	٤٧				
التبصر	الأداء القبلي	٥,٠٢	١	٥,٠٢	٨,٦١	٠,٠٠٥	—
	المجموعة (ض/ت)	١,٩٩	١	١,٩٩	٣,٤١	٠,٠٧	—
	الخطأ	٢٦,٢٣	٤٥	٠,٥٨٣			
	المجموع	٨٠,٠٠	٤٧				
التحسين والتطوير	الأداء القبلي	٧,٢٥	١	٧,٢٥	١٠,١٧	٠,٠٠٣	٠,١٣
	المجموعة (ض/ت)	٤,١٧	١	٤,١٧	٦,٤٧	*٠,٠١	
	الخطأ	٣٢,١٠	٤٥	٠,٧١			
	المجموع	٨٥,٠٠	٤٧				
الإبداع في حل المشكلات	الأداء القبلي	٦,٦٨	١	٦,٦٨	٩,٦٣	٠,٠٠٣	—
	المجموعة (ض/ت)	٠,٣٠	١	٠,٣٠	٠,٤٣	٠,٥٢	—
	الخطأ	٣١,٢٢	٤٥	٠,٦٩			
	المجموع	١٤٠,٠٠	٤٧				
التكيف	الأداء القبلي	٠,٠٣	١	٠,٠٣	٠,١١	٠,٧٥	—
	المجموعة (ض/ت)	٠,٠٠	١	٠,٠٠	٠,٠١	٠,٩٣	—
	الخطأ	١١,٩٥	٤٥	٠,٢٧			
	المجموع	٢٣,٠٠	٤٧				
التفكير المنظومي	الأداء القبلي	٢,٨٨	١	٢,٨٨	٣,٥٥	٠,٠٧	٠,١٥
	المجموعة (ض/ت)	٦,٢٢	١	٦,٢٢	٧,٦٧	*٠,٠١	
	الخطأ	٣٦,٥١	٤٥	٠,٨١			
	المجموع	١٣٢,٠٠	٤٧				
الكلي	الأداء القبلي	١٢٤,٥٦	١	١٢٤,٥٦	٤٥,٧٠	٠,٠٠	٠,٣٤
	المجموعة (ض/ت)	٦٢,٥٣	١	٦٢,٥٣	٢٢,٩٤	*٠,٠٠	
	الخطأ	١٢٢,٦٥	٤٥	٢,٧٣			
	المجموع	٢١٦٥,٠٠	٤٧				

* دال عند مستوى (٠,٠٥)

مقابلات مجموعات التركيز، بعد الانتهاء من تطبيق البرنامج أجريت مقابلات من النوع المفتوح لإحدى عشرة طالبة من المجموعة الضابطة، وعشر طالبات من التجريبية، بهدف رصد عادات العقل الهندسية، وذلك عند طرح مشكلات واقعية، ويوضح جدول (٢٦) تكرارات ظهور عادات العقل الهندسية في مقابلات مجموعات التركيز.

جدول (٢٦) تكرارات ظهور عادات العقل الهندسية في مقابلات مجموعات التركيز لعينة من طالبات المجموعتين الضابطة (ن=١١) والتجريبية (ن=١٠)

العادة العقلية الهندسية	المجموعة	التكرار	قيمة كا ^٢	أمثلة
التعرف على المشكلة	ضابطة	٢	٥,٣*	- المشكلة هي خطر نقل الثمار. - نصمم ساعة للأفراد ذوي البصر الضعيف.
	تجريبية	١٠		- نحدد المشكلة ونحلها ونتقصى الحلول أي نبحث عنها. - يجب أن نحدد المشكلة بالضبط حسب المعايير والقيود المحددة، ثم نستقصى الحلول عن طريق صور وفيديوهات ومعلومات. - نحدد المشكلة ونبحث عن حل ونضع الخطوات.
التبصر	ضابطة	-	—	لم تظهر هذه العادة لدى المجموعة الضابطة
	تجريبية	٥		- أتخيل شكل الساعة ونرسمها ونعرضها وأسمع رأي زميلاتي. - ثم نضع تخطيطات للمنتج وكل واحد تصمم ثم نختار الأفضل.
التحسين والتطوير	ضابطة	٥	١,٦٦	- نصنع ساعات ونجربها لأشخاص بصرهم ضعيف. - نطلع على عينات ساعات سابقة ونأخذ نماذج ونطورها. - نستقصى المشاكل الموجودة في الساعة وكيف ممكن نعالجها.
	تجريبية	١٠		- نطوره من خلال اختبار المنتج أو من تجارب الآخرين. - نحدد المعايير والقيود و نختبر مدى توافق المنتج معها.
التكيف	ضابطة	١	١,٠٠	نطورها بحيث تنفع لضعاف السمع ونجعلها تتكلم.
	تجريبية	٣		- نضيف برنامج لإيجاد الساعة إذا فقدت. - نطور المنتج حسب حاجات العصر واحتياجات الناس.
الإبداع في حل المشكلات	ضابطة	٦	١,٠٠	- نحدد الأدوات التي نحتاجها للمشروع ثم نحدد الإجراءات والخطوات وبعدها نوزع الأدوات على الخطوات. - نذكر بعض الأفكار المقترحة ونجرب كل مرة فكرة، ثم نستقصى رأي الناس والمجتمع ونطبق الأفضل.
	تجريبية	١٠		- نحدد المشكلة- نطلع الأفكار- نختار أفضلها- نختبر أفضل فكرة إذا نجحت نطبقها وإذا فشلت نختار أفضلها. - نختبر المنتج في ضوء المعايير والقيود مثلا الشركة طلبت الساعة بحجم معين وإضاءة محددة .
التفكير المنظومي	ضابطة	١	١,٨١	نقترح الأفكار والأدوات التي نحتاجها، ثم نحسب فئة ضعاف البصر ونصمم ساعة واحدة إذا نجحت نعم التجربة.
	تجريبية	٤		- نحدد المشكلة ونتقصى الحلول ونخطط ونقسم الأدوات ثم نصمم ونختبر المنتج بمشاركة شخص ضعيف البصر. - يجب أن نحدد المشكلة حسب المعايير والقيود المحددة، ونحدد المشكلة بالضبط، ثم نستقصى الحلول عن طريق صور وفيديوهات ومعلومات ثم نضع تخطيطات للمنتج وكل طالبة تصمم ثم نختار الأفضل والأنسب، ثم نخطط للأهداف ونقسم الزمن وبعدها ننتج التصميم المتفق عليه بعدها نختبر المنتج في ضوء المعايير والقيود فمثلا لو حددت الشركة حجم معين للساعة أو حددت معايير خاصة بالإضاءة يجب أن نلتزم بالمعايير والقيود التي حددتها الشركة.

يتضح من جدول (٢٦) وجود اختلافات ظاهرية في تكرارات عادات العقل الهندسية بين طالبات المجموعتين الضابطة والتجريبية، وبشكل عام كانت تكرارات هذه العادات أعلى لدى طالبات المجموعة التجريبية، إلا أنه بالنظر لقيمة مربع (كاي) يتضح أن أغلب هذه الفروق غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٥) فيما عدا عادة التعرف على المشكلة حيث بلغت قيمة مربع (كاي) (٥,٣)، وهذه القيمة دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٥) لصالح المجموعة التجريبية حيث كان تكرار هذه العادة (٢) للمجموعة الضابطة مقابل (١٠) تكرارات لدى المجموعة التجريبية.

وللتحقق من فرضية "لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطات درجات الأداء القبلي والأداء البعدي لدى طالبات المجموعة التجريبية في مقياس عادات العقل الهندسية"، تم جمع بيانات كمية من خلال مقارنة متوسطات الأداء القبلي والأداء البعدي في مقياس عادات العقل الهندسية لدى طالبات المجموعة التجريبية، وذلك من خلال استخدام اختبار (ت) لمقارنة عينتين مترابطتين، كما هو مبين في جدول (٢٧)، كما تم جمع بيانات نوعية من خلال تقارير التأمل وتقرير التقييم الذاتي.

جدول (٢٧) اختبار (ت) للمقارنة بين متوسطات الأداء القبلي والأداء البعدي في مقياس عادات العقل الهندسية لدى طالبات المجموعة التجريبية (ن=٢٣)

حجم الأثر	مستوى الدلالة	قيمة ت	الفروق		الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الأداء	العادة العقلية الهندسية
			ع	م				
٠,٣٩	*,٠٠٠	٣,٧٦	٠,٨٣	٠,٦٥	٠,٩٠	١,٠٩	قبلي	التعرف على المشكلة
						٠,٨٦	بعدي	
—	٠,٠٦	٢,٠١	٠,٨٣	٠,٣٥	٠,٧٤	٠,٧٨	قبلي	التبصر
						٠,٨٢	بعدي	
—	٠,١٧	١,٤٢	٠,٧٤	٠,٢٢	٠,٨٥	١,٠٠	قبلي	التحسين والتطوير
						٠,٩٩	بعدي	
—	٠,٥٤	٠,٦٢	١,٠١	٠,١٣	٠,٩٨	١,٣٥	قبلي	الإبداع في حل المشكلات
						٠,٨٩	بعدي	
—	٠,٦٣	٠,٤٥	٠,٨٥	٠,٠٩	٠,٦٦	٠,٥٧	قبلي	التكيف
						٠,٥١	بعدي	
—	٠,٠٩	١,٧٥	١,٣١	٠,٤٨	١,٠١	١,٢٦	قبلي	التفكير المنظومي
						١,٧٤	بعدي	
٠,٣٥	*,٠٠٠	٣,٤٧	٢,٤٧	١,٧٨	٣,٢٧	٥,٥٧	قبلي	الكلية
						٢,٨١	بعدي	

* دال عند مستوى (٠,٠٥)

يتبين من جدول (٢٧) أن قيمة (ت) للفروق بين الأداء القبلي والأداء البعدي لمقياس عادات العقل الهندسية بشكل كلي بلغت (٣,٤٧) وهي دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٥)، وبالنظر للمتوسطات الحسابية يتبين أن هذه الفروق لصالح الأداء البعدي فقد بلغ المتوسط للأداء الكلي (٧,٣٥) مقابل (٥,٥٧) في الأداء القبلي، وبلغ حجم الأثر لهذه الفروق (٠,٣٥)، ويعد حجم الأثر هنا كبيراً (أبو حطب، وآمال، ١٩٩١)، وبلغت قيمة (ت) لعادة التعرف على المشكلة (٣,٧٦) وهي أيضاً دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٥) وبلغ حجم الأثر (٠,٣٩)، ويعد هنا كبيراً أيضاً، وبالرجوع لجدول (٢٦) يتبين أن هذه الفروق لصالح الأداء البعدي، فقد بلغ متوسطه (١,٧٤) مقابل (١,٠٩) للأداء القبلي، وبالنسبة لبقية عادات العقل الهندسية فقد تراوحت قيم ت بين (٢,٠١) و (٠,٤٥)، وهي قيم غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٥).

تقارير التأمل

تمّ تحليل بيانات أربعة تقارير تأمل (في فترات زمنية مختلفة) لستة عشر طالبة من المجموعة التجريبية، بهدف حصر متوسط تكرار درجة ممارسة عادات العقل الهندسية في هذه التقارير، ويوضح جدول (٢٨) متوسط تكرار درجة ممارسة عادات العقل الهندسية في تقارير التأمل لطالبات المجموعة التجريبية.

جدول (٢٨) متوسط تكرار درجة ممارسة عادات العقل الهندسية ضمن تقارير التأمل (ن=١٦)

عادات العقل الهندسية	تكرارات درجة الممارسة		
	عالية	متوسطة	منخفضة
التعرف على المشكلة	-	١٢	٤
التبصر	-	١	١٥
التحسين والتطوير	٣	١٢	١
الإبداع في حل المشكلات	-	١	١٥
التفكير المنظومي	-	٤	١٢

يتضح من جدول (٢٨) أن متوسط تكرارات أغلب عادات العقل الهندسية اقتصر على درجة الممارسة المنخفضة والمتوسطة، عدا عادة التحسين والتطوير، فقد تم ممارستها بدرجة عالية من قبل ثلاث طالبات، كما يتبين من جدول (٢٨) أن متوسط تكرار عادات التعرف على المشكلة والتحسين والتطوير تركز على درجة الممارسة المتوسطة، بينما تكرارات عادات التبصر والإبداع في حل المشكلات والتفكير المنظومي تركزت على درجة الممارسة المنخفضة.

تقرير التقييم الذاتي

تم تطبيق تقرير التقييم الذاتي على طالبات المجموعة التجريبية وذلك بعد الانتهاء من الوحدة الثانية من البرنامج، حيث استجابت (٢٢) طالبة، من خلال تحديد المهارات التي مارسنها مع التوضيح بعبارات لآلية تطبيق هذه المهارات خلال البرنامج، ويوضح جدول (٢٩) النسب المئوية لتكرارات بعض عادات العقل الهندسية التي ظهرت في تقرير التأمل.

جدول (٢٩) النسب المئوية لتكرارات عادات العقل الهندسية في تقارير التقييم الذاتي (ن=٢٢)

عادات العقل الهندسية	المهارات المرتبطة	النسبة المئوية	ملاحظات تحليلية
التعرف على المشكلة	تحديد المشكلة	٥٩%	• يلاحظ أن التعبير عن استخدام مهارة تحديد المشكلة لم يتوقف على كونه أول خطوة من خطوات التصميم الهندسي، بل تم التعبير عنها كلما ظهرت مشكلة أثناء التصميم من قبل (٩) من أصل (٢٢) طالبة بما يمثل نسبة (٤١%) وهذا يدل على امتزاج جيد لعادة التعرف على المشكلة في عملية التصميم الهندسي.
التبصر	التخيل	١٠٠%	• اقتصر التعبير عن هذه المهارة بذكر ترتبها من بين خطوات التصميم الهندسي والتعبير عنها عند تخيل الشكل النهائي للمنتج. • يلاحظ من استجابات المتعلمين أن التخيل مرتبط بالعملية الذهنية فقط دون التطرق إلى الجانب الإجرائي.
	الرسم	٨٢%	• وضحت ستة طالبات (بما يمثل نسبة (٢٧%)) ارتباط الرسم بالتخيل وأنه تم استخدام الرسم للتعبير عن تخيل المنتج أو التصميم، وذلك قبل بدء العمل.
التحسين والتطوير	استكشاف الأخطاء وإصلاحها	٦٨%	• تم توضيح دور التجريب في استكشاف الأخطاء وإصلاحها من قبل (٦) طالبات بما يمثل نسبة (٢٧%). • وضحت طالبتان دور التواصل في استكشاف الأخطاء.
الإبداع في حل المشكلات	التخطيط	٧٧%	• تنوعت استجابات الطالبات في التعبير عن التخطيط بين التخطيط لكمية المواد المستخدمة والتخطيط للشكل النهائي، وذكرت أربع طالبات (١٨%) استخدامهن للتخطيط لوضع خطة التصميم وتوزيع المهام.
	الإبداع	٧٢%	• ارتبط ذكر الإبداع بتزيين شكل المنتج النهائي عند غالبية الطالبات.
	حل المشكلات	٤٥%	• ظهرت عدة مفاهيم عند التعبير عن هذه المهارة، فقد تم ربطها بالتواصل والبعض بضبط المتغيرات، وبالمعايير والمحددات، وذكرت بعض الطالبات أنها تأتي بعد تحديد المشكلة.
التفكير المنظومي	تحليل البيانات	١٧%	• لم توضح أي من العبارات المكتوبة إستراتيجيات تحليل البيانات ولم تتطرق لذكر أهمية تحليل البيانات في التصميم، واقتصر التعبير عنها بكتابة البيانات.

يتضح من جدول (٢٩) أن هناك ممارسة جيدة لبعض عادات العقل الهندسية، كعادة التعرف على المشكلة والتحسين والتطوير والإبداع في حل المشكلات لدى طالبات المجموعة التجريبية، فمثلا عادة التعرف على المشكلة لم يقتصر التعبير عن مهارة تحديد المشكلة كخطوة

أولية في التصميم الهندسي، فقد عبرت (٤١%) من الطالبات عن استخدام هذه المهارة كلما تمت مواجهة مشكلة في التصميم، وهذا مؤشر على الفهم الجيد لهذه العادة، كذلك بالنسبة لعادة التحسين والتطوير فقد بلغت نسبة تكرارها (٦٨%)، وبينت العديد من الطالبات من خلال العبارات المكتوبة دور وأهمية التجريب والتواصل في التحسين.

وفي المقابل يتبين من جدول (٢٩) وجود قصور في فهم الطالبات لبعض المهارات، فبالرغم من أن (١٠٠%) من الطالبات عبرن عن استخدام مهارة التخيل، إلا أنه يتضح من خلال العبارات المكتوبة أن التخيل هو مجرد تصورات ذهنية مرتبطة بالشكل أو المنتج النهائي ولم يتم التطرق لخطوات إجرائية متعلقة بتطبيقه كاستخدام الرسوم التوضيحية أو المخططات أو التعبير بعبارات لآلية استخدام التخيل في وضع سيناريو لطريقة التصميم الهندسي، وعند عرض مهارة الرسم أشارت (٢٧%) من الطالبات إلى استخدام الرسم للتعبير عن التخيل. وبالنسبة لعادة التفكير المنظومي فيتبين أن (١٧%) فقط من الطالبات أشرن إلى استخدام مهارة تحليل البيانات، وبالرغم من ذلك، لم توضح أي من العبارات المكتوبة إستراتيجيات تحليل البيانات، ولم تتطرق إلى أهمية تحليل البيانات في التصميم واقتصر على التعبير عن هذه المهارة بكتابة البيانات.

مناقشة نتائج السؤال الأول

من خلال استعراض النتائج الكمية، والنوعية لعادات العقل الهندسية يتضح أن بعض عادات العقل الهندسية، تمت تنميتها من خلال برنامج التصميم الهندسي (EE) بشكل واضح كعادة التعرف على المشكلة فقد أشارت جميع أدوات الدراسة الكمية والنوعية إلى نمو هذه العادة سواء، وظهر تطور بعض عادات العقل الهندسية، مثل: عادات التحسين والتطوير والتفكير المنظومي، بينما لم يظهر تطور عادات التبصر والتكيف والإبداع في حل المشكلات، ويمكن تفسير ذلك من خلال ما ذكره لامي ودينسون (Lammi & Denson, 2017)، وهو صعوبة تغيير عادات العقل الهندسية من خلال معالجة قصيرة الأمد، كما يؤكد ذلك ما توصلت إليه دراسة ورد وليدن وفيزالين وليودابرا (Word; Lyden; Fitzallen & León de la Barra, 2015) أن دمج التصميم الهندسي لطلبة الصفوف المتوسطة كان له أثرًا إيجابيًا في تطوير بعض المهارات ولتحقيق استمرارية نمو وتطور هذه المهارات والمعرفة المكتسبة لا بدّ من الاستمرارية في تطبيق مثل هذه البرامج.

بالنسبة لعادة التعرف على المشكلة فقد بينت النتائج الكمية في جدول (٢٥) تطورها لدى طالبات المجموعة التجريبية مقارنة بالمجموعة الضابطة، كما بين جدول (٢٧) تطورها على

مستوى المجموعة التجريبية في الأداء البعدي مقابل الأداء القبلي، ويمكن تفسير تطور هذه العادة من خلال ارتباطها بخطوة تحديد المشكلة في عملية التصميم الهندسي والتي كانت ركيزة البرنامج، فعند طرح أي تحدٍ هندسي كان يطلب من الطالبات تحديد المشكلة بدقة، وهذا يتفق مع نتائج البيانات النوعية ففي تقرير التقييم الذاتي لطالبات المجموعة التجريبية (جدول ٢٩)، بينت (٥٩%) من الطالبات ممارستهن لمهارة تحديد المشكلة، كما بينت (٤١%) من الطالبات أن الحاجة لتحديد المشكلة تتجدد عند مواجهة أي عائق في أثناء التصميم، وهذا يدل على ممارسة جيدة لهذه العادة، كما يتبين من خلال مقابلات مجموعة التركيز (جدول ٢٦) أن طالبات المجموعة التجريبية كن أكثر دقة عند تحديد المشكلة، حيث تطرق بعضهن لذكر المعايير والمحددات الخاصة بالمسألة، فذكرت الطالبة (أ) عند سؤالها عن المسألة المطروحة: "يجب أن نحدد المسألة بالضبط حسب المعايير والقيود المحددة، ثم نستقصي الحلول عن طريق صور وفيديوهات ومعلومات".

وبالنسبة لعادة التحسين والتطوير، فقد ارتبطت بخطوة التحسين في عملية التصميم الهندسي، فقد أشارت (٦٨%) من الطالبات (في تقرير التقييم الذاتي) كما هو موضح في جدول (٢٩) إلى استخدام مهارة استكشاف الأخطاء وإصلاحها في أثناء التصميم الهندسي، وبينت غالبية الطالبات ارتباط هذه المهارة بالتجريب، بينما بينت طالبتان ارتباطها بالتواصل وعرض المنتج، وهذه إشارة لإدراك جيد لعادة التحسين والتطوير، ويؤكد ذلك ما جاء في مقابلات مجموعة التركيز (جدول ٢٦)، حيث أشارت جميع طالبات المجموعة التجريبية لهذه العادة مقابل تكرار بمقدار (٤٥%) لدى طالبات المجموعة الضابطة، وعند طرح سؤال حول كيفية تحسين المنتج في مقابلات مجموعة التركيز ذكرت الطالبة (ب) من المجموعة التجريبية: "لا بدّ من اختبار المنتج في ضوء المعايير والقيود المحددة"، وأضافت عليها الطالبة (ج): "أن التطوير والتحسين يتم من خلال اختبار المنتج أو من خلال التواصل مع الآخرين". أيضا عبرت طالبات المجموعة الضابطة عن عادة التحسين والتطوير بشكل جيد فقد ذكرت الطالبة (د): "أنه يمكن استخدام نماذج سابقة وتطويرها"، وأضافت عليها أخرى: "يمكن أيضا استقصاء المشاكل في المنتج وإصلاحها".

وأشارت النتائج الكمية كما تم توضيحها في جدول (٢٥) إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية في عادة التفكير المنظومي بين المجموعتين الضابطة والتجريبية، وهذا يتوافق مع النتائج التي حصل عليها كل من لامي (Lammi, 2011) و جيرو ودانيو (Gero & Danino, 2016) حول فاعلية التصميم الهندسي في تنمية التفكير المنظومي، ويمكن تفسير ذلك من خلال

ممارسة الطالبات للتفكير المنظومي، وذلك بتطبيق عملية التصميم الهندسي، والتي تتطلب الإلمام بجميع جوانب التحدي، حيث تبدأ عملية التصميم بتحديد المشكلة، وتحديد معاييرها ومحدداتها والعوامل التي تؤثر في حلها، بالإضافة إلى تقصي الحلول المرتبطة بها، كما تستلزم أيضا خطوات التصميم (التخطيط، والاختبار، والتحسين)، تفكير منظومي لجميع العناصر التي تؤثر في التصميم. والتفكير المنظومي يتطلب استخدام مهارات التحليل والتفكير والانتبؤ (Strong, 2013)، ويمارس المتعلم هذه المهارات خلال خطوات التصميم الهندسي، وهذا يتضح من استجابة الطالبة (هـ) عند سؤالها عن خطوات تصميم ساعة لذوي البصر الضعيف ضمن فريق هندسي وذلك في مقابلات مجموعات التركيز (جدول ٢٦)، فذكرت: "يجب أن نحدد المشكلة حسب المعايير والقيود المحددة، ونحدد المشكلة بالضبط، ثم نستقصي الحلول عن طريق صور وفيديوهات ومعلومات ثم نضع تخطيطات للمنتج وكل طالبة تصمم ثم نختار الأفضل والأنسب، ثم نخطط للأهداف ونقسم الزمن، وبعدها ننتج التصميم المتفق عليه بعدها نختبر المنتج في ضوء المعايير والقيود، فمثلا لو حددت الشركة حجم معين للساعة أو حددت معايير خاصة بالإضاءة، يجب أن نلتزم بالمعايير والقيود التي حددتها الشركة"، لذلك أكدت كل من مؤسسة الاعتماد الأكاديمي للهندسة والتكنولوجيا (Accreditation Board for Engineering and Technology [ABET]) والأكاديمية الوطنية للهندسة في الولايات المتحدة الأمريكية (National Academy of Engineering [NAE]) (ABET, 2011; National Academy of Engineering, 2004) الدور الأساسي للتفكير المنظومي في التصميم الهندسي.

وفي المقابل أشارت تقارير التقييم الذاتي (جدول ٢٩) أن (١٧%) فقط من الطالبات أشرن إلى هذه العادة، كما أن في تقارير التأمل جاءت النسبة الأكبر لدرجة ممارسة هذه العادة في الممارسة المنخفضة، ويمكن تبرير ذلك من خلال صعوبة قياس هذه العادة من خلال العبارات المكتوبة، كونها تتطلب ذكر معلومات تفصيلية قد تغفل الطالبة عنها، كذكر العناصر المؤثرة على المشكلة أو المنتج، والعلاقات بينها وتأثيرها على المنتج أو التصميم، وهذا يتطلب طرح العديد من الأسئلة المباشرة، لذلك تلجأ العديد من الدراسات إلى استخدام بروتوكولات المقابلات فيتمكن الباحث من سبر مدى إلمام المتعلم بمدخلات ومخرجات النظام، والعمليات التي تحدث داخله.

أما بالنسبة لعادات التبصر والإبداع في حل المشكلات والتكيف، فلم تشر البيانات الكمية في جدول (٢٥) وجدول (٢٧) إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات طالبات المجموعتين الضابطة والتجريبية في هذه العادات في التطبيق البعدي، وبين الأداء القبلي

والأداء البعدي لدى طالبات المجموعة التجريبية، وهذه النتيجة تتفق مع النتائج النوعية لمقابلات مجموعات التركيز، فقد بينت قيمة مربع (كاي) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠٥) بين متوسطات درجات المجموعتين الضابطة والتجريبية في عادتي التبصر والإبداع في حل المشكلات، كما تركزت درجة الممارسة لهما في تقارير التأمل في الممارسة المنخفضة (جدول ٢٨)، وعدم وجود اختلاف بين أداء المجموعتين يتعارض مع نتائج عدد من الدراسات والبحوث التربوية، فمثلا بالنسبة لعادة الإبداع في حل المشكلات فإن نتائج الدراسة تتعارض مع نتائج دراسة كل من رزق (٢٠١٥)، وصالح (٢٠١٦)، و انجلش وكينج وسميد (English; King & Smeed , 2017) حيث توصلت جميعها إلى فاعلية مدخل (STEM) في تنمية مهارة حل المشكلات لدى الطلبة، كذلك بالنسبة لعادة التبصر فقد توصلت الدراسة التي قام بها تايلو وهوتن (Taylor & Hutton, 2013) إلى فاعلية برنامج قائم على تصميم الورق وفن الأوريجمي في تنمية التفكير الفراغي لدى طلبة الصف الرابع، وهذا يتفق مع نتائج دراسة غانم (٢٠١٥)، والتي بينت فاعلية وحدة قائمة على التصميم التكنولوجي في تنمية مهارة تكوين رؤية لنموذج التصميم. وبالرغم من ذلك فقد ظهرت هذه العادات في البيانات النوعية فمثلا بالنسبة لعادة التبصر ذكرت الطالبة (ل): "أطلب من الفريق رسم نماذج للحل ونختار أفضل تصميم ونحاول نطبقه" عند سؤالها لكيفية حل المشكلة المقدمة في أثناء مقابلات مجموعات التركيز، وذكرت طالبة أخرى: "أتخيل شكل الساعة وأرسمها وأعرضها وأسمع رأي زميلاتي" كما ذكرت الطالبة م: "نضع تخطيطات للمنتج وكل وحده تصمم ثم نختار الأفضل والأنسب"، كذلك بالنسبة لعادة الإبداع في حل المشكلات ظهرت عبارات في مقابلات مجموعات التركيز تدل على هذه العادة، فقد أجابت طالبة عتد سؤالها عن خطوات صنع ساعة لذوي البصر الضعيف أجابت: " نحدد المشكلة ونضع في الاعتبار المعايير والقيود المحددة، ثم نستقصي الحلول عن طريق البحث، ثم نضع تخطيطات للمنتج وكل وحده نرسم تخيلها، ثم نختار الأفضل والأنسب، ثم نخطط للأهداف ونقسم الزمن وبعدها ننتج التصميم المتفق عليه بعدها نختبر المنتج في ضوء المعايير والقيود مثلا الشركة طلبت الساعة بحجم معين مثلا الاضاءة محددة حسب المعايير والقيود التي حددتها الشركة".

ويمكن تفسير عدم تطور هذه العادات بشكل ملحوظ بسبب قصر مدة المعالجة، وهذا يتفق مع ما ذكره السويليمين (٢٠١٦) بضرورة استمرارية التدريب على عادات العقل، وإتاحة الفرص المتكررة للمتعلم لممارسة هذه العادات ولمدة زمنية طويلة، ليكتسبها بشكل صحيح. أيضا يمكن تفسير عدم تطور هذه العادات بسبب عدم تقديمها وشرحها بشكل مباشر للمتعلم، فأفضل

طريقة لاكتساب عادات العقل وتنميتها تتم من خلال تقديمها للمتعلم وتدريبه على ممارستها ابتداء من المهام البسيطة وحتى المواقف الأكثر تعقيداً (Beyer, 2003)، وهذا يتفق مع ما ذكره باير (Beyer, 2003) بضرورة توضيح وشرح عادات العقل للمتعلم وتدريبه عليها، كما ترى الباحثة ضرورة إتاحة الفرص والوقت الكافي لممارسة هذه العادات فمثلاً في عادة التبصر لابد من إتاحة الفرصة للمتعلم للتعبير عن تخيلاته بشكل إجرائي كأن يحولها لرسوم أو مخططات أو سيناريو قبل البدء في المهام الموكلة إليه مع إتاحة الفرصة له لعرض أعماله المتعلقة بالتخيل، كذلك بالنسبة لعادة الإبداع في حل المشكلات لابد من إتاحة الفرصة للمتعلم لوضع خطة العمل ومناقشتها مع زملائه، ومن ثم عرضها على بقية الفصل، والتعديل على هذه الخطة كلما دعت الحاجة أثناء التصميم، كل ذلك من شأنه أن يسهم في بناء هذه العادات.

وإجمالاً تعد عادات العقل بشكل عام وعادات العقل الهندسية بشكل خاص ضرورة تربوية لابد من الاهتمام (Costa & Kallick, 2003) بها، لإنتاج جيل قادر على التعامل الفعّال مع التطورات العلمية والتكنولوجية المتسارعة والتغيرات الكبرى في الصناعة، كما أنها تتيح فرص أفضل للتعليم من خلال فهم مسار التفكير وممارساته العقلية المختلفة بالإضافة إلى تنمية الدافع الذاتي من خلال الإصرار والمثابرة والتخطيط، واستخدام قدرات التنظيم الذاتي (سعيد، ٢٠٠٦)، لذلك لا بدّ من وضع أُطر وإستراتيجيات لتنميتها لدى المتعلم ابتداءً من رياض الأطفال وحتى المراحل الدراسية المتقدمة، فالتعليم الذي يركز على تطوير عادات العقل يعزز التعلم مدى الحياة (أبو زيد، ٢٠١٨)، كما يؤثر في نجاح الفرد في سوق العمل على المدى الطويل (Lucas & Hanson, 2016)، ونظراً للتغيرات الكبيرة في مستقبل الصناعات، والحاجة لإنتاج أجيال قادرة على التعامل مع المستجدات العلمية والتكنولوجيا ومشكلاتها لا بدّ من التركيز على تنمية عادات العقل الهندسية لدى المتعلم، نظراً لدورها في إنتاج جيل قادر على المشاركة الفاعلة في هذه المستجدات، وذلك من خلال دراسة عادات العقل الهندسية، ووضع أُطر واضحة لتنميتها لدى المتعلم منذ مراحل التعليم المبكرة، وتقديمها للمتعلم (Beyer, 2003) وتدريبه المستمر عليها حتى تصبح جزءاً من طبيعته.

النتائج المتعلقة بالنمط العقلي ومناقشتها

للإجابة عن السؤال الثاني للدراسة والذي ينص على "ما فاعلية برنامج قائم على التصميم الهندسي في تنمية النمط العقلي لدى طالبات الصف الثامن بسلطنة عمان؟"، وللتحقق من الفرضيتين البحثيتين المنبثقين عنه " لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند

مستوى (٠,٠٥) بين متوسطات درجات المجموعتين الضابطة، والتجريبية في التطبيق البعدي لمقياس النمط العقلي"، و"لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطات درجات الأداء القبلي والأداء البعدي لدى طالبات المجموعة التجريبية في مقياس النمط العقلي"، تم التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمقياس النمط العقلي بعد الانتهاء من تطبيق البرنامج، وكذلك تم إجراء مقابلات مجموعات التركيز لعينة من طالبات المجموعتين، وفيما يلي عرض للنتائج الكمية، والنوعية المرتبطة بهذا السؤال.

وللتحقق من فرضية "لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطات درجات المجموعتين الضابطة، والتجريبية في التطبيق البعدي لمقياس النمط العقلي" تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأداء البعدي لمجموعتي الدراسة في مقياس النمط العقلي كما يوضحها جدول (٣٠).

جدول (٣٠) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأداء البعدي لمجموعتي الدراسة في مقياس النمط العقلي

النمط العقلي		قبل عزل أثر الأداء القبلي		بعد عزل أثر الأداء القبلي	
النمط العقلي	المجموعة	العدد	م	ع	م
النامي	مرن	ض	٢٥	٥,١٢	١,٧٤
	ت	٢٣	٥,٠٤	١,٦٧	٥,١٢
	إيجابي	ض	٢٥	٤,٥٢	١,٥٠
	ت	٢٣	٦,٠٤	١,٤٩	٥,٤٨
	جمعي	ض	٢٥	٥,٥٦	١,٥٦
	ت	٢٣	٥,٧٤	١,٤٥	٥,٣٩
الثابت	المجموع	ض	٢٥	١٥,٢٠	٢,٢٦
	ت	٢٣	١٦,٨٣	٢,٤٨	١٦,٣٣
	جامد	ض	٢٥	٤,٥٢	١,٤٥
	ت	٢٣	٣,٦١	١,٠٣	٤,٩٥
	سلبي	ض	٢٥	٥,١٢	١,٠٥
	ت	٢٣	٤,٦٥	١,٧٧	٤,٣٦
الثابت	فردى	ض	٢٥	٤,٧٢	١,٧٠
	ت	٢٣	٣,٨٧	١,٤٩	٤,٤٢
	المجموع	ض	٢٥	١٤,٣٦	٢,٨٧
	ت	٢٣	١٢,١٣	٢,٤٧	١٣,٥٦
	فردى	ض	٢٥	٤,٧٢	١,٧٠
	ت	٢٣	٣,٨٧	١,٤٩	٤,٤٢

يتضح من جدول (٣٠) وجود فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية لدرجات الطلبة في مجموعتي الدراسة الضابطة والتجريبية في التطبيق البعدي لمقياس النمط العقلي، وللتحقق من مستويات دلالة هذه الفروق، تم استخدام تحليل التباين (ANCOVA)؛ لعزل أثر الاختلاف بين المجموعتين في الأداء القبلي، وكانت النتائج كما يبينها جدول (٣١).

جدول (٣١) نتائج تحليل التباين للأداء البعدي في مقياس النمط العقلي لدى مجموعتي الدراسة الضابطة والتجريبية

النمط العقلي	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	النسبة الفائية	مستوى الدلالة
المرن	القبلي	٨,٦٦	١	٨,٦٦	٣,١٧	٠,٠٨
	المجموعة	٠,٥٣	١	٠,٥٣	٠,٢٠	٠,٦٦
	الخطأ	١٢٢,٨٢	٤٥	٢,٧٣		
	المجموع	١٤٧٦,٠٠	٤٧			
الإيجابي	القبلي	١,٢٥	١	١,٢٥	٠,٤٥	٠,٥١
	المجموعة	٧,٠٩	١	٧,٠٩	٢,٥٣	٠,١٢
	الخطأ	١٢٦,٤٠	٤٥	٢,٨١		
	المجموع	١٨٠٩,٠٠	٤٧			
الجمعي	القبلي	١١,٨٣	١	١١,٨٣	٤,١٤	٠,٠٥
	المجموعة	٢,٤١	١	٢,٤١	٠,٨٤	٠,٣٦
	الخطأ	١٢٨,٥٤	٤٥	٢,٨٧		
	المجموع	١٦٥١,٠٠	٤٧			
النامي	القبلي	٤٧,٨٧	١	٤٧,٨٧	١٠,٧٧	٠,٠٠٢
	المجموعة	١١,٤١	١	١١,٤١	٢,٥٧	٠,١٢
	الخطأ	١٩٩,٩٦	٤٥	٤,٤٤		
	المجموع	١٣٨١٨,٠	٤٧			
الجامد	الأداء القبلي	٠,١٨	١	٠,١٨	٠,١٠	٠,٧٥
	المجموعة	١,٢٩	١	١,٢٩	٠,٧٤	٠,٣٩
	الخطأ	٧٨,٤٤	٤٥	١,٧٤		
	المجموع	١١٧٣,٠٠	٤٧			
السلبي	القبلي	٢٩,٣٥	١	٢٩,٣٥	١٣,٦٨	٠,٠٠
	المجموعة	٠,٥٣	١	٠,٥٣	٠,٢٥	٠,٦٢
	الخطأ	٩٦,٥٥	٤٥	٢,١٥		
	المجموع	١٠٨٠,٠٠	٤٧			
الفردى	القبلي	٢٣,٣٥	١	٢٣,٣٥	١١,٥٤	٠,٠٠١
	المجموعة	٢,٥٩٢	١	٢,٥٩	١,٢٨	٠,٢٦
	الخطأ	٩١,٠٨	٤٥	٢,٠٢		
	المجموع	٩٦٥,٠٠	٤٧			
الثابت	القبلي	٦٥,٧٩	١	٦٥,٧٩	١١,٠٦	٠,٠٠٢
	المجموعة	٠,٩٥	١	٠,٩٥	٠,١٦٠	٠,٦٩
	الخطأ	٢٦٧,٦١	٤٥	٥,٩٥		
	المجموع	٨٩٩٤,٠٠	٤٧			

يبين جدول (٣١) أن قيم (ف) لمحاور النمط العقلي الستة، وللنمط النامي والثابت بشكل عام تراوحت بين (٠,٢٠) و (٢,٥٧) وهي قيم غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٥)، وبالتالي لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين في الأداء البعدي لمقياس النمط العقلي.

كما تم تدعيم البيانات الكمية من خلال إجراء مقابلات مجموعات التركيز لدى عينة من طالبات المجموعتين الضابطة والتجريبية، ويوضح جدول (٣٢) تكرارات مجالات النمط العقلي

في مقابلات مجموعات التركيز لدى إحدى عشرة طالبة من المجموعة الضابطة وعشر طالبات من المجموعة التجريبية، وذلك بعد الانتهاء من تطبيق البرنامج، بهدف حصر تكرارات الأنماط العقلية المختلفة لديهن.

جدول (٣٢) تكرارات مجالات النمط العقلي في مقابلات مجموعات التركيز لدى عينة من طالبات المجموعتين الضابطة (ن=١١) والتجريبية (ن=١٠)

النمط العقلي	المجموعة	التكرار	كا	أمثلة
المرن	ض	٣	٠,٢	لأنه يمكن أن يستكشف طرق أفضل للحل.
	ض	٣		لأنه لا يحدث ولا يكتشف شي إلا بالتجريب.
	ت	٢	١,٦٠	أحب تجريب أشياء جديدة.
	ت	٢		يفترض أن نختبر أشياء جديدة.
	ض	٣		إذا كان الفريق يفهم بنفس الطريقة فهذا يصب في مصلحة المشروع، وبالتالي نتجنب الأخطاء في الفهم المختلف.
	ض	٣		الفهم يؤثر بشكل كبير على العمل في المشروع.
الإيجابي النامي	ت	٧	٠,٦٩	لأن الفهم أهم ويكون قبل البدء في المشروع، والاختلاف في الفهم يؤثر على المشروع لأن الطالبة غير المقتنعة لن تشارك في المشروع.
	ت	٧		الفهم مهم جدا وأساسي في إنجاز المشروع.
الجمعي	ض	٥	٠,٦٩	أفراد فريقي ممكن أن يطرحوا أفكاراً وأراء يمكن أن أستفيد منها سواء كانت إيجابية أو سلبية.
	ض	٥		أحب العمل الجماعي لكثرة الأفكار المطروحة.
	ت	٨		أحب العمل الجماعي وإذا واجهت مشكلة فإنني أجد من يساعدني وأيضا يمكن أن أسمع أفكار جديدة لم تخطر علي.
	ت	٨		أحب العمل الجماعي وتقسيم الأدوار فننتهي من العمل في فترة قصيرة.
الجامد	ض	٨	٠,٠٧	لأن تحديد الهدف والخطوات والأعمال بالضبط أفضل لتجنب الفشل.
	ض	٨		أحب أن أرتب الخطوات، فلا أحب استخدام طرق جديدة كي لا أخطئ.
	ت	٧		ألتزم بخطوات واتبعها حتى لا أخطئ أو تحدث مشكلة.
	ت	٧		لا أحب تشتيت عملي، لذلك أتبع خطوات محددة مسبقا.
الفردية الثابت	ض	٦	٣,٦	أفضل العمل الفردي ويمكن أن أستمع للملاحظات فعندي الثقة بما أقوم به لكنني لا أتقبل الحكم بفشل المشروع أو ملاحظات غير ذات فائدة.
	ض	٦		العمل الفردي أفضل من الجماعي لأن الأفراد يمكن أن يختلفوا في الأفكار لذلك نتيجة العمل الفردي دائما أفضل.
	ت	١		أحب العمل الفردي لأن ليس لدي ثقة بمعرفة زميلاتي ويمكن أن يطرحن أفكاراً لا تناسبني.
	ت	١		يمكن أن يكون هناك اختلاف في الفهم لا يؤثر في سير المشروع فالهدف التركيز والإنجاز والنقاش عند الانتهاء.
السلبى	ض	٨	٣,٦	الأفراد لا يفهموا بنفس الطريقة، فليس هناك داعٍ لتضييع وقت المشروع فنؤجل النقاش إلى الآخر.
	ض	٨		من الأفضل أن تؤجل المناقشة حتى لا يضيع وقت المشروع.
	ت	٢		أنا غير مسؤولة عن فهم الفريق، أنا يمكن أن أشرح وأوضح لكن أهم شي وقت المشروع.
	ت	٢		أنا غير مسؤولة عن فهم الفريق، أنا يمكن أن أشرح وأوضح لكن أهم شي وقت المشروع.

يتبين من جدول (٣٢) أن هناك فروق ظاهرية في تكرارات مجالات النمط العقلي بين طالبات المجموعات التجريبية، والضابطة إلا أن هذه الفروق جميعها غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٥) حيث تتراوح قيم مربع (كاي) بين (٠,٠٧) و (٣,٦). ويتبين من جدول (٣٢) بشكل عام أن تكرارات مجالات النمط النامي (الجمعي والإيجابي) أعلى لدى طالبات المجموعة التجريبية، فقد تكرر النمط الجمعي (٨) مرات لدى طالبات المجموعة التجريبية مقابل تكراره (٥) مرات لدى المجموعة الضابطة، وتركزت عبارات النمط الجمعي لديهن على توضيح دور العمل الجماعي في تنوع الأفكار المطروحة، وتنظيم وقت العمل، وبالنسبة للنمط الإيجابي فقد تكرر (٧) مرات لدى المجموعة التجريبية، مقابل تكراره بمقدار (٣) مرات في المجموعة الضابطة، وتركزت عبارات النمط الإيجابي حول تبرير أهمية الفهم المشترك وأثره على سير العمل.

وبالنسبة لتكرارات مجالات النمط العقلي الثابت، فقد كانت بشكل عام أعلى لدى طالبات المجموعة الضابطة، فقد تكرر النمط الفردي (٦) مرات لدى المجموعة الضابطة، مقابل ذكره مرة واحدة في المجموعة التجريبية، وتركز تبرير اختيار هذا النمط حول الاختلاف في الأفكار بين أعضاء الفريق وعدم الثقة بالآخرين، وكذلك للنمط السلبي تكرر (٨) مرات لدى المجموعة الضابطة مقابل تكراره مرتين لدى المجموعة التجريبية وانصبت تبريرات اختيار هذا النمط حول التركيز على عدم تأثير الاختلاف في الفهم على سير المشروع وإمكانية تأخير النقاش.

وللتحقق من فرضية "لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطات درجات الأداء القبلي والأداء البعدي لدى طالبات المجموعة التجريبية في مقياس النمط العقلي"، تم استخدام اختبار (ت) للتحقق من دلالة الفروق بين متوسطات الأداء القبلي والأداء البعدي لدى طالبات المجموعة التجريبية كما هو موضح في جدول (٣٣).

يتبين من جدول (٣٣) أن قيم (ت) للنمط النامي والثابت بشكل عام بلغت (١,٧٠) و (١,٢٠) وهي غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٥)، وقيمة (ت) بلغت للنمط الجامد (٢,٧١) وهي قيمة دالة إحصائياً حيث بلغ مستوى دلالتها (٠,٠١)، وبالنسبة لبقية الأنماط الفرعية، فقد تراوحت قيم (ت) بين (٠,٣٠) و (٠,٩٣) وهي قيم غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٥).

جدول (٣٣) اختبار (ت) للمقارنة بين متوسطات الأداء القبلي والأداء البعدي في مقياس النمط العقلي لدى طالبات المجموعة التجريبية (ن=٢٣)

النمط العقلي	الأداء	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الفروق		قيمة ت	مستوى الدلالة	حجم الأثر
				م	ع			
النامي	مرن	٥,٠٤	٢٢	٠,٣٥	١,٨٠	٠,٩٣	٠,٣٦	—
	بعدي	٥,٣٩						
	إيجابي	٥,٧٤	٢٢	١,٣	٢,١٠	٠,٣٠	٠,٧٧	—
	بعدي	٥,٨٧						
	جمعي	٦,٠٤	٢٢	٠,٣٩	٢,١١	٠,٨٩	٠,٣٨	—
	بعدي	٦,٤٣						
	المجموع	١٦,٨٣	٢٢	٠,٨٧	٢,٥٠	١,٧٠	٠,١٠	—
	بعدي	١٧,٧٠						
الثابت	جامد	٣,٦١	٢٢	٠,٩٦	١,٧٠	٢,٧١	٠,٠١	٠,٢٥
	بعدي	٤,٥٧						
	فردى	٣,٨٧	٢٢	٠,١٣	١,٦٠	٠,٣٩	٠,٧٠	—
	بعدي	٣,٧٤						
	سلبي	٤,٦٥	٢٢	٠,٢٢	١,٨٠	٠,٥٩	٠,٥٧	—
	بعدي	٤,٤٣						
	المجموع	١٢,١٣	٢٢	٠,٦١	٢,٤٥	١,٢٠	٠,٢٥	—
	بعدي	١٢,٧٤						

مناقشة نتائج السؤال الثاني

أشارت النتائج الكمية كما هو موضح في جدول (٢٩) إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠٥) بين متوسطات درجات المجموعتين في مقياس النمط العقلي وهذا يتفق مع النتائج النوعية (جدول ٣٠) حيث لا توجد فروق بين تكرارات مجالات النمط العقلي بين طالبات المجموعتين الضابطة والتجريبية، كما أنه لا توجد فروق دالة إحصائية بين متوسطات الأداء القبلي والأداء البعدي لدى طالبات المجموعة التجريبية في مقياس النمط العقلي بالنسبة لنمط الثابت والنامي بشكل عام (جدول ٣٣)، ويمكن عزو ذلك إلى قصر المدة الزمنية نسبياً لتطبيق البرنامج، خاصة أن معتقدات الفرد عن ذكائه وقدراته تبدأ في التشكل منذ الصغر (Bempechat; London; Dweck, 1991, Cain & Dweck, 1995, Smiley & Dweck, 1994)، وتتغذى هذه المعتقدات من خلال رسائل ضمنية تتركز حول وصف قدرات الطفل (Schroder; Moran; Donnellan & Moser, 2014)، فالتناء الموجه نحو القدرة (أنت

عبقري) يمكن أن يعزز النمط العقلي الثابت، بينما يتم تعزيز النمط العقلي النامي من خلال الإشادة بالجهد (تبذل جهداً رائعاً) (Mueller & Dweck, 2013)، لذلك فعملية تغيير النمط العقلي تحتاج لفترة زمنية طويلة قد تمتد لسنوات، ويمكن أن تسهم المعالجات المباشرة في تقليل الزمن، للتأثير على النمط العقلي، فقد ذكر ريسن وآخرون (Rissanen; Kuusisto; Tuominen & Tirri, 2019) أنَّ المعالجات البسيطة وطويلة الأمد (الخاصة بالنمط العقلي) يمكن أن تؤثر إيجابياً على دافعية المتعلم وإنجازة، وغالباً ما يكون لب هذه المعالجات التركيز على تدريس المعرفة المرتبطة بالمرونة العصبية في الدماغ وقابليتها للتغيير وإعادة التنظيم من خلال التعلم والتدريب على طرق تفكير مختلفة، بالإضافة إلى الانخراط في تحديات جديدة، (Blackwell; Trzesniewski & Dweck, 2007; Dweck, 2012; Panunesku, 2015; Rattan et al., 2012)، كما يمكن أن تؤثر الرسائل المباشرة على النمط العقلي، وهذا ما تؤكدته الدراسة التي قام بها سكرودر وآخرون (Schroder et al., 2014) والتي بحثت أثر قراءة تحريضات متعلقة بالنمط النامي، وأخرى بالنمط الثابت على الرسم الكهربائي للدماغ لدى مجموعة من الأفراد، حيث توصلت إلى أنَّ رسائل النمط العقلي النامي زادت من النشاط العصبي في الدماغ.

كما أن الاهتمام بتعزيز جهد المتعلم في أثناء عمله في التحديات، ففي دراسة لروك وهيموز وبالويبر ودويك وبوفيك (O'Rourke; Haimovitz; Ballweber; Dweck & Popović, 2014) على طلبة المرحلة الابتدائية تم تعزيز الجهد في أثناء إكمال المتعلم لمهام داخل لعبة تعليمية إلكترونية، تبين إمكانية تنمية النمط العقلي لدى الطلبة من خلال التعزيز المباشر للجهد. وفي دراسة أجراها بلاكول وتريزونسكي ودويك (Blackwell; Trzesniewski & Dweck, 2007) على طلبة المرحلة المتوسطة، للتعرف على أثر نوع النمط العقلي على تقييم الجهد المبذول، توصلت الدراسة إلى أن الطلبة ذوي النمط العقلي النامي يربطون بين الجهد المبذول والتحسين في الذكاء، وذلك من خلال تأييد بعض العبارات، مثل: "كلما كان عملك أصعب كلما تطورت أكثر"، بينما الطلبة ذوو النمط العقلي الثابت أيدوا عبارات مثل "عندما أبذل جهداً في واجباتي، أشعر أنني غير ذكي"، كما قامت دويك وليجت (Dweck & Leggett, 1988) بسلسلة دراسات؛ لبحث أثر نوع النمط العقلي على ردود الفعل على الفشل لدى الأطفال في سن المدرسة، من خلال تسجيل الأفكار والمشاعر وذلك أثناء العمل على مهمة معرفية صعبة، تبين أنَّ ردود الفعل لدى الطلبة من ذوي النمط العقلي النامي تركزت على تبرير الفشل بسبب عدم بذل الجهد بشكل كافٍ في أثناء العمل، وفي المقابل، فقد برر المتعلمون من ذوي النمط العقلي الثابت الفشل بسبب افتقار القدرات اللازمة لإنجاز المهمة. فالفرد ذو النمط العقلي النامي يربط النجاح أو الفشل بمقدار الجهد المبذول، بينما الفرد ذو النمط العقلي الثابت

يربط الفشل والنجاح بمحدودية قدراته.

والتركيز على تنمية النمط العقلي يؤدي إلى تنمية الدافعية الذاتية للمتعلم (Ng, 2018)، وهذا يتفق مع ما ذكرته دويك (Dweck, 2009) أن تعليم النمط العقلي لطلبة المرحلة الثانوية أدى إلى زيادة الدافعية والتحصيل الأكاديمي، كما حسن من تحصيل طلاب المرحلة المتوسطة (Blackwell; Trzesniewski & Dweck, 2007)، فتعليم النمط العقلي النامي يؤكد فكرة أن الذكاء ليس جودة ثابتة، فيمكن تطويره من خلال الانخراط في التحديات المختلفة (Grant & Dweck, 2003) وتعزيز بذل الجهد وتركيز أهداف التعلم للتعلم من أجل الاتقان (Burnette; O'Boyle; VanEpps; Pollack & Finkel, 2013) وليس الإنجاز، مما ينتج جيلاً من المتعلمين لمدى الحياة والقادرين على التكيف مع المتغيرات السريعة في العالم.

وفي المقابل أشارت النتائج الكمية في جدول (٣٣) إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات الأداء القبلي والأداء البعدي في النمط الفرعي الجامد، وهو أحد مجالات النمط الثابت لصالح الأداء البعدي، ويمكن تفسير ارتفاع النمط العقلي الجامد في الأداء البعدي بسبب طبيعة البرنامج، إذ أنه مصمم على تدريب المتعلم على استخدام عملية التصميم الهندسي في جميع التحديات، ويتطلب وجود مخطط العملية بشكل مستمر كخطوة أولى لتدريب المتعلم على هذه العملية، لذلك ارتفع هذا النمط في الأداء البعدي، إذ أنه يقيس مدى تمسك المتعلم باتباع نفس الخطوات في التصميم، وترى الباحثة أن استمرار انخراط المتعلم في مثل هذه التحديات لفترات زمنية ممتدة يكسبه ثقة في قدرته على استخدام هذه الخطوات بمرونة، ويمكن أن يسهم في تقليل تمسكه باتباع نفس الخطوات في كل تحدي.

النتائج المتعلقة بالميل المهنية ومناقشتها

للإجابة عن السؤال الثالث للدراسة والذي نص على "ما فاعلية برنامج قائم على التصميم الهندسي في تنمية الميل المهنية العلمية لدى طالبات الصف الثامن بسلطنة عمان؟"، و للتحقق من الفرضيتين البحثيتين المنبثقين عنه، "لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطي درجات المجموعتين الضابطة، والتجريبية في التطبيق البعدي لمقياس الميل المهنية العلمية" و "لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطات درجات الأداء

القبلي والأداء البعدي لدى طالبات المجموعة التجريبية في مقياس الميول المهنية العلمية"، تم التطبيق القبلي والبعدي لمقياس الميول المهنية العلمية.

وللتحقق من فرضية "لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطي درجات المجموعتين الضابطة، والتجريبية في التطبيق البعدي لمقياس الميول المهنية العلمية"، تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأداء البعدي لمجموعتي الدراسة في مقياس الميول المهنية كما هو موضح في جدول (٣٤).

جدول (٣٤) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأداء البعدي لمجموعتي الدراسة في مقياس الميول المهنية

المجال	المجموعة	العدد	قبل عزل أثر الأداء القبلي		بعد عزل أثر الأداء القبلي	
			م	ع	م	ع
العلوم	ض	٢٥	٣,٤٣	٠,٧٧	٣,٤٥	٠,١٩
	ت	٢٣	٣,٦٧	١,٠٦	٣,٦٥	٠,٢٠
الرياضيات	ض	٢٥	٣,٧٩	٠,٧٧	٣,٨٠	٠,١٨
	ت	٢٣	٣,٥٨	١,٠٢	٣,٥٧	٠,١٩
التكنولوجيا	ض	٢٥	٣,٨١	٠,٦٢	٣,٨١	٠,١٧
	ت	٢٣	٣,٧٢	٠,٩٥	٣,٧٤	٠,١٧
الهندسة	ض	٢٥	٣,٤٨	٠,٨٢	٣,٤٦	٠,١٧
	ت	٢٣	٤,٠٤	٠,٨٥	٤,٠٥	٠,١٨
الكلي	ض	٢٥	٣,٦٣	٠,٥١	٣,٦٣	٠,١٣
	ت	٢٣	٣,٧٥	٠,٧٥	٣,٧٥	٠,١٤

يتبين من جدول (٣٤) وجود فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية لدرجات الطلبة في مجموعتي الدراسة الضابطة والتجريبية في التطبيق البعدي لمقياس الميول المهنية، وللتحقق من مستويات دلالة هذه الفروق، تم استخدام تحليل التباين (ANCOVA)، لعزل أثر الاختلاف في الأداء القبلي بين المجموعتين، وكانت النتائج كما يبينها جدول (٣٥).

ويتبين من جدول (٣٥) أن قيمة (ف) بلغت (٠,٤٣) للمجموع الكلي في مقياس الميول المهنية العلمية، وهي قيمة غير دالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠٥)، وبالتالي لا يوجد فرق بين المجموعتين في المجموع الكلي لمقياس الميول المهنية العلمية، كما يتبين من جدول (٣٥) أن قيمة (ف) كانت (٥,٧٨) لمجال الهندسة وهي قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥)، وبحساب حجم الأثر وجد أنه يساوي لـ (٠,١١) مما يؤكد وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين المجموعتين الضابطة والتجريبية في مجال الهندسة، وبالرجوع إلى جدول (٣٤) يتبين أن هذا الفرق لصالح المجموعة التجريبية، حيث كان متوسط المجموعة التجريبية (٤,٠٥) مقابل

(٣,٤٦) للمجموعة الضابطة. وبالنسبة لمجالات العلوم والرياضيات والتكنولوجيا فقد تراوحت قيم (ف) بين (٠,٠٧) و (٠,٨٣)، وهي قيم غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٥).

جدول (٣٥) نتائج تحليل التباين (ANCOVA) للأداء البعدي في مقياس الميول المهنية لدى مجموعتي الدراسة الضابطة والتجريبية

المجال	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة	حجم الأثر
العلوم	الأداء القبلي	٠,٢٥	١	٠,٢٥	٠,٢٩	٠,٥٩	
	المجموعة	٠,٤٩	١	٠,٤٩	٠,٥٧	٠,٤٦	—
	الخطأ	٣٨,٤٦	٤٥	٠,٨٦			
	المجموع	٦٤٢,٢٨	٤٧				
الرياضيات	الأداء القبلي	١,٤٥	١	١,٤٥	١,٨٣	٠,١٨	
	المجموعة	٠,٦٦	١	٠,٦٦	٠,٨٣	٠,٣٧	—
	الخطأ	٣٥,٦٢	٤٥	٠,٧٩			
	المجموع	٦٩١,٨٩	٤٧				
التكنولوجيا	الأداء القبلي	٠,٠٧	١	٠,٠٧	٠,١١	٠,٧٥	
	المجموعة	٠,٠٥	١	٠,٠٥	٠,٠٧	٠,٧٩	—
	الخطأ	٢٨,٧٩	٤٥	٠,٦٤			
	المجموع	٧١١,٠٥	٤٧				
الهندسة	الأداء القبلي	٠,٥٥	١	٠,٥٥	٠,٧٩	٠,٣٨	
	المجموعة	٤,٠٧٣	١	٤,٠٧	٥,٧٨	٠,١١	—
	الخطأ	٣١,٤٣	٤٥	٠,٧٠			
	المجموع	٧٠٨,٥٩	٤٧				
الكلية	الأداء القبلي	٠,٠١	١	٠,٠١	٠,٠٢	٠,٨٩	
	المجموعة	٠,١٨	١	٠,١٨	٠,٤٣	٠,٥١	—
	الخطأ	١٨,٨٠	٤٥	٠,٤٢			
	المجموع	٦٧١,٦٦	٤٧				

وللتحقق من فرضية "لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطات درجات الأداء القبلي والأداء البعدي لدى طالبات المجموعة التجريبية في مقياس الميول المهنية العلمية"، تم استخدام اختبارات للتحقق من دلالة الفروق بين الأداء القبلي والأداء البعدي في مقياس الميول المهنية لدى طالبات المجموعة التجريبية كما يوضحها جدول (٣٦).

جدول (٣٦) اختبار (ت) للمقارنة بين متوسطات الأداء القبلي والأداء البعدي في مقياس الميول المهنية العلمية لدى طالبات المجموعة التجريبية (ن=٢٣)

المجال	الأداء	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الفروق	قيمة ت	مستوى الدلالة	حجم الأثر
				ع	م		
العلوم	قبلي	٤١,٦٥	٤١,٦٥	٠,٨٣	٧,٩٧	٠,٥٠	٠,٦٢
	بعدي	٤٠,٨٣	٤٠,٨٣				
الرياضيات	قبلي	٤٠,٦١	٤٠,٦١	٠,٣٠	٦,٧٣	٠,٢٢	٠,٨٣
	بعدي	٤٠,٣٠	٤٠,٣٠				
التكنولوجيا	قبلي	٤٠,٦٥	٤٠,٦٥	١,١٣	٥,٧٧	٠,٩٤	٠,٣٦
	بعدي	٤١,٧٨	٤١,٧٨				
الهندسة	قبلي	٣٩,٤٠	٣٩,٣٩	٥,٣٥	٧,٧٠	٣,٣٤	٠,٣٥
	بعدي	٤٤,٧٤	٤٤,٧٤				
الكلية	قبلي	١٦٢,٣٠	١٦٢,٣٠	٥,٣٥	١٣,٨١	١,٨٦	٠,٠٨
	بعدي	١٦٧,٦٥	١٦٧,٦٥				

يتبين من جدول (٣٦) أن قيمة (ت) للمقياس بشكل كلي بلغت (١,٨٦) وهي قيمة غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٥)، وبلغت قيمة (ت) لمجال الهندسة (٣,٣٤) بمستوى دلالة (٠,٠٥) وحجم أثر (٠,٣٥)، والذي يعد كبيراً (أبو حطب، وصادق، ١٩٩١)، بينما لمجالات العلوم والرياضيات والتكنولوجيا تراوحت قيم (ت) بين (٠,٢٢) و (٠,٩٤)، وهي قيم غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٥).

مناقشة نتائج السؤال الثالث

يتبين من جدول (٣٥) عدم وجود فرق بين المجموعتين في المجموع الكلي لمقياس الميول المهنية العلمية، ومن جدول (٣٦) عدم وجود فرق بين الأداء القبلي والبعدي لدى طالبات المجموعة التجريبية في المجموع الكلي لمقياس الميول المهنية العلمية، وهذا لا يتفق مع ما جاءت به العديد من الدراسات من أن دمج تعليم العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا يؤثر إيجابياً على الميول نحو المهن المرتبطة بها (Blanchard et al., 2017, Christensen & Knezek, 2017, Reynolds et al., 2009; Silk et al., 2010) ويمكن تفسير هذا الاختلاف في النتيجة من خلال ما ذكره فيوستنج، وديماند وهدبج (Fuesting; Diekman & Hudiburgh, 2017) أن تعليم (STEM) في المدارس غير كافٍ لتعزيز الميول المهنية نحوها، إذ لا بدّ من التركيز على معرفة المتعلم بالمهن المرتبطة بها، وإدراك أهميتها لتحقيق أهداف المجتمع، وهذا يتفق مع ما جاءت به دراسة بلوتنكلي وآخرون (Blotnick et al., 2018) من أن معرفة المتعلم في المرحلة المتوسطة عن المهن المرتبطة ب (STEM) تؤثر إيجابياً على ميوله نحو هذه المهن، ويؤكد ذلك أيضاً هيلكسم (Huelskamp, 2010) ففي دراسته عن فعالية استخدام تسجيلات

صوتية لخبراء في وظائف (STEM) على اتجاهات الطلبة في المرحلة المتوسطة نحو المهن المرتبطة بمدخل (STEM) تبين الأثر الإيجابي لهذه الطريقة في تنمية اتجاهات الطلبة نحو هذه المهن. فعندما يتم التركيز على توضيح المعارف العلمية، والرياضية، والتكنولوجية، والهندسية، والمهارات المرتبطة بها ودورها في بناء المهن العلمية المختلفة، وكيفية إسهام هذه المهن في تنمية وتقدم المجتمع، كل ذلك يمكن أن يؤثر بشكل إيجابي على الميول المرتبطة بهذه المهن.

كما يتبين من جدول (٣٥) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين في مجال الهندسة لصالح المجموعة التجريبية، وهذا يتفق مع جدول (٣٦) إذ يتبين وجود فرق في مجال الهندسة بين الأداء القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية لصالح الأداء البعدي، ويمكن تفسير ذلك من خلال محور البرنامج حول عملية التصميم الهندسي، بالإضافة إلى ذكر بعض التخصصات الهندسية المرتبطة بالمشكلات المطروحة والتركيز على آلية عمل المهندس، وذلك من خلال الفيديوهات التي تم عرضها في البرنامج، وقد أكدت عدة دراسات أن زيادة معرفة المتعلم بالهندسة أدى إلى زيادة ميوله نحوها (Caroll, 1997; Robinson & Kenny, 2003)، وهذا يتضح من ملاحظة الباحثة لوضع كلمة المهندس قبل كتابة الاسم في التقارير، كما علقت إحدى الطالبات عن سؤالها عن البرنامج: "أصبحت أرى الصناعات والهندسة بشكل مختلف عن السابق"، وأضافت (أخرى): "لطالما تمنيت الدخول في تخصص الهندسة وهذا البرنامج ساعدني في فهم طبيعة الهندسة وجدد حلمي" وذكرت الطالبة (ص): "تعرفت عن قرب على تخصصات مختلفة في الهندسة كهندسة العمليات والهندسة الكيميائية وهندسة الغذاء". وهذا يؤكد ضرورة التركيز على الربط بين المعارف، والمهارات التي يمارسها المتعلم، وعلاقتها بالمهن المختلفة في أثناء التعلم، لكي يدرك المتعلم أهمية هذه المعارف في بناء المجتمع ويتمكن من تكوين اتجاهات إيجابية نحوها.

ملخص عام لنتائج الدراسة

تتمثل أبرز نتائج الدراسة كما يلي:

أولا بالنسبة لعادات العقل الهندسية

١. وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠٥) بين متوسطات الأداء الكلي

لطالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في مقياس عادات العقل الهندسية لصالح المجموعة التجريبية.

٢. وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠٥) بين متوسطات أداء طالبات

- المجموعة الضابطة والتجريبية في عادات التعرف على المشكلة، والتحسين والتطوير، والتفكير المنظومي لصالح المجموعة التجريبية في مقياس عادات العقل الهندسية.
٣. عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠٥) بين متوسطات أداء طالبات المجموعة الضابطة والتجريبية في عادات التبصر، والإبداع في حل المشكلات، والتكيف في مقياس عادات العقل الهندسية.
٤. وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠٥) بين متوسطات الأداء القبلي والأداء البعدي لدى طالبات المجموعة التجريبية في عادة التعرف على المشكلة لصالح الأداء البعدي في مقياس عادات العقل الهندسية.
٥. عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠٥) بين متوسطات الأداء القبلي والأداء البعدي لدى طالبات المجموعة التجريبية في عادات التبصر، والتحسين والتطوير، والإبداع في حل المشكلات، والتكيف، والتفكير المنظومي في مقياس عادات العقل الهندسية.

ثانياً بالنسبة للنمط العقلي

١. عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠٥) بين متوسطات أداء طالبات المجموعة الضابطة والتجريبية في مقياس النمط العقلي.
٢. وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠٥) بين متوسطات الأداء القبلي والأداء البعدي لدى طالبات المجموعة التجريبية في مجال النمط الجامد لصالح التطبيق البعدي في مقياس النمط العقلي.

ثالثاً بالنسبة للميول المهنية العلمية

١. عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠٥) بين متوسطات الأداء الكلي طالبات المجموعة الضابطة والتجريبية في مقياس الميول المهنية العلمية.
٢. وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠٥) بين متوسطات أداء طالبات المجموعة الضابطة، والتجريبية في مجال الهندسة، لصالح المجموعة التجريبية في مقياس الميول المهنية العلمية.
٣. عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠٥) بين متوسطات أداء طالبات المجموعة الضابطة والتجريبية في مجالات العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا في مقياس الميول المهنية العلمية.

٤. وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠٥) بين متوسطات الأداء القبلي والأداء البعدي لدى طالبات المجموعة التجريبية في مجال الهندسة، لصالح الأداء البعدي في مقياس الميول المهنية العلمية.

توصيات الدراسة

في ضوء نتائج الدراسة، توصي الدراسة بما يلي:

١. ضرورة الاهتمام بدمج التصميم الهندسي في مناهج العلوم بهدف تنمية عادات العقل الهندسية، وذلك من خلال التحديات الهندسية التي تركز على تطوير عادات عقلية، من أهمها عادة التعرف على المشكلة والتحسين والتطوير.
٢. وضع أطر لعادات العقل الهندسية في مناهج العلوم منذ المراحل المبكرة، فبعض هذه العادات تتطلب وقتاً طويلاً لتنميتها، كعادات التبصر وحل المشكلات والتكيف.
٣. وضع أهداف وخطط لتنمية كل عادة من عادات العقل الهندسية، من خلال الأنشطة والمشاريع العلمية، لما لها من دور في بناء جيل قادر على إنتاج المعرفة.
٤. الاهتمام بتنمية النمط العقلي للمتعلم، خاصة من خلال المعالجة المباشرة طويلة الأمد، نظراً لعدم تأثير النمط العقلي بالمعالجات غير المباشرة أو قصيرة الأمد.
٥. تنمية المهن المرتبطة بالمجالات المختلفة لـ (STEM)، وذلك عن طريق بناء أنشطة تعليمية تركز على هذه المهن مباشرة ودورها في حل المشكلات الحياتية.
٦. مناقشة خصائص ومواصفات المهن المرتبطة بمجالات (STEM) للمتعلم ابتداء من المراحل المبكرة لمساعدته على الربط بين العلوم المختلفة، وإدراك دور هذه المهن في المجتمع.

مقترحات الدراسة

في ضوء نتائج الدراسة الحالية، ولإثراء الأدب التربوي يمكن تقديم مقترحات لدراسات قادمة كما يلي:

١. إجراء دراسات مشابهة للدراسة الحالية، لدراسة أثر التصميم الهندسي على عادات العقل الهندسية على مراحل دراسية مختلفة.
٢. إجراء دراسات مسحية على عادات العقل الهندسية الأكثر انتشاراً لدى طلبة المراحل الدراسية المختلفة.

٣. إجراء دراسات تفصيلية عن كل عادة من عادات العقل الهندسية، خاصة عادة التحسين والتطوير والتكيف والتبصر.
٤. بحث فاعلية برنامج قائم على النمط العقلي النامي في التحصيل، والدافعية نحو العلوم.
٥. تطوير مقياس النمط العقلي من خلال إضافة مفردات تتعلق بالحكم على الجهد المبذول والقدرات كون مفهوم النمط العقلي مرتبط بمعتقدات المتعلمين حولها (Dweck, 2012).
٦. إجراء دراسات مسحية حول النمط العقلي لدى الطلبة، وعلاقته بالمستوى التحصيلي لديهم.
٧. استقصاء أثر النمط العقلي للمعلم على ممارساته الصفية وعلى النمط العقلي للمتعلم.
٨. تطوير برنامج قائم على التصميم الهندسي لتنمية الاتجاهات المهنية نحو مجالات (STEM) المختلفة من دون الاقتصار على مجال الهندسة.
٩. دراسة أثر برنامج مقترح لل نوادي العلمية على تنمية الاتجاهات نحو (STEM).

محددات الدراسة

تضم الدراسة بعض العوامل التي تحد من إمكانية تعميم النتائج منها، هالة حداثة تطبيق هذا النوع من البرامج كونه غير مرتبط بالمحتوى التعليمي، ويركز على التطبيق العملي وحل التحديات الهندسية، وبالتالي قد يؤثر على أداء طالبات المجموعة التجريبية، كما أن صغر حجم العينة قد يحد من إمكانية تعميم النتائج، لأن البرنامج غير مرتبط بمناهج العلوم الرسمية، فإنه تطلب حصصاً إضافية لتطبيقه، مما ضيق مجال توسيع عينة الدراسة، وفي المقابل إضافة البيانات النوعية أثرت البيانات الكمية وأضاف عمقا للدراسة يعوض عن صغر حجم العينة. كما ساهمت حداثة موضوع الدراسة وقلة الدراسات والبحوث حول عادات العقل الهندسية في أصالة الدراسة الحالية.

قائمة المراجع

أولاً: المراجع العربية

- أبو حطب، فؤاد، وصادق، آمال. (١٩٩١). *مناهج البحث وطرق التحليل الإحصائي في العلوم النفسية والتربوية والاجتماعية*. مصر، القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.
- أبو حماد، ناصر الدين. (٢٠١٧). أثر برنامج تعليمي قائم على نظرية التعلم المستند إلى الدماغ في تنمية مهارات التفكير التخيلي والإدراك البصري لدى طلبة صعوبات التعلم غير اللفظية. *مجلة الجامعة الإسلامية للعلوم التربوية والنفسية*، ٢٥(٢)، ١٥٠-١٦٦.
- أبو زيد، أماني. (٢٠١٨). فاعلية نموذج دورة التقييم المستمر والتدريس والتعلم في العلوم SAIL لتنمية مهارات الاستقصاء العلمي وبعض عادات العقل لدى طلاب المرحلة الإعدادية. *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ٢١(٤)، ٤٥-١.
- أحمد، هبة. (٢٠١٦). فاعلية تدريس وحدة في ضوء توجهات الـ STEM لتنمية مهارات حل المشكلات والاتجاه نحو دراسة العلوم لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. *المجلة المصرية للتربية العلمية: الجمعية المصرية للتربية العلمية*، ١٩(٣)، ١٢٩-١٧٦.
- إسماعيل، حمدان. (٢٠١٧). أثر أنشطة إثرائية في الكيمياء قائمة على مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في تنمية الوعي بالمهن العلمية والميول المهنية لطلاب المرحلة الثانوية ذوي استراتيجيات التعلم العميق والسطحي. *المجلة المصرية للتربية العلمية: الجمعية المصرية للتربية العلمية*، مج ٢٠(٢)، ١-٥٦.
- بشير، ع. ص. (٢٠٠٦). التفكير التأملية تجارب ودراسات تربوية. ترجمة لأعمال تربوية معاصرة: كلية المعلمين - مركز البحوث والدراسات التربوية - وحدة الترجمة والتعريب، ع ٣، ٩٧-١٠٠.
- جاي، آل؛ ميلز، جيوفيري؛ وايريسان، بيتر. (٢٠١٢). *البحث التربوي: كفايات التحليل والتطبيق* (ترجمة صلاح الدين علام). عمان: دار الفكر.
- الحارثي، ابراهيم. (٢٠٠٢). *العادات العقلية وتنميتها لدى التلاميذ، الرياض: مكتبة الشقري*.
- خطابية، عبد الله. (٢٠٠٣). *تعليم العلوم للجميع*. عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.
- الداود، حصة. (٢٠١٧). برنامج تدريسي مقترح قائم على مدخل "STEM في التعليم" في مقرر العلوم وفاعليته في تنمية عادات العقل ومهارات اتخاذ القرارات لدى طالبات الصف الثالث المتوسط. دراسة دكتوراه غير منشورة. جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية. الرياض. السعودية.

الدوسري، هند. (٢٠١٥). واقع تجربة المملكة العربية السعودية في تعليم STEM على ضوء التجارب الدولية. مؤتمر التميز في تعليم العلوم والرياضيات الأولى. المملكة العربية السعودية، الملك سعود.

رزق، فاطمة. (٢٠١٥). استخدام مدخل STEM التكاملي لتعلم العلوم في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين ومهارات اتخاذ القرار لدى طلاب الفرقة الأولى بكلية التربية براسات عربية في التربية وعلم النفس. رابطة التربويين العرب، ٦٢، ٧٩-١٢٨.

زيتون، حسن وزيتون، كمال. (١٩٩١): *البنائية منظور ابستمولوجي وتربوي*. مطبعة الاسكندرية: مصر.

زيتون، عايش. (٢٠٠٧). *النظرية البنائية واستراتيجيات تدريس العلوم*. عمان: دار الشروق.

سعيد، أيمن. (٢٠٠٦). أثر استخدام استراتيجية حل- اسأل- استقصي على تنمية عادات العقل لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الكيمياء. المؤتمر العلمي العاشر: التربية العلمية تحديات الحاضر ورؤى المستقبل، الجمعية المصرية للتربية العلمية، القاهرة، المجلد ٢، ص: ٣٩١-٤٦٤.

السليم، ملاك. (٢٠٠٩). فاعلية التعلم التأملي في تنمية المفاهيم الكيميائية والتفكير التأملي وتنظيم الذات للتعلم لدى طالبات المرحلة الثانوية. دراسات في المناهج وطرق التدريس: الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، ع ١٤٧، ٩٠-١٢٨.

السويلمين، منذر. (٢٠١٦). أثر استراتيجية مبنية على تفعيل عادات العقل في تعديل المفاهيم البديلة في العلوم وتنمية مهارات العلم الأساسية لدى طلبة المرحلة الأساسية. دراسات العلوم التربوية، ٤٣ (١): ٤٨٣-٤٩٦.

الشبلي، عبد الله؛ الخطايبه، عبد الله؛ العمري، وصال والحمراشدي، مريم. (٢٠١١). توظيف معلمي العلوم للمبادئ البنائية خلال تدريسهم لمقررات العلوم في سلطنة عُمان. رسالة الخليج العربي السعودية، (١٢٠): ١٥-٥٢.

الشحيمي، أحلام. (٢٠١٥). أثر استخدام منحى العلم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) في تنمية التفكير الإبداعي وتحصيل العلوم لدى طلبة الصف الثالث الأساسي. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة السلطان قابوس، سلطنة عُمان.

صالح، آيات حسن. (٢٠١٦). وحدة مقترحة في ضوء مدخل (العلوم، التكنولوجيا، الهندسة، الرياضيات) وأثرها في تنمية الاتجاه نحوه ومهارات حل المشكلات لتلاميذ المرحلة الابتدائية. المجلة الدولية التربوية المتخصصة، ١، (٢٢)، ١-١٩.

العتيبي، وضحي. (٢٠١٣). فاعلية خرائط التفكير في تنمية عادات العقل ومفهوم الذات الأكاديمي لدى طالبات قسم الأحياء بكلية التربية: مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والنفسية، المملكة العربية السعودية، المجلد ٥، العدد ١، ص: ١٨٨-٢٥٠.

العطيان، شروق. (٢٠١٢). فاعلية نموذج أبعاد التعلم في اكتساب طلبة الصف الثامن الأساسي لعادات العقل ومهارات عمليات العلم والاتجاهات نحو العلوم، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة اليرموك، الأردن.

عياصرة، محمد. (٢٠١٢). عادات العقل الشائعة لدى طالبات كلية أربد الجامعية. مجلة العلوم التربوية، الأردن، ٣، ص: ٢٩٥-٣١٢.

غانم، نفيدة. (٢٠١٣). أبعاد تصميم منهج STEM وأثر منهج مقترح في ضوئها لنظام الأرض في تنمية مهارات التفكير في الأنشطة system thinking لدى طلاب المرحلة الثانوية. مجلة كلية التربية- جامعة بني سويف، ديسمبر (١٠): ١١٥-١٨٠.

غانم، نفيدة. (٢٠١٥). وحدة مقترحة في التكنولوجيا الخضراء قائمة على عملية التصميم التكنولوجي وفعاليتها في تنمية مهارات تصميم النماذج التكنولوجية واتخاذ القرار في مقرر العلوم البيئية لطلاب الصف الثالث الثانوي. المجلة المصرية للتربية العلمية: الجمعية المصرية للتربية العلمية، ١٨(١)، ١-٥٤.

فتح الله، مندور. (٢٠٠٩). فاعلية نموذج أبعاد التعلم لمارزانو، في تنمية الاستيعاب المفاهيمي في العلوم وعادات العقل لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي، بمدينة عنيزة بالمملكة العربية السعودية. مجلة التربية العلمية. الجمعية العلمية المصرية. كلية التربية: جامعة عين شمس. ١٢(٢): ٨٣-١٢٥.

الكبيسي، عبد الواحد. (٢٠١٠). التفكير المنظومي: توظيفه في التعلم والتعليم: استنباطه من القرآن الكريم. عمان: دار دبيونو.

كوستا وكاليك. (٢٠٠٣). تفعيل واشغال عادات العقل. ترجمة مدارس الظهران. دار الكتاب التربوي. الدمام.

المجلس الأعلى للتخطيط (٢٠١٩). الوثيقة الأولية لرؤية عُمان ٢٠٤٠. مسقط، سلطنة عُمان: المؤلف.

مجلس التعليم (٢٠١٧). فلسفة التعليم في سلطنة عُمان. مسقط، سلطنة عُمان: المؤلف.

مجلس التعليم (٢٠١٨). الاستراتيجية الوطنية للتعليم ٢٠٤٠: الملخص التنفيذي. مسقط، سلطنة عُمان: المؤلف.

المحيسن، ابراهيم: وخجا، بارعة (٢٠١٥). التطوير المهني لمعلمي العلوم في ضوء اتجاه تكامل العلوم والتقنية والهندسة STEM. مؤتمر التميز في تعليم العلوم والرياضيات الأول. المملكة العربية السعودية، جامعة الملك سعود.

مصطفى، منال. (٢٠٠٩). فعالية برنامج لتنمية التفكير المنظومي في كل من التحصيل والقيادة والتفكير المنظومي النقدي لدى طالبات الجامعة مجلة التربية: جامعة الأزهر - كلية التربية، ١٤٣ (٣)، ٤٣-١٣٥.

ميسون، سميرة. (٢٠١١). الميول المهنية كأحد سبل الوصول إلى السلوك الإبداعي. مجلة الحكمة، (٤): ١٥٠-١٥٩.

النرش، اسماعيل. (٢٠١٧). نمذجة العلاقات بين التفكير المنظومي وعادات العقل والتحصيل الدراسي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية: دراسات تربوية واجتماعية، ٢٣ (١)، ٩٥٥-٩٥٥.

وزارة التربية والتعليم (٢٠١٣ أ). التقرير الوطني للدراسة الدولية في الرياضيات والعلوم (2011) الصف الثامن. مسقط: وزارة التربية والتعليم.

وزارة التربية والتعليم (٢٠١٣ ب). الندوة الوطنية للتعليم وكفايات القرن الحادي والعشرين. سلطنة عُمان. ٢٢-٢٤ سبتمبر.

وزارة التربية والتعليم (٢٠١٣). الندوة الوطنية للتعليم وكفايات القرن الحادي والعشرين. سلطنة عُمان. ٢٢-٢٤ سبتمبر.

وزارة التربية والتعليم (٢٠١٥). وثائق التقويم لمادة العلوم للصفوف (١-١٠). مسقط: وزارة التربية والتعليم.

وزارة التربية والتعليم. (٢٠١٨). التقرير الوطني للدراسة الدولية في الرياضيات والعلوم (٢٠١٥) الصف الثامن. مسقط: وزارة التربية والتعليم.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

- ABET. (2007). *ABET 2009 Requirements*. Retrieved on April,4,2015 from <http://www.abet.org/Linked%20DocumentsUPDATE/Criteria%20and%20PP/E001%2009-10%20EAC%20Criteria%2012-01-08.pdf>
- Admes, C. (1992). Classrooms: Goals, structures, and student motivation. *Journal of educational psychology*, 84(3), 261–271.
- Aguilar, L., Walton, G., & Wieman, C. (2014). Psychological insights for improved physics teaching. *Physics Today*, 67(5), 43-49.
- Aguilar, N. A. (2016). *Examining the integration of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) in preschool and transitional kindergarten (TK) classrooms using a social-constructivist approach* (Order No. 10111641). Available from ProQuest Central; ProQuest Dissertations & Theses Global. (1799589223). Retrieved from <https://ezproxysrv.squ.edu.om:2123/docview/1799589223?accountid=27575>
- Aronson, J., Fried, C. B., & Good, C. (2002). Regular Article: Reducing the Effects of Stereotype Threat on African American College Students by Shaping Theories of Intelligence. *Journal of Experimental Social Psychology*, 38, 113–125.
- Beckwith, L., Kissinger, C., Burnett, M., Wiedenbeck, S., Lawrance, J., Blackwell, A., & Cook, C. (2006, April). Tinkering and gender in end-user programmers' debugging. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems* (pp. 231-240). ACM. NY.USA.
- Beede, D. N., Julian, T. A., Langdon, D., McKittrick, G., Khan, B., & Doms, M. E. (2011). Women in STEM: A gender gap to innovation. *Economics and Statistics Administration Issue Brief*, 4, 1-11.
- Beede, D., Julian, T., Langdon, D., McKittrick, G., Khan, B., & Doms, M. (2001). Women in STEM: A gender gap to innovation. U.S. *Department of Commerce Economics and Statistics Administration*. Retrieved on 2nd June 2017, from ESA: <http://www.esa.doc.gov/reports>.

- Bempechat, J., London, P., Dweck, C. (1991). Children's conceptions of ability in major domains: an interview and experimental study. *Child Study Journal*, 21, 11–36.
- Berk, E., & Winsler, A. (1995). *Scaffolding children's learning: Vygotsky and early childhood education*. Washington, DC: National Association for the Education of Young Children.
- Beyer, B. (2003). Improving Student Thinking, The Clearing House: A *Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 71(5), 262-267.
- Bishop, A. E. (2015). *Career aspirations of high school males and females in a science, technology, engineering, and mathematics program* (Order No. 3711465). Available from ProQuest Central; ProQuest Dissertations & Theses Global. (1702138059). Retrieved from <https://ezproxysrv.squ.edu.om:2123/docview/1702138059?accountid=27575>
- Blackwell, L. S., Trzesniewski, K. H., & Dweck, C. S. (2007). Implicit theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition: A longitudinal study and an intervention. *Child Development*, 78, 246–263.
- Blanchard, M. R., Gutierrez, K. S., Hoyle, K. S., Painter, J. L., & Ragan, N. S. (2017, August). Rural, underrepresented students' motivation, achievement, and perceptions in afterschool STEM clubs. *Paper presented ESERA 2017*, Dublin, Ireland.
- Blotnicky, K. A., Franz-Odenaal, T., French, F., & Joy, P. (2018). A study of the correlation between STEM career knowledge, mathematics self-efficacy, career interests, and career activities on the likelihood of pursuing a STEM career among middle school students. *International journal of STEM education*, 5(1), 22-37.
- Brandt, J., Guo, P. J., Lewenstein, J., Dontcheva, M., & Klemmer, S. R. (2009, April). Two studies of opportunistic programming: interleaving web foraging, learning, and writing code. *In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1589-1598). ACM. NY. USA.

- Briney, L. & Hill, J. (2013, October). Building STEM education with multinationals. Paper presented at the *International conference on transnational collaboration in STEAM education*. Sarawak, Malaysia.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in p-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.
- Brown, D. M. (2013). *Designing together: The collaboration and conflict management handbook for creative professionals*. USA. Washington: New Riders.
- Burnette, J. L., O'Boyle, E. H., VanEpps, E. M., Pollack, J. M., & Finkel, E. J. (2013). Mindsets matter: A meta-analytic review of implicit theories and self-regulation. *Psychological Bulletin*, 139(3), 655.
- Bybee, R. (2013). Scientific and engineering practices in K-12 classrooms: Understanding "A framework for K-12 science education". *Science and Children*, 49(4), 10-16.
- Cain, K.M., Dweck, C.S. (1995). The relation between motivational patterns and achievement. Cognitions through the elementary school years. *Merrill-Palmer Quarterly*. 41, 25–52.
- Capobianco, B ; Nyquist, C & Tyrie, N . (2013). Shedding light on engineering design. *Science and Children*, 50 (5), 58-64.
- Carroll,DR. (1997). Bridge engineering for the elementary grades. *Journal of Engineering Education* 86(3), 221–226.
- Chang, Y.-S., Chien, Y.-H., Lin, H.-C., Chen, M. Y., & Hsieh, H.-H. (2016). Effects of 3D CAD applications on the design creativity of students with different representational abilities. *Computers in Human Behavior*, 65, 107–113.
- Chi, T., & Glaser, R. (1985). Problem solving ability. In R. J. Sternberg (Ed.), *Human abilities: An information-processing approach* (pp. 227-257). San Francisco, CA: W. H. Freeman & Co.
- Christensen, R., & Knezek, G. (2017). Relationship of middle school student STEM interest to career intents. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 3(1), 1–13.

- Claxton, G. (2002). *Building learning power: Helping young people become better learners* (Vol. 9). UK, Bristol: TLO.
- Corbett, K. S. (2012). *The engineering design process as a model for STEM curriculum design* (Order No. 3515928). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1027776486). Retrieved from <https://ezproxysrv.squ.edu.om:2123/docview/1027776486?accountid=27575>
- Costa, L., & Kallick, B. (2000). *Discovering & Exploring Habits of Mind. A Developmental Series, Book 1*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Costa, A & Gamston, R. (2001). *Cognitive Coaching: A Foundation for Renaissance Schools*. Norwood, MA: Christopher Gordon Pubs.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Newbury Park, California: Sage publications.
- Cross, N. 2004. *Engineering Design Methods: strategies for product design*. New Jersey. USA. NY: John Wiley & Sons, L.T.D.
- Cunningham, C & Hester, K. (2007, June). Engineering is Elementary: An Engineering and Technology Curriculum for Children. *In Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference*. Honolulu, HI.
- Curry, D. T. (1991). Engineering schools under fire. *Machine Design*, 63(10), 50-54.
- Davila Rangel, J. G. (2010). *Engineering design educational model: From skills to objectives* (Order No. 1479550). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (746495778). Retrieved from <https://ezproxysrv.squ.edu.om:2123/docview/746495778?accountid=27575>
- Degenhart, S. H., Wingenbach, G. J., Dooley, K. E., Lindner, J. R., Mowen, D. L., & Johnson, L. (2007). Middle school students' attitudes toward pursuing careers in science, technology, engineering, and math. *NACTA Journal*, 52-59.
- Department for Education. (2013). 3D printers in schools: uses in the curriculum. Retrieved on 13 June 2017 from:

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/251439/3D_printers_in_schools.pdf

Dweck, C. (2006). *Mindset: The New Psychology of Success*. NW: Ballantine books.

Dweck, C. (2009). Who will the 21st-century learners be?. *Knowledge Quest*, 38(2), 8-10.

Dweck, C. S. (2012). Mindsets and human nature: Promoting change in the Middle East, the schoolyard, the racial divide, and willpower. *American Psychologist*, 67(8), 614-622.

Dweck, C. S., Chiu, C. Y., & Hong, Y. Y. (1995). Implicit theories and their role in judgments and reactions: A word from two perspectives. *Psychological inquiry*, 6(4), 267-285.

Dweck, S & Leggett, E. L. (1988). A social-cognitive approach to motivation and personality. *Psychological review*, 95(2), 256–273.

Dym, C ; Agogino, A ; Eris, O ; Frey, D & Leifer, L . (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103.

Eason, N. L. (2014). *Mindset: changing a fixed mindset into a growth mindset*. California, US: Create Space Independent Publishing Platform.

Eide, A. R., Jenison, R. D., Mashaw, L. H., & Northrup, L. L. (2002). *Introduction to engineering design and problem solving*. Boston, MA: McGraw Hill.

Elliott, E. S. , & Dweck, C. S. (1988). Goals: an approach to motivation and achievement. *Journal of personality and social psychology*, 54(1), 5–12.

Eng, N. (2012). *Family processes and personality for creative problem solving* (Order No. 3510868). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1018555895). Retrieved from <https://ezproxysrv.squ.edu.om:2123/docview/1018555895?accountid=27575>

English, L. D., King, D., & Smeed, J. (2017). Advancing integrated STEM learning through engineering design: Sixth-grade students' design and

- construction of earthquake resistant buildings. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 255-271.
- Fortus, D; Dershimer, Ch; Krajcik, J; Marx, R & Mamlok-Naaman, R. 2004. Design-based Science and Student Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (10): 1081–1110.
- Fuesting, M. A., Diekman, A. B., & Hudiburgh, L. (2017). From classroom to career: the unique role of communal processes in predicting interest in STEM careers. *Social Psychology of Education*, (4), 875-896.
- Gero, A & Danio, O. (2016). High-School Course on Engineering Design: Enhancement of Students' Motivation and Development of Systems Thinking Skills. *International Journal of Engineering Education*, 32(1A), 100–110.
- Grant, H., & Dweck, C. S. (2003). Clarifying achievement goals and their impact. *Journal of personality and social psychology*, 85(3), 541-553.
- Gunderson, E. A., Gripshover, S. J., Romero, C., Dweck, C. S., Goldin-Meadow, S., & Levine, S. C. (2013). Parent praise to 1-to-3 year-olds predicts children's motivational frameworks 5 years later. *Child Development*, 84, 1526–1541.
- Hailey, E., Erikson, L., Becker, H & Thomas, M. (2005). National Center for Engineering and Technology Education. *The Technology Teacher*, 64(5), 23-26.
- Hanson, J. (2017, February). Engineering Habits of Mind – what are they and how can we cultivate them?. *Higher Education Academy (HEA) STEM Conference 2017*, Manchester, UK.
- Harlim, J & Belski, I. (2013). Long-term Innovative Problem Solving Skills: Redefining Problem Solving. *International Journal of Engineering Education*, 29(2), 280–290.
- Haury, D. (2002). *Learning science through design*. ERIC (ED478715 2002-10-00) Clearinghouse for Science Mathematics and Environmental Education.
- Hegedus, T. (2014). *Engineering education for youth: Diverse elementary school students' experiences with engineering design* (Order No. 3673048). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1652500616). Retrieved from

- Hill, C., Corbett, C., & St Rose, A. (2010). *Why so few? Women in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, US: AAUW.
- Huelskamp, D. (2010). *The effects of podcasts of STEM professionals on middle school science student's interests in STEM careers* (unpublished doctoral thesis). Ball State University, Muncie, Indiana.
- Huntly, H., & Donovan, J. (2010). Is persistence taught or caught?: two contrasting case studies in the context of first year university teaching. *The International Journal of Learning*, 17(1), 411-420.
- Jones, V. R. (2017). bridging integrative STEM communities: schools. *Children's Technology & Engineering*, 22(2), 24-26.
- Katehi, L., Pearson, G., & Feder, M. (2009). *Engineering in K - 12 education: Understanding the status and improving the prospects* Washington, US: The National Academies Press.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11.
- Kier, W; Blanchard, R ; Osborn, W & Albert, L.(2014). The development of STEM career interest survey (STEM- CIS). *Research in Science Education*, 44 (3), 461-481.
- Kimmel, H., & Rockland, R. (2002, November). Incorporation of pre-engineering lessons into secondary science classrooms. In *32nd Annual Frontiers in Education* (Vol. 1, pp. T1C-T1C). IEEE. Boston. USA.
- Koebler, J. (2012). Obama pushes STEM in State of the Union. U.S. News. Retrieved on 25 Jun 2017 from: <http://www.usnews.com>.
- Kovarik, D. N., Patterson, D. G., Cohen, C., Sanders, E. A., Peterson, K. A., Porter, S. G., & Chowning, J. T. (2013). Bioinformatics education in high school: implications for promoting science, technology, engineering, and mathematics careers. *CBE—Life Sciences Education*, 12(3), 441-459.
- Kutch, M. (2011). *Integrating science and mathematics instruction in a middle school STEM course: The impact on attitudes, career aspirations and*

- academic achievement in science and mathematics* (Order No. 3456933). Available from ProQuest Central; ProQuest Dissertations & Theses Global. (873247689). Retrieved from <https://ezproxysrv.squ.edu.om:2123/docview/873247689?accountid=2757>
- Lam, P., Doverspike, D., Zhao, J., Zhe, J., & Menzemer, C. (2008). An evaluation of a STEM program for middle school students on learning disability related IEPs. *Journal of STEM education*, 9(1), 21-29.
- Lammi, M. D. (2011). *Characterizing high school students' systems thinking in engineering design through the function-behavior-structure (FBS) framework* (Order No. 3440433). Available from ProQuest Central; ProQuest Dissertations & Theses Global. (854330953). Retrieved from <https://ezproxysrv.squ.edu.om:2123/docview/854330953?accountid=2757>
- Lammi, M. D., & Denson, C. D. (2017). Modeling as an Engineering Habit of Mind and Practice. *Advances in Engineering Education*, 6, 1-27.
- Lancaster, Megan & Jones, Gail. (2015). Science Meets Engineering. *Science Scope*, 38(9), 53-62.
- Lark, C. E. (2015). *Identifying pioneers of tomorrow: A study of the relationship between middle school students' innovator skills and stem interests* (Order No. 3712267). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1705541179). Retrieved from <https://ezproxysrv.squ.edu.om:2123/docview/1705541179?accountid=27575>
- Lewis, T. (2006). Design and inquiry: Base for an accommodation between science and technology education in the curriculum. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(3), 255-281.
- Lippard, C. N., Lamm, M. H., Tank, K. M., & Choi, J. Y. (2019). Pre-engineering Thinking and the Engineering Habits of Mind in Preschool Classroom. *Early Childhood Education Journal*, 47(2), 187-198.
- Litzinger, A., Meter, V., Firetto, M., Passmore, J., Masters, B., Turns, R & Zappe, E. (2010). A Cognitive Study of Problem Solving in Statics. *Journal Of Engineering Education*, 99(4), 337-353.

- Lottero-Perdue, P. (2016, Jan). Fifth graders' perceptions about failure and mindsets before and after learning to engineer. In *NARST International Conference*. Baltimore, MD.
- Lottero-Perdue, Pamela; Roland, Christine; Turner, Katrine; & Pettitt, Jim. (2013). Learning about the engineering design process through earth science. *Science Scope*, 36(6), 62.
- Lucas, B & Hanson, J. (2016). Thinking Like an Engineer: Using Engineering Habits of Mind and Signature Pedagogies to Redesign Engineering Education. *International Journal Of Engineering Pedagogy*, 6(2), 4-13.
- Lucas, B & Hanson, J. (2014, May). *Thinking like an engineer: using engineering habits of mind to redesign engineering education for global competitiveness*. Paper presented at the SEFI Annual Conference: The attractiveness of Engineering. Winchester, UK.
- Mangels, J. A., Butterfield, B., Lamb, J., Good, C., & Dweck, C. S. (2006). Why do beliefs about intelligence influence learning success? A social cognitive neuroscience model. *Social cognitive and affective neuroscience*, 1(2), 75-86.
- Marulcu, Ismail. (2014). Teaching habitat and animal classification to fourth graders using an engineering-design model. *Research in Science & Technological Education*, 32(2), 135-161.
- Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education. (2016). *Science and Technology/Engineering Released Items*. Retrieved on 4th April 2016, from: mcas.pearsonsupport.com/released-items/science/
- Mawson, B. (2003). Beyond 'The Design Process': An alternative pedagogy for technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 13(2), 117-128.
- Mehalik, M. M., Doppelt, Y., & Schuun, C. D. (2008). Middle-School Science Through Design-Based Learning versus Scripted Inquiry: Better Overall Science Concept Learning and Equity Gap Reduction. *Journal of Engineering Education*, 97(1), 71–82.
- Merrill, C., & Daugherty, J. (2009, March). The future of TE master's degrees: STEM. Paper presented at the meeting of the *International Technology Education Association*, Louisville, KY.

- Monson, D & Besser, D. (2015). Smashing milk cartons. *Science and Children*, 52(9), 38.
- Moser, J. S., Schroder, H. S., Heeter, C., Moran, T. P., & Lee, Y.-H. (2011). Mind Your Errors: Evidence for a Neural Mechanism Linking Growth Mind-Set to Adaptive Posterror Adjustments. *Psychological Science*, 22(12), 1484–1489.
- Mourtos, N. J. (2012). Defining, teaching, and assessing engineering design skills. *International Journal of Quality Assurance in Engineering and Technology Education (IJQAETE)*, 2(1), 14-30.
- Mourtos, N. J., DeJong-Okamoto, N., & Rhee, J. (2004). Open-ended problem-solving skills in thermal-fluids engineering. *Global Journal of Engineering Education*, 189-199.
- Mrazek, A. J., Ihm, E. D., Molden, D. C., Mrazek, M. D., Zedelius, C. M., & Schooler, J. W. (2018). Expanding minds: Growth mindsets of self-regulation and the influences on effort and perseverance. *Journal of Experimental Social Psychology*, 79, 164-180.
- Mueller, C. M., & Dweck, C. S. (1998). Praise for intelligence can undermine children's motivation and performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 75, 33–52.
- Muenks, K., & Miele, D. B. (2017). Students' Thinking About Effort and Ability: The Role of Developmental, Contextual, and Individual Difference Factors. *Review of Educational Research*, 87(4):707-735.
- Museum of Science of Boston. (2016). *Engineering is Elementary*. Retrieved on 3rd March 2016. From: <https://www.eie.org/>
- Museum of Science of Boston. (2018). *Engineering Everywhere*. Retrieved on 16th Jun 2018. From: <http://www.eie.org/engineering-everywhere/curriculum-units>.
- National Academy of Engineering. (2004). *The engineer of 2020: Visions of engineering in the new century*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2015). NASA Education Implementation Plan 2015-2017. *National Aeronautics and Space Administration*. Retrieved on 2nd October, 2016 from

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=ED563891>

- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core Idea*. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Science Board. (2007). A National Action Plan for Addressing the Critical Needs of the U.S. Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education System Retrieved on 18th April, 2017 from: <https://www.nsf.gov/pubs/2007/nsb07114/nsb07114.pdf>
- Ng, B. (2018). The Neuroscience of Growth Mindset and Intrinsic Motivation. *Brain Sciences* (2076-3425), 8(2), 1–10.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states by states: Volume 1, The standards*. Washington, DC: The National Academic Press.
- Nicholls, G. (1984). Achievement motivation: Conceptions of ability, subjective experience, task choice, and performance. *Psychological Review*, 91, 328–346.
- Olson, S., Riordan, D. G., & Executive Office of the, P. (2012). *Engage to Excel: Producing One Million Additional College Graduates with Degrees in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Report to the President. Executive Office Of The President. Retrieved on 20 April 2016 from: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED541511.pdf>
- Omole, K. (2013, October). STEM education as a tool for achieving the millennium development goals (in Nigeria). Paper presented at the *International conference on transnational collaboration in STEAM education 2013*, Sarawak, Malaysia.
- O'Rourke, E., Haimovitz, K., Ballweber, C., Dweck, C., & Popović, Z. (2014, April). Brain points: a growth mindset incentive structure boosts persistence in an educational game. In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems* (pp. 3339-3348). ACM.

- Paunesku, D., Walton, G. M., Romero, C., Smith, E. N., Yeager, D. S., & Dweck, C. S. (2015). Mind-set interventions are a scalable treatment for academic underachievement. *Psychological science*, 26(6), 784-793.
- Pecen, R. R., Humston, J. L., & Yildiz, F. (2012). Promoting STEM to Young Students by Renewable Energy Applications. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 13(3), 1-8.
- Perkins, D. & Salomon, G. (1988). Teaching for Transfer. *Educational Leadership*, 46(1), 22–32.
- Pomerantz, E. M., & Kempner, S. G. (2013). Mothers' daily person and process praise: Implications for children's theory of intelligence and motivation. *Developmental Psychology*, 49(11), 2040- 2046.
- Potter, S. (2014). *Teaching biology with engineering practices* (Order No. 1562619). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1566477401). Retrieved from <https://ezproxysrv.squ.edu.om:2123/docview/1566477401?accountid=27575>
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231.
- Rattan, A., Good, C., & Dweck, C. S. (2012). "It's ok—Not everyone can be good at math": Instructors with an entity theory comfort (and demotivate) students. *Journal of Experimental Social Psychology*, 48(3), 731-737.
- Resnick, L. B. (1999). Making America smarter. *Education week century series*, 18(40), 38-40.
- Reynolds, B., Mehalik, M. M., Lovell, M. R., & Schunn, C. D. (2009). Increasing student awareness of and interest in engineering as a career option through design-based learning. *International Journal of Engineering Education*, 25(4), 788-801.
- Ricci, M. C. (2013). *Mindsets in the Classroom*. Waco, Texas: Prufrock Press Inc.
- Rissanen, I., Kuusisto, E., Tuominen, M., & Tirri, K. (2019). In search of a growth mindset pedagogy: A case study of one teacher's classroom practices in a Finnish elementary school. *Teaching and Teacher Education*, 77, 204-213.

- Rissanen, I., Kuusisto, E., Tuominen, M., & Tirri, K. (2019). In search of a growth mindset pedagogy: A case study of one teacher's classroom practices in a Finnish elementary school. *Teaching and Teacher Education*, 77, 204- 213.
- Robinson, M., & Kenny, B. (2003). Engineering literacy in high school students. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 23(2), 95-101.
- Saavedra, A. R., & Opfer, V. D. (2012). Learning 21st-century skills requires 21st-century teaching. *Phi Delta Kappan*, 94(2), 8-13.
- Sanders, M. (2009). Integrative STEM education: primer. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Schmidt, J. A., Shumow, L., & Kackar-Cam, H. (2015). Exploring Teacher Effects for Mindset Intervention out comes in seventh grade science classes. *Middle Grades Research Journal*, 10(2), 17-32.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner*. New York,US: Basic Books.
- Schroder, H. S., Moran, T. P., Donnellan, M. B., & Moser, J. S. (2014). Mindset induction effects on cognitive control: A neurobehavioral investigation. *Biological Psychology*, 103, 27–37.
- Schunn, C. (2008). Engineering educational design. *Educational Designer*, 1(1), 1-23.
- Silk, E. M., Higashi, R., Shoop, R., & Schunn, C. D. (2010). Designing technology activities that teach mathematics. *The Technology Teacher*, 69(4), 21-27.
- Smiley, P. A., & Dweck, C. S. (1994). Individual differences in achievement goals among young children. *Child development*, 65(6), 1723-1743.
- Sneider, C (2011). A Possible Pathway for High School Science in a STEM World. Retrieved on: 3/ 4/2015, from: www.ncete.org.
- Sobek II, D & Jain, V. (2004, June). The Engineering Problem-Solving Process: Good for Students *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, Salt Lake City: UT.
- Strong, M. G. (2013). *Developing elementary math and science process skills through engineering design instruction* (Order No. 1537547). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1364887346). Retrieved from

<https://ezproxysrv.squ.edu.om:2123/docview/1364887346?accountid=27575>

Taylor, H. A., & Hutton, A. (2013). Think3d!: Training spatial thinking fundamental to STEM education. *Cognition and Instruction*, 31(4), 434-455.

The White House. (2009). Remarks by the President on the “Education to Innovate ” Campaign. Retrieved on 7th August from <https://www.whitehouse.gov/issues/education/k-12/educate-innovate>

Thomas, J., & Williams, C. (2010). The history of specialized STEM schools and the formation and role of the NCSSSMST. *Journal of the Roeper Review*, 32, 17–24.

Wagner, T. P., McCormick, K., & Martinez, D. M. (2017). Fostering STEM literacy through a tabletop wind turbine environmental science laboratory activity. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 7(2), 230-238.

Wang, H. (2012). *A new era of science education: Science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration* (Order No. 3494678). Available from ProQuest Central; ProQuest Dissertations & Theses Global. (922637122). Retrieved from <https://ezproxysrv.squ.edu.om:2123/docview/922637122?accountid=27575>

Ward, L., Lyden, S., Fitzallen, N., & León de la Barra, B. (2015). Using engineering activities to engage middle school students in physics and biology. *Australasian Journal of Engineering Education*, 20(2), 145-156.

Wendell, K. B. (2011). *Science through engineering in elementary school: Comparing three enactments of an engineering-design-based curriculum on the science of sound* (Order No. 3445103). Available from ProQuest Central; ProQuest Dissertations & Theses Global. (860333186). Retrieved from <https://ezproxysrv.squ.edu.om:2123/docview/860333186?accountid=27575>

الملاحق

أولا أدوات الدراسة الاستطلاعية

١. قائمة محمكي أدوات الدراسة

الاستطلاعية.

٢. استبانة المعلمين.

٣. اختبار ثقافة STEM.

٤. بطاقة مقابلة مجموعات التركيز.

للدراسة الإستطلاعية.

ملحق (١)

قائمة بأسماء المحكمين على أدوات الدراسة الإستطلاعية

الاسم	الدرجة العلمية	التخصص	جهة العمل
علي بن سالم بن راشد الغافري	دكتوراه	علم النفس تربوي	جامعة البريمي
ناصر بن سليم المزيدي	ماجستير	مناهج وطرق تدريس	وزارة التربية والتعليم
خديجة بنت أحمد البلوشية	ماجستير	مناهج وطرق تدريس	وزارة التربية والتعليم
فاطمة بنت حمدان الحجربة	ماجستير	مناهج وطرق تدريس	وزارة التربية والتعليم
مريم بنت خميس المحروقية	ماجستير	مناهج وطرق تدريس	وزارة التربية والتعليم
علياء بنت حمد الحجربة	ماجستير	مناهج وطرق تدريس	وزارة التربية والتعليم
رحمة بنت محمد الصابرية	ماجستير	مناهج وطرق تدريس	وزارة التربية والتعليم
أحمد بن حمود الغاوي	بكالوريوس	تربية / فيزياء	وزارة التربية والتعليم

ملحق (٢)

استبانة معلمي العلوم للحلقة الثانية من التعليم الأساسي



كلية التربية

قسم المناهج والتدريس

الفاضل المعلم/ المعلمة.....المحترم

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته،،،،،،،،،،، وبعد

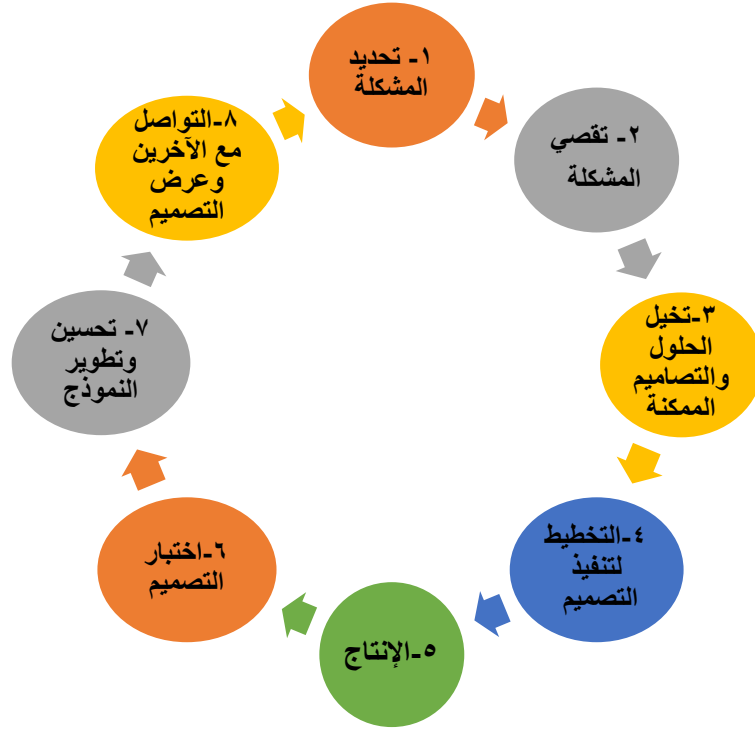
تقوم الباحثة بدراسة استطلاعية حول "فعالية التصميم الهندسي على تنمية ثقافة STEM وعادات العقل الهندسية، وتغير النمط العقلي لدى الناشئة في الفئة العمرية (١١- ١٤ سنة) بسلطنة عمان، وعليه الرجاء التكرم بتعبئة الاستمارة التي بين يديكم شاكراً لكم حرصكم على إثراء هذه الدراسة، علماً بأنه قد تم عرض وتوضيح مصطلحات أسئلة الاستبيان. مع العلم أن هذه البيانات سيتم استخدامها لأغراض الدراسة.

الاسم (اختياري)	اسم المدرسة	سنوات الخبرة	الصفوف التي يدرسها المعلم

التعريف بمصطلحات الدراسة:

١. عملية التصميم الهندسي (engineering design process): هو نهج متكرر ومنظم لإيجاد حلول لمجموعة واسعة من المشكلات بهدف تلبية حاجات ورغبات المجتمع، وتتضمن عملية تحديد المشكلات، و توليد الأفكار والحلول وتقييمها، وتصميم النماذج وتقييمها واعادة التصميم إن لزم الأمر.
٢. ثقافة STEM (STEM Literacy): هي قدرة المتعلم على فهم وتطبيق المعرفة العلمية والتكنولوجية والهندسية والرياضية لحل مشكلات معقدة (Reeve, 2015)
٣. عادات العقل الهندسية (engineering habits of mind) : هي العادات العقلية التي يمارسها المهندس عند التفكير والعمل لحل التحديات الهندسية المختلفة وتشمل: التفكير المنطومي، وتحديد المشكلة، والتبصر، والتطوير، وحل المشكلات، والتكيف.
٤. النمط العقلي (mindset) : يتمثل في أفكار ومعتقدات الفرد عن مستوى ذكائه وقدراته العقلية، والتي تنعكس على تفكيره وبماذا يشعر وماذا يفعل عند تعرضه لمواقف وتحديات مختلفة ، وهناك نوعان:

- النمط العقلي الثابت (fixed mindset) : يؤمن أصحاب هذا النمط أن ذكاءهم ومواهبهم وقدراتهم ثابتة لا يمكن أن تتغير.
 - النمط العقلي النامي (growth mindset) : يؤمن أصحاب هذا النمط أن قدراتهم ومواهبهم وذكاءهم يمكن تطويرها من خلال الجهد والمثابرة.
- مخطط عملية التصميم الهندسي:**



أسئلة الاستبانة

١- ما مدى تضمين مناهج العلوم الحالية (لصفوف الحلقة الثانية) لعملية التصميم الهندسي؟

٢- ما مراحل عملية التصميم الهندسي الأكثر شيوعاً في مناهج العلوم للحلقة الثانية؟ مع ذكر أمثلة توضيحية

٣- ما مدى قدرة المتعلمين على إدراك دور كل من العلوم والهندسة والتكنولوجيا والرياضيات في إنتاج الاختراعات والأدوات المختلفة من حوله؟

٤- ما تقييمك لمستوى ثقافة STEM لدى المتعلمين بشكل عام؟ (ممتازة/ جيدة/ ضعيفة)

٥- ما مدى استخدام المتعلمين لعادات العقل الهندسية عند حل المشكلات المختلفة؟
(القدرة على تحديد المشكلة- والتفكير في النظام (جهاز- ظاهرة) ككل وإدراك مكوناته- والتبصر (استخدام الرسوم التوضيحية لبناء الحلول، والقدرة على تطوير التصاميم، وحل المشكلات، والتكيف مع متغيرات المشكلة

٦- من وجهة نظرك، ما هو النمط العقلي السائد لدى أغلب المتعلمين؟ اذكر مواقف تدل على ذلك

ملحق (٣)

اختبار STEM في الدراسة الاستطلاعية

اختبار STEM

عزيزتي الطالبة/

الصف:

تقوم الباحثة بدراسة لقياس فعالية التصميم الهندسي في تنمية ثقافة STEM وعادات العقل الهندسية والنمط العقلي

الرجاء التكرم بالإجابة عن الإجابة عن الأسئلة التالية، علماً بأن نتائج الدراسة ستستخدم للأعمال البحثية فقط



تأمل قنينة الماء الموجود في الشكل وأجب على الأسئلة التـ

ما دور كلا من (العلوم- الهندسة- التكنولوجيا – الرياضيات

في انتاج قنينة الماء؟

دور العلوم يتمثل في

.....
.....
.....

دور الهندسة يتمثل في

.....
.....
.....

دور التكنولوجيا يتمثل في

.....
.....
.....

دور الرياضيات يتمثل في

.....
.....

ملحق (٤)

أسئلة مقابلة مجموعات التركيز للدراسة الاستطلاعية

بطاقات التحديات الهندسية في مقابلة مجموعات التركيز للدراسة الاستطلاعية

بطاقات التحديات الهندسية: (تستخدم أثناء المقابلة المركزة)

بطاقة رقم ١ (للسؤال رقم: ١)

من منطلق احساسها بالمسؤولية الاجتماعية فقد عازمت شركة لصناعة ساعات على تصميم ساعات يد خاصة للأشخاص ضعيفي البصر لتمكنهم من معرفة الوقت ببسر وسهولة، وقد تم اختيارك كمهندس متمكن ضمن فريق العمل، وضح خطوات تصميم ساعة يد لذوي البصر الضعيف.

بطاقة رقم ٢ (للسؤال رقم: ٢ - ٣ - ٤ - ٥ - ٦ - ٧)

يعتزم مجموعة من الطلاب المجيدين بيع قوالب البوظة (الأيسكريم) في يوم حار في أثناء منافسات كرة القدم، يدرك هؤلاء الطلبة حاجتهم لجهاز أو أداة للمحافظة على برودة المتلجات لمدة ثلاث ساعات حتى لا تذوب في الطقس الحار، علما بأن لديهم 20 ريال عماني.



بطاقة رقم 3 (للسؤال رقم: ٧ - ٨ - ٩)

يعيش سالم في إحدى المناطق الوعرة في الجبل الأخضر وكثيرا ما يواجه مع أهل قريته مشاكل بسبب صعوبة نقل ثمار الجوز والرمال إلى السوق لبيعها، ونظرا لبراعتك وفريقك الهندسي فقد تم اختيارك لمساعدة سكان قرية سالم بتصميم أداة أو سيلة فعالة لنقل الثمار من القرية إلى أسفل الجبل.

أسئلة مقابلة مجموعات التركيز للدراسة الاستطلاعية

الاستجابات	السؤال	العادة العقلية الهندسية
	١. وضح وفق خطوات التصميم الهندسي كيف يمكن حل المشكلة رقم ١	التصميم الهندسي
	٢. حدد المشكلة الموضحة في الورقة لديك. ٣. ما معايير حل المشكلة وما محددات الحل؟	التعرف على المشكلة
	٤. ارسم نموذجا مقترحا لحل المشكلة/ ضع سيناريو تخيلي لآلية حل المشكلة.	التبصر
	٥. عصف ذهني: ما هي الحلول الممكنة للمشكلة ٦. اختر الحل المناسب ووضح وجهة نظرك	الابداع في حل المشكلات
	٧. كيف يمكن تحسين تصميم الفريق برأيك؟	التحسين والتطوير
	٨. كيف يمكن تعديل التصميم بحيث يمكن من خلاله تنقل سكان القرية/ زيادة سرعته؟	التكيف
	٩. صف نظام النقل الذي صممته من حيث مكوناته وآلية عمله	التفكير المنظومي



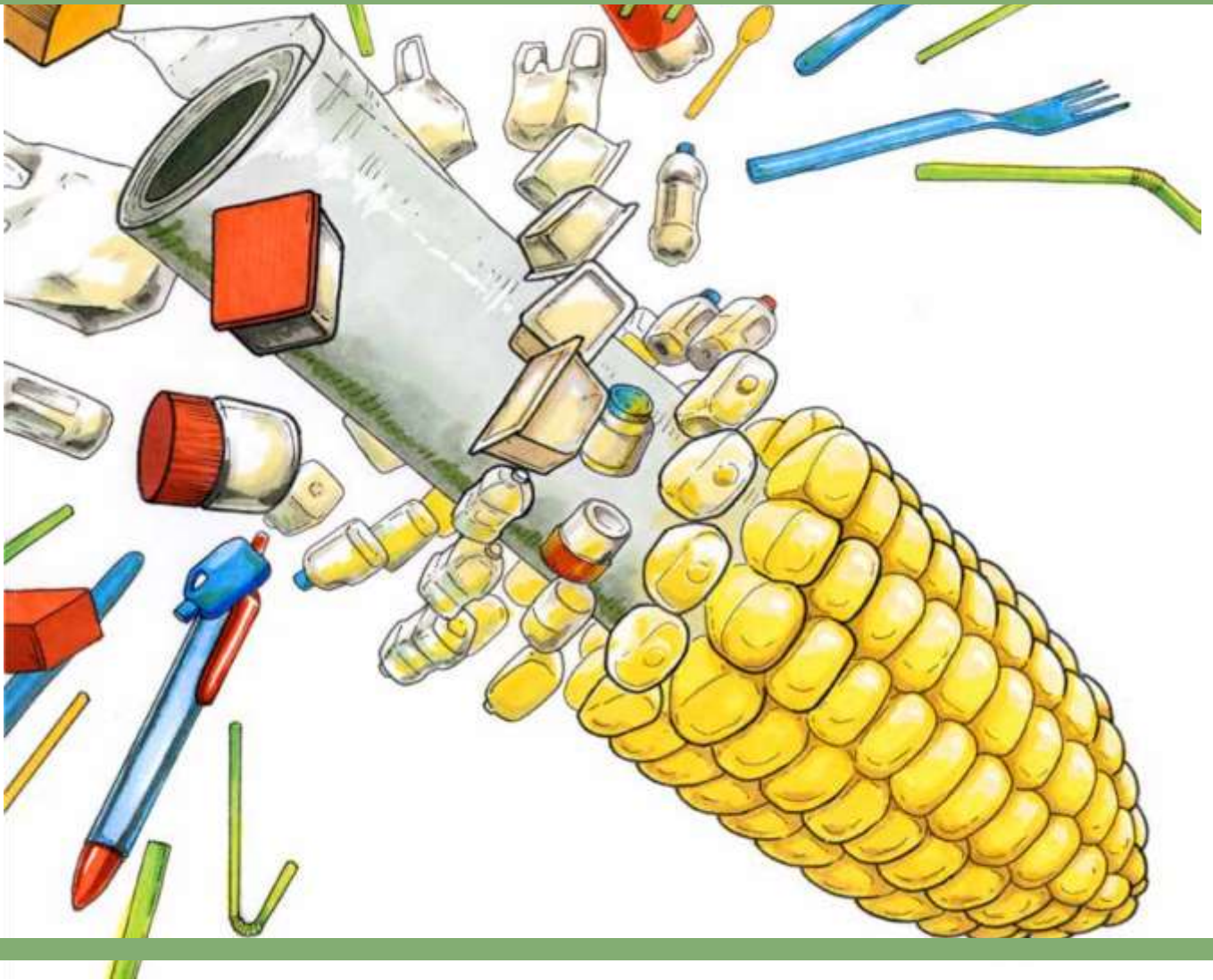
ثانيا برنامج الهندسة في كل مكان

	٥. دليل المعلم لوحدة من النبات إلى البلاستيك. ٦. كراس أنشطة المتعلم لوحدة من النبات إلى البلاستيك.	
--	--	--



من النبات إلى البلاستيك:

هندسة البلاستيك الحيوي





خريطة الوحدة

النشاط التحضيري ١: ما هي الهندسة

مدخل للهندسة من خلال تصميم منجنيق باستخدام ملعقة بلاستيك

النشاط التحضيري ٢: ما هي التكنولوجيا

مدخل للتكنولوجيا من خلال مجموعة من الألعاب التفاعلية لاستكشاف مفهوم التكنولوجيا

النشاط ١: البوليمرات النشطة

صناعة كرة مطاطية

النشاط ٢: استكشاف البلاستيك

استكشاف الأنواع المختلفة من البلاستيك من حولنا وتقصي المشكلات المتعلقة بها

النشاط ٣: ابتكار البلاستيك الحيوي

إنشاء عينات من البلاستيك الحيوي باستخدام الأجار ونشأ الذرة

النشاط ٤: تحقيق البلاستيك الحيوي

تصميم بلاستيك حيوي بمواصفات قريبة من البلاستيك المستخدم في الحياة اليومية

النشاط ٥: تحسين البلاستيك الحيوي

تحسين وتطوير البلاستيك الحيوي

النشاط ٦: العرض الهندسي

عرض وتقديم المنتج ووصف دور عملية التصميم الهندسي في إنتاجه والتواصل مع الزوار



جدول المحتويات

المقدمة	
Vi	الهندسة الابتدائية
Vii	الهندسة في كل مكان
Vii	أهداف الوحدة
Viii	عملية التصميم الهندسي
ix	مكونات دليل المعلم
x	ما تحتاج معرفته قبل تدريس وحدة الهندسة في كل مكان
xi	مفكرات الهندسة
xi	الأنشطة الاعدادية البديلة
xii	نصائح لتدريس الوحدة
xiii	جدول الأنشطة
xiv	الخلفية العلمية
xv	قاموس المصطلحات
xvi	قائمة المواد
xviii	معايير التربية القومية (NGSS)
xx	نموذج التقييم الذاتي
xxi	تقرير التقييم الذاتي
xxiii	رسالة الاسرة
المقدمة	
	النشاط التحضيري ١: ما هي الهندسة؟
	النشاط التحضيري ٢: ما هي التكنولوجيا؟
	النشاط ١: البوليمرات النطاطة
	النشاط ٢: استكشاف البلاستيك
	النشاط ٣: تحقيق البلاستيك الحيوي
	النشاط ٤: ابتكار البلاستيك الحيوي
	النشاط ٥: تحسين البلاستيك الحيوي
	النشاط ٦: العرض الهندسي



الهندسة هي الأساس

الهندسة هي الأساس (EiE) تعزز معرفة الهندسة والتكنولوجيا بين الأطفال. معظم الناس يقضون حوالي ٩٥% من وقتهم في استخدام الأجهزة التكنولوجية. تعتبر أقلام الرصاص والكراسي ومصفيات المياه وفرشاة الأسنان والهواتف الخلوية والمباني تقنيات وحلول صممت من قبل المهندسين لتلبية احتياجات الإنسان ورغباته. إن من الأهمية أن نعزز معرفة الهندسة والتكنولوجيا بين كل الناس وذلك ليشمل الأطفال الصغار من أجل فهم العالم الذي نعيش فيه. ولحسن الحظ يولد الأطفال وهم مهندسين حيث أنهم دائماً ما يهتموا بتفكيك الأشياء وبناءها مرة أخرى. فالهندسة هي الأساس هي فضول الطفل الطبيعي الذي يشده لتعزيز تعلم مفاهيم الهندسة والتكنولوجيا.

هناك أربعة أهداف أساسية لبرنامج الهندسة هي الأساس:

الهدف ١: زيادة المعرفة التقنية للأطفال. (زيادة الإلمام التقني عند الأطفال)

الهدف ٢: زيادة قدرات التربويين لتدريس الهندسة والتكنولوجيا

الهدف ٣: زيادة عدد المدارس وتمديد وقتها وادخال برامج الهندسة في الولايات المتحدة.

الهدف ٤: إجراء البحوث والتقييم لتعزيز الثلاث الأهداف الأولى ومساهمة المعرفة في تعليم وتعلم الهندسة.

المنتج الأول الذي وُضع بواسطة برنامج الهندسة هي الأساس هو سلسلة لمنهج الهندسة هي الأساس، والذي صُمم للاستخدام في المدارس هي الأساس. وهذا المنهج بمثابة تدريب عملي قائم على بحوث ومعايير واختبارات. للمزيد من المعلومات حول الهندسة هي الأساس يرجى زيارة الموقع www.eie.org.

في عام ٢٠١١، بدأت الهندسة هي الأساس بتطوير مغامرات الهندسة (EA) وهو منهج للأطفال في الصفوف الثالث والرابع والخامس. تم تصميم EA لتوفير بيئة أكثر انخراطاً وتحديات مثيرة ، ولمزيد من المعلومات حول EA تجدها على العنوان التالي: www.engineeringadventures.org.

في عام ٢٠١٢ تم انشاء منهج الهندسة في كل مكان (EE) والذي صُمم لتمكين الأطفال في سن المدارس المتوسطة ليصبحوا مهندسين ويحلوا المشاكل شخصية ذات المغزى وذات أهمية على الصعيد العالمي. لمزيد من المعلومات يرجى زيارة: www.engineeringeverywhere.org.

الهندسة هي الأساس هي جزء من المركز الوطني لتعلم التكنولوجيا (NCTL) في متحف العلوم في بوسطن. يهدف NCTL لتعزيز المعرفة التقنية وإلهام الجيل القادم من المهندسين والمخترعين والمبتكرين. هناك اعتراف فريد من نوعه بأن منهج القرن ٢١ يؤكد على أن العالم يجب أن يكون من صنع الإنسان. إن هدف المركز الوطني لتعلم التكنولوجيا هو ادخال الهندسة في وقت مبكر في المدرسة هي الأساس وأن تستمر حتى المدرسة الثانوية والكلية وما بعدها. لمزيد من المعلومات يرجى زيارة: www.nctl.org.



الهندسة في كل مكان (Engineering Everywhere)

يهدف برنامج الهندسة في كل مكان الى توفير مجموعة من الخبرات التعليمية خارج وقت المدرسة لطلاب الصف السادس والسابع والثامن، والتي تؤثر بشكل ايجابي على اتجاهات المتعلمين وقدراتهم الهندسية من خلال التفاعل مع مجموعة من التحديات تتطلب العمل في فريق واستخدام حل المشكلات، والتفكير الابداعي.

الأفكار الرئيسية التي توجه معلمى الهندسة فى كل مكان

نحن نعتقد إن المتعلم سيتعلم الهندسة في كل مكان بشكل أفضل عندما يتاح له:

- الانخراط في الأنشطة الممتعة والمثيرة وذات الصلة بالعالم الذي يعيشون فيه.
- اختيار طريقته خلال التحديات المفتوحة التي بها حلول متعددة.
- الفرصة لتحقيق النجاح في التحديات الهندسية.
- التواصل والتعاون في الابتكار وحل المشكلات.

من خلال وحدة الهندسة في كل مكان سيتعلم المتعلم الآتي:

- استخدام عملية التصميم الهندسي للمساعدة في حل المشكلات.
- تصميم التقنيات المختلفة لمساعدة الناس وحل المشكلات.
- استخدام القدرة التي لديهم لتصميم وتحسين التقنيات.
- أنهم هم أيضا مهندسين.

من خلال عمل المتعلمين في التحديات التي يواجهونها في التصميم الهندسي، سيكون لديهم الفرصة لإيجاد حل لمشكلات مختلفة، والعمل الجماعي، والاتصال، ومهارات التفكير الإبداعي. الأهم من ذلك، هذا المنهج تم تصميمه لتوفير فرصة التعلم الممتع.

أهداف الوحدة

في هذه الوحدة سيتعرف المتعلم على الهندسة وعملية التصميم الهندسي، كما سيعمل مع فريقه لإيجاد حلا لتحديات الهندسة الكيميائية. كما وسيبحث المتعلم عن المشاكل الناجمة عن المواد البلاستيكية التقليدية ويتدرب على تصنيع البلاستيك الحيوي (أي بلاستيك مصنوع من مواد ذات أصل نباتي) كحل محتمل لمشاكل البلاستيك الحالية.

في نهاية هذه الوحدة، سيكون المتعلمين على استعداد لعرض ما تعلموه حول الهندسة الكيميائية وعملية التصميم الهندسي من خلال تبادل الأعمال الهندسية التي قاموا بها.



عملية التصميم الهندسي

عملية التصميم الهندسي هي العمود الفقري لوحدة الهندسة في كل مكان. وهي عملية تتكون من ثمان خطوات توجه المتعلمين عند حل التحديات الهندسية. وهدفنا في وحدة الهندسة في كل مكان ككل هو فهم أن عملية التصميم الهندسي يمكن أن تساعد المتعلمين في حل المشكلات ليس فقط في مجال الهندسة ولكن أيضا في مجالات حياتهم الأخرى.

بينما هناك العديد من إصدارات عملية التصميم الهندسي المستخدمة في مجالات الهندسة المهنية والأكاديمية. قمنا بتطوير عملية الثماني خطوات التي تقوم عليها عمليتنا ذات الخمس خطوات والمستخدم في مناهج الدراسة الابتدائية. هناك أسئلة توجيهية للمعلم في كل الأنشطة حتى يسألها لتعزيز المناقشة حول عملية التصميم الهندسي. وهناك أيضا أقسام في مذكرة النشاط لتشجيع المتعلمين على الانخراط في العملية.

إن عملية التصميم الهندسي تبدأ مع تحديد المشكلة التي تحتاج إلى حل والتحقيق فيما تم انجازه بالفعل. فيما بعد يتصور المهندسون حلولاً مختلفة ويضعون خطة لتصميمهم، ثم ينشئون تصميمهم ويختبرونه حتى يجرون التحسينات عليه بناءً على نتائج الاختبار. وأخيرا يتبادل المهندسون مع الآخرين النتائج التي توصلوا إليها. في حين تظهر هذه العملية خطية لكن بإمكان المتعلمين الانتقال بين خطواتها الهندسية دون الأخذ في الاعتبار هذا التسلسل، على سبيل المثال قد يحتاجون إلى تصور وتخطيط تصاميم جديدة من أجل التحسين.

من أجل تسليط الضوء على عملية لتصميم الهندسي خلال هذه الوحدة، تم إيضاح الخطوات في هذا الدليل. قُدم لطلاب أيضا شرح كل خطوة والتي تظهر في مذكرات النشاط الخاصة بهم. كما يظهر في يمين الصفحة خطوات عملية التصميم الهندسي المستخدمة في وحدة الهندسة في كل مكان.





ما تحتاج معرفته قبل تدريس وحدة الهندسة في كل مكان

الهندسة ممتعة

الهندسة هي في الحقيقة طريقة لحل المشكلات – طريقة للتفكير في العالم- والتي غالبا ما تكون ممتعة جدا وإبداعية. ففي أي وقت تكون أنت بحاجة الى حل مشكلة ما من أجل الوصول لهدف معين، اذاً أنت مهندس.

لا توجد إجابات صحيحة او خاطئة

غالبا ما تكون هناك العديد من الطرق العظيمة لحل نفس المشكلة، ليس هذا هو فقط درس جيد للمتعلمين في الهندسة بل هو أيضا درس جيد في الحياة.

أنت دليل

إن دورك كتربوي توجيه المتعلمين من خلال هذه الأنشطة بتشجيعهم على متابعة ومواصلة أفكارهم حتى لو كنت تعتقد أنها قد لا تعمل. كل مشكلة لها العديد من الحلول الممكنة والطرق المتعددة للوصول إليها.

اطرح الأسئلة

خلال الأنشطة يمكنك طرح الأسئلة التي تدفع المتعلمين لمشاركة معارفهم السابقة وتوقع ما قد يجدونه او لتذكيرهم بالمعايير التي من شأنها مساعدتهم كمهندسين. إن سؤالك لمثل هذه الأسئلة تجعل من المتعلمين ينجحون ويشعرون بالثقة بقدراتهم كمهندسين.

لا بأس أن تحاول في الخارج

يمكن أن تكون مفيدة جدا تجربة أن تتحدى نفسك في الهندسة إما مسبقا او جنبا الى جنب مع المتعلمين في برنامجك خلال العمل في الأنشطة، فهذا قد يساعدك على فهم التحديات التي قد تواجهك.

دعم التفكير

يشتمل كل نشاط في نهايته من ٥-١٠ دقائق للمتعلمين حتى يتواصلون مع أقرانهم من خلال مشاركة أعمالهم، وهذا ما يعطيهم الفرصة لمناقشة الأفكار الجديدة والتفكير في عملهم وفي عمل الآخرين وعكس ما تم تعلمه في الحد من المنافسة من خلال تشجيعهم على دعم بعضهم البعض وتنقلهم خلال عملية التصميم الهندسي.



قدم نسخة من مذكرة النشاط لكل المتعلمين قبل أن تبدأ في العمل خلال وحدة EE هذه والتي سيستخدمونها لتوجيههم في دليل الأنشطة خلال كل نشاط.

مذكرة النشاط هي موقع مركزي للمتعلمين من أجل تسجيل أفكارهم وأرائهم كلما انتقلوا خلال الوحدة. إن صفحات هذه المذكرة توجه المتعلمين خلال عملية التصميم الهندسي وطرح الأسئلة وتمتعهم للتفكير في الأعمال الهندسية الخاصة بهم. كما إن الوقت الذي يقضيه المتعلمين مع هذه المذكرة كل نشاط سيسمح لهم بإنشاء سجل شخصي لتعلم الهندسة.

هناك عدد قليل من الطرق التي يمكنك فيها استخدام مذكرة النشاط. قد تريد إن تشارك المجموعات بمذكرة واحدة لتكون كموضع تسجيل مركزي لجميع بيانات المجموعات ونتائجها، وهذا سيسمح لأعضاء المجموعة الذين يستمتعون بالكتابة والتسجيل للقيام بذلك. يمكنك أيضا تشجيع المجموعات لتشارك المسؤولية عن طريق وجود أعضاء مجموعة يتناوبون من يسجل لكل نشاط.

الأنشطة الإعدادية البديلة

الأنشطة الإعدادية اثنتين: "ما هي الهندسة؟" و"ما هي التكنولوجيا"، عرف المتعلمين على الهندسة والتكنولوجيا. أولا "ما هي الهندسة؟" يعطي المتعلمين الفرصة للتعاون، وتجربة التدريب العملي المصغر لتحدي الهندسة، ومشاركة تصاميمهم وتعلم عملية التصميم الهندسي. وهذا النشاط لتهيئ مرحلة ما يمكن أن يتوقعونها في بقية الوحدة.

ثانيا "ما هي التكنولوجيا" فيها يتفاعل المتعلمين مع التقنيات، والعمل مع التعريف أن التكنولوجيا هي أي شيء صممه البشر للمساعدة في حل المشكلات أو لتلبية الاحتياجات. معظم المتعلمين يعتقدون أن التكنولوجيا كالأشياء التي يمكن توصيلها بالجدار، حيث انهم لا يدركون أن المواد والأدوات التي يتفاعلون معها يوميا بما فيها أقلام الرصاص والورق وزجاجات المياه هي أيضا تقنيات. هذا النشاط يعرض مفهوم التكنولوجيا التي سوف يلجئون إليها عند تصميم التقنيات الخاصة بهم لحل المشكلات المعروضة في هذه الوحدة.

في حين أن معظم الأنشطة الإعدادية البديلة لوحدة الهندسة في كل مكان وحدة معينة، هناك زوجين من الإصدارات التي تتكرر في وحدات متعددة، ولتجنب التكرار يمكنك أن تجد أنشطة بديلة على الانترنت في الموقع www.engineeringeverywhere.org. إذا كان لديك أسئلة حول هذه الأنشطة يمكنك التواصل على www.engineeringeverywhere@mos.org.



نصائح وحيل لتدريس الوحدة

أضف الأجندة اليومية

إعطاء المتعلمين شعورا بالنشاط اليومي سوف يساعدهم على التخطيط للمستقبل وإدارة الوقت بشكل أفضل.

تسهيل العمل الجماعي

القدرة على العمل بشكل جيد في مجموعة هو مهارة مهمة لأي مهندس. قد ترغب في تعيين أدوار الفريق لمساعدة المتعلمين اذا كانوا يسعون للعمل الجماعي، وتشمل الأدوار الممكنة مسجل الملاحظات، ومجمع المواد، والمجرب، والمقدم.

وتتطلب هذه الوحدة أن يكون هناك نطاق تعاوني للعمل حيث أن الطاولات، والمكاتب والكراسي يجب أن تكون قابلة للنقل اعتمادا على احتياجات المتعلمين. إنشاء جدولا للمواد يعتبر فكرة جيدة حيث يمكنك إعداد المواد اللازمة لكل يوم وكل مجموعة يمكن أن تكون مسئولة عن جمع المواد الخاصة بها عندما تكون مستعدة.

دعوة الآخرين إلى العرض الهندسي

العرض الهندسي هو دائما النشاط الأخير في الوحدة وهو بمثابة اتفاقية كبيرة حيث انه فرصة المتعلمين الكبيرة لتسليط الضوء على أعمالهم الهندسية التي قاموا بها ومشاركة انجازاتهم مع الآخرين، والنظر في دعوة الأسر وبرنامج الموظفين والمتعلمين الآخرين لحضور المعرض.



جدولة الأنشطة

يتطلب كل نشاط ما لا يقل عن ٦٠ دقيقة من وقت التدريس. ونحن نوصيك بأن تخصص من ٨ الى ١٠ ساعات من اجل إكمال هذه الوحدة حيث أن بعض الأنشطة قد تتطلب وقتا اطول من المتوقع.

يمكنك جدولة هذه الوحدة بطرق مختلفة: مرة واحدة في الأسبوع، عدة مرات في الأسبوع أو يوميا. ومن الممكن أيضا جمع أنشطة معينة مع بعضها البعض. الجدول أدنا يوضح الأنشطة التي تُدرس بسهولة معا. استخدم هذا الجدول لمساعدتك في وضع الجدول الزمني الخاص بك.

٣-٢ ساعات	النشاط التحضيري ١: ما هي الهندسة؟ النشاط التحضيري ٢: ما هي التكنولوجيا؟
ساعة	النشاط ١: البوليمرات النشطة
٣-٢ ساعات	النشاط ٢: استكشاف البلاستيك النشاط ٣: تحقيق البلاستيك الحيوي (يوم واحد حتى يجف)
ساعة	النشاط ٤: ابتكار البلاستيك الحيوي (يوم واحد حتى يجف)
ساعة	النشاط ٥: تحسين البلاستيك الحيوي (يوم واحد حتى يجف)
ساعة	النشاط ٦: العرض الهندسي



الهندسة الكيميائية (chemical engineering)

الهندسة الكيميائية هي فرع من فروع الهندسة التي تطبق علم الرياضيات والعلوم، ولاسيما الكيمياء، من أجل حل التحديات المتعلقة بالمنتجات الكيميائية، والطاقة، والتكنولوجيا الحيوية وغيرها. وتقليدياً ركزت الهندسة الكيميائية على التصميم والبناء وعلى إدارة الآلات ومصانع المنتجات الكيميائية التي توظف التفاعلات الكيميائية لخلق منتجات مفيدة. ولقد تطور مجال الهندسة الكيميائية، حيث أن المهندسين الكيميائيين الجدد في الوقت الحالي أصبحوا يعملون في كل ما يقرب إلى الهندسة ويطبقون معرفتهم الكيميائية لحل المشاكل المتنوعة حيث أوجدوا الأنسجة الهندسية للتطبيقات الطبية، وعملوا على تطوير طرق جديدة لتسخير وتحويل الطاقة وتصميم مواد جديدة ذات خصائص مفيدة.

مواد البوليمر هي مواد شائعة صُممت بواسطة المهندسين الكيميائيين. وبشكل عام البوليمرات عبارة عن جزيئات كبيرة جداً تتألف من وحدات متكررة تسمى مونومرات، وهذه المونومرات التي تشبه خرز القلادة ببساطة تتكون من جزيئات صغيرة (مركبات تتكون من ذرتين أو أكثر). ومواد البوليمر تتكون من آلاف من فروع البوليمرات التي تصبح ملتوية عندما يتم خلطها معا حيث تصبح متعلمة لصحن السباغيتي، وهذا التمتعك يضفي قدراً من القوة الى مواد البوليمر. والبوليمر يمكن تركيبها صناعياً في المختبر مثل البلاستيك التقليدي أو يمكن إيجاده في الطبيعة مثل النشأ والذي هو من النباتات التي تتكون من وحدات السكر المتكررة. هناك فئات واسعة من مواد البوليمر والتي يمكن العثور عليها جميعاً في الفضاء من حولنا في البلاستيك والمطاط ومواد الطلاء.

البلاستيك الحيوي (bioplastics)

إن البلاستيك هو نوع من مواد البوليمر والذي يصنع تقليدياً من عملية معالجة النفط، وهذه المواد مفيدة بشكل لا يصدق وغير مكلفة ويمكن تصميمها لعرض مجموعة من الخصائص المرغوبة. ولأن البلاستيك لا يتحلل ويتراكم في المكبات لدينا يمكن أن يكون ضاراً للبيئة. إن المهندسين الكيميائيين يعملون لتصميم المواد البلاستيكية المشتقة من البوليمرات الطبيعية مثل النشأ في البطاطا والذرة وأيضاً الأجار في الطحالب. هذا النوع من البلاستيك يُعرف أنه بلاستيك حيوي وله القدرة على التحلل بشكل طبيعي، ولكن في كثير من الأحيان ليس له نفس استعمالات وخصائص البلاستيك العادي. هناك تحديات هندسية مستمرة تتمثل في تصميم بلاستيك قابل للتحلل والتي من المرجح أن تستمر في القرن الـ ٢١.



قاموس المصطلحات

- ◆ **البلاستيك الحيوي:** مادة بلاستيكية مصنوعة من البوليمرات الموجودة في الطبيعة، كما هو الحال في النباتات (النشأ) والطحالب (لأجار).
- ◆ **القيد:** العامل الذي يحد من كيفية حل المشكلة.
- ◆ **المعيار:** متطلبات التصميم
- ◆ **الهندسة الكيميائية:** فرع من فروع الهندسة التي تتطلب معرفة الرياضيات والعلوم وخاصة الكيمياء لتصميم التقنيات وحل المشكلات.
- ◆ **المهندس:** شخص يستخدم إبداعه ومعرفته للرياضيات والعلوم في تصميم التقنيات التي تساهم في حل المشكلات.
- ◆ **عمليات التصميم الهندسي:** الخطوات التي يستخدمها المهندسون لتصميم التقنيات من أجل حل المشكلات.
- ◆ **مونومر:** جزئ صغير يمكن أن يتحد مع جزيئات أخرى لتشكيل البوليمر.
- ◆ **البوليمر:** جزئ كبير يتألف من وحدات فرعية متكررة تسمى مونومرات.
- ◆ **التكنولوجيا:** أي شيء صممه الناس لحل مشكلة ما أو لتلبية حاجة ما.



قائمة المواد والأدوات

هذه المعدات لثمانى مجموعات حيث أن كل مجموعة من ثلاثة متعلمين

الكمية	البند
البند غير الاستهلاكية	
١	عملية التصميم الهندسي
١	كأس قياس، ٢١١ كأس
١	كرة شاطئ بلاستيكية
٢	حاوية أطعمة جاهزة، بلاستيك، ٣٢ أوق
٢	خرامة، محمولة
٤	أوعية سيراميك، ١٠ أوقية
٤ أوراق	لباد
٤	صفائح ساخنة، احادي مشتل (انظر: اعتبارات خاصة ص ٥١ في هذا الدليل)
٤	أواني، لا تلتصق، ١ كيلو تي (انظر: اعتبارات خاصة ص xviii في هذا الدليل)
٤	ملاعق، سيلكون، لا تلتصق
٨	أطباق سيراميك، ٨"
٨	مقص
٨	نصف ملعقة شاي
٨	ملاعق صغيرة
٨	ملاعق كبيرة
البند الاستهلاكية	
حاوية واحدة	بورق (مسحوق أبيض متبلور)، ١٢ أوقية
قنينة	جلسيرين، ١٦ أوق
لفة واحدة	شريط تعبئة وتغليف
لفة واحدة	خيوط
قنيتان	أجار، ٨ أوقية
ورقتين	بطاقة
صندوقين	ملون طعام، ٤ ألوان في كل صندوق
لفتين	شريط لاصق
٣ قنينات	صمغ أبيض، ٨ أوقية
٥ قنينات	نشأ الذرة، ١٦ أوق
١٠ أوراق	ورق مقوى ١٢*١٢
١٠	ملاعق بلاستيكية
١٠	كريات، كبيرة
٢٠	أوعية ورقية، ٢٠ أواق
٢٠	أكياس ساندويتشات بلاستيكية
٢٥ ورقة	ورق بناء
٢٥	منظفات أنابيب



قائمة المواد والادوات (يتبع)

البنود	الكمية
البنود الاستهلاكية (يتبع)	
عصي حرفية	٣٢
قش	٣٢
ربطات مطاطية	٥٠
ربطات لولبية	٥٠
أوراق لاصقة	١٠٠
غير مشمولة في العدة	
٢ ايب ، شئ (مثال ٢ ايب كيس من الدقيق)	١
ورق رسم بياني (أو سبورة ببيضاء)	لوحة واحدة
كمبيوتر أو جهاز تشغيل فيديو	١
التقرير الخاص بالهندسة في كل مكان DVD أو استخدم هذا الرابط: https://vimeo.com/128602672	١
عصا متربة (اختياري)	١
ميكروويف (انظر الى الملاحظات في ابتكار البلاستيك الحيوي صxviii في هذا الدليل)	١
جريدة	١
رشاش طبخ غير لاصق (اختياري)	١
مناديل ورقية	لفة واحدة
حقبنة بلاستيكية، حجم كبير مع حامل	١
قنينة ماء بلاستيكية	١
قطاع طاقة (اختياري)	١
مجموعة علامات	١
ساعة توقيف	١
نظارات واقية للمختبر، مقاس شبابي (اختياري)*	٢٤
أنشطة إضافية للمواد **	
عينات بلاستيكية (انظر: اعتبارات خاصة صxviii في هذا الدليل)	
مواد بلاستيكية مستخدمة (انظر: اعتبارات خاصة صxviii في هذا الدليل)	

* إن المكونات التي سيستخدمها المتعلمين في الهندسة في هذه الوحدة غير خطرة بشكل خاص. كما أن ارتداء المتعلمين لنظارات المختبر الواقية عند انخراطهم في الهندسة الكيميائية يعزز مهارات السلامة المخبرية الهامة في هذا المجال، إذا كانت النظارات المختبر الواقية متاحة لديك، على المتعلمين ارتداؤها في الأنشطة التالية: النشاط ١، النشاط ٣، النشاط ٤، النشاط ٥.

** هناك نشاطان إضافيان في ص٧٤-٥٣ التي يمكن إن تساعدك مع مجموعتك وكل نشاط يشمل قائمة مواد. إذا كنت تخطط للقيام بهذه الأنشطة عليك جمع هذه المواد فضلا عما هو مطلوب في بقية الوحدة.



اعتبارات خاصة

ابتكار البلاستيك الحيوي

نحن نلخص طريقتين لابتكار البلاستيك الحيوي وكلا الطريقتين تتطلب أن يكون لديك ميكروويف. إن الطريقة الأولى تتطلب من المتعلمين صنع بلاستيك حيوي في أطباق ساخنة ومن ثم يتم تجفيفه باستخدام الميكروويف. هناك تعليمات لهذا الإجراء يمكن الاطلاع عليها في ص. ٤١ من هذا الدليل. نحن نقترح هذه الطريقة لأننا وجدنا أنها تعطي نتائج أفضل.

وبدلاً من ذلك، البلاستيك الحيوي يمكن صناعته باستخدام الميكروويف فقط. وهذا سيكون أفضل إذا لم تستخدم الأطباق الساخنة أو منعت المتعلمين من استخدامها. هناك تعليمات عن وضع البلاستيك الحيوي في الميكروويف يمكن الاطلاع عليها في ص. ٤٢ من هذا الدليل. إن استخدام الميكروويف فقط هي طريقة أسرع لابتكار العينات من طريقة استخدام الأطباق الساخنة. إذا كنت تختار أن يكون المتعلمين لديك متبعين لهذا الإجراء، قد تحتاج الأنشطة الإضافية لمساعدتك في صفحات ٤٧-٥٣ من هذا الدليل من أجل إشراكهم في الوقت المخصص.

يرجى ملاحظة أنه في التجربة تم استخدام ميكروويف 1000W ، وهذا يتم إذا كنت تتعامل مع ميكروويف لقوات كهربائية مختلفة، لذلك فالنتائج تختلف تبعاً لذلك. ونحن نوصي بعمل عينات البلاستيك الحيوي قبل البدء في الوحدة من أجل تجربة الميكروويف وتحديد ما إذا كنت بحاجة إلى تمديد الوقت (حاول إضافة ١٠ ثواني) من حيث وضع العينات في الميكروويف.

جمع البلاستيك المستخدم

في النشاط ٢ سوف تحتاج إلى جمع أمثلة من المواد البلاستيكية والتي تمثل الأنواع الستة للبلاستيك كما هو محدد من قبل التسميات التعريفية للبلاستيك (مثال على ذلك: #1-#6). و يمكنك أن تجد أمثلة على كل نوع من البلاستيك في ص. ٣٣ في هذا الدليل.

إن البلاستيك القابل للتدوير يمكن استخدامه في بعض الأنشطة الملحق (ص. ٤٧-٥٣) في هذه الوحدة. إذا اخترت هذه الأنشطة لمساعدتك، فكل واحد من هذه الأنشطة يحتاج ١-٢ قطعة من البلاستيك المستعمل.



نموذج مبادئ التقييم الذاتي

عناصر النجاح	كيف يبدو هذا؟	كيف يساعدك هذا الدليل لتحسين ذلك؟
انخرط المتعلمين وتحديهم لأنفسهم من خلال هذا النشاط ، حيث واصلوا مواجهة الصعوبات .	- المتعلمين في المهام المحددة - محاولة المتعلمين الخروج بأفكارهم وتجربتها - تحديد المتعلمين ما الذي يعمل بشكل جيد في التصميم الخاصة بهم. - استكشاف المتعلمين عملهم - تطوير المتعلمين لتصاميمهم	- استخدم الممتعلات الجريئة لتسأل الأسئلة المفتوحة من أجل مساعدة المتعلمين استكشاف عملهم. - استخدم الممتعلات الجريئة لتسأل المتعلمين عما يعتقدون أنه يعمل بشكل جيد في تصاميمهم وما الذي يرغبون في تحسينه وتطويره. وهذا سيساعد المتعلمين على الشعور بمزيد من الثقة حول قدراتهم على حل المشكلات.
تحدث المتعلمين وتبادلهم الأفكار فيما بينهم بشكل كبير خلال النشاط بأكمله.	- تجهيز المتعلمين أفكارهم الخاصة بالنشاط وتبادلها بأريحية. - طرح المتعلمين للأفكار ومناقشتها ضمن مجموعاتهم. - مشاركة المتعلمين تصاميمهم مع الآخرين - حديث المتعلمين عن الكيفية التي تتغير فيها أفكارهم مع مرور الوقت	- استخدم الممتعلات الجريئة في الدليل لتشجيع المتعلمين على مشاركة وشرح تفكيرهم. - وجود المتعلمين متعاونين في مجموعات حتى يتمكنوا من طرح الأفكار وابتكار تصميم معا. - استخدم الممتعلات الجريئة في قسم الانعكاس لمساعدة المتعلمين على تبادل أفكارهم الجديدة حول التصميم.
تقييم المتعلمين عملهم الهندسي كعملية وليس فقط كنتيجة نهائية.	- تخطي المتعلمين الحديث عن تصميمهم الى الحديث عن فكرة التصميم ولماذا صمموه - استخدام المتعلمين عملية التصميم الهندسي لوصف أعمالهم.	- استخدم الممتعلات الجريئة لتسأل المتعلمين عن كيفية استخدامهم لعملية التصميم الهندسي، واستغرق الوقت في الحديث والتفكير عن العملية الخاصة بهم سيساعدهم لمعرفة القيمة في ذلك. - استخدم الممتعلات الجريئة لتسأل كل المتعلمين عن تطوير تصاميمهم حتى لو كانت تصاميمهم تعمل بشكل جيد. - تشجيع المتعلمين على التفكير بشكل فردي في مذكرات النشاط الخاصة بهم لمنحهم الوقت لزيادة خبراتهم وتذكرها.



مبادئ التقييم الذاتي

كيف يمكنك أن تعرف اذا كنت تؤدي هذه الأنشطة بشكل ناجح؟ تحدد هذه الأداة ثلاثة عناصر للنجاح وتسلط الضوء على كيف يقودك دليل النشاط ويدعمك في وضع هذا الأمر مع المتعلمين حولك.

النشاط:

التاريخ:

عناصر النجاح	الدليل: أين رأيت ذلك خلال النشاط؟	ما هو دوري في تحقيق ذلك؟
انخرط المتعلمين وتحديهم لأنفسهم من خلال هذا النشاط ، حيث واصلوا مواجهة الصعوبات.		
تحدث المتعلمين وتبادلهم الأفكار فيما بينهم بشكل كبير خلال النشاط بأكمله.		
تقييم المتعلمين عملهم الهندسي كعملية وليس فقط كنتيجة نهائية.		



الفاضل ولي أمر المتعلم،،

التاريخ:

بدأنا وحدة هندسية تسمى من النبات الى بلاستيك: هندسة البلاستيك الحيوي، وهي جزء من منهج الهندسة في كل مكان Engineering Everywhere الذي وضعه متحف العلوم في بوسطن . من خلال هذه الوحدة سيتعرف المتعلمين على الهندسة وعملية التصميم الهندسي، كما أنهم سيعملون معا لوضع حلول للتحديات التي تواجه الهندسة الكيميائية. وهذه الوحدة تم تصميمها في سياق العالم الحقيقي. خلال الوحدة سيعمل ابنك مع زملائه من أجل تعلم مزايا وتحديات تشكيل البلاستيك ومن ثم صناعة البلاستيك الحيوي القائم على المواد النباتية الذي يحاكي خصائص البلاستيك التقليدي.

هناك بعض الأسباب لتعريف المتعلمين بالهندسة:

- ✓ **تعزز المشاريع الهندسية الموضوعات التي يتعلمها المتعلمين في المدرسة،** حيث إن اشراك الخبرات الهندسية في العالم الحقيقي يمكنه أن يعزز تعلم الرياضيات والعلوم ومجالات المحتوى الأخرى.
 - ✓ **تعزز الهندسة مهارات حل المشكلات** بما في ذلك صياغة المشكلة والابتكار والتخطيط واختبار الحلول البديلة.
 - ✓ **ينبهر المتعلمين ببناء وتفكيك الأشياء لمعرفة كيفية عملها.** فمن خلال تشجيع هذه الاستكشافات يمكننا الحفاظ على هذه الاهتمامات على قيد الحياة. ويمكن وصف أنشطتها "بالهندسة" عندما يشارك المتعلمين في عملية التصميم الطبيعي بحيث يمكن مساعدتهم لتطوير علاقات ايجابية بالهندسة وزيادة رغبتهم في متابعة مثل هذه الأنشطة في المستقبل.
 - ✓ **الهندسة والمعرفة التكنولوجية ضرورية للقرن ٢١** حيث إن مجتمعنا يعتمد بشكل كبير على الهندسة والتكنولوجيا ومواطنينا بحاجة إلى فهم هذه المجالات.
- ولأن مشاريع الهندسة عملية والمواد غالبا مطلوبة، هناك عدد من المواد اللازمة لهذه الوحدة تم إدراجها أدناه. وإذا كان لديك أي من هذه المواد متوفر يرجى النظر في التطوع بها لنا.
- إذا كان لديك خبرة في مجال الهندسة الكيميائية او مجال البلاستيك أو لديك أي أسئلة او ملاحظات عامة حول وحدة الهندسة، دعنا نعلم فنحن على وشك أن نبدأ.
- تحياتنا،،

إذا كان لديك أي من المواد التالية متوفر وترغب في التطوع به، سأكون مقدرا لوجودها بالتاريخ التالي.....

شكرا لك!



نظرة عامة: يتعاون المتعلمين في مجموعات لصنع منجنيق من ملعقة بلاستيك لإلقاء قذيفة لأبعد مسافة ممكنة

ملاحظة للمعلم: عملية التصميم الهندسي هي طريقة لحل المشكلات، يجب على المتعلم استخدامها خلال الوحدة. عند قيام المتعلمين بهذا النشاط فإن التركيز يجب أن يكون على تفاعلهم في المجموعات وعلى تنمية فهمهم لعملية التصميم الهندسي وإمكانية استخدامها كأداة لحل المشكلات.

مواد النشاط التحضيري ١

لكل مجموعة من ٣ متعلمين:

أدوات للمجموعة كلها:

- ☐ ملصق عملية التصميم الهندسي (poster)
- ☐ سبورة وقلم
- ☐ ١ ملعقة بلاستيك
- ☐ ١ شريط لاصق
- ☐ ١ قالب خيط
- ☐ ١٠ بطاقات ورق مقوى "٢x١٢"
- ☐ ٢٥ منظم للأنايب
- ☐ ٢٥ ورق مقوى
- ☐ ٣٥ عصي خشبية
- ☐ ٣٢ ماصة بلاستيك
- ☐ ٥٠ رباط مطاطي
- ☐ ٥٠ ربطة أكياس
- ☐ ٥٠ كرة صوف

إعداد النشاط التحضيري ١

١. إعداد جدول للمواد مع جميع المواد المتوفرة للتحدي.

توزيع وقت النشاط:

التمهيد : ٥ دقائق

تمهيد صنع المنجنيق : ١٠ دقائق

صنع المنجنيق : ٢٥ دقيقة

اختبار النموذج : ١٠ دقائق

التأمل : ٥ دقائق

٥٥ دقيقة

مهارات القرن ٢١:

- التفكير الناقد
- التعاون
- حل المشكلات



أهداف النشاط:

- التدرب على القيام بدور المهندس من خلال تصميم حل لمشكلة.
- التعرف على عملية التصميم الهندسي كأداة تستخدم لحل المشكلات.

التمهيد (٥ د)

١. أخبر المتعلمين بأنهم سيتقمصون دور المهندسين اليوم من خلال حل تحدي هندسي، وأطرح عليهم السؤال
 - ماذا يعمل المهندس؟ تقبل جميع الإجابات
٢. وضح للمتعلمين أن المهندسين يقوموا بتصميم التكنولوجيا الحديثة كما أنهم يفكرون بطرق ابتكارية لتحسين وتطوير التكنولوجيا الموجودة حالياً.
٣. ارفع الملاعة البلاستيكية وأطرح السؤال التالي:
 - ما هي المشكلة الأساسية التي يمكن للملعة أن تساعدنا في حلها؟ إمساك الطعام، تناول الشوربة او الايس كريم وغيرها.
 - فيما ايضا يمكن استخدام الملاعة؟ تقبل جميع الإجابات

٤. إذا اقترح عليكم شخص ما استخدام الملاعة كمنجنيق، جرب استخدام الملاعة لقذف كرة صوفية، اسأل:
 - ما الذي يجعل ملاعة البلاستيك تعمل بشكل جيد كمنجنيق؟ تقبل جميع الإجابات. شجع المجموعات على التفكير بشكل الملاعة وحجمها والمادة المصنوعة منها.
 - هل تعتقد أن الملاعة ستعمل بشكل أفضل كمنجنيق إذا كانت مصنوعة من الخشب أو المعدن؟

تمهيد صنع المنجنيق (١٠ د)

١. أخبر المتعلمين أنه تم التعاقد مع شركة تصنع أدوات المائدة (الملاعق والشوك والسكاكين) لتطوير أدوات المائدة لديهم من أدوات تحمل باليد الى أدوات قائمة بذاتها. سيعمل المتعلمون في فرق هندسية لتصميم منجنيق ملاعة قائم بذاته.
٢. وضح لهم أن وقوف الملاعة (freestanding) يقصد به أنه لا يمكن إمساك الملاعة باليد أثناء اطلاق القذيفة. وأطرح السؤال

- ما المعلومات التي تحتاجها كمهندس لإيجاد حل لهذا التحدي؟
- ٣. اترك للمجموعات بضع دقائق للقيام بعصف ذهني للأسئلة التي يودون طرحها، بعدها تشارك المجموعات في طرح الأسئلة ويقوم المعلم بتدوينها على اللوح.
- ٤. إذا واجهت المجموعات صعوبة في طرح وصياغة الأسئلة يمكن أن يقترح عليهم المعلم الأسئلة التالية:
 - هل الوقت متاح او الأدوات محدودة؟
 - كيف سنعرف أننا نجحنا في حل التحدي؟
 - هل نعلم أي شي حول المنجنيقات التي يمكن أن تساعدنا؟

تلميح: إذا سمح الوقت، أضف وقت قصير لكسر الجمود حيث سيتعرف المتعلمين على بعضهم البعض قبل البدء في التحدي الهندسي.

تلميح: هذا النشاط يتحدى المتعلمين لتصميم منجنيقا قائما بذاته من

ملعة: إذا كنت تعتقد أن هذا التحدي يصعب القيام به من قبل المتعلمين، فيمكن تعديله بحيث يستبدل المنجنيق الواقف (الملعة) بصنع منجنيق من الملاعة قادرة على إطلاق كرة الصوف الى أبعد مسافة ممكنة أكثر من قدرة الملاعة بمفردها. ويمكن ضبط القيود بحيث يمكن لكل مجموعة استخدام ما يصل الى ٨ أدوات.



٥. وضح للمتعلمين أن مذكرة النشاط هو مكان لهم لتسجيل أفكارهم الفردية كما أنه يضم معلومات حول التحديات الهندسية التي سوف يتم العمل عليها خلال الوحدة. وجه تعليم للمتعلمين بفتح ص. رقم ٣ في مذكرة النشاط (المحددات والمعايير) اطلب منهم الإجابة على أسئلة النشاط. أكد للمتعلمين النقاط التالية:

- ضرورة الالتزام بالعمل الجماعي في الفريق.
- ينبغي أن يكون هدف الفريق تصميم منجنيق قائما بذاته يمكنه إطلاق قذيفة كرة صوفية أبعد مسافة ممكنة. وسيتم الاستناد على أول مسافة وصلت إليها كرة الصوف.
- ستحصل كل مجموعة على ملعقة و كرة صوفية صغيرة. يجب أن تدمج الملعقة في التصميم. سيتم استخدام الكرة الصوفية لاختبار التصاميم خلال العمل بها والتي أيضا سوف تستخدم في الاختبار النهائي.
- كل مجموعة قد تستخدم فقط ما يصل الى ١٠ قطع من المواد الإضافية، ويمكن أن تستخدم عدة قطع من نفس المادة، ولكن يجب أن يكون العدد الإجمالي أقل من أو يساوي ١٠.
- المواد المتاحة هي قالب خيط (١ قدم = ١ قطعة)، وشريط لاصق (١ قدم = ١ قطعة)، والأربطة المطاطية، ورق مقو، عصي خشبية، والكرتون والقش، ربطات، ومنظفات الأنابيب.
- يمكن استخدام المقص كأداة، ولكن لا يمكن إدراجها في التصميم.
- المجموعات لديها ٢٥ دقيقة لهندسة المنجنيق بهم.

٦. إذا كانت لدى المجموعات اسئلة لم يتم التطرق لها في المذكرة، فيجب مناقشتها واتخاذ قرار بشأنها مثلا قد ترغب في أن تقرر ما إذا كانت المجموعات يمكنها استخدام الشريط اللاصق لتثبيت المنجنيق على حافة طاولة أو كرسي.

بناء المنجنيق (٢٥ دقيقة)

١. تبدأ المجموعات بتخطيط شكل المنجنيق وذلك بعد أخذ المواد من طاولة المعلم، ويمكن للمجموعات استخدام مذكرة النشاط للقيام برسم تخطيطي لجميع أفكارها ص. ٣. وأثناء ذلك يمر المعلم على المجموعات ويمكنه طرح الأسئلة التالية:

- كيف تتخيل عمل المنجنيق الذي تصممه؟
- لماذا اخترت هذه المواد للاستخدام؟

٢. شجع المجموعات على اختبار المنجنيق أثناء العمل وتعديل خطتهم حسب الحاجة.

٣. ذكر المتعلمين بالوقت إذا كانت ١٥، ١٠ أو ٥ دقائق متبقية من زمن اللازم للتحدي.

اختبار النموذج (١٠ دقائق)

١. بعد مرور ٢٥ دقيقة اطلب من المتعلمين التوقف عن العمل والنظر الى عمل بقية المجموعات في الصف واطرح السؤال التالي:

- كيف يمكن ان يكون تصميم المنجنيق متمتعلمه بين المجموعات؟ لقد صُنعت جميعها من مواد متمتعلمة فبعضها من الممكن أن تكون متمتعلمة في خصائص التصميم أيضا.

- كيف يمكن أن يكون تصميم المنجنيق مختلف بين المجموعات؟ قد يختلفوا في طريقة الاطلاق وغيرها.



٢. عند النقاش يجب على المعلم الاشارة إلى أن كل فريق هندسي أوجد حلا مختلفا لنفس المشكلة، وهذا شيء عظيم! في الهندسة، فهناك دائما العديد من الحلول لنفس المشكلة.

٣. تعرض كل مجموعة تصميمها وخلال العرض تجيب على الأسئلة التالية:

- من أين جاءت فكرة بناء المنجنيق بهذا الشكل؟
- هل تغيرت خطة المجموعة خلال فترة بناء التصميم؟ ولماذا؟
- هل هذه التغييرات حسنت من قدرة إطلاق المنجنيق الخاص بالمجموعة؟

بعد انتهاء عروض المجموعات تطلق كل مجموعة قذيفتها ونقارن بين قدرة كل منجنيق.

٤. يمكن مناقشة الأسئلة التالية على مستوى المجموعة أولا ثم على مستوى الصف:

- ما تقييمك لعمل منجنيق فريقك؟
- كيف يمكن تحسين المنجنيق الخاص بالفريق إذا كان لديك المزيد من الوقت؟

التأمل (٥ دقائق)

١. عرض ملصق عملية التصميم الهندسي والتوضيح للمتعلمين أن المهندسين يستخدمون عملية تسمى عملية التصميم الهندسي لمساعدتهم على حل المشكلات المختلفة. ثم تطرح الأسئلة التالية:

- كيف استخدم فريقك هذه الخطوات عند تصميم المنجنيق ؟
- ما هي الخطوة الأكثر جدوى في الاستخدام في تحدى اليوم؟
- ما هي الخطوة التي استخدمتها أكثر من مرة اليوم؟

٢. ذكر المتعلمين أنهم حاولوا تعديل خصائص ملعقة من البلاستيك لجعلها تعمل كمنجنيق بشكل أفضل ، ثم ناقش معهم:

- ما هي المواد الأخرى يمكن أن تصنع منها الملعقة ؟ المعدن، الخشب، السيراميك
- لماذا تم استخدام ملعقة البلاستيك بدلا من هذه المواد الأخرى؟

٣. وضح للمتعلمين أن هذا البرنامج سيركز على البلاستيك وصناعته.

خاتمة: يتم تهنئة المتعلمين على الأعمال الهندسية التي قاموا بها في تحدي اليوم (صناعة المنجنيق). ويتم التأكيد على المتعلمين أنهم سيستمرون في استخدام عملية التصميم الهندسي لتوجيه العمل الهندسي في جميع أجزاء هذا البرنامج.

يذكر المعلم المتعلمين انه سوف يتم التركيز على مفهوم التكنولوجيا في المرة القادمة.

تمديد الدرس

هناك نشاطان إضافيان تم وصفهما وإيضاحهما في الصفحات ٤٧-٥٣، وكلا النشاطان يتطلبان جمع مواد بلاستيكية مستخدمة قابلة لإعادة التدوير كقنينات المياه والحاويات والحقائب. اذا كنت مهتما بالقيام بهذه الأنشطة اطلب من المتعلم جمع البلاستيك المستخدم ومن ثم عليهم التحديد اذا كان هذا البلاستيك قابل للتدوير او غير قابل عن طريق النظر إلى مثلث التدوير في أسفل ذلك الشيء، وسيكون المتعلمين بحاجة ١-٢ قطعة بلاستيك في كل نشاط.

تلميح: إذا كان لديك المزيد من الوقت أو إذا كنت قادرا على تمديد النشاط امنح المجموعات فرصة إضافية لتحسين المنجنيقات الخاصة بهم.



نظرة عامة: سيتعرف المتعلم أن المهندس هو من يقوم بتصميم وتطوير التكنولوجيا (وهي أشياء صُنعت بواسطة الإنسان لحل مشكلة ما أو لتلبية احتياج ما) عندما يواجه مشكلات جديدة، حيث سيقوم المتعلمين بعدد من الأنشطة البسيطة للتوصل لمفهوم التكنولوجيا.

ملاحظة للمعلم: كثير من الناس لا يدركون أن المهندسين هم الناس الذين يقومون بتصميم التكنولوجيا. وعلاوة على ذلك فإن العديد من الناس يعتقدون أن التكنولوجيا فقط هي الأشياء التي تحتاج الى كهرباء. في هذا النشاط سيتعرف المتعلم أن التكنولوجيا هي أي شيء يتم إنتاجه لحل مشكلة ما أو لتلبية احتياج ما.

مواد النشاط التحضيري ٢

أدوات للمجموعة كلها:

- ☐ ملصق عملية التصميم الهندسي
- ☐ سبورة وقلم
- ☐ كرة شاطئ بلاستيكية.
- ☐ ورق ساندويتش بلاستيكي.
- ☐ ملعقة بلاستيك.
- ☐ بطاقات (guess the technology cards)
- ☐ ٢ ورق بطاقات

توزيع وقت النشاط:

التمهيد : ٥ دقائق

رمي الكرة النطاطة : ١٠ دقائق

حل المشكلات : ٢٥ دقيقة

منع \ الحضر : ١٠ دقائق

التأمل : ١٠ دقائق

٥٠ دقيقة

إعداد النشاط التحضيري ١

١. تعليق ملصق عملية التصميم الهندسي.

٢. اكتب في ورقة تعريف التكنولوجيا التالي:

♦ التكنولوجيا: أي شيء صممه الناس لحل مشكلة ما أو لتلبية حاجة ما.

٣. نسخ بطاقات تخمين التكنولوجيا، ص. ١٣-١٥ في هذا الدليل

٤. نفخ كرات الشاطئ البلاستيكية

٥. اختياري: من كل مجموعة حدد ثلاث فئات للرسم على مذكرة النشاط ص. ٤، وعلى ورقة صغيرة يمكن للمجموعة أن تكتب إجابتها ويمكن لكل مجموعة في نهاية النشاط أن تقوم بالمرور بكل المجموعات لتعرف كيف أجابوا.

مهارات القرن ٢١:

○ التفكير الناقد



أهداف النشاط:

- توضيح العلاقة بين التكنولوجيا وعمل المهندسين.
- التعرف على مفهوم التكنولوجيا.

التمهيد (٥ دقائق)

١. اخبر المتعلمين بأنهم سيستغرقون اليوم وقتا بالتفكير حول التكنولوجيا.
٢. اطلب من المتعلمين تلخيص عمل النشاط السابق " صنع المنجنيق " اطرح السؤال التالي:
 - ما الذي قمت بتصميمه في النشاط السابق؟ قمنا بتصميم منجنيق لاطلاق كرة صوفية الى أبعد ما يمكن.
٣. ارفع ملعقة بلاستيكية للأعلى ثم اسأل:
 - هل تعتقد أن ملعقة البلاستيك عبارة عن تكنولوجيا؟ ولماذا؟
٤. وضح للمتعلمين أن نشاط اليوم سيركز على التعرف على التكنولوجيا.

تلميح: هناك العديد من الألعاب في هذا النشاط صُممت بهدف جعل المتعلمين يحققون فهم للتكنولوجيا. إذا لاحظت انخراط المتعلمين بشكل خاص في احد الألعاب اسمح لهم إمضاء مزيد من الوقت مع تلك اللعبة لاستكشاف أفكارها.

رمي الكرة النطاطة (١٠ دقائق)

١. يقف المعلم والمتعلمين في حلقة، ويمسك المعلم الكرة وقبل إلقاءها يوضح لهم أن المتعلم الذي يلتقط الكرة عليه أن يذكر مثال لتكنولوجيا وهكذا تمرر الكرة بين المتعلمين حتى تعود للمعلم وحينها يخبرهم أنه لديه تعريف للتكنولوجيا، فيعرض التعريف المكتوب ويناقشهم فيه.
٢. بعدها يعيد معهم نشاط رمي الكرة لكن هذه المرة يجب أن يذكر المتعلمين أمثلة للتكنولوجيا تعمل بدون كهرباء ولا بطارية. عند عودة الكرة للمعلم فانه يطرح الأسئلة التالية:

تلميح: اذا كانت لديك مجموعات صغيرة في الصف، عليك المرور بينها جميعا على شكل دائرة أثناء العمل في كل مرة.

- هل تم ذكر أمثلة تعتقد أنها ليست من التكنولوجيا؟ مع تشجيع النقاش واستخدام تعريف التكنولوجيا لتأكيد وجهة نظرهم بخصوص الأمثلة.
- هل الكرة تكنولوجيا؟ ولماذا؟ نعم، إنها لعبة تلبي احتياج وصنعها الإنسان للتسلية عند الشعور بالملل.
- من الذي صمم الكرة؟ المهندس

تلميح: اذا كان لدى المتعلمين صعوبة في الخروج بأمثلة على التكنولوجيا البسيطة، يمكنك تقديم أمثلة مثل قلم الرصاص، قنينة المياه وغيرها.



٣. ناقش المتعلمين أن المهندس الكيميائي يستخدم معرفته الكيميائية وإبداعه لإنتاج مواد مثل البلاستيك تستخدم لصناعة أشياء مختلفة وفقا لخصائص محددة مثل المرونة والصلابة وغيرها.

فئات التكنولوجيا (١٥ دقيقة)

١. وضح للمتعلمين أنه في هذه اللعبة سيتم التركيز على المشاكل التي تحلها التكنولوجيا وعلى الاحتياجات التي تلبيها.
٢. قسم المتعلمين إلى مجموعات من ٢ أو ٣.
٣. ارفع كيس ساندويتش البلاستيك واسأل:
• ما هي المشكلة التي تحلها كيسة الساندويتش؟ تحمل لنا الأشياء وتحميها من البيئة الخارجية
٤. اخبر المتعلمين أن لديهم ١٠ دقائق للخروج بتكنولوجيا يعتقدون أنها تسهم في حل مشكلات ويمكنهم الاستعانة بذاكرة النشاط للإجابة. والهدف من السؤال هو الخروج بأكبر عدد ممكن من التكنولوجيا لكل فئة.
٥. وجه سؤال الى المتعلمين " ما هي التكنولوجيا؟" ص. ٤ في مذكرة النشاط حتى يكتشفوا الفئات.
٦. ابدأ التوقيت وأخبر المتعلمين عندما يوشك الوقت بالانتهاء.
٧. بعد انتهاء الوقت، انتقل خلال كل فئة وناقش ما فيها من أمثلة. فإذا كان هناك عدد من الأمثلة يعتقد المتعلمين انها غير صحيحة يتم مناقشتها مع التأكيد على استخدام تعريف التكنولوجيا (هل هذا المنتج مصنوع من قبل الانسان وهل يحل مشكلة أو يلبي احتياج).

تخمين التكنولوجيا (١٠ دقائق)

١. يقوم المعلم بتوزيع مجموعة من البطاقات على المتعلمين كل بطاقة تحوي نوع من أنواع التكنولوجيا بالإضافة الى مجموعة من الكلمات (الممنوعة) بحيث يصف المتعلم التكنولوجيا التي لديه دون ذكر اسمها أو يكتب كلمات تصفها كما في البطاقة ويحاول بقية المتعلمين تخمين هذه التكنولوجيا.
٢. اسأل المتعلم ما الاستراتيجية التي استخدمها لوصف التكنولوجيا التي في بطاقته؟ قد يشير المتعلم إلى أن وصف المشكلة أو الحاجة إلى التكنولوجيا ساعدته في التخمين بشكل صحيح.

التأمل (١٠ دقائق)

١. يطرح المعلم الأسئلة التالية:

- بعد القيام بالأنشطة السابقة، كيف تصف التكنولوجيا للآخرين؟
- من الذي صمم الأدوات التكنولوجية؟

٢. أترك مجال للمتعلم لإكمال حل النشاط (كيف ترى نفسك كمهندس) في صفحة رقم ٥ في مذكرة النشاط، حيث يحدد نقاط القوة لديه كمهندس والمهارات الهندسية التي يرغب في تنميتها، مع التأكيد على دور المعلم في تعزيز المتعلم كمهندس.

تلميح: يمكنك توسيع النقاش حول كيس الساندويتش عن طريق تفكير المتعلمين كيف يمكن لهذه التكنولوجيا أن تتطور مع مرور الوقت .

تلميح: اذا كان تخمين اللعبة التقنية صعب جدا على المتعلمين، حينها يمكنهم تجاهل " الكلمات الممنوعة" التي وصفت في البطاقة.

تلميح: بشكل بديل يمكنك تقسيم مجموعتك الى فريقين وإعطاء كل مجموعة تخمين ظهر بطاقة تقنية. ويمكن للمجموعتين أن تلعب بشكل مستقل لمعرفة من يمكنه تخمين كل التقنيات بشكل أسرع.



ماهي التكنولوجيا؟

بطاقات خَمَن التكنولوجيا

نشاط تحضيرى 2

زر

الكلمات الممنوعة: قميص يمسك

دراجة

الكلمات الممنوعة: ركوب عجلات دواسة

أربطة أحذية

الكلمات الممنوعة: حذاء خيط حذاء رياضي ربط

قبعة صلبة

الكلمات الممنوعة: بناء رأس

ساعة إيقاف

الكلمات الممنوعة: إيقاف بدأ سباق زمن

عملة معدنية

الكلمات الممنوعة: نقود دائرية

جهاز تحديد الموقع GPS

الكلمات الممنوعة: العنوان الاتجاهات

آلة حاسبة

الكلمات الممنوعة: الرياضيات الجمع الطرح

قرص مرن

الكلمات الممنوعة: قرص ذاكرة كمبيوتر موسيقى

ميزان

الكلمات الممنوعة: قياس كتلة

نار التخيم

الكلمات الممنوعة: دفعى خشب

إبرة

الكلمات الممنوعة: عين خيط يخيط



ميكروويف

الكلمات الممنوعة: حرارة تدفئة طعام

ساعة رملية

الكلمات الممنوعة: رمل وقت قلب

شريط تثبيت

الكلمات الممنوعة: أحذية رياضية لاصق

تسجيل

الكلمات الممنوعة: موسيقى تشغيل

دراجة بخارية صغيرة

الكلمات الممنوعة: ركب عجلات

بوصلة

الكلمات الممنوعة: الاتجاهات شمال

ماكينة خياطة

الكلمات الممنوعة: ملابس خيوط إبرة

بطاقة ائتمان

الكلمات الممنوعة: نقود دفع بلاستيك

كرات من الطلاء

الكلمات الممنوعة: لعبة بقع أطلق

خوذة دراجة

الكلمات الممنوعة: رأس حزام حماية

سحاب

الكلمات الممنوعة: معطف سترة اغلق

عداد

الكلمات الممنوعة: رياضيات خرز



نظرة عامة: سيصمم المتعلمين كرة نشطة لبدء التحقيق عن كيف يمكن للكيمياء أن تغير خصائص المواد. وبعد ذلك سيكتشفون كيف تشكلت كراتهم النشطة من الجزيئات المصنوعة من البلاستيك.

ملاحظة للمعلم: في هذا النشاط سيكتشف المتعلمين بنية البوليمر (سلسلة طويلة من الجزيئات) عن طريق صناعة كرات نشطة من البوليمر ومن ثم صنع نموذج بوليمر بشري. قد يطرح المتعلمين أسئلة لا تعرف إجابتها حول البوليمرات وهذا جيد ولكن في نفس الوقت شجعهم على التفكير لإيجاد أجوبة عن أسئلتهم، يمكنك الاستعانة بدرس البوليمر في ص. ٢٣-٢٥ من هذا الدليل.

مواد النشاط ١

أدوات للمجموعة كلها:

- ☐ ملصق عملية التصميم الهندسي (poster)
- ☐ سبورة وقلم
- ☐ ورقة رسم بياني
- ☐ ١ علبة مسحوق البورق المتبلور ١٢ أوقية
- ☐ ١ حاوية ماء دافئ ٣٢ أواق
- ☐ ١ جريدة للخلط أكثر
- ☐ ١ علبة ملون طعام
- ☐ ١ كرة شاطئ
- ☐ ١ لفة مناديل ورقية

توزيع وقت النشاط:

التمهيد : ٥ دقائق

صنع الكرة النشطة : ٣٠ دقيقة

استكشاف البوليمرات : ١٥ دقيقة

التأمل : ٥ دقائق

٥٥ دقيقة

مهارات القرن ٢١:

○ التفكير الناقد

○ التعاون

○ حل المشكلات

ملاحظة: إذا كان عدد المتعلمين

في البرنامج قليل يمكنك

النظر بشأن من يتطوع في

مساعدتهم بتشكيل نموذج الإنسان

حيث أن ذلك يتطلب ١٠

أشخاص على الأقل.

اعداد النشاط ١

١. تعليق ملصق التصميم الهندسي.
٢. اعداد جدول للمواد مع جميع مكونات صناعة الكرة النشطة. وضع ملصقين (كبيرة وصغيرة) أمام مسحوق البورق المتبلور والماء والغراء.
٣. تحديد مساحة من الغرفة لاستكمال نشاط البوليمر البشري، وينبغي أن تكون تلك المساحة صغيرة بما يكفي المتعلمين للتفاعل ولكن كبيرة بما يكفي الجميع الذين يتحركون في المنطقة وهذا سيختلف تبعا لعدد المتعلمين في البرنامج. حاول أن تكون هناك مساحة ١٥ x ١٥ لعدد ٨-١٥ متعلم، ومساحة ٢٥ x ٢٥ لعدد ١٦-٢٤ متعلم.
٤. راجع الدرس الخاص بالبوليمر في ص. ٢٣-٢٥ من هذا الدليل.
٥. اختياري: لتعرف نفسك عن الكيفية التي سيعمل بها نموذج البوليمر البشري شاهد "صناعة البوليمر" (0:00-1:05): <http://tinyurl.com/o3ejhz3>. هذا النموذج مماثل للنموذج الذي ستعده ولكن امنح المتعلمين حرية أكبر في صناعة النموذج الخاص بهم.



اعتبارات السلامة للنشاط ١

إن مسحوق البورق المتبلور هو أحد المكونات اللازمة في نشاط صنع الكرة النطاطة حيث إن هذا المسحوق عبارة عن مطهر عالي المستوى. وهذا المسحوق قد لا يسبب تهيج للجلد عند لمسه ولكن ينبغي على المتعلمين غسل اليدين جيدا بعد النشاط. كما يجب على المتعلمين الذي يعرفون أن لديهم بشرة حساسة أن يكونوا حذرين جدا عند تعاملهم مع هذا المسحوق.



أهداف النشاط:

- التعرف على مكونات المادة.
- التعرف على التركيب الكيميائي للمادة وخصائصها.
- إعداد نموذج التركيب الكيميائي للبوليمر لفهم المواد وخصائصها.

التمهيد (٥ دقائق)

١. اعرض للمتعلمين كرة شاطي، ودعهم يفكرون في خصائص هذه المادة. اطرح عليهم الاسئلة التالية:

- كيف تصف خصائص كرة الشاطي؟ نطاطة، ملساء، مطاط وغيرها.
- برأيك ما الذي تكسبه هذه الخصائص للمادة؟ تقبل جميع الإجابات

٢. اخبر المجموعة إن اليوم تم التعاقد مع فريق من المهندسين الكيميائيين من قبل شركة تصنيع ألعاب، وفي الأونة الأخيرة أصيب الكمبيوتر بخلل وأخفقت الشركة في تصنيع كرة نطاطة، على الرغم إن الشركة على علم بالمواد الداخلة في صناعة الكرات النطاطة ولكنها لا تعلم عملية أو طريقة تصنيعها. سيعمل المتعلمين في مجموعات صغيرة لتصميم وصفة جديدة لتصنيع كرة نطاطة لتلك الشركة.

صناعة كرة نطاطة (٣٠ دقيقة)

١. قسم المتعلمين الى ٢ أو ٣ مجموعات، ثم أخبرهم بفتح ص. ٦ من مذكرة النشاط للاطلاع على تحدي الكرة النطاطة.
٢. أشر على المواد التي سوف تكون متاحة، ثم اشرح للمتعلمين محددات وقيود التحدي والتي هي يمكن للمجموعات استخدام فقط ما يقارب أربعة ملاعق من كل مادة ويمكنهم استخدام أقل إن رغبوا في ذلك ولكن لا تستخدم المواد كاملة.
٣. اخبر المجموعات أن لديهم ٢٠ دقيقة لتصميم كراتهم النطاطة، واطرح لهم أن عليهم التخطيط والابتكار وتجربة وصفة واحدة دون تغيير أيا من المكونات، وبعد التجربة يمكنهم تغييرها عدة مرات وكما يرغبون من أجل تحسينها. ويجب عليهم تطوير وتحسين وصفتهم من خلال تغيير عنصر واحد فقط في كل مرة حتى يتمكنوا من مراقبة التأثير. وبعدها يجب على المتعلمين تسجيل وصفة التصنيع الجديدة في مذكرة النشاط الخاصة بهم. وفي نهاية الزمن المحدد يجب أن يكون لديهم كرة نطاطة واحدة لتقديهما وعرضها، وستختبر وتجرب المجموعات الكرات النطاطة النهائية.
٤. كمجموعة عليهم تحديد إجراءات التجربة أو الاختبار. قد يقرر المتعلمين إسقاط الكرة من ارتفاع معين وقياس الارتداد بعضا القياس أو عن طريق وضع قطعة من الشريط اللاصق على الحائط. وقد يقرر المتعلمين أيضا أنه يمكنهم رميها على الأرض لاختبارها.
٥. امنح المتعلمين ٢٠ دقيقة للعمل وأخبرهم باستمرار حول الدقائق المتبقية من الزمن المحدد.

تلميح: إن مصطلح "وصفة"

يمكن أيضا أن يتم استبداله بـ "عملية"، تأكد أن المتعلمين يعرفون أن العملية يمكن أن تكون نوع من التكنولوجيا التي تضم قائمة من المكونات والخطوات لإنشاء المنتج.

تلميح: يمكن أن يجعل المتعلمين كراتهم النطاطة في كيس بلاستيك مغلق أو في أوعية، حيث إن خلطها في كيس مغلق قد يساعدها على احتواء الفوضى.

تلميح: اقترح على المتعلمين التحقق في كيف يمكن للحجم إن يؤثر على الكرة النطاطة حيث يمكنهم كسر كراتهم إلى قطع صغيرة من أجل اختبارها.



٦. بعد انتهاء الوقت المحدد، على كل مجموعة أن تعرض عملية وطريقة تصنيع الكرة وتثبت قدرتها النطاطة،
واسأل:

- ما الذي لاحظته أثناء التحقيق في المواد؟ تقبل جميع الإجابات، قد يجد المتعلمين أن إضافة البوراق المتبلور يجعل الغراء نطاطا ولكن إضافة الكثير من البوراق يجعل من الصعب جدا على الكرة أن ترتد.
- كيف يمكنك تحسين وتطوير هذا التصميم؟

البوليمر البشري الجزء الأول (١٠ دقائق)

١. أخبر المتعلمين الآن أنهم سيقومون باستكشاف التركيب الكيميائي الفريد الذي شكلوه عندما صنعوا كراتهم النطاطة.
٢. اشرح للمتعلمين إن الغراء يتكون من جزيئات كبيرة جدا تسمى البوليمر، والبوليمر يتكون من وحدات أصغر تسمى المونومر. يمكن للمتعلمين أن يجدوا تعريف "البوليمر" و"المونومر" في مقدمة البوليمر ص. ٧ من مذكرة النشاط.
٣. اطلب ٤-٦ متطوعين وأخبرهم إن كل متطوع سيمثل مونومر.

٤. اشرح لهم الآن أنهم سيكتشفون كيف يمكن لهذه المونومرات أن تكون قادرة على الحركة بنفسها. واعرض لهم المنطقة الحدودية التي تتحرك المونومرات بداخلها (انظر الى النشاط ١ ص. ٢٩ من هذا الدليل). بعدها اسأل المتطوعين الذين مثلوا المونومرات واستغرقوا ١٥ ثانية للحركة في المنطقة الأسئلة التالية:

كيف تصف هذه التجربة؟ كان لدينا الكثير من المساحة والحرية للحركة حول المنطقة.

عندما تكون قريب من مونومر آخر ما الذي يحدث؟ كنا قادرين على التكيف والتحرك بواسطة بعضنا البعض.

٥. أخبر المتطوعين أن يمسكوا أيدي بعضهم البعض ويشكلوا سلسلة كبيرة. لاحظ أنهم فقط شكلوا بوليمر عن طريق ربط المونومرات أكثر ببعضها البعض، والآن أخبر المجموعة إن عليهم التحرك حول المنطقة بصفتهم سلسلة بوليمر وبعد ذلك اسألهم:

كيف يختلف ذلك عن عندما كنتم جزيئات فردية؟ لا يمكن الحركة بسهولة ولا نعرف من يقود السلسلة والى اين نتوجه.

٦. أكد لهم أنه عندما ترتبط بعض المونومرات ببعضها -كما فعلوه الآن- تشكل بوليمر.

٧. أخبر المجموعات إن الغراء الذي استخدموه لصناعة كراتهم النطاطة يتكون من ملايين من سلاسل البوليمر.

٨. اطلب من بقية المتعلمين أن يشكلوا سلاسل بوليمر من ٤-٦ مونومرات، لذلك سيكون هناك عدة نماذج من سلاسل البوليمر. أخبر البوليمر إن عليهم الحركة داخل المنطقة المحددة لمدة ٢٠ ثانية، ثم اسأل المجموعة:

كيف يختلف ذلك من عندما كان هناك سلسلة بوليمر واحدة فقط؟ كان لدينا مساحة اقل بكثير للحركة بداخلها، ويمكن بسبب التشابك مع بوليمرات أخرى أو بسبب محاصرتنا لبعضنا البعض لذلك لم نستطيع الحركة.

البوليمر البشري الجزء الأول (٥ دقائق)

١. أخبر المجموعة أنه يوجد في الغراء مجموعة كبيرة من سلاسل البوليمر يمكن أن تنزلق من بعضها البعض تماما كقدرتها على الحركة حول بعضها البعض. وهذا ما يسمح للغراء بالتدفق والتقلص خارج القنينة.

٢. والآن اشرح للمتعلمين أنهم سيحاكون ما حدث عند إضافة مسحوق البوراق المتبلور الى الغراء. اطلب من بعض المتطوعين كسر خيوط البوليمر. ثم اشرح لهؤلاء المتطوعين أنهم سيعملون كوصلات متخللة ويشكلون سلاسل بوليمر جديدة. اطلب من المتطوعين الذين مثلوا المونومرات أن يتحركوا في المنطقة المحددة لمدة ٢٠ ثانية، ثم اسأل المجموعة:

تلميح: إذا نفذ الوقت انتقل الى النشاط التالي "نموذج البوليمر البشري".

تلميح: يمكنك إضافة الكراسي أو العقيات لتجعل الحركة أكثر ضيقا وحصرًا.

تلميح: إذا لم يرغب المتعلمين في عقد ايديهم اخبرهم بربط مرفقيهم أو أعطيهم منشفة ورقية حتى يمسكوا بها بين الفرد والأخر.

تلميح: أشر إلى متعلم واحد ب"المونومر" وعلى مجموعة المتعلمين ب"بوليمر" حيث كلما سمع المتعلمين هذه المفردات كلما شعروا بالراحة عند استخدامها.

تلميح: قد يسأل المتعلمين عن سبب صلابة الغراء حيث أن السبب يعود الى إن الغراء مصنوع من البوليمر والماء. عند تبخر الماء يبقى البوليمر عالقا وبذلك يتصلب الغراء في مكانه.

تلميح: شاهد صناعة البوليمر (0:38-
<http://tinyurl.com/> (1:05



ملاحظة عامة: سوف يقوم المتعلمين بلعب لعبة التفتيش من أجل تحديد أنواع مختلفة من البلاستيك التي يستخدمونها كل يوم. وبعد ذلك سوف يتعلمون نوع بديل من البلاستيك يسمى البلاستيك الحيوي، حيث سيتعرف المتعلمين على التحدي الذي سيواجهونه في بقية الوحدة.

ملاحظة للمعلم: في هذا النشاط سيحاول المتعلمين تحديد الأشياء المصنوعة من الأنواع الستة للبلاستيك (وفقاً لرمز تعريف البلاستيك #1-#6). إن بعض المواد البلاستيكية من الصعب جداً العثور عليها. يجب عليك جمع أمثلة على كل نوع من البلاستيك، وبذلك سيكون المتعلمين قادرين على استكشاف خصائص نوع البلاستيك الذي لم يجده. وبما أنه ليست كل الأشياء البلاستيكية مصنفة ستجد قائمة من الأمثلة على كل نوع من البلاستيك يمكن الاطلاع عليها في ص. ٣٣ من هذا الدليل.

مواد النشاط ٢

أدوات للمجموعة كلها:

- ☐ ملصق عملية التصميم الهندسي (poster)
- ☐ فيديو التقرير الخاص بوحدة بالهندسة في كل مكان
- ☐ جمع البلاستيك (انظر إلى الملاحظة في الإعداد)
- ☐ ١ قنينة مياه بلاستيكية
- ☐ ١ لفه شريط لاصق
- ☐ ٧ أوراق رسم بياني
- ☐ ١٠٠ ورق ملاحظات لاصقة

لكل متعلم:

- ☐ مذكرة النشاط

توزيع وقت النشاط:

التمهيد : ١٠ دقائق

لعبة التفتيش : ٢٠ دقيقة

التعرف على البلاستيك الحيوي :
٢٠ دقيقة

التأمل : ٥ دقائق

٥٥ دقيقة

مهارات القرن ٢١:

○ التعاون

○ التواصل

إعداد النشاط ٢

١. اجمع أمثلة على كل نوع من البلاستيك رُمز لها # ١ - # ٦، على النحو الذي حدده رمز التعريف الخاص بالبلاستيك.
٢. رقم ست قطع في ورقة الرسم البياني # ١ - # ٦ بشكل بارز في أعلى الورقة واترك ورقة أخرى بدون ترقيم من ثم قم قسم كل ورقة إلى ٣ أعمدة وصنفها إلى "كائن"، "استخدام" و "خصائص".
٣. جهز وشاهد فيديو التقرير الخاص بوحدة بالهندسة في كل مكان (١٠:٥٣-٠٠) على

<https://vimeo.com/128602672>



أهداف النشاط:

- التعرف على الأنواع المختلفة للبلاستيك والخصائص الفريدة لكلا منها.
- التعرف على المشاكل البيئية التي يسببها البلاستيك بسبب عدم قابليته للتحليل.
- التعرف على مفهوم البلاستيك الحيوي.

مناقشة البلاستيك (١٠ دقائق)

١. حفز المجموعات على عكس ما فعلوه خلال النشاط السابق، اسألهم:
ما هي المواد التي استخدمتها لصناعة الكرات النطاطة؟ البوليمرات.
٢. أخبر المتعلمين انهم سوف يستكشفون مادة البوليمر المهندسة التي يستخدمونها كل يوم: البلاستيك! ذكر المتعلمين أن جميع المواد البلاستيكية مصنوعة من البوليمرات. اسأل المجموعة:
هل يستطيع أحد منكم أن يعطيني شيء مصنوع من البلاستيك استخدمته اليوم؟
ما نوع الخصائص التي يمتلكها؟ هل هو خفيف ومرن أو جامد وصعب؟
٣. ارفع قنينة مياه بلاستيكية قابلة للتدوير، وأشر الى رمز المثلث والرقم المكتوبان في قاع القنينة (أسفل) واسأل:
ماذا يعني رمز المثلث والرقم؟ يشير المثلث الى أن هذا الشيء هو قابل لإعادة التدوير، و يمثل الرقم نوع معين من البلاستيك صُنع منه هذا الشيء. حيث أن كل نوع من البلاستيك مصنوع من نوع مختلف من البوليمرات.
٤. أخبر المتعلمين بأنهم سينقلون الآن إلى لعبة التفتيش من أجل إيجاد أكبر عدد ممكن من الأشياء المصنوعة من أنواع البلاستيك المختلفة.

لعبة التفتيش (٢٠ دقيقة)

١. قسم المتعلمين الى مجموعات من ٣-٤ أشخاص. وأخبرهم بأن يفتحوا ص. ٩ " لعبة التفتيش عن البلاستيك" في مذكرة النشاط من أجل إيجاد المبادئ التوجيهية للعبة.
٢. أخبر المجموعة أنه سيكون لديهم ١٠ دقائق لاستكشاف مركزهم (ضمن أي حدود ترغب في وضعها للمجموعة) والعثور على أمثلة مختلفة من الأشياء البلاستيكية، يجب عليهم أن يحاولوا التعرف على نوع البلاستيك المصنوعة منها تلك الأشياء ويتم ذلك من خلال النظر الى رقم المثلث الموجود في القاع.
٣. خلال التفتيش يجب على المتعلمين تعبئة الجدول الموجود في ص. ١٠ من مذكرة النشاط مع ذكر أكبر عدد ممكن من الأمثلة على كل نوع من البلاستيك والاستخدام وخصائص المواد المصنوعة منه. لاحظ أن جميع أنواع البلاستيك تم تعريفها برمز أو رقم معين.
٤. اعطي المجموعات ١٠ دقائق لإكمال التفتيش وتعبئة الجدول.

تلميح: اطلب من المتعلمين النظر في جميع أنحاء غرفة الصف والإشارة إلى أمثلة من البلاستيك. على الأرجح سوف تكون كراسيهم أو طاولاتهم مصنوعة من البلاستيك، وكذلك ساعة الحائط، وشاشات الكمبيوتر والأساور وساعات اليد، والكرات الرياضية.

تلميح: يتكون كل نوع من البلاستيك من بوليمر مختلف. وكل بوليمر يتفاعل بشكل مختلف. ويعطي البلاستيك المختلف خصائص مواد فريدة من نوعها.



٥. في الوقت الذي يستكشف فيه المتعلمين، قم بإصاق ٧ أوراق الرسم البياني التي جهزتها مسبقا على الحائط وضع فيها ٦ الأمثلة البلاستيكية التي جمعتها.

٦. عندما تنتهي المجموعات وتعود الى مكانها، دعهم يقومون بملء ورقة الرسم البياني بالأمثلة البلاستيكية المختلفة.

٧. اطلب من المتعلمين أن يختاروا احد الأشياء البلاستيكية التي وجدوها ويقوموا بوصف خصائصها تبعا للرقم الموجود فيها، اسأل:

لماذا تعتقد أن هذه الأشياء المختلفة مصنوعة من أنواع مختلفة من البلاستيك؟ إن المواد البلاستيكية المختلفة لها خصائص مختلفة والتي جعلتها أكثر ملائمة لتطبيقات محددة.

٨. لاحظ أنه قد تم العثور على جميع أنواع البلاستيك. اعرض للمتعلمين أمثلة البلاستيك التي لم يستطيعوا إيجادها. كمجموعة قوموا بملء الجدول بهذه الأرقام. وقد يحتاج المتعلمين أيضا إلى مناقشة أنواع البلاستيك التي وجدوها وكانت بدون تصنيف (رقم في القاع). انظر الى التلميح في اليسار.

تمهيد ومناقشة البلاستيك الحيوي (٢٠ دقيقة)

١. أخبر المتعلمين أن معظم المواد البلاستيكية مصنوعة من البوليمرات الاصطناعية، وهذا يعني أنه تم صنعها في المختبر. أخبرهم أيضا بأنهم سيشاهدوا الآن فيديو سريع حول بعض المشاكل التي يسببها البلاستيك التقليدي، وكيف عمل المهندسين على إعادة تصميم البلاستيك التقليدي باستخدام البوليمرات الطبيعية، أو البوليمرات الموجودة في الطبيعة. شغل فيديو التقرير الخاص بالهندسة في كل مكان (٠:١٠-٥٣) <https://vimeo.com/128602672>.

٢. بعد تشغيل الفيديو، اسأل:

ما هي بعض المشاكل التي تسببها المواد البلاستيكية التقليدية؟ تلوث بيئتنا، تتحلل ببطء، ليست قابلة للتحلل،

كيف يختلف البلاستيك الحيوي عن البلاستيك التقليدي؟ مصنوع باستخدام النشويات والسكريات التي من النباتات، لذلك فإنه يتحلل بسرعة أكبر من المواد البلاستيكية التقليدية.

ما هي بعض مزايا البلاستيك الحيوي؟ البلاستيك الحيوي لا يتراكم في مكبات القمامة لأنه قابل للتحلل.

هل يمكنك التفكير في عيوب تنتج من صنع البلاستيك من المنتجات القائمة على النباتات؟ تقبل جميع الإجابات. قد يجد قد المتعلمين صعوبة في تحديد العيوب، يمكنك أن توضح لهم أن البلاستيك الحيوي قد يعتمد على استخدام مصدر الغذاء، والذي يمكن أن يؤدي الى ارتفاع أسعار المواد الغذائية. وقد يكون لها أيضا آثار بيئية (الأسمدة) وقد لا تكون خصائصها جيدة مثل البلاستيك التقليدي.

تلميح: يمكن الاطلاع على قائمة من بعض الخصائص المشتركة لكل نوع من البلاستيك على ص. ٣٣ من هذا الدليل.

تلميح: العديد من المواد البلاستيكية غير معرفة او غير مصنفة . ويمكن للمتعلمين كمجموعة استخدام الجدول الموجود في ص. ٣٣ من هذا الدليل لافتراض نوع البلاستيك لكل مثال غير معرف.و إذا كنت تعتقد أنهم سيكونوا مهتمين بذلك يمكنك نسخ الجدول في ص. ٣٣ لإعطائهم بعد أن يكونوا قد أكملوا التفتيش.

تلميح: تم العثور على البوليمرات الطبيعية في الطبيعة، وتشمل النشويات والبروتينات والحمض النووي وغيره. كما أن البوليمرات الاصطناعية هي تلك المصنوعة في المختبر من قبل البشر، ومن الأمثلة على البوليمرات الاصطناعية هي تلك التي تُصنع منها المواد البلاستيكية التقليدية والمواد اللاصقة. يعتبر المطاط حالة مثيرة للاهتمام لأن البوليمرات التي تشكل منها المطاط يمكن العثور عليها في الطبيعة (من أشجار المطاط) أو يمكن تصنيعها في المختبر.



٣. وضح للمتعلمين أنه طوال ما تبقى من هذه الوحدة، سوف تكون لديهم فرصة لصنع البلاستيك الحيوي الخاص بهم تماماً مثل المهندسين في الفيديو.

٤. بالنسبة للوقت المتبقي من اليوم، وضح للمتعلمين أنك تريد منهم التركيز على الطرق التي يمكن فيها إعادة توظيف أو إعادة استخدام البلاستيك الحالي. امسك قنينة مياه بلاستيكية وارفعها للمتعلمين، وضح لهم أنك ستمرر ورق ملاحظات لاصقة عليهم وفي كل ورقة ملاحظة عليهم رسم أو كتابة فكرة واحدة عن الكيفية التي يمكنهم بها إعادة توظيف قنينة المياه. كما يجب عليهم أن يكتبوا أكبر عدد ممكن من الأفكار في كل ورقة ملاحظات لاصقة.

٥. وزع الملاحظات اللاصقة على المتعلمين وامنحهم ٥ دقائق لكتابة أفكارهم. شجع المتعلمين على التفكير خارج الصندوق بأي فكرة تستحق الكتابة أو الرسم يمكنهم عرضها. ويمكن إيجاد بعض الأمثلة على إعادة توظيف البلاستيك في ص. ٣٥ من هذا الدليل.

٦- اطلب من المتعلمين تبادل أفكارهم ومن ثم إلصاق ملاحظاتهم على قنينة المياه. واسأل:

ما هي الطرق التي يمكن بها إعادة استخدام البلاستيك؟ تقبل جميع الإجابات

التأمل (٥ دقائق)

١. اجمع المتعلمين حول ملصق عملية التصميم الهندسي، واسأل:

ما هي خطوات عملية التصميم الهندسي التي استخدمناها اليوم؟ تحديد مشكلة التلوث الناتجة من البلاستيك، التحقيق في البلاستيك وإيجاد البدائل المحتملة للبلاستيك التقليدي، وتصور كيف يمكن إعادة استخدام البلاستيك.

ما الذي اكتشفته عن جميع أنواع البلاستيك التي نستخدمها؟ هناك الكثير من أنواع البلاستيك، ولكل منها خصائص مختلفة.

برأيك، من الذي قام بتصميم هذه الأنواع المختلفة من البلاستيك؟ المهندسين الكيميائيين!

٢. أخبر المتعلمين بأنهم خلال النشاط القادم سيكونون مهندسين كيميائيين من خلال قيامهم بابتكار وصناعة بلاستيك من المنتجات ذات الأصل النباتي، مثل تلك التي تعلموها اليوم.



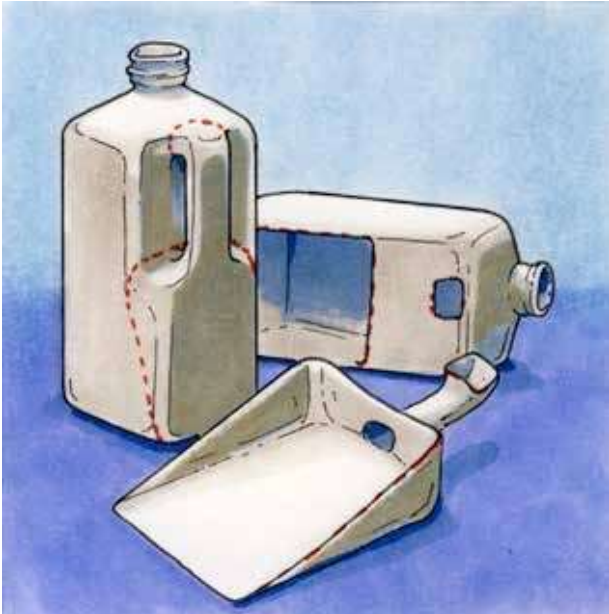
أرقام البلاستيك (أمثلة وخصائص)

الخصائص	الأمثلة	رقم البلاستيك
مرنة، خفيفة، قابلة للعصر	القنينة البلاستيكية للمياه والمشروبات الغازية ذات الاستعمال الواحد، علبة زبدة الفول	#1 بولي إيثيلين تيريفثاليت
جامدة، صلبة، متينة	أباريق الحليب، الأطواق، الدلاء الخمسة للجالون، بعض قنينات الشامبو وأدوات الزينة	#2 بولي إيثيلين عالي الكثافة
الفينيل يمكن أن يحمل مجموعة من الخصائص تتراوح من القوة والصعوبة إلى المرونة والخفيفة .	ستائر الحمام، أثاث الحديقة، الأنابيب الجامدة (أنابيب PVC)، محفوظات الفينيل، ملابس وإكسسوارات الفينيل	#3 الفينيل
مرنة، خفيفة، قابلة للبسط أو التمدد	أكياس بلاستيكية، قنينات للعصر (العسل والخردل)، أكياس الطعام المجمد، أغطية الحاويات المرنة	#4 بولي إيثيلين منخفض الكثافة
قابل للعصر، جامد، القابل للتسخين بالميكرويف	ميكروويف قابل لإعادة الاستخدام، وأدوات المطبخ، حاويات اللبن وأحواض السمن، أطباق وكؤوس ذات الاستعمال الواحد	#5 بولي بروبيلين
البوليسترين يمكن أن يحمل مجموعة من الخصائص تتراوح من الجامدة والصلابة إلى اللينة والأسفنجية	كراتين البيض، أكياس تعبئة الفول السوداني، وأكواب الستايروفوم، صواني الستايروفوم، الأواني البلاستيكية	#6 بوليسترين



أمثلة على إعادة استخدام البلاستيك

نشاط 2





نشاط 3

تحقيق البلاستيك الحيوي

لمحة للمعلم

نظرة عامة: سيستخدم المتعلمين خطوة التحقيق لصنع البلاستيك الحيوي من الذرة والأجار (منتج من الطحالب).

ملاحظة للمعلم: في هذا النشاط، يجب أن يتم صنع إجمالي ستة وصفات للبلاستيك الحيوي. وإذا كان لديك أكثر من ست مجموعات، يمكنك أن تجعل مجموعتين يقومان بنفس الوصفة ومن ثم قم بمقارنة النتائج. تمت كتابة التعليمات هنا لصنع البلاستيك الحيوي على أطباق ساخنة ومن ثم وتجفيفها في الميكروويف، ولكنه أيضا يمكن صناعته باستخدام الميكروويف فقط كما تم التوضيح في ص. ٤٢ من هذا الدليل. سيكون هناك أربعة أطباق ساخنة، وفي حالة كان هناك أكثر من أربع مجموعات على المتعلمين التناوب في استخدام الأطباق الساخنة. يرجى مراجعة بروتوكول السلامة قبل البدء.

مواد النشاط 3

أدوات للمجموعة كلها:

- ☐ ملصق عملية التصميم الهندسي (poster)
- ☐ ورق رسم بياني
- ☐ جرائد
- ☐ ١ حاوية أجار
- ☐ ١ نشأ الذرة
- ☐ ١ حاوية جلسرين
- ☐ ١ حاوية مياه، ٣٢ أوقية
- ☐ ميكروويف
- ☐ ١ لفة شريط لاصق
- ☐ ١ لفة مناديل ورقية
- ☐ ١ ورقة لباد

توزيع وقت النشاط:

التمهيد : ٥ دقائق

تحقيق البلاستيك الحيوي : ٣٠ دقيقة

التأمل : ١٠ دقائق

٤٥ دقيقة

إعداد النشاط ٣

١. ضع الأطباق الساخنة على طاولة بحيث تكون سهلة للرؤية والرصد.
٢. قم بإعداد جدول لمواد ومكونات وصفات البلاستيك الحيوي. ضع ملعقتين صغيرتين وملعقتين كبيرتين في الأوعية الورقية أمام الأجار، ونشأ الذرة، والجلسرين، والمياه.
٣. اطبع نسخة واحدة من ورقة الملاحظة الموجودة في ص. ٤٥ من هذا الدليل لكل مجموعة.
٤. ارفع الإجراءات الخاصة بعمل البلاستيك الحيوي ص. # من هذا الدليل.

مهارات القرن ٢١:

○ التعاون



اعتبارات السلامة للنشاط ٣

سيتعامل المتعلم اليوم مع الأطباق الساخنة والبلاستيك الحيوي الساخن، لذلك يجب عليك أن تتبع بروتوكولات السلامة عند التعامل مع الأطباق الساخنة (لا تلمس السطح)، والأواني الساخنة (لا تضع الوعاء الساخن مباشرة على سطح الطاولة)، والبلاستيك الحيوي الساخن (لا تلمس الخليط حتى يبرد). يجب على المتعلمين استخدام



نشاط 3

تحقيق البلاستيك الحيوي

دليل النشاط

أهداف النشاط:

- التعرف على المواد ذات الأصل النباتي، مثل النشاء، والتي يمكن استخدامها لهندسة المنتجات البلاستيكية.
- اعداد وصفات مختلفة يمكن أن تؤدي إلى مواد ذات خصائص مختلفة.

التمهيد (٥ دقائق)

١. رحب بالمتعلمين مجدداً، وللمراجعة اسألهم:

لماذا نستخدم الكثير من البلاستيك في حياتنا اليومية؟ يمكن استخدامه لإنشاء العديد من المنتجات والتي يمكن أن يكون لها خصائص متنوعة مثل خصائصه.

ما هي بعض أنواع البلاستيك المختلفة التي تحدثنا عنها؟ البلاستيك التقليدية غير القابلة للتحلل من النفط. والبلاستيك الحيوي المصنوع من المنتجات ذات الأصل النباتي والقابل للتحلل.

لماذا تعتقد أن المهندسين الكيميائيين يعملون على تصميم البلاستيك الحيوي؟ شجع كل الإجابات.

٢. أخبر المجموعة أنه لبقية هذه الوحدة سوف يعملون كفريق من المهندسين الكيميائيين من أجل محاولة استخدام المواد ذات الأصل النباتي في إعادة تشكيل بعض خصائص المنتجات البلاستيكية التي نستخدمها يوميا. اسأل:

هل يمكن لأي شخص أن يحدد المشكلة التي نحاول حلها؟ إنشاء بلاستيك حيوي خصائصه مماثلة لخصائص البلاستيك الحقيقي.

وفقا لعملية التصميم الهندسي، ما هي الخطوة التالية التي يجب أن نأخذ بها في الحساب عند حل مشكلتنا؟ التحقيق

تحقيق البلاستيك الحيوي (٣٠ دقيقة)

١. وضح لهم أن اليوم ستقوم المجموعات الصغيرة بإعداد وصفات مختلفة للبلاستيك الحيوي. وفي النشاط التالي وبعد منحهم وقتاً حتى تجف عيناتهم، سيقوم المتعلمين بتقييم كيفية تأثير المكونات المختلفة على خصائص البلاستيك الحيوي الذي قاموا بإعداده.

٢. دع المتعلمين يعلمون أنهم كمهندسين كيميائيين سيتعاملون مع معدات مختلفة مثل الأطباق الساخنة. واطلب منهم قراءة وتوقيع اتفاقية السلامة المخبرية في مذكرة النشاط ص. ١١ من هذا الدليل.

٣. انتقل مع المتعلمين الى تحقيق البلاستيك الحيوي، ستجد الوصفات المختلفة ص ١٤ - ١٥ في مذكرة النشاط، من خلال قراءة المكونات المختلفة التي سيستخدمونها، اسأل:

تلميح: استعرض مع المتعلمين الفرق بين المعلقة الكبيرة والمعلقة الصغيرة في مذكرة النشاط.



هل تعتقد أن الوصفات المختلفة ستشكل بلاستيك مختلف الخصائص؟ ولماذا؟ نعم، لأن المكونات المختلفة ستؤدي إلى اختلاف في خصائص المواد، وكذلك لأن الكميات المختلفة من المكونات ستغير من تركيب البوليمر.

برأيك، لماذا تعتقد إن عنصر واحد فقط هو المختلف في كل وصفة؟ لتحديد تأثير ذلك العنصر الواحد على خصائص البلاستيك الحيوي.

٤. قسم المتعلمين إلى ٢ أو ٣ مجموعات. حدد لكل مجموعة وصفة واحدة لتقوم بإعدادها حيث اجعلهم يضعون عليها دائرة في المذكرة. بالنسبة للمجموعات الكبيرة، وضح لهم أنهم سيتناوبون في صنع البلاستيك الحيوي الخاص بهم. في حين عمل المجموعات، يمكن للمتعلمين إبداء ملاحظاتهم حول البلاستيك الحيوي الآخر الذي تم صنعه.

٥. صف إجراءات عمل البلاستيك الحيوي كما هو موضح في ص. ٤١ من هذا الدليل. يمكن للمتعلمين إتباع تعليمات إعداد البلاستيك الحيوي: الأطباق الساخنة ص. ١٢ من مذكرة النشاط الخاصة بهم، وفي حالة استخدام الميكروويف ينتقل المتعلمين إلى ص. ٤٢ من هذا الدليل وص. ١٣ من مذكرة النشاط.

٦. وضح لهم أنه يجب على المهندسين الكيميائيين دائما الحفاظ على المكان نظيفا في مختبرهم لأغراض السلامة. أخبر المتعلمين أنهم سيكون المسؤولون عن تنظيف المكان بأكمله قبل السماح لهم بالمغادرة. تأكد من أن المتعلمين ينتظرون الوعاء بضع دقائق حتى يبرد قبل استخدامه. يمكن للمتعلمين استخدام المعلقة لكشط بعض من البلاستيك الحيوي في سلة المهملات قبل غسل الوعاء، ولكن تجنب وجود قطع كبيرة من البلاستيك الحيوي تذهب هباء.

٧. أخبر المجموعات أنه بعد الانتهاء من صنع وصفاتهم، يجب عليهم تسجيل ملاحظاتهم الأولية على ورقة الملاحظة التي ستعطى لهم والتي سيتم تعليقها للجميع بحيث يمكن للمجموعة بأكملها أن تتعلم عن كل وصفة. يمكن للمتعلمين أيضا تسجيل ملاحظاتهم على ص. ١٤-١٥ في مذكرة النشاط بجانب وصفتهم إن رغبوا في ذلك.

٨. في حين أن المجموعات تعد البلاستيك الحيوي الخاص بهم ، اسأل:

ماذا تلاحظ في الخليط عند تسخينه؟

برأيك ما نوع البلاستيك الذي ستشكله وصفتك ؟

التأمل (١٠ دقائق)

١. تجمع المجموعة جميع المعدات والمواد مرة واحدة من أجل تنظيفها. احفظ البلاستيك الحيوي في مكان آمن. اجمع أوراق الملاحظة واحفظها للنشاط المقبل. اسأل:

ما هي الخطوة التي استخدمناها اليوم من عملية التصميم الهندسي ؟ التحقيق

هل لديك أي توقعات عن أي نوع من أنواع البلاستيك ستشكل وصفتك؟

٢. أخبر المتعلمين أنه في المرة القادمة سيقومون بخصائص البلاستيك الحيوي الذي صنعوه اليوم وسيبدؤون تحديدهم الهندسي.

تلميح: إذا كان الوقت يسمح ،
اسمح للمجموعات بعمل
وصفاتهم على الميكروويف
حتى يمكن مقارنة الخصائص.

تلميح: لغسل المقالي دون
الوصول إلى المغاسل، يمكنك
ملء حوض كبير بالماء
واجعله متاح في الفصل.



تعليمات البلاستيك الحيوي: الأطباق الساخنة

اتبع الإرشادات الموجودة أدناه لصنع عينة من البلاستيك الحيوي باستخدام الأطباق الساخنة.

الإعداد

١. حضر المكان الخاص بك

- ضع طبق بجانب الطبق الساخن. وعلى حافة الطبق، ضع قطعة من الشريط اللاصق مع الحروف الأولى من اسم مجموعتك

- اطوي قطعه من اللباد بالنصف وضعها بجانب الطبق الساخن

٢. احضر مذكرة النشاط وكتب جدول المواد والأدوات التي ستحتاجها في التجربة

صنع البلاستيك الحيوي

١. أضف كل المكونات في الوصفة وحرك الخليط حتى تذوب كل المكونات.

٢. حالما تحرك الخليط بالشكل الصحيح، ضع الوعاء الخاص على الطبق الساخن و افتحه على نار هادئة.

٣. يجب أن يحرك أحد أعضاء المجموعة الخليط باستمرار أثناء تسخينه، وسوف يبدأ خليط نشا الذرة بتشكيل اباريز هلامية، أما خليط الأجار سيبدأ بالتكثف.

٤. واصل التحريك حتى يصبح المزيج مادة موحدة تشبه الجل وتظهر فيها قليل من الفقاعات عند التوقف عن التحريك. هذه العملية يجب ان تستغرق من ١ الى ٤ دقائق فقط (يعتمد على الطبق الساخن اذا كان مسخن من قبل)

٥. عندما يتبلور الخليط، أطفئ النار عن الأطباق الساخنة واستخدم ملعقة لنشر البلاستيك الحيوي في الطبق، انشر الخليط بشكل رقيق مع مراعاة عدم ترك أي فراغ.

٦. وضع الأواني الساخنة على قطعة من اللباد (ولا تضعها مجددا في طبق ساخن لأنها لا تزال ساخنة)

تجفيف البلاستيك الحيوي

١. ضعه في الميكروويف في درجة منخفضة لمدة ٣٠ ثانية مع التأكد من عدم احتراقه

٢. ضع البلاستيك الحيوي في الهواء الجاف لمدة ١٥ ثانية

٣. قم بتحريك البلاستيك الحيوي بلطف

٤. كرر الخطوات من ١-٣ ثلاثة مرات

٥. ضع البلاستيك الحيوي في الهواء الجاف طيلة الليل

التنظيف

١. انتظر لبضع دقائق حتى يبرد الوعاء

٢. اكشط البلاستيك الزائد في سلة المهملات

٣. نظف وجفف وعاءك



تعليمات البلاستيك الحيوي: الميكروويف

اتبع الإرشادات أدناه لصنع عينة من البلاستيك الحيوي باستخدام الميكروويف.

الإعداد

١. حضر المكان الخاص بك:

- ضع طبق السيراميك بجانب الميكروويف.
- اطوي قطعه من اللباد بالنصف وضعها بجانب الميكروويف.

صنع البلاستيك الحيوي

١. أضف كل مكونات الوصفة في وعاء ورقي وحرك الخليط حتى تذوب كل المكونات.

٢. صب الخليط على طبق السيراميك

٣. ضع منديل ورقي في الميكروويف وضع فوقه الصحن بعناية. شغل الميكروويف لمدة ٣٠ ثانية وراقبه بعناية مع التأكد من عدم احتراقه.

٤. عرض البلاستيك الحيوي للهواء الجاف لمدة ١٥ ثانية

٥. قم بتحريك البلاستيك الحيوي بلطف

٦. ضع عينة البلاستيك الحيوي مرة أخرى في الميكروويف لمدة ١٠ ثوان. دون اسم مجموعتك والمكونات على الطبق باستخدام قطعة من الشريط اللاصق.

٧. ضع البلاستيك الحيوي في الهواء الجاف طيلة الليل

التنظيف

١. تخلص من الوعاء بعيدا



ملاحظات على البلاستيك الحيوي

• إذا كان البلاستيك الحيوي طُبخ لفترة طويلة جدا على الطبق الساخن أو في الميكروويف، ستميل العينة لتتشقق. وأثناء عملية التجفيف، يتبخر الماء من البلاستيك. فإذا طبخ البلاستيك الحيوي لفترة طويلة جدا، فإنه يفقد الكثير من الماء ويكون قابل لتشقق. ولتجنب الانشقاق يجب أن يطبخ البلاستيك الحيوي لفترة أقصر.

- سيظهر خليط نشا الذرة حليبي اللون ومن ثم يشكل اباريز هلامية، وحالما يصبح الخليط مادة هلامية موحدة، في هذه الحالة يكون جاهز للسكب على طبق السيراميك.
- خليط الأجار يصبح أسهل إذا طبخ لفترة طويلة لأنه لا يخضع لمرحلة انتقالية مثل نشا الذرة، وإنما يتخن ببطء. يصبح الخليط جاهز للسكب على طبق السيراميك عندما تكون قادرا على استخدام المعلقة للكشط أسفل الوعاء لأن الأجار لا يملأ الفجوة التي يتم تشكيلها على الفور.
- سوف يستغرق البلاستيك الحيوي حوالي ٥-٧ أيام حتى يجف تماما حيث ستحتاج إلى إيجاد مكان مفتوح لتسمح له بالجفاف لمدة أسبوع.
- من المغري تقشير البلاستيك الحيوي الجاف من الطبق من أجل إعداد وصفات الأجار بشكل سريع ولكن لا تقم بإزالة البلاستيك الحيوي حتى تتم عملية التجفيف بشكل متكامل. وذلك لأن تقشير البلاستيك قبل جفافه سيشكل عينات أقل تماسكا. إذا كنت تعتقد أن المتعلمين سيرغبون في استكشاف عينات غير مجففة، اطلب من إحدى المجموعات أن تصنع عينات إضافية من البلاستيك الحيوي.
- سيكون شكل البلاستيك المصنوع من نشأ الذرة الجافة معوجا وملتويا.
- ملاحظات إضافية حول صناعة أوعية البلاستيك الحيوي (كل مجموعة سيكون لديها خيار للتصميم في النشاط ٥) يمكن الاطلاع على ص. ٦٩ من هذا الدليل.



ورقة الملاحظات

الملاحظات الأولية :

الوصفة #: _____

نشأ الذرة: _____

الأجار: _____

الماء: _____

الجلسيرين: _____

ملاحظات حول الوصفة:

الملاحظات النهائية :



نشاط اضافي

اعادة استخدام البلاستيك

التحدي: إعادة توظيف البلاستيك المعاد تدويره الى شي مفيد يمكنك استخدامه في الحياة اليومية .



القيد: لا يمكنك استخدام البلاستيك لغرضه الأصلي.

أفكار المشروع:

- شتلات للورد
- كوخ بلاستيكي
- المجوهرات
- سلسلة مفاتيح
- محفظة للعملات المعدنية
- جرة أقلام رصاص

ارسم خطة مشروعك " إعادة توظيف البلاستيك " هنا:



نشاط اضافي

فن البلاستيك

المواد

للمجموعة كلها:

كمبيوتر أو جهاز لتشغيل ملفات الفيديو	بلاستيك معاد تدويره	١ قنينة غراء
لفة خيط	٢ خرامة	٨ مقصات
٥٠ مندبل ورقي	٥٠ أربطة لولبية ١٠٠	أربطة مطاطية
اختياري: مستلزمات فنية إضافية		

الإعداد والتجهيز

١. ضع القطع البلاستيكية والمستلزمات الفنية على الطاولة حتى يتمكن المتعلمين من الوصول إليها.
٢. وزع نسخة من ص ٤٩ "إعادة توظيف البلاستيك" لكل متعلم.
٣. اجمع أي مستلزمات فنية إضافية تعتقد أن المتعلمين قد يرغبون في استخدامها.
٤. تجهز لتشغيل فيديو الأفكار المتطرفة في إعادة تدوير البلاستيك (٠:١٠٠:٥٣)

التمهيد (٥ دقائق)

١. اشرح للمتعلمين أن الفن يمكن أن يستخدم لإظهار شيء معين بطريقة جذابة، ويمكن أن يستخدم أيضا للتعبير. سيشاهدون أمثلة من القطع الفنية التي تجمع بين الأجزاء الصغيرة لإنشاء عمل كبير.
٢. اخبر المتعلمين أنك ستعرض لهم فيديو قصير حول مجموعة من الأشخاص الذين يحاولون زيادة الوعي عن تلوث المحيط بالبلاستيك. شغل فيديو "لأفكار المتطرفة في إعادة تدوير البلاستيك" (٠:١٠٠:٥٣): [HTTP: //tinyurl.com/mn47n6v](http://tinyurl.com/mn47n6v)
٣. بعد الفيديو، اسأل المتعلمين:

- هل تعتقد أن الفن يمكن أن يكون طريقة جيدة لزيادة الوعي العام حول مختلف القضايا؟
- هل يمكنك التفكير في أي من التماثيل الموجودة في منطقتك والتي من الممكن أنها صنعت لتعبر عن قضية اجتماعية؟

فن البلاستيك (٣٥ دقيقة)

١. وزع على كل المتعلمين نسخة من ص ٥٣ الموجودة في هذا الدليل لقراءة تحدي "فن البلاستيك". وأخبرهم أن كل واحد منهم سيكون لديه قطعة بلاستيكية لتزيينها. ومن ثم سيقومون بترتيب جميع القطع معا لإنشاء قطعة فنية فريدة من البلاستيك المعاد تدويره.
٢. امنح المتعلمين بضع دقائق لتبادل الأفكار حول تركيب الفن البلاستيكي الذي سيقدمونه، وشجعهم على التفكير في الرسالة التي يرغبون في نقلها والطرق التي يمكنهم فيها استخدام الفن لتوصيل رسالتهم.

<http://tinyurl.com/mn47n6v>



٣. أسأل:

- كيف يمكنك أن تنشئ تركيب فني باستخدام البلاستيك المعاد تدويره؟
- لقد تحدثنا مسبقاً عن البلاستيك التقليدي والبلاستيك الحيوي، فأأي نوع من الرسالة نريد توصيلها للناس حول القضايا المرتبطة بالبلاستيك؟

٤. شجع المجموعة من أجل التوصل إلى خطة لتصميمهم النهائي.

٥. اعرض للمتعلمين القطع البلاستيكية والمستلزمات الفنية المتاحة لهم. امنحهم ٣٠ دقيقة لتزيين القطع الفردية، وذكرهم بالتفكير في تركيب العمل الفني ككل وكيفية إظهار قطعهم بطريقة تكاملية.

٦. عند انتهاء المتعلمين من قطعهم الفردية يمكنهم البدء في ترتيب جميع القطع في عمل فني واحد وذلك باستخدام الخرامة والخيط أو الشريط اللاصق لتوصيل القطع البلاستيكية الفردية في قطعة فنية واحدة.

٧. قد تطلب متطوعين ليقوموا بإعداد ملصق يشرح القطعة الفنية التي قاموا بها، حيث يمكن عرضه في المعرض.

التأمل (٥ دقائق)

١. اجمع المتعلمين حول القطعة الفنية النهائية التي أعدها، اسأل:

- هل تعتقد أن الفن وسيلة جيدة لإعادة توظيف البلاستيك المستخدم؟
- هل تعتقد أن الناس سوف تتفاجئ من الأشياء المصنوعة من مواد معاد تدويرها؟

٢. كمجموعة، يجب اتخاذ قرار بشأن مكان عرض قطعة البلاستيك الفنية.



فن البلاستيك





التحدي: تشكيل قطعة فنية باستخدام بلاستيك معاد تدويره تهدف إلى توصيل رسالة معينة.

ما هي الرسالة التي تهدف إليها مجموعتك؟





نشاط 4

ابتكار البلاستيك

نظرة للمعلم

نظرة عامة: سيستعرض المتعلمين نتائج عينات البلاستيك الحيوي التي أعدها مسبقا، والتي ستعرض لهم في تحدي التصميم النهائي وهو إعادة تصنيع نوع معين من البلاستيك.

ملاحظة للمعلم: سيستخدم المتعلمين الأطباق الساخنة لتصنيع البلاستيك الحيوي الخاص بهم. تأكد من اطلاعهم على قواعد السلامة قبل البدء في العمل. في هذا النشاط سيكون تحدي المجموعات هو إعادة تصنيع بلاستيك له خصائص مماثلة لخصائص المواد البلاستيكية المألوفة. وفي النشاط القادم، ستشكل المجموعات أشياء بلاستيكية باستخدام الوصفة المحسنة (التي قاموا بتعديلها).

مواد النشاط ٤

أدوات للمجموعة كلها:

- ☐ ملصق عملية التصميم الهندسي (poster)
- ☐ ورق رسم بياني
- ☐ علبة ملون الطعام
- ☐ ١ حاوية أجار
- ☐ ١ حاوية نشا الذرة
- ☐ ١ شريط لاصق
- ☐ ٢ حاوي أطعمة جاهزة (مع الماء)
- ☐ ٤ أطباق ساخنة
- ☐ ٤ أواني غير لاصقة
- ☐ ٤ ملاعق غير لاصقة
- ☐ ٤ أواني ورقية
- ☐ ٨ أنصاف ملاعق صغيرة

توزيع وقت النشاط:

- استعراض النتائج: ١٥ دقيقة
- التحدي: ٣٠ دقيقة
- التأمل: ٥ دقائق
- ٥٠ دقيقة

إعداد النشاط ٤

١. علق ملصق عملية التصميم الهندسي.
٢. ضع الأطباق الساخنة على طاولة واحدة تكون سهلة الرصد والمراقبة.
٣. ضع جدول لمواد البلاستيك الحيوي مع كل لوازمه.
٤. اطلع نسخة واحدة من ورقة الملاحظة، ص. ٦١ في هذا الدليل، لكل مجموعة.
٥. تحضر لتوزيع عينات البلاستيك الحيوي (النشاط ٣)، أيضا كن مستعدا لتمرير ورقة الملاحظة السابقة (نشاط ٣).
٦. انظر إلى النشاطين الملحقين ص ٤٧-٥٣ من هذا الدليل قد ترغب بتضمينها في هذه الوحدة.

مهارات القرن ٢١:

- حل مشكلات
- التعاون
- الإبداع



اعتبارات السلامة للنشاط ٤

سيتعامل المتعلمين اليوم مع الأطباق الساخنة والبلاستيك الحيوي الساخن، لذلك يجب عليك إن تتبع بروتوكولات السلامة عند التعامل مع الأطباق الساخنة (لا تلمس السطح)، والأواني الساخنة (لاتضع الوعاء الساخن مباشرة على سطح الطاولة)، والبلاستيك الحيوي الساخن (لاتلمس الخليط حتى يبرد). يجب على المتعلمين استخدام اللباد كحامل للأواني الساخنة عند حملها.



نشاط 4

ابتكار البلاستيك

دليل النشاط

أهداف النشاط:

- التأثير على خصائص البلاستيك الحيوي بإضافة المكونات المختلفة.
- استخدام البيانات التي تم جمعها خلال خطوة التحقيق لإثراء القرارات المختصة بالتصاميم في تحدي الهندسة الكيميائية.

استعراض نتائج (١٥ دقيقة)

١. أخبر المتعلمين أن اليوم سيبدءون تحدي التصميم في الهندسة الكيميائية. ولكن أولاً، سيقومون نتائج البلاستيك الحيوي الذي صنعوه في النشاط السابق.

٢. قسم المتعلمين حسب المجموعات التي عملوا بها خلال النشاط السابق. من ثم أعطي كل مجموعة عينة البلاستيك الحيوي التي أعدتها وكذلك نسخة من ورقة الملاحظة. وامنح المجموعات بضع دقائق لاستكشاف خصائص العينات وتسجيلها في القسم الأخير من ورقة الملاحظة الخاصة بهم. كذلك بإمكان المتعلمين أيضاً، إن رغبوا، تسجيل ملاحظاتهم عن التحقيق في البلاستيك الحيوي: وصفات، ص ١٤-١٥ في مذكرة النشاط الخاصة بهم.

٣. اطلب من كل مجموعة أن تقوم بعرض عينة البلاستيك الحيوي الخاص بها من خلال شرح وصفته وخصائصه، وقد يمررون عيناتهم على الجميع بحيث يستطيعون الاطلاع عليها، اسأل:

كيف يختلف البلاستيك الحيوي عن أول مرة صنعوه فيه؟

ماهي خصائص عينة البلاستيك الحيوي الخاصة بك؟

أي نوع من أنواع البلاستيك يماثل البلاستيك الحيوي الذي صنعته؟

٤. بعد انتهاء المجموعات من العرض، ألصق أوراق الملاحظات على الحائط وضع عينة البلاستيك الحيوي في مكان قريب منها حيث يكون ترتيب أوراق الملاحظات في مجموعات حسب الوصفات المختلفة. أخبر المتعلمين أيضاً أنه يمكنهم كتابة ملاحظات عامة حول العينات المختلفة في ص. 14-15 في مذكرة النشاط الخاصة بهم بجانب كل وصفة من وصفات البلاستيك الحيوي.

٥. اطلب من المجموعة بأكملها أن تمنع النظر والملاحظة بين عينات البلاستيك الحيوي المصنوعة من مكونات مماثلة، اسأل:

كيف يمكن تصنيع بلاستيك حيوي مختلف من الأجار ونشأ الذرة؟

للحصول على معلومات حول المكونات، راجع ص. ٥٩ من هذا

الدليل.

كيف يمكن لكمية قليلة من الجلوسرين تغيير خصائص عينات البلاستيك الحيوي؟

كيف يمكن لكمية قليلة من الماء تغيير خصائص عينات البلاستيك الحيوي؟

٦. سجل ملاحظات المجموعات على ورقة رسم بياني بحيث تكون مرجعا لبقية الوحدة.

تلميح: قائمة الملاحظة

لمكونات البلاستيك الحيوي موجودة في ص. ٥٩ من هذا الدليل.

تلميح: قد تتماثل خصائص

البلاستيك الذي أعدته المجموعات بـ رموز وأرقام البلاستيك التي استكشفت خلال النشاط ١. وقد تتماثل أيضاً الأشياء البلاستيكية التي صنعوها كوعاء بلاستيكي، أو حقيبة بلاستيكية، أو أي نوع معين من البلاستيك قد تفاعلوا معه.

تلميح: يمكن أن يبقى المتعلمين

في مجموعاتهم الأصلية في هذا التحدي أو يمكنهم تشكيل مجموعات جديدة. وهذه فرصة جيدة لتشكيل مجموعات تعتقد أنها سوف تعمل بشكل جيد معا في تحدي التصميم النهائي.



التخطيط والتمهيد لتحدي التصميم (٣٠ دقيقة)

١. اخبر المتعلمين أنهم في هذا التحدي سيكونون كمهندسين كيميائيين ولبقية الوحدة من أجل تصنيع عينات بلاستيك حيوي ذات خصائص مماثلة بشكل أفضل لخصائص واحد أو اثنين من خصائص البلاستيك الذي يستخدمونه في العادة.

٢. اخبر المتعلمين بفتح "تحدي البلاستيك الحيوي" في ص. ١٦ من مذكرة النشاط لقراءة التحدي و الاطلاع عليه. يمكن للمتعلمين اتخاذ قرار بتصنيع عينات بلاستيك حيوي مماثلة لخصائص:

- حقيبة بلاستيكية
- وعاء بلاستيكي

٣. استعرض معايير الاختبار التي سيتم استخدامها لتحديد ما إذا كان البلاستيك الحيوي يحاكي خصائص البلاستيك التقليدي بنجاح. اشرح ذلك، أنه يتعين على المجموعات أن تركز اليوم على تصنيع عينات بلاستيك حيوي وفق الخصائص المطلوبة. وخلال النشاط المقبل، سيكون لدى المتعلمين الفرصة لتصنيع أشياء من البلاستيك الحيوي باستخدام الوصفة المحسنة (تم تعديلها).

٤. بالإضافة إلى ذلك، أخبر المتعلمين بأنه سيسمح لهم باستخدام ما يصل إلى قطرتين من ملون الطعام لتلوين البلاستيك الخاص بهم وإلى ما يصل أربع ملاعق كبيرة من نشا الذرة وملعقتين من الأجار.

٥. قسم المتعلمين إلى مجموعات من ٢-٣ أشخاص واخبرهم أن يقرروا أي نوع من أنواع البلاستيك سيحاولون إعادة تصنيعه، واطلب منهم وضع علامة على اختيارهم في تحدي البلاستيك الحيوي ص. ١٧ من مذكرة النشاط.

٦. بعد ذلك، امنح المجموعات ٥ دقائق للتفكير في الخصائص المطلوبة وتسجيل الوصفة التي يعتقدون أنها ستؤدي إلى إنتاج هذه الخصائص. شجع المجموعات على الاستعانة بأوراق الملاحظات المعلقة على الحائط، وفحص عينات البلاستيك الحيوي لإعادة النظر في الكيفية التي يمكن بها إنتاج خصائص بلاستيك مختلفة باستخدام وصفات مختلفة.

٧. ذكر المتعلمين باحتياطات السلامة التي يجب اتخاذها عند التعامل مع الأطباق الساخنة، والمقالي، والبلاستيك الحيوي الساخن. دع أعضاء المجموعات يتناوبون صنع البلاستيك الحيوي الخاص بهم.

٨. مرر أوراق الملاحظة الجديدة لكل مجموعة، وذكر المجموعات بكتابة ملاحظاتهم الأولية عليها. وقد يسجل المتعلمين أيضا ملاحظاتهم على تحدي البلاستيك الحيوي في ص. ١٨ من مذكرة النشاط الخاصة بهم.

٩. أثناء عمل المتعلمين في مجموعات على البلاستيك الحيوي الخاص بهم، اطرح عليهم الأسئلة التالية:

**لماذا تعتقد أن هذه الوصفة ستنشئ خصائص في نوع البلاستيك الذي تعيد تصنيعه؟
التأمل (٥ دقائق)**

١. ضع عينات البلاستيك جانبا واجمع أوراق الملاحظة. اجمع المتعلمين حول ملصق عملية التصميم الهندسي، واسأل:

ماهي خطوات عملية التصميم الهندسي التي استخدمناها حتى الآن لتصميم البلاستيك الحيوي الخاص بنا؟ حددنا المشكلة، حققنا في خصائص البلاستيك وفي وصفات معينة للبلاستيك الحيوي، تخيلنا، وخططنا لها، ومن ثم صنعنا البلاستيك الحيوي الخاص بنا.

٢. أخبر المجموعات انه في النشاط القادم سيقومون بخصائص البلاستيك الحيوي المجفف الذي قاموا بتصنيعه، ومن ثم سيصنعون أشياء من البلاستيك الحيوي باستخدام الوصفة المحسنة.

تلميح: يمكن للشباب مزج نشا الذرة والأجار معا إن رغبوا في ذلك.



ملاحظات على مكونات البلاستيك الحيوي

ملاحظة: أوجدت هذه الملاحظات العامة خلال تجربة فريق الهندسة في كل مكان. وقد تختلف النتائج، فإذا وجدت مجموعتك اتجاهات مختلفة، ثم دعمت تلك النتائج، ليست هناك حاجة لتتناسب هذه الملاحظات مع تلك المذكورة هنا!.

المكونات	الملاحظات العامة
نشأ الذرة	• عينات سميكة (وعلى الأرجح لأنها أكثر صعوبة للانتشار) • مبهمة وغير شفافة
أجار	• عينات رقيقة (وعلى الأرجح لأنها سهلة الانتشار) • شفافة قليلة مع مسحة صفراء اللون
جلسرين	• إضافة مزيد من الجلسرين يجعل العينة أكثر مرونة ملاحظة: إن الجلسرين بمثابة الملدنات، حيث أن هذه الملدنات تزيد من مرونة البلاستيك عن طريق إنشاء مساحة بين سلاسل البوليمر.
ماء	• إن تقليل المياه عموماً يجعل العينة أكثر هشاشة، ومع ذلك يمكن أن تصبح أكثر سمكا ملاحظة: الماء يساعد على ترطيب سلسلة البوليمر المجففة وجعلها متماسكة. كما إن كميات المياه القليلة تعني أن السلاسل ليست متماسكة والمادة ليست قوية.



ورقة الملاحظات

الملاحظات الأولية :

الوصفة ١

أعضاء المجموعة:

نشأ الذرة: _____

الأجار: _____

الماء: _____

الجلسيرين: _____

ملاحظات حول الوصفة:

الملاحظات النهائية :



نظرة عامة: سيُحسن المتعلمين وصفاتهم للبلاستيك الحيوي بناءً على نتائج عينات البلاستيك الحيوي السابقة.

ملاحظة للمعلم: سيعمل المتعلمين على صنع وصفة من البلاستيك الحيوي، وسيستخدموا الأطباق الساخنة. لابد من توجيههم بقواعد الأمن والسلامة قبل البدء في العمل. ستعمل المجموعات أيضاً على إنتاج أعمال من البلاستيك الحيوي وفق وصفاتهم المحسنة. في النشاط التالي، سيقدم المتعلمين أعمالهم، قم بدعوة الموظفين، والمتعلمين الآخرين في البرنامج، والأسر، أو أفراد المجتمع ليكونوا جماهير.

مواد النشاط ٥

أدوات للمجموعة كلها:

- ☐ ملصق عملية التصميم الهندسي (poster)
- ☐ ورق رسم بياني
- ☐ كيس (مع مقابض) للاختبار
- ☐ ١ حاوية أجار
- ☐ ١ حاوية نشا الذرة
- ☐ حاوية جلسرين
- ☐ ١ علبة ملون طعام
- ☐ ١ كأس قياس، 1/2 كوب
- ☐ ١ لفة شريط لاصق
- ☐ ١ لفة خيط
- ☐ ١ عملة نقدية للاختبار
- ☐ ٢ خرامة
- ☐ ٤ أطباق ساخنة
- ☐ ٤ أوعية سيراميك
- ☐ ٤ أواني غير لاصقة

إعداد النشاط ٥

١. علق ملصق عملية التصميم الهندسي.
٢. ضع الأطباق الساخنة على طاولة واحدة تكون سهلة الرصد والمراقبة.
٣. ضع جدول لمواد البلاستيك الحيوي مع كل لوازمه.
٤. اطبع نسخة واحدة من ورقة الملاحظة، ص. ٦٨ في هذا الدليل، لكل مجموعة.
٥. تحضر لتوزيع عينات البلاستيك الحيوي (النشاط ٤)، أيضاً كن مستعداً لتمرير ورقة الملاحظة السابقة (نشاط ٤).
٦. اختياري: توزيع بطاقات الدعوة للعرض الهندسي على المتعلمين ص. ٧١ من هذا الدليل.

توزيع وقت النشاط:

نتائج الاختبار: ١٥ دقيقة

التحسين: ٤٠ دقيقة

التأمل: ٥ دقائق

٦٠ دقيقة

مهارات القرن ٢١:

○ حل مشكلات

○ التعاون

○ الإبداع



اعتبارات السلامة للنشاط ٥

سيتعامل المتعلمين اليوم مع الأطباق الساخنة والبلاستيك الحيوي الساخن، لذلك يجب عليك ان تتبع بروتوكولات السلامة عند التعامل مع الأطباق الساخنة (لا تلمس السطح)، والأواني الساخنة (لا تضع الوعاء الساخن مباشرة على سطح الطاولة)، والبلاستيك الحيوي الساخن (لا تلمس الخليط حتى يبرد). يجب على المتعلمين استخدام اللباد كحامل للأواني الساخنة عند حملها.

أهداف النشاط:

- تحسين وصفة البلاستيك الحيوي من خلال التكرار المتعدد.
- تحسين التقنيات وجعلها جزءاً مهماً في الهندسة.
- إظهار القدرات الهندسية للمتعلمين.

نتائج الاختبار (١٥ دقيقة)

١. اطلب من المتعلمين تأمل التحدي الذي أنجزوه آخر مرة، اسأل:
ما هو التحدي الذي نعمله في الهندسة الكيميائية؟ هندسة بلاستيك حيوي يحاكي البلاستيك الواقعي.
 ٢. اطلب من المتعلمين التعديل النهائي على البلاستيك الحيوي من خلال تحسين وصفته في الأنشطة الماضية. أولاً، سوف تقوم المجموعات باختبار البلاستيك الحيوي الخاص بهم في النشاط الماضي.
 ٣. وزع المتعلمين في مجموعاتهم وسلم كل مجموعة عينة البلاستيك الحيوي الخاصة بها و بطاقة الملاحظة.
 ٤. أخبر المجموعة بقضاء ١٠ دقائق في تحليل البلاستيك الحيوي الذي اختاروه والانتهاء من الاختبارات المشار إليها في تحدي البلاستيك الحيوي، ص. ١٦. اطلب من المجموعات تسجيل نتائجهم في بطاقة الملاحظة الخاصة بهم (وفي مذكرة النشاط ص. ١٨، إن أرادوا ذلك).
 ٥. اطلب من كل مجموعة مشاركة الآخرين بعينيتها وبخصائص البلاستيك الحيوي المجفف، اسأل:
**هل اتسم البلاستيك الحيوي الخاص بك بالخصائص التي توقعتها؟
ما هي الاستخدامات الأخرى للبلاستيك الحيوي الخاص بك؟
كيف يمكن تحسين وصفة البلاستيك الحيوي الخاصة بك؟**
 ٦. بعد انتهاء عرض كل مجموعة، الصق ورقة الملاحظة الخاصة بكل مجموعة على الحائط، وضع اسم البلاستيك الحيوي بالقرب منها، بحيث يمكن أن يكون هذا المعرض مرجعاً لجميع الفئات المهمة بتحسين البلاستيك الحيوي الخاصة بها.
- تبادل الخبرات (١٠ دقائق)**
١. أخبر المجموعة بالبداية بعمل منتجهم من البلاستيك الحيوي بعد أن يقرروا تحسين وصفته. غالباً ما يعمل المهندسين في مجموعات والتشاور مع بعضهم البعض لتفادي الأخطاء المفاجئة. يعمل المهندسين بشكل ثنائي مثل المهندسين المهنيين تماماً. اشرح لهم ما هي خصائص البلاستيك الحيوي المعالج، وهل الخصائص تعمل بشكل جيد، وما هي الأشياء التي تحتاج إلى تطوير، واستمع إلى الاقتراحات من المجموعات الأخرى.

تلميح: وضع محطات مختلفة بحيث يمكن فيها أداء اختبارات متنوعة.

تلميح: بالنسبة للمتعلمين الذين صنعوا الأوعية، يمكنهم الرجوع إلى نصائح عن البلاستيك الحيوي، ص. ٦٨ من هذا الدليل.

تلميح: إذا كانت بعض المجموعات تواجه صعوبة في تصميم وصفة ناجحة، فإن عليهم التركيز فقط على خصائص البلاستيك المطلوبة بدلاً من إنشاء عمل آخر جديد.



٢. ادمج المجموعات لتعمل في مجموعة واحدة بحيث أن اقتراحات المجموعات الأخرى تمنح المتعلمين فرصة لتدوين الملاحظات في الاستشارات الهندسية في ص. ١٩، وبهذا يمكنهم الرجوع لتلك الملاحظات عند التخطيط للتحسين.

٣. اطلب من المجموعات تبديل الأدوار.

التخطيط والإنشاء (٣٠ دقيقة)

١. بعد استشارة المجموعات، أعلمهم بالاستعداد لتجهيز منتجهم النهائي. أخبرهم بالانتقال الى ص. ١٧ تحدي البلاستيك الحيوي في مذكرة النشاط. اسأل:

• كيف يمكن أن تشكل وعاء؟

• ما هي بعض الطرق التي تحتاجها لتشكيل حقيبة؟

٢. اشرح للمجموعات ضرورة التركيز في كيفية تشكيل منتج البلاستيك الحيوي الخاص بهم. أخبر المتعلمين بأنه ستكون أواني السيراميك متاحة لهم. بالنسبة للمجموعات التي ستصنع حقائب البلاستيك، يجب عليها تجهيز قطع بلاستيكية ليتم تجميعها معاً لتشكيل الحقيبة في النشاط القادم.

٣. اعطي المجموعة ٥ دقائق لتخطيط الوصفة النهائية ولتسجيل الاستشارات الهندسية، ص. ١٩ في مذكرة النشاط. في نفس الوقت الذي تخطط فيه المجموعات أخبرهم بضرورة استخدام أوراق الملاحظة لإبلاغك بقراراتهم. اسأل:

• ما هي المكونات التي تريد تغييرها؟

• إلى أي حد كنت تعتقد أن المكونات الجديدة تؤثر في خصائص البلاستيك الحيوي؟

• كيف ستشكل منتج البلاستيك الحيوي الخاص بك؟

٤. ذكر المتعلمين بضرورة أخذ احتياطات السلامة التي يجب الاهتمام بها عند التعامل مع الأوعية الساخنة، والمقالي، وأوعية البلاستيك الحيوي الساخنة. اطلب من المجموعات أن تتوزع وتعمل على إنشاء بلاستيكها الحيوي المحسّن.

٥. قم بتوزيع أوراق ملاحظة جديدة لجميع المجموعات. ذكر المجموعات بمليء ملاحظاتهم الأولية على بطاقتهم، وإن رغبوا بتدوينها أيضاً على مذكرة النشاط الخاصة بهم ص. ٢٠.

٦. في الوقت الذي تصمم فيه المجموعات عملها، اطرح أسئلة مثل:

• لماذا تعتقد أن هذه الوصفة ستنتج نوع البلاستيك الذي تقصد تصميمه؟

• هل المكونات تم خلطها كما خططت لها؟

• كيف ستشكل المنتج؟ إذا واجهت المجموعات صعوبة في إنشاء الوعاء، وجهها إلى نصائح عن البلاستيك الحيوي، ص. ٦٧ في هذا الدليل. بالنسبة للمجموعات التي ستصمم حقيبة، وجههم للتفكير في حجم وشكل القطع المناسبة لتجميعها في حقيبة واحد في النشاط القادم.

٧. ضع عينات البلاستيك جانبا لتجف، واجمع أوراق الملاحظة.

اختياري: وزّع دعوات العرض على المعلمين والطلبة وأولياء الأمور وغيرهم من المختصين.



التأمل (٥ دقائق)

١. جَمِّع المجموعات حول ملصق عملية التصميم الهندسي. اسأل:

• ما هي خطوات عملية التصميم الهندسي التي استخدمتها اليوم في تصنيع عينات البلاستيك الحيوي الخاصة بك؟ اختبار، تخطيط، إنشاء وتحسين البلاستيك الحيوي.

٢. هنئ المتعلمين على أعمالهم الممتازة التي قاموا بها في الهندسة الكيميائية، أخبرهم بإنهاء وتقييم منتجهم في البلاستيك الحيوي في بداية الورشة القادمة، بعد ذلك سيعرضوا تصاميمهم أمام الجمهور خلال معرض الهندسة.



نصائح عند إعداد وعاء البلاستيك الحيوي

- يتم توفير ٤ أوعية سيراميك فقط في هذه الوحدة. في حال رغبت أكثر من ٤ مجموعات في صناعة وعاء بلاستيكي، شجع المجموعات ككل لاختبار أصناف أخرى من البلاستيك إن أمكن ذلك.
- يمكن أن تحتاج إلى إبلاغ المجموعات بأنه إذا تم صب البلاستيك في الوعاء، يمكن أن تنتشوه جوانب الوعاء البلاستيكي من الأسفل أثناء عملية التجفيف. لذلك قد تحتاج المجموعات إلى تجريب التقليل وصب البلاستيك الحيوي على جميع الأنحاء وخارج الوعاء.
- البلاستيك الحيوي المصنوع من نشأ الذرة يمكن أن يكون أكثر عرضة للتشوه والتقلص. فقد ينسكب هذا النشأ إلى الخارج في عملية التجفيف. وفي المقابل وجدنا أن البلاستيك الحيوي المصنوع من الأجار يعمل بشكل جيد. نقترح وبشدة تشجيع المتعلمين على تقديم أي نوع من الأوعية التي يفضلونها ومن ثم مناقشة هذه النقطة خلال نشاط التطوير.
- قد يرغب المتعلمين في استخدام رش طبخ غير لاصق على الوعاء للسماح بسهولة إزالتها.
- قد يكون المتعلمين غير قادرين على إكمال خطوة التجفيف بعد تسخينها بالميكروويف. فالبتالي يمكنهم إزالة البلاستيك بلطف من إناء السيراميك بعد خطوة الميكروويف الثانية، وتعرض العينة للهواء الجاف.



ورقة الملاحظات

الملاحظات الأولية :

الوصفة ٢

أعضاء المجموعة:

نشأ الذرة: _____

الأجار: _____

الماء: _____

الجلسيرين: _____

ملاحظات حول الوصفة:

الملاحظات النهائية :



أنت مدعو لحضور.....

العرض الهندسي



احضر وقدم الدعم للمهندسين
الكيميائيين المحليين



نشاط 6

العرض الهندسي

لمحة للمعلم

نظرة عامة: سيشارك المتعلمين بالبلاستيك الحيوي الخاص بهم وباستخدامهم لعملية التصميم الهندسي.

ملاحظة للمعلم: إن المعرض هو فرصة للمتعلمين للمشاركة بالأعمال التي قاموا بها طوال الوحدة. يمكن دعوة أولياء الأمور والمتعلمين الآخرين في البرنامج، أو الموظفين إن أمكن ذلك لمشاهدة ما صممه المجموعات.

مواد النشاط ٦

أدوات للمجموعة كلها:

- ☐ ملصق عملية التصميم الهندسي (poster)
- ☐ حقيبة (مع مقابض) للاختبار
- ☐ ١ كأس قياس، ١/٢ كوب
- ☐ عملة نقدية للاختبار
- ☐ ١ لفه شريط تعبئة وتغليف
- ☐ ١ لفه خيط
- ☐ ٢ كوب نشأ ذرة
- ☐ ٢ خرامة

لكل مجموعة:

- ☐ منتج بلاستيكي مجفف
- ☐ أوراق الملاحظة، نشاط ٥

لكل متعلم:

- ☐ مذكرة النشاط

توزيع وقت النشاط:

التمهيد: ١٥ دقيقة

التحضير: ١٥ دقيقة

العرض: ٢٠ دقيقة

التأمل: ١٠ دقائق

٦٠ دقيقة

إعداد النشاط ٦

١. تأكد من توفر جميع عينات البلاستيك الحيوي ومواد الاختبار.
٢. إذا أنهى المتعلمين مشروع إعادة توظيف البلاستيك ومشروع فن البلاستيك مسبقاً، أكد عليهم إحضارها مع المجموعات التي ترغب في العرض.

مهارات القرن ٢١:

- التعاون
- التواصل



أهداف النشاط:

- التواصل مع الآخرين وجعله جزء مهم من عملية التصميم الهندسي.
- اكتساب معرفة قيمة لتبادل حلول المشكلات التي تواجههم كمهندسين محترفين.

مقدمة في البلاستيك الحيوي (١٥ دقيقة)

١. ذكر المجموعات أنهم سيقوم اليوم بتقديم نتائج المشروع الهندسي للبلاستيك الحيوي للزوار، ولكن يجب عليهم أولاً اختبار البلاستيك الحيوي المطور.
٢. اطلب من المتعلمين الانضمام الى مجموعاتهم وتسليم منتج البلاستيك الحيوي وأوراق الملاحظة. امنحهم وقت اضافي لبناء منتج البلاستيك الحيوي إن احتاجوا لذلك.
٣. اخبر المجموعات أن لديهم ١٠ دقائق لاستكمال الاختبارات وصناعة البلاستيك الحيوي المختار، كما أن تحدي البلاستيك الحيوي موضح في: اختبار، ص. ٢١ في مذكرة النشاط. على المجموعات تسجيل نتائجها على أوراق الملاحظة الخاصة بهم (وإن أرادوا أيضاً في ص ٢٠ في مذكرة النشاط).

تحضير العرض (١٥ دقيقة)

١. عند انتهاء المجموعات من الاختبار، اجتمع المتعلمين معاً. اسأل:

برأيك، ما هي الأفكار الهامة التي ينبغي أن تقدمها لزوارة اليوم عن البلاستيك الحيوي الذي صنعتها؟

هل لديك أفكار أخرى لهيكل هذا العرض؟

كيف ستشارك بعملية التصميم الهندسي؟
٢. قد تقترح عليهم مناقشة الخطوات الهامة لعملية التصميم الهندسي وإتاحة فرصة المشاركة للجميع. يشمل العرض على عدة أقسام ومجموعات تحتاج إلى متطوعين لشغل الأدوار فيها.
٣. إذا رغب المتعلمين بالمشاركة بمشاريع إعادة توظيف البلاستيك ومشاريع الفن البلاستيكي في المعرض، اطلب منهم أخذها وعرضها في أحد أركان الغرفة.
٤. دون الأدوار التالية على السبورة من أجل عرضها على المجموعات:
 - توضح المجموعة الأولى المشاكل المرتبطة بالبلاستيك وتقديم البلاستيك الحيوي كحل بديل.
 - تقدم المجموعة الثانية إيجابيات وسلبيات البلاستيك الحيوي.
 - توضح المجموعة الثالثة تحدي البلاستيك الحيوي.



- توضح المجموعة الرابعة الاختبارات التي أجروها.
- توضح المجموعة الخامسة كيفية اختبار وتطوير البلاستيك الحيوي الخاص بهم.
- بعد هذا العرض، يمكن للزوار المشاركة في المعرض سيراً على الأقدام ويمكنهم فحص منتجات البلاستيك الحيوي وطرح الأسئلة على المتعلمين حول تجربتهم الهندسية.

٥. هل قررت المجموعات تقسيم المهام. اعطي المجموعات ١٠ دقائق للتحضير لدورهم في العرض التقديمي. ستحتاج المجموعة أن تقرر بالضبط ما ستقوله، وأي صفحات المذكرة ستعرض، ومن منهم سيتحدث. يمكن للمتعلمين تسجيل ملاحظاتهم لعرضها في التواصل، ص. ٢٢ في مذكرة النشاط.

٦. أثناء عمل المجموعات، اطرح عليهم أسئلة وجههم. وينبغي أن تكون عملية المشاركة ممتعة ومثيرة، وليست مجهدة.

٧. يمكن للمجموعات استخدام مواد أخرى لعرض المكونات المختلفة لديهم، كما يمكنهم عرض المواد التي استخدموها للزوار إن رغبوا في ذلك.

عرض البلاستيك الحيوي (٢٠ دقيقة)

١. عندما تكون جميع المجموعات جاهزة، ادعو الزوار لمشاهدة العروض.

٢. اطلب من المجموعات عرض ما أعدوه وحضروا له.

٣. يمشي الزوار حول المعرض وسيطرحون أي سؤال يبادرهم على المجموعات.

٤. عند انتهاء العروض، هنئ المتعلمين على الانجاز العظيم في خطوة التواصل من عملية التصميم الهندسي وكونهم مهندسين كيميائيين في هذا التحدي.

تأمل (١٠ دقيقة)

١. اجمع الجميع في حلقة مفرغة.

٢. شاركهم في الدائرة واترك الفرصة للجميع بالإجابة على هذه الأسئلة:

• ماهي معتقداتك حول البلاستيك الحيوي وما إمكانية استخدامه في المجتمع؟

• ماهي أكثر الأمور التي تفخر بها كجزء من هذه المجموعة الهندسية؟

• لماذا تعتبر نفسك مهندساً؟

• ماذا تريد أن تهندس بعد ذلك؟

٣. اعطي المتعلمين وقت لاستكمال ملف المهندس ٢، ص. ٢٣ في مذكرة النشاط، ومقارنتها مع اللوحات في بداية الوحدة. واعطي المتعلمين الوقت لتسجيل الأفكار النهائية ومساعدتهم في التفكير لإنهاء تجاربهم.

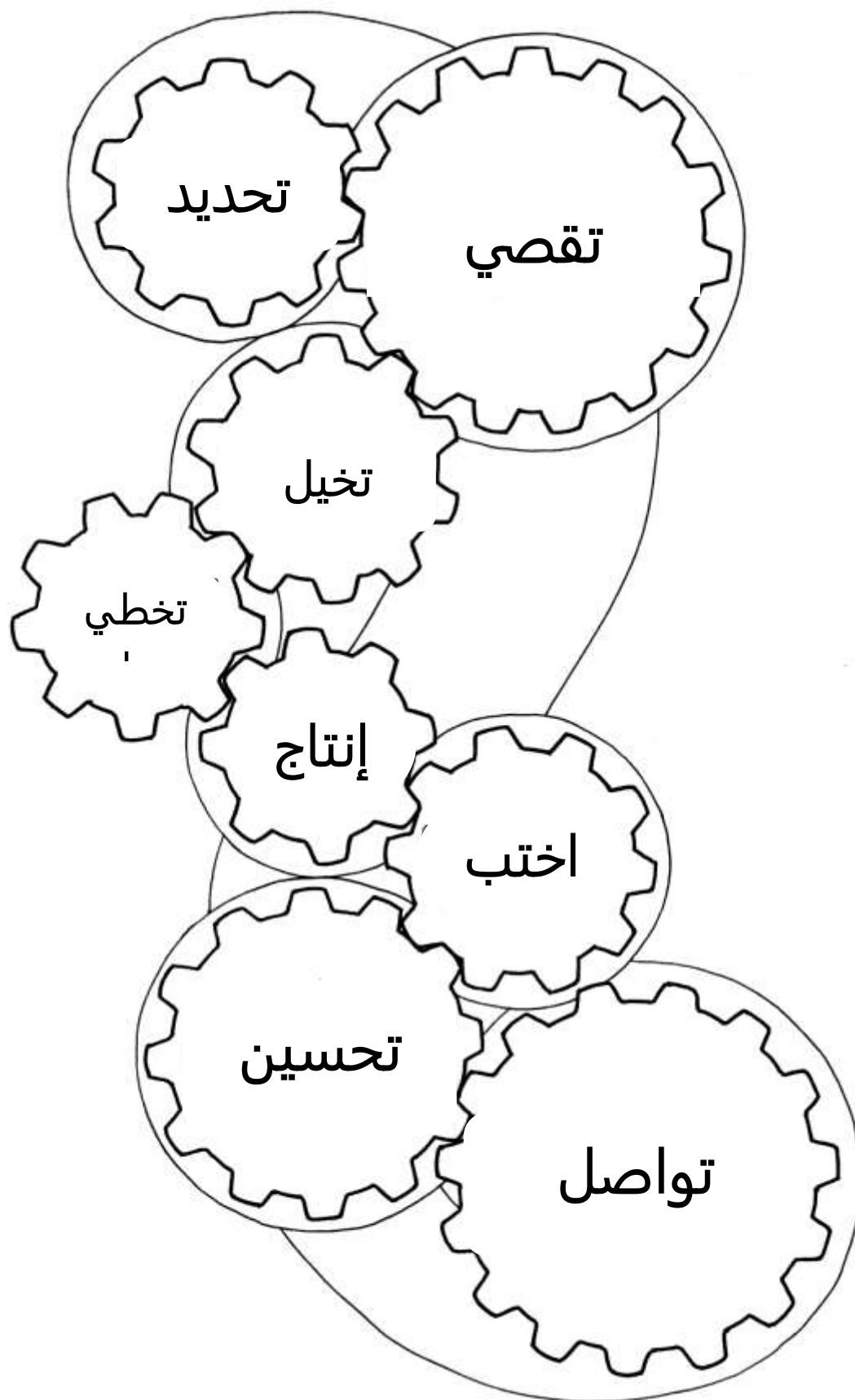


ملحق (٦) كراس أنشطة المتعلم

مفكرة الهندسة
من النبات إلى البلاستيك



الاسم:





فهم المشكلة الهندسية

- حدد المشكلة بكلماتك الخاصة

جمع التفاصيل

- تعرف على ما أنجزه الآخرون
- استكشف المواد أو العمليات المحتملة التي يمكنك استخدامها للتصميم الخاص بك

الخروج بطرق مختلفة لحل المشكلة

- استخدم إبداعك للتفكير في الكثير من الأفكار التي يمكن أن تعمل
- قيم إيجابيات وسلبيات كل فكرة
- اختر فكرة واحدة لتكون نقطة انطلاق جيدة

معرفة تفاصيل التصميم الخاص بك

- ناقش كيف سيعمل التصميم
- ارسم المخططات وضع قائمة المواد
- قرر كيف ستختبر وتقيم التصميم

بناء التصميم الخاص بك

- اتبع خطتك
- أصلح المشاكل الصغيرة
- سجل أي تغييرات على خطتك

تقييم مدى عمل التصميم الخاص بك

- اختبر أو جرب عدة مرات
- سجل الملاحظات والنتائج الخاصة بك
- تعرف على الأجزاء التي تعمل بشكل جيد والأجزاء التي لا تعمل

إجراء تغييرات على التصميم الخاص بك استناداً إلى الاختبار

- قرر ما الذي يجب تغييره
- ضع تغييراتك في خطة جديدة
- ابني التصميم المطور الخاص بك واختبره مرة أخرى

مشاركة الحل مع الآخرين

- اشرح نقاط القوة والضعف في الحل الذي وجدته
- شارك بالكيفية التي استخدمت بها عملية التصميم الهندسي
- اطلب من الناس إبداء الرأي

تحديد

تقصي

تخيل

تخطيط

إنتاج

اختبار

تحسين

تواصل



في الهندسة، تسمى المبادئ التوجيهية للتصميم الخاص بك بالمعايير والقيود.

- المعايير هي الأشياء التي يحتاج تصميمك إلى القيام بها.
- القيود هي الطرق التي تحددها أنت- أو الأشياء التي لا تمتلكها أو لا يمكنك القيام بها.

فيما يلي المعايير والقيود المتعلقة بالمنجنيق الخاص بك:

المعايير	القيود
ستعمل في مجموعات لتصميم المنجنيق قائما بذاته.	يجب عليك دمج الملاعة في التصميم الخاص بك.
يجب أن يطلق المنجنيق الخاص بك القذيفة إلى أبعد مسافة ممكنة في الغرفة.	يمكنك استخدام إلى ما يصل إلى ١٠ مواد إضافية.
	يمكنك استخدام المقص كأداة، ولكن ليس كجزء من المنجنيق.
	لديك ٢٥ دقيقة للعمل على المنجنيق الخاص بك.

كيف يمكنك تحويل هذه الملاعة إلى منجنيق قائم بذاته؟

ارسم أفكارك أدناه.





ماهي التكنولوجيا؟

النشاط التحضيري ٢

أكتب أكبر عدد من التقنيات التي تم تصميمها لحل كل مشكلة مما يأتي

حمل السوائل	حمل الأشياء
تبريد الأشياء	المساعدة في الكتابة أو التواصل



ملف الهندسة

النشاط التحضيري ٢

فكر في نفسك كمهندس

تحقق من نقاط القوة الهندسية لديك.

ضع دائرة على حول المهارات الهندسية التي ترغب في ممارستها لتكون أفضل خلال بقية هذه الوحدة الهندسية.

- | | |
|---|---|
| ☐ التواصل | ☐ التخطيط |
| ☐ بناء الأشياء | ☐ تقديم التغذية الراجعة المنطقية على عمل الآخرين |
| ☐ التخيل | ☐ تلقي التغذية الراجعة على العمل الخاص بك |
| ☐ الإبداع | ☐ المضي قدما عندما لا تعمل الأشياء |
| ☐ الرسم | ☐ التفكير في طرق مختلفة للقيام بشيء ما |
| ☐ العمل ضمن الفريق | ☐ حل المشكلات |
| ☐ قيادة الفريق | ☐ استكشاف الأخطاء وإصلاحها |
| ☐ تحليل البيانات | |
-
- هل هناك مهارات هندسية أخرى تشعر بأنها نقاط قوة أو أشياء تأمل أن تكون أفضل بها؟ أدرج الأفكار هنا وأضفها إلى قائمتك كلما تنقلت خلال هذه الوحدة.

 - هل يمكنك التفكير في التكنولوجيا التي تستخدمها يوميا والتي من الممكن أن تستخدمها في الهندسة للتحسين؟ وكيف ستحسن ذلك؟



تحدي الكرة النطاطة

نشاط ١

تحدي الهندسة: تصميم الكرة النطاطة باستخدام:

- غراء
- مطهر البورق الأبيض المتبلور
- الماء
- ملون الطعام

فيما يلي المعايير والقيود المتعلقة بالكرة النطاطة الخاصة بك:

المعايير الأشياء التي تحتاجها أنت أو كرتك للقيام بها	القيود الأشياء التي تحددها أنت أو كرتك
ستعمل في مجموعات لتصميم المنجنيق قائما بذاته.	يمكنك استخدام أي من المواد المعطاة، ولكن لا تستخدمها كلها.
يجب أن ترتد كرتك الى أعلى مستوى ممكن.	يمكنك استخدام ٤ ملاعق صغيرة فقط كحد أقصى من الغراء، البورق المتبلور، والماء.
	يمكنك استخدام الى ما يصل إلى قطرتين من ملون الطعام.

سجل وصفة الكرة النطاطة الخاصة بك هنا للشركة:
الوصفة # ١:

غراء _____

مسحوق البورق المتبلور _____

الماء _____

ملون طعام _____

التعليمات:

الوصفة # ٢:

غراء _____

مسحوق البورق المتبلور _____

الماء _____

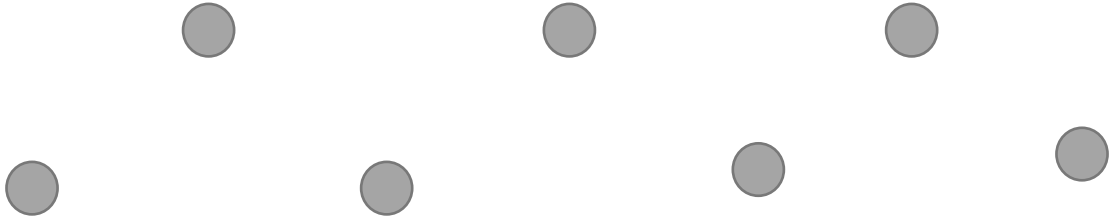
ملون طعام _____

التعليمات:

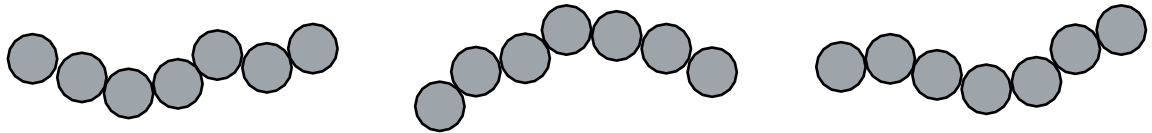


مقدمة في البوليمرات

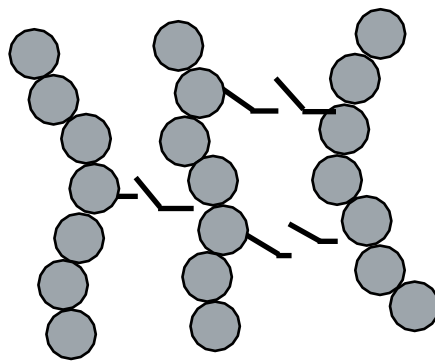
المونومرات هي الجزيئات الصغيرة التي تشكل اللبنات الأساسية للبوليمرات.



البوليمرات هي جزيئات كبيرة جدا تتشكل من وحدات متكررة، تسمى المونومرات.



الوصلات المتخللة هي الروابط الكيميائية التي تتشكل بين سلاسل البوليمر، وتعمل على ربط السلاسل معا، وكما تساعد على زيادة مرونة ومتانة مواد البوليمر.





أين توجد البوليمرات؟

تستخدم البوليمرات في صناعة كلا من

البلاستيك

القنينات، الحاويات، الأكياس
الألعاب، أوراق التعبئة
والتغليف، المعدات الرياضية،
الأوانى

المطاط

الإطارات، الأربطة
المطاطية، القفازات،
الأحذية

المواد اللاصقة

الغراء الأبيض، الاسمنت
الايبوكسي

من البوليمرات أيضا يُصنع.....

النایلون، شبكة صيد الأسماك، المظلات، فيلم التصوير الفوتوغرافي، الدهانات،
السترات الواقية من الرصاص، ملابس ضد الماء، الطلاء غير اللاصق، الخوذات،
والبساط.

المواد المصنوعة من المعادن والخزف والزجاج والحجارة لا تتكون من
البوليمرات



التفتيش عن البلاستيك

نشاط ٢

املأ الجدول في الصفحة التالية بأمثلة من الأشياء البلاستيكية التي يمكنك العثور عليها في البيئة المحلية. وتمثل الأرقام نوع البلاستيك ويمكن أحيانا العثور عليها في الجزء السفلي من المنتج البلاستيكي. هل يمكنك إيجاد أمثلة على كل الأنواع الستة؟

ما هي خصائص المواد البلاستيكية المختلفة؟

جامدة

مرنة



واهية

صب

رقيقة

نطاطة

متين

ملونة

لينة



نشاط ٢

التفتيش عن البلاستيك

رقم البلاستيك	مثال	الاستخدام	خصائص البلاستيك
#١ بولي إيثيلين تيريفيثاليت			
#٢ بولي أثيلين عالي الكثافة			
#٣ الفينيل			
#٤ بولي إيثيلين منخفض الكثافة			
#٥ بولي بروبيلين			
#٦ بوليستيرين			
غير مصنف			



عقد السلامة المختبرية

١. سأتصرف بمسؤولية في مختبر الكيمياء. المزح، والركض، ودفع الآخرين وتشتيتهم، وكذلك الضجيج كلها قد تؤدي إلى حوادث في المختبر.

٢. سأؤدي التجارب التي أذن بها معلمي فقط. من الممكن أن تتعرض للخطر عند قيامك بالتجارب الخاصة بك. كما أن إجراء التجارب الإضافية قد تجعل الموارد بعيدة عن الآخرين.

٣. لن أكل الطعام أو اشرب المشروبات في المختبر.

٤. سأرتدي اللباس المناسب لمختبر الكيمياء. وسأرتدي دائما نظارات السلامة.

٥. سأقوم بإخطار مدربي فوراً إذا أصبت في المختبر أو وقعت على مادة كيميائية، حتى لو لم تكن هناك إصابات واضحة.

٦. سأنظف دائما مكاني في المختبر قبل المغادرة أو عند الانتقال إلى النشاط التالي.

لقد راجعت قواعد السلامة هذه وسوف ألتزم بها. وأوافق على الالتزام بالتعليمات المقدمة لي من قبل المعلم القائم على المختبر.

التوقيع _____

التاريخ _____



نشاط ٣

تعليمات صناعة البلاستيك الحيوي باستخدام موقد التسخين

اتبع الإرشادات الموجودة أدناه لصنع عينة من البلاستيك الحيوي باستخدام الأطباق الساخنة.
الإعداد

١. حضّر المكان الخاص بك
 - ضع طبق بجانب الطبق الساخن. وعلى حافة الطبق، ضع قطعة من الشريط اللاصق مع الحروف الأولى من اسم مجموعتك
 - اطوي قطعه من اللباد بالنصف وضعها بجانب الطبق الساخن
٢. احضر فكرة الهندسة واكتب جدول المواد والأدوات التي ستحتاجها في التجربة

صنع البلاستيك الحيوي

١. أضف كل المكونات في الوصفة وحرك الخليط حتى تذوب كل المكونات.
٢. حالما تحرك الخليط بالشكل الصحيح، ضع الوعاء الخاص على الطبق الساخن وافتحه على نار هادئة.
٣. يجب أن يحرك أحد أعضاء المجموعة الخليط باستمرار أثناء تسخينه، وسوف يبدأ خليط نشا الذرة بتشكيل اباريز هلامية، أما خليط الآجار سيبدأ بالتكثف.
٤. واصل التحريك حتى يصبح المزيج مادة موحدة تشبه الجل وتظهر فيها قليل من الفقاعات عند التوقف عن التحريك. هذه العملية يجب ان تستغرق من ١ الى ٤ دقائق فقط (يعتمد على الطبق الساخن إذا كان مسخن من قبل)
٥. عندما يتبلور الخليط، أطفئ النار عن الأطباق الساخنة واستخدم ملعقة لنشر البلاستيك الحيوي في الطبق، انشر الخليط بشكل رقيق مع مراعاة عدم ترك أي فراغ.
٦. وضع الأواني الساخنة على قطعة من اللباد (ولا تضعها مجددا في طبق ساخن لأنها لا تزال ساخنة).

تجفيف البلاستيك الحيوي

١. ضعه في الميكروويف عند درجة منخفضة لمدة ٣٠ ثانية مع التأكد من عدم احتراقه
٢. ضع البلاستيك الحيوي في الهواء الجاف لمدة ١٥ ثانية
٣. قم بتحريك البلاستيك الحيوي بلطف
٤. كرر الخطوات من ١-٣ ثلاثة مرات
٥. ضع البلاستيك الحيوي في الهواء الجاف طيلة الليل

التنظيف

١. انتظر لبضع دقائق حتى يبرد الوعاء
٢. اكشط البلاستيك الزائد في سلة المهملات
٣. نظف وجفف وعاءك



نشاط ٣

تعليمات صناعة البلاستيك الحيوي باستخدام الميكرويف

اتبع الإرشادات أدناه لصنع عينة من البلاستيك الحيوي باستخدام الميكرويف.

الإعداد

١. حضّر المكان الخاص بك:

- ضع طبق السيراميك بجانب الميكرويف.
- اطوي قطعه من اللباد بالنصف وضعها بجانب الميكرويف.

صنع البلاستيك الحيوي

١. أضف كل مكونات الوصفة في وعاء ورقي وحرك الخليط حتى تذوب كل المكونات.

٢. صب الخليط على طبق السيراميك

٣. ضع منديل ورقي في الميكرويف وضع فوقه الصحن بعناية. شغل الميكرويف لمدة ٣٠ ثانية مراقبة بعناية مع التأكد من عدم احتراقه.

٤. عرض البلاستيك الحيوي للهواء الجاف لمدة ١٥ ثانية

٦. ضع عينة البلاستيك الحيوي مرة أخرى في الميكرويف لمدة ١٠ ثوان. دوّن اسم مجموعتك والمكونات على الطبق باستخدام قطعة من الشريط اللاصق.

٧. ضع البلاستيك الحيوي في الهواء الجاف طيلة الليل

التنظيف

١. تخلص من الوعاء بعيدا



نشاط ٣

تحقيق البلاستيك الحيوي: الوصفات

ملاحظات (الوصفة أ)

الوصفة أ: الوصفة القائمة على نشأ الذرة

- ٢ ملعقة كبيرة نشأ الذرة
- ٤ ملعقة كبيرة ماء
- ١ ملعقة صغيرة جلسرين

ملاحظات (الوصفة ب)

الوصفة ب: نشأ الذرة أقل من الماء

- ٢ ملعقة كبيرة نشأ الذرة
- ٢ ملعقة كبيرة ماء
- ١ ملعقة صغيرة جلسرين

ملاحظات (الوصفة ج)

الوصفة ج: نشأ الذرة بدون جلسرين

- ٢ ملعقة كبيرة نشأ الذرة
- ٤ ملعقة كبيرة ماء



نشاط ٣

تحقيق البلاستيك الحيوي: الوصفات

ملاحظات (الوصفة د)

الوصفة د: الوصفة القائمة على الآجار

- ١ ملعقة كبيرة آجار
- ٦ ملعقة كبيرة ماء
- ١ ملعقة صغيرة جلسرين

ملاحظات (الوصفة هـ)

الوصفة هـ: آجار أقل من الماء

- ١ ملعقة كبيرة آجار
- ٤ ملعقة كبيرة ماء
- ١ ملعقة صغيرة جلسرين

ملاحظات (الوصفة و)

الوصفة و: آجار بدون جلسرين

- ١ ملعقة كبيرة آجار
- ٦ ملعقة كبيرة ماء



نشاط ٤

تحدي البلاستيك الحيوي

تحدي التصميم في الهندسة الكيميائية:

صمم عينة بلاستيك حيوي لتكرار أحد خصائص الأنواع التالية من البلاستيك.

فيما يلي المعايير لكل مثال من البلاستيك:

المعايير	المادة البلاستيكية
الأشياء التي تحتاجها أنت أو تحتاجها عينة البلاستيك الحيوي للقيام بها	
- يجب طيها ذهابا وإيابا ١٠ مرات - يجب أن تحمل ٢ عملة نقدية	١. حقيبة بلاستيكية
- لا يمكن طيها (جامدة) - يجب أن يحمل ٢/١ كوب من نشا الذرة	٢. وعاء بلاستيكي

الوصفة ١: الاختبار

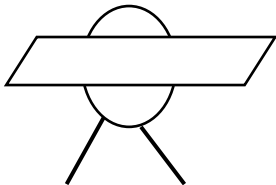
اختبر خصائص عينة البلاستيك الحيوي الخاصة بك باستخدام التعليمات أدناه.

اختبار الطي: طي العينة ذهابا وإيابا ١٠ مرات من نفس الموقع أو حتى تنكسر.



اختبار التحمل: ضع اثنين من العملات النقدية في الحقيبة. اعقد مقابض الحقيبة حول عينة البلاستيك الحيوي. امسك

عينة البلاستيك الحيوي بكلتا اليدين لاختبار ما إذا كانت تلك العينة ستحمل هذا الوزن.





نشاط ٤

تحدي البلاستيك الحيوي

سيقوم فريقنا بتصميم البلاستيك الحيوي لاستخدامه على النحو التالي:

☐ حقيبة بلاستيكية

☐ وعاء بلاستيكي

الخصائص المرغوبة للبلاستيك الحيوي الخاص بنا:

الوصفة ١#:

- نشا الذرة (٤ ملعقة كبيرة كحد أقصى): _____
- آجار (٢ ملعقة كبيرة كحد أقصى): _____
- ماء: _____
- جلسيرين: _____
- ملون الطعام (قطرتين كحد أقصى): _____

التعليمات:



نشاط ٤

تحدي البلاستيك الحيوي: الملاحظات

الوصفة ١

الملاحظات الأولية:

ماذا لاحظت عن الخليط عندما كنت تصنع البلاستيك؟ ما الذي يبدو عليه البلاستيك عندما يسخن؟ هل كان من السهل صب أو نشر البلاستيك؟

الملاحظات النهائية (عندما تكون جافة تماما):

ما هي نتائج الاختبار الذي أجرته؟ ما هي خصائص البلاستيك الخاص بك؟ (يمكنك إيجاد على الصفات المحتملة في صفحة ٩) ما نوع البلاستيك الذي يذكرك به؟



نشاط ٥

الاستشارات الهندسية

غالبا ما يعمل المهندسون في فرق. فأن تكون قادرا على توصيل التصميم الخاص بك ومعرفة ما الذي يعمل بشكل جيد وما الذي يحتاج إلى تحسين فيه هو جزء مهم من عملية التصميم الهندسي. شارك التصميم الخاص بك مع مجموعة أخرى واعمل مع أي ملاحظات تصدر من نصائحهم وأفكارهم قد ترغب في دمجها في التصميم الخاص بك.

النصائح التي قدمها الآخرون لنا:

الوصفة ٢ #:

- نشا الذرة (٤ ملعقة كبيرة كحد أقصى): _____
- آجار (٢ ملعقة كبيرة كحد أقصى): _____
- ماء: _____
- جلسيرين: _____
- ملون الطعام (قطرتين كحد أقصى): _____

التعليمات:



نشاط ٥

تحدي البلاستيك الحيوي: الملاحظات

الوصفة #٢

الملاحظات الأولية:

ماذا لاحظت عن الخليط عندما كنت تصنع البلاستيك؟ ما الذي يبدو عليه البلاستيك عندما يسخن؟ هل كان من السهل صب أو نشر البلاستيك؟

الملاحظات النهائية (عندما تكون جافة تماما):

ما هي نتائج الاختبار الذي أجرته؟ ما هي خصائص البلاستيك الخاص بك؟ (يمكنك إيجاد على الصفات المحتملة في صفحة ٩) ما نوع البلاستيك الذي يذكرك به؟



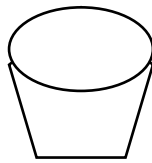
نشاط ٥

تحدي البلاستيك الحيوي: الاختبار

الوصفة #١: الاختبار

اختبر خصائص عينة البلاستيك الحيوي الخاصة بك باستخدام التعليمات أدناه.

اختبار الوعاء:

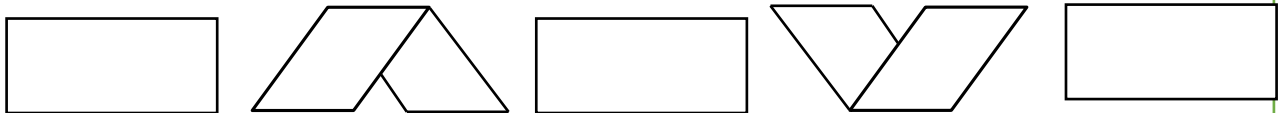


- الوعاء لا يمكن طيه (جامد)
- يجب أن يحمل الوعاء البلاستيكي ٢/١ كوب من نشا الذرة بداخله.

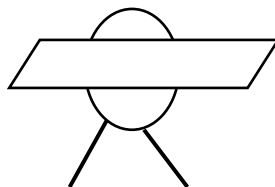
اختبار الحقيبة:

- الحقيبة يمكن طيها ١٠ مرات
- يجب أن تتحمل الحقيبة وزن عملتين نقديتين عند حملها.

اختبار الطي: طي العينة ذهابا وإيابا ١٠ مرات من نفس الموقع أو حتى تنكسر.



اختبار التحمل: ضع اثنين من العملات النقدية في الحقيبة. اعقد مقابض الحقيبة حول عينة البلاستيك الحيوي. امسك عينة البلاستيك الحيوي بكلتا اليدين لاختبار ما إذا كانت تلك العينة ستحمل هذا الوزن.





نشاط ٦

العرض الهندسي

خلال العرض، سوف تتبادل المعلومات حول تحدي الهندسة الخاص بك مع أشخاص ليس لديهم خلفية عن التحدي الهندسي. ما هي بعض الأشياء التي تود أن تخبرهم بها عن تصميم البلاستيك الحيوي؟





نشاط ٦

العرض الهندسي

الآن بعد أن قد عملت في التحدي الهندسة هذا، فكر في الكيفية التي تتغير بها مهاراتك الهندسية. تحقق من نقاط القوة الهندسية لديك.

ضع دائرة على حول المهارات الهندسية التي ترغب في ممارستها لتكون أفضل خلال بقية هذه الوحدة الهندسية.

- | | |
|---|---|
| ☐ التواصل | ☐ التخطيط |
| ☐ بناء الأشياء | ☐ تقديم التغذية الراجعة المنطقية على عمل الآخرين |
| ☐ التخيل | ☐ تلقي التغذية الراجعة على العمل الخاص بك |
| ☐ الإبداع | ☐ المضي قدما عندما لا تعمل الأشياء |
| ☐ الرسم | ☐ التفكير في طرق مختلفة للقيام بشيء ما |
| ☐ العمل ضمن الفريق | ☐ حل المشكلات |
| ☐ قيادة الفريق | ☐ استكشاف الأخطاء وإصلاحها |
| ☐ تحليل البيانات | |

قارن قائمتك أعلاه بالقائمة التي قمت بها أثناء النشاط الثاني. ما المهارة الهندسية التي تعتقد أنك قد تحسنت بها أكثر؟



ثالثاً: مقياس عادات العقل الهندسية

٧. قائمة محكمي مقياس عادات العقل.

٨. الصورة النهائية لمقياس عادات

العقل الهندسية.

٩. مفتاح التصحيح عادات العقل

الهندسية.

ملحق (٧)

قائمة محكمي مقياس عادات العقل الهندسية

الاسم	جهة العمل	التخصص	المؤهل الدراسي
فاطمة بنت حمدان الحجري	وزارة التربية والتعليم	مناهج وطرق تدريس العلوم	ماجستير
علي مهدي كاظم	جامعة السلطان قابوس - قسم علم النفس	القياس والتقويم	دكتوراه
ناصر بن سليم بن ناصر المزيدي	وزارة التربية والتعليم	مناهج وطرق تدريس العلوم	ماجستير في التربية
صفية راشد ناصر الحجرية	المركز التخصصي للتدريب المهني للمعلمين	مناهج وطرق تدريس العلوم	ماجستير تربية
أحمد بن مبارك بن سالم الروتاني	وزارة التربية والتعليم - المديرية العامة لتطوير المناهج	علوم اشعاعية	ماجستير علوم
د. احمد الحديدي	وزارة التربية والتعليم	أحياء	دكتوراه
اسحاق بن حمد بن علي السليمانى	المديرية العامة للتقويم التربوي	علوم	ماجستير
سالم بن خلفان بن سالم الدرعي	وزارة التربية والتعليم	أحياء	ماجستير
خديجة البلوشي	وزارة التربية والتعليم	مناهج وطرق تدريس العلوم	ماجستير

ملحق (٨)

مقياس عادات العقل الهندسية في صورته النهائية

مقياس عادات العقل الهندسية

عزيزي الطالب/ عزيزتي الطالبة:

تقوم الباحثة بإجراء دراسة حول التصميم الهندسي لدى طلبة الصف الثامن بسلطنة عمان، والاختبار الذي بين يديك هو احد أدوات الدراسة وقد تم تصميمه لقياس مهارات التفكير الهندسي، ويضم (١٧) سؤالاً تتنوع بين أسئلة اختيار من متعدد يتم فيها اختيار اجابة واحدة فقط وأسئلة مقالیه يتم الإجابة عنها بعباره قصيرة. علماً بأن اجابتك بصدق وتأن تثري البحث التربوي في السلطنة مع التأكيد أن نتائج الاختبار ستستخدم للأغراض البحثية فقط.

تعليمات الاختبار:

- زمن الاختبار حصة دراسية واحدة
- الرجاء تعبئة البيانات الشخصية في المربع أدناه.
- يجب قراءة جميع الأسئلة والاجابة عنها بتأن ودقه.
- في الأسئلة التي تتضمن أشكال يجب قراءة السؤال بتأن وعدم الاعتماد على الشكل فقط.

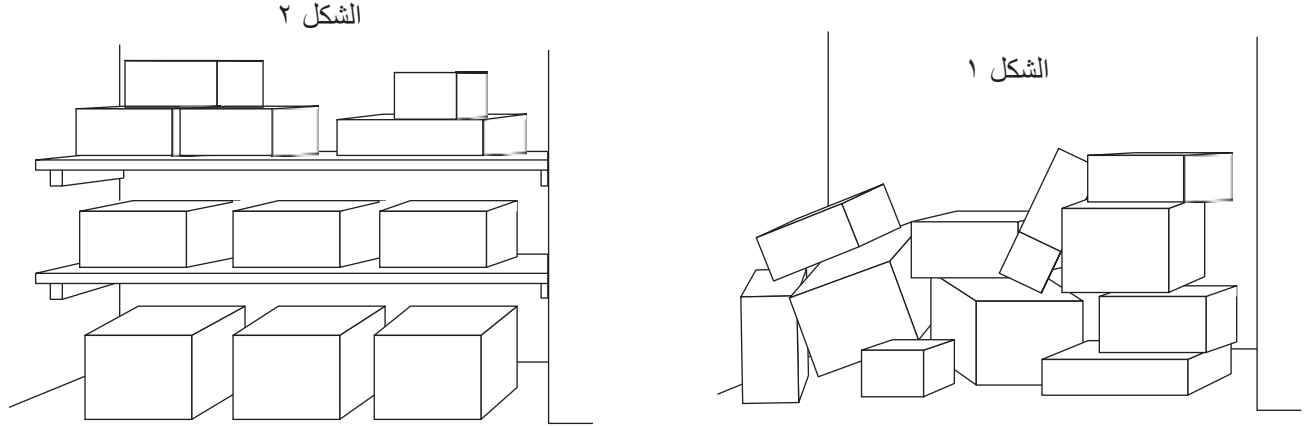
الاسم:

الصف:

الشعبة:

أولاً: اقرأ الأسئلة التالية بتأن ثم اختر الاجابة الصحيحة من بين البدائل المعطاة:

- ١- يوضح الشكلان (١، ٢) مجموعة من الصناديق تم وضعها في مخزن بشكل عشوائي كما في الشكل (١)، بعدها تم ترتيب الصناديق في أرفف كما في الشكل (٢)



تم وضع مجموعة الرفوف في الشكل (٢) لتخزين الصناديق بطريقة عملية تسهل من عملية البحث في الصناديق، أي من المشكلات التالية تم حلها من خلال وضع الرفوف؟

- أ- تنظيم شكل المخزن.
- ب- تنظيم استخدام المخزن.
- ج- تنظيم مساحة المخزن.
- د- تنظيم أحجام الصناديق.



- ٢- يوضح الشكل المجاور نموذج تصميم واجهة مبنى، الغرض الأساسي من وضع هذا

النموذج هو:

- أ- توجيه عملية البناء
- ب- اختبار قوة البناء
- ج- تحديد المواد اللازمة للبناء
- د- اظهار بعض خصائص البناء.

٣- تريد سعاد بناء مأوى للقطط المشردة بالقرب من بيتها لحمايتها من برد الشتاء مع توفير احتياجاتها من

الطعام والشراب فإن الخطوات التي يجب أن تتبعها للبناء من البداية حتى النهاية تتمثل في:

أ- وضع قائمة بالأدوات اللازمة لبناء المأوى ← تزويده بالأغذية ← بناءه في المكان المناسب.

ب- إحصاء عدد القطط المشردة ← البحث عن أشكال التصاميم المتاحة للمأوى ← اختيار أحدها ← تصميمه ← اختباره

ج- حصر عدد القطط المشردة ← البحث عن حلول متاحة للمشكلة ← اختيار مكان المأوى ← وبناءه.

د- تسجيل عدد القطط المشردة ← البحث عن الحلول المتاحة ← تحديد العوامل المؤثرة على بناء المأوى
← تحديد المواد

٤- أفضل وسيلة يمكن من خلالها التأكد من قدرة مركب شراعي ورقي على الحركة في الماء هي:

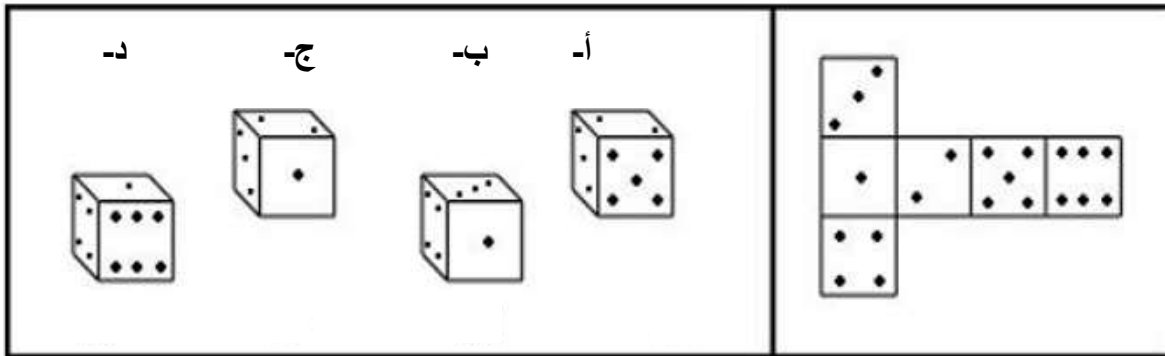
أ- حساب الكتلة الكلية للمركب الشراعي.

ب- تحديد الوزن الكلي للأشياء التي سيتم وضعها في المركب الشراعي.

ج- بناء نموذج للمركب الشراعي واختباره

د- اختبار قوة المواد المستخدمة في بناء المركب الشراعي.

٥- عند تجميع المكعب المفتوح على اليمين سيكون الشكل:



صممت ريم طائرتين ورقيتين مع أجنحة مستوية، وصممت سلمى طائرتين ورقيتين بأجنحة مقلوبة، كما يوضحها الشكل التالي:

طول الطائرة	تصميم ريم (أجنحة مستوية)	تصميم سلمى (أجنحة مقلوبة)
قصيرة	أ	ب
طويلة	ج	د

ثم قامت الطالبتان باختبار تصاميمهما وتم تسجيل البيانات كما يوضحها الجدول التالي:

الخصائص	التصميم أ	التصميم ب	التصميم ج	التصميم د
متوسط المسافة المقطوعة	١ متر	١,٦ متر	١,٥ متر	٢,١٥ متر
متوسط زمن تحليق الطائرة	١١ ثانية	٨ ثواني	٤ ثواني	٣ ثواني
طول الطائرة	١٥ سم	١٥ سم	٢٨ سم	٢٨ سم
شكل الجناح	مستوي	مقلوب	مستوي	مقلوب

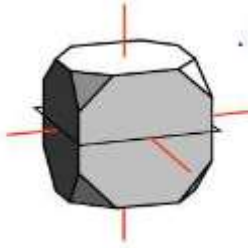
٦- يمكن تعديل التصميم (ج) ليحلق أطول فترة ممكنة من خلال:

- أ- زيادة طول الأجنحة لتصل إلى ٤٠ سم
- ب- تقليل طول الطائرة ليصل إلى ١٠ سم
- ج- جعل الأجنحة مستوية وزيادة طول الطائرة
- د- جعل الأجنحة مقلوبة وتقليل طول الطائرة

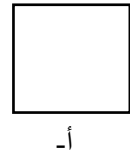
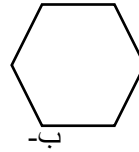
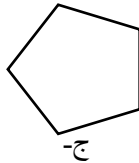
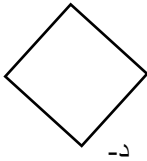
٧- من خلال النتائج الموضحة في الجدول أعلاه فإن أفضل تصميم لطائرة ورقية يمكنها التحليق لمسافات

طويلة و تبقى في الهواء أطول فترة ممكنة:

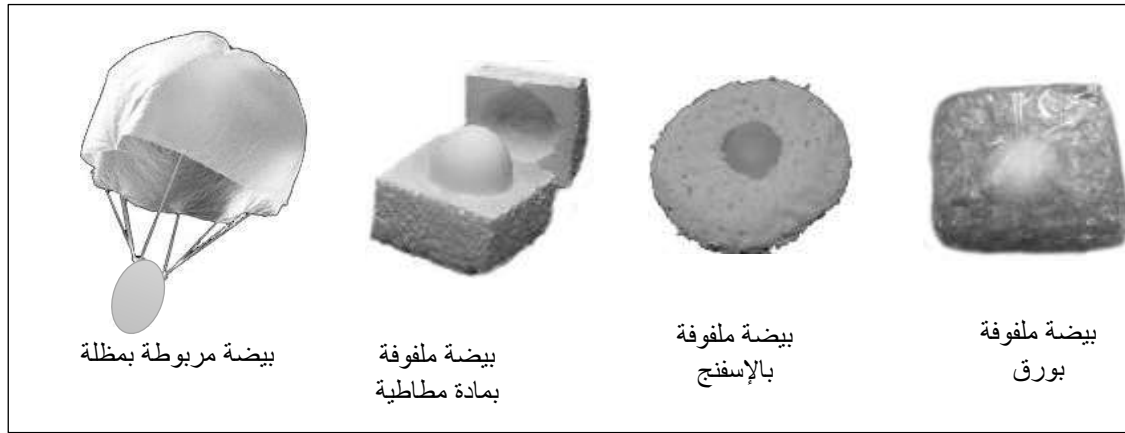
- أ- طائرة بأجنحة مقلوبة وطولها ٣٠ سم.
- ب- طائرة بأجنحة مستوية وطولها ١٥ سم.
- ج- طائرة بأجنحة مستوية وطولها ٣٠ سم.
- د- طائرة بأجنحة مقلوبة وطولها ١٥ سم.



٨- الشكل الذي يبين المقطع العرضي الذي تم أخذه من الشكل الهندسي المجاور هو



- اشترك مجموعة من الطلبة في تحدي تصميم طريقة لحماية البيضة من الكسر عند إلقاءها من ارتفاعات مختلفة بحيث لا تتعرض للكسر حتى تصل ليد المشترك، ويوضح الشكل التالي ٤ تصاميم مختلفة:



يوضح الجدول التالي نتائج اختبار التصاميم وذلك من خلال إلقاءها من ارتفاعات مختلفة:

الارتفاع (مسافة السقوط)				اختبار القاء البيضة
٨ متر	٦ متر	٤ متر	٢ متر	
انكسرت	انكسرت	انكسرت	سليمة	البيضة الملفوفة في ورق الفقاعات
انكسرت	سليمة	سليمة	سليمة	البيضة الملفوفة بالإسفنج
انكسرت	انكسرت	انكسرت	انكسرت	البيضة الملفوفة بالمطاط
سليمة	سليمة	انكسرت	انكسرت	البيضة المربوطة بمظلة

٩- من خلال الجدول فإن أفضل تصميم يحافظ على البيضة عند إلقاءها من ارتفاعات مختلفة هو:

- البيضة الملفوفة في ورق الفقاعات
- البيضة الملفوفة بالإسفنج
- البيضة الملفوفة بالمطاط
- البيضة المربوطة بمظلة

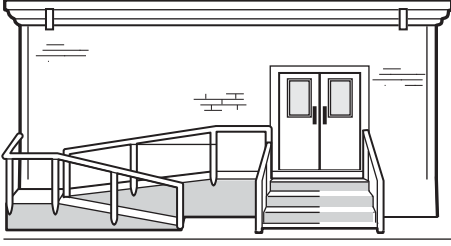
١٠- يريد أحمد وضع تصميم جديد لحماية البيضة من الكسر وذلك من خلال الاستفادة من التصاميم السابقة، فإن

أفضل تصميم ممكن هو لف البيضة:

- بطبقة من المطاط والإسفنج
- بورق الفقاعات وربطها ببارشوت
- بالإسفنج وربطها بمظلة
- بمطاط وربطها بالبارشوت

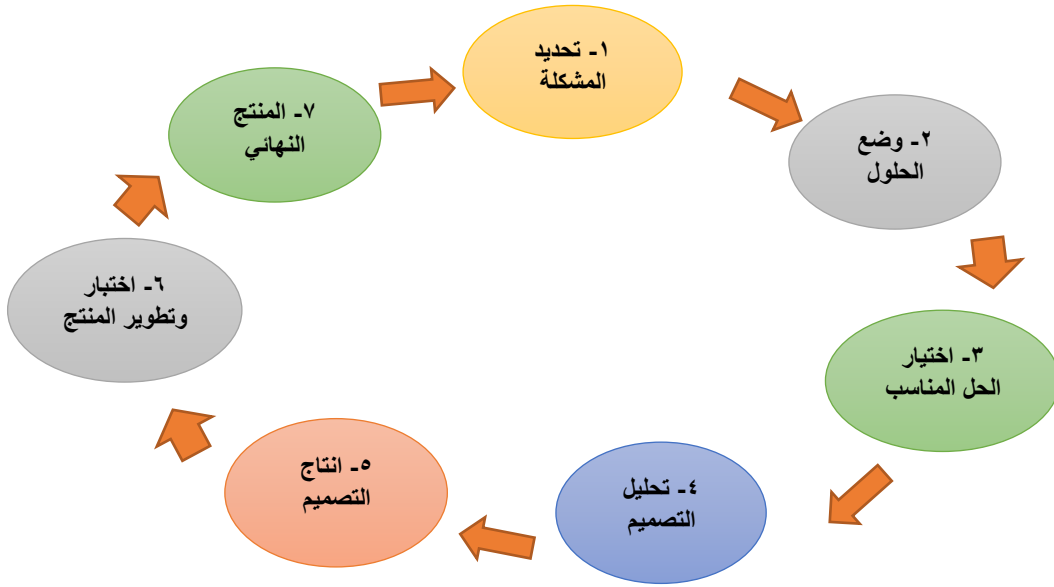
ثانياً: اقرأ الاسئلة التالية وأجب عليها بعبارات قصيرة:

١١- يبين الرسم المجاور مدخل مبنى له طريقتين للدخول هما الدرج والمنحدر، المشكلة التي تم حلها من خلال اضافة المنحدر هي:



.....
.....

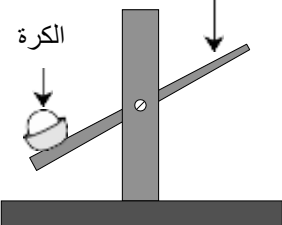
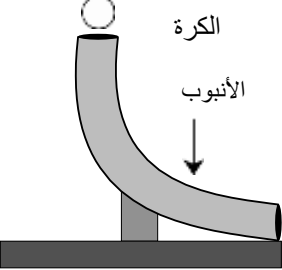
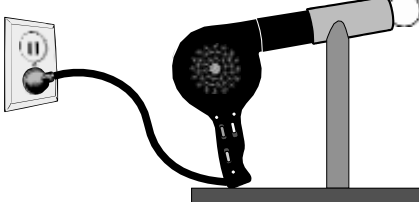
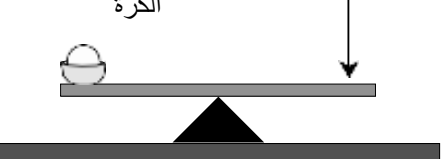
١٢- تسعى شركة عالمية لتصنيع اطارات المركبات لإنتاج إطارات دراجة نارية لديها القدرة على التحمل على الطرق الوعرة باتتباع خطوات التصميم الهندسي كما يوضحها الشكل التالي،



بناءً على خطوات التصميم الهندسي الموضح أعلاه فقد طور مهندسو الشركة ثلاثة تصاميم مختلفة للإطار ، فإن الخطوة التالية للشركة هي:

.....

- في أولى خطوات تصميم قاذفة كرات، وضعت ماريا وهدي رسوماً لعدة تصاميم لتحديد أفضلها، وتم وضع جدول لتقييم هذه التصاميم، يوضح الشكل التالي التصاميم ويليها جدول التقييم.

تصميم المنجنيق	التكلفة التقريبية ٤ ريال	١
	يضغط الطالب بقوة الى الأسفل اتجاه حركة الكرة	
تصميم الأنبوب	التكلفة التقريبية ٥ ريال	٢
	يتم وضع الكرة في الأنبوب لتتدحرج الى الأسفل اتجاه حركة الكرة	
تصميم مجفف الشعر	التكلفة التقريبية ٩ ريال	٣
	يتم وضع الكرة في الأنبوب ثم يتم دفعها من خلال قوة دفع هواء مجفف الشعر اتجاه حركة الكرة	
تصميم الرافعة	التكلفة التقريبية ٢ ريال	٤
	يرمى حجر من ارتفاع نصف متر ليؤثر بقوة الى الأسفل اتجاه حركة الكرة	

أدرس الجدول التالي لتقييم التصاميم ثم أجب عن الأسئلة التي تليه

مواصفات التصميم الجيد	التصميم ١	التصميم ٢	التصميم ٣	التصميم ٤
إطلاق الكرة عبر الهواء	نعم	لا	نعم	نعم
تكلفتها ٢ ريال أو أقل	لا	لا	لا	نعم
لا يتم استخدام الكهرباء فيها	نعم	نعم	لا	نعم

أكمل العبارات التالية بما يناسبها:

- ١٣- يعمل النظام في الشكل رقم ١ من خلال.....
 ١٤- يتكون نظام دفع الكرة في الشكل رقم ٢ من.....
 ١٥- أهمية وجود مجفف الشعر في الشكل رقم ٣ تتمثل في.....

١٦- التصميم الأكثر مناسبة لبناء القاذفة واختبارها هو:

- أ- التصميم ١
 ب- التصميم ٢
 ج- التصميم ٣
 د- التصميم ٤

١٧- السبب من وجهة نظرك:

ملحق (٩)

مفتاح تصحيح مقياس عادات العقل الهندسية

رقم السؤال	الإجابة	العادة العقلية
١	ب	التعرف على المشكلة
٢	د	التبصر
٣	ب	حل المشكلات
٤	ج	التحسين والتطوير
٥	د	التبصر
٦	ب	التكيف
٧	د	التحسين والتطوير
٨	أ	التبصر
٩	ب	حل المشكلات
١٠	ج	التحسين والتطوير
١١	كوسيلة مساعدة للدخول	التعرف على المشكلة
١٢	اختبار وتطوير المنتج	التكيف
١٣	الضغط على الطرف المقابل للكرة. (الكره، والعمود الثابت، وضابط التوازن، والعمود الأفقي الحر) أو (الكره ولعبة التوازن)	التفكير المنظومي
١٤	الكرة والأنبوب	التفكير المنظومي
١٥	دفع الكره لأعلى	التفكير المنظومي
١٦	د	حل المشكلات
١٧	انطبقت عليه جميع معايير التصميم	التعرف على المشكلة

رابعاً: مقياس النمط العقلي

	١٠. قائمة محكمي مقياس النمط العقلي. ١١. مقياس النمط العقلي في صورته النهائية.	
--	---	--

ملحق (١٠)
قائمة محكمي مقياس النمط العقلي

الاسم	جهة العمل	التخصص	المؤهل الدراسي
خديجة البلوشية	وزارة والتعليم	التربية مناهج العلوم	ماجستير
أ. د. علي مهدي كاظم	جامعة السلطان قابوس- قسم علم النفس التربوي	قياس وتقويم	دكتوراه
سهيل محمود الزعبي	جامعة السلطان قابوس- قسم علم النفس التربوي	تربية خاصة	دكتوراه
أ. د. عادل محمد العدل	جامعة السلطان قابوس- قسم علم النفس التربوي	علم النفس	دكتوراه
د. أحمد محمد شبيب	جامعة السلطان قابوس- قسم علم النفس التربوي	علم نفس تربوي	دكتوراه

ملحق (١١)

مقياس النمط العقلي في صورته النهائية

مقياس النمط العقلي

الاسم:	الصف:
--------	-------

عزيزتي الطالبة:

لكل من العبارات التالية، اختر إحدى العبارتين أ أو ب والتي تتناسب أكثر مع توجهاتك عند تصميم مشروع أو إجراء التجارب، يمكن أن تختلف أو تتفق مع كلا العبارتين، ولكن يجب اختيار إحداهما والتي تعتبر عن الطريقة الأقرب لتفكيرك:

الرقم	العبرة
١	أ- أبادر بطرح آرائي دائما
	ب- لا أمانع بعرض عملي على الآخرين قبل الانتهاء منه لأحصل على ملاحظات جيدة
٢	أ- أشعر بالثقة في مشاركة أفكارني عندما أتأكد فقط من سلامتها.
	ب- أعتقد أن استخدام التقنيات الجديدة تجعل مني مصمما أفضل.
٣	أ- أشعر بالثقة عند تجربة التقنيات التي اعرفها من قبل.
	ب- أحذر من التعبير عن رأيي حول عمل زملائي.
٤	أ- أشعر بالضيق عندما لا يقدم لي أي من زملائي ملاحظات جيدة عن عملي.
	ب- أشعر بالضيق عندما لا يسمح لي بالتعبير عن رأيي حول موضوع ما.
٥	أ- أتقبل التغيير في خطة عمل المشروع طالما أن الأهداف تبقى نفسها.
	ب- أشعر بالضيق عندما اتلقى آراء متناقضة عن عملي.
٦	أ- أشعر بالقلق عندما يتحدث الآخرون عني كمثال لشرح رأي معين.
	ب- أشعر بالضيق عندما تؤثر الظروف على مشروع ما وتجعله ينحرف عن خطته الأصلية.
٧	أ- لا أعطي أهمية لملاحظات الآخرين.
	ب- أسعى لفهم ملاحظات الآخرين جيدا قبل رفضها
٨	أ- أشعر بالضيق عندما اكلف بمشروع لا يلائمني
	ب- أشعر بالارتياح عند استخدام التقنيات التي أعرفها.
٩	أ- أميل لعدم طرح تساؤلاتني حول موضوع ما لأنني متأكد أن أحد ما سيسألها.
	ب- دائما أجد نقطة واحدة على الأقل للتعليق عليها عندما أطلع على عمل الآخرين.
١٠	أ- أومن بأن زملائي في الفريق بوسعهم تقديم آراء مفيدة لعملي

	ب- أشعر بالقلق عندما يتواصل معي أحد زملائي في الفريق بصورة مفاجئة.
١١	أ- استمتع بتطبيق التقنيات الجديدة في عملي. ب- أرى بأن التغييرات التي تحدث لمعايير الصناعة مقلقة.
١٢	أ- أشعر بالارتياح عندما أخبر أحد أعضاء الفريق بملاحظات حول أدائه في الفريق. ب- أشعر بالضيق عند طرحي للكثير من الأسئلة حتى لا أبدو جاهلا
١٣	أ- أتعامل بدقة عند استخدام الأدوات في التصميم. ب- أعتقد أن انجاز العمل يحتاج الى مشاركة الآخرين (عمل الفريق).
١٤	أ- أشعر بالقلق عندما يتعين علي تحمل وإدارة اعباء اعمالي. ب- أثق بأنني يمكن أن اساهم ايجابيا في أي مشروع.
١٥	أ- أشعر بالضيق عندما يقوم أحدهم بإدارة أعمالي والتصرف بها. ب- أوّمن بأنني أنتج أفضل عندما أعمل بمفردي.
١٦	أ- أنزعج عندما يقدم غير المختصين اعدارا لتجنب المشاركة في عملية التصميم. ب- أعتقد أن تصميم كل المشاريع يمكن أن يوظف فيه نفس المراحل.
١٧	أ- أشعر بالضيق عندما تتبع كل المشاريع نفس الخطوات. ب- أحاول أن أراجع الملاحظات المقدمة بأسرع ما يمكن.
١٨	أ- أتصرف بطريقة دفاعية عندما يقوم شخص غير مختص على السبورة برسم الأفكار وشرحها. ب- أشعر بالارتياح عندما أحصل على ملاحظات بناءة عن عملي.
١٩	أ- غالبا لا أطرح رأيي حول عمل الآخرين ب- أشعر بالإحباط عندما أحصل فقط على الملاحظات الإيجابية حول أفكاري.
٢٠	أ- أفضل أن أتعلم شيئا جديدا عوضا عن الاستمرار على استخدام التقنيات المعروفة. ب- أنزعج من الأشخاص الذين لا يطرحون أسئلة.
٢١	أ- أجد أن استخدام التقنيات الجديدة أمرا صعبا ومحبطا مقارنة باستخدام التقنيات المعروفة. ب- أشعر بالإحباط عندما أحصل على ملاحظات (التغذية الراجعة) سلبية حول افكاري.
٢٢	أ- أنزعج عندما يقوم زملائي بانتظار الاجتماعات فقط للمناقشة ب- أفضل أن احتفظ بالمواقف الصعبة لنفسى ولا أشارك بها غيري.
٢٣	أ- أوّمن بأن المصممين الجيدين يطرحون الكثير من الأسئلة. ب- أشعر بالضيق عندما تكون ظروف كل المشاريع متشابهة
٢٤	أ- أشعر بالارتياح عندما أعمل على مشاريع لها نفس الظروف . ب- أتحدث مع زملائي حول عملي عندما يتطلب الأمر فقط.

٢٥	أ- أشعر بالضيق عندما تمنعني الظروف من تغيير بعض المراحل لفهم المشروع. ب- أؤمن بأن المشروع يمكن أن يستفيد من وجود مصممين أو أكثر في فريق العمل
٢٦	أ- أفضل أن أكون المصمم الوحيد في المشروع. ب- أجد أن المشروع متعب عندما يتعين علي الرجوع إلى خلفيات ذلك المشروع كاملة
٢٧	أ- أؤمن بأن توضيح افتراضاتي وأفكاري سوف يوفر لي الوقت لاحقا ب- أشعر بالضيق عندما يناقش أحدهم وجهة نظري أمام الآخرين.
٢٨	أ- انزعج عندما ينظر لي زملائي في الفريق كمنافس لهم. ب- أشعر بالضيق عندما لا تتاح لي الفرصة لخوض التحديات.
٢٩	أ- أشعر بأنني غير مؤهل عندما أطلب من أحد زملائي شرح تقنية جديدة. ب- أقدر اجتماعات الفريق الي تقام بعيدا عن مكان عملي.
٣٠	أ- اشعر بالضيق عندما يطرح شخص غير مختص (اخي الأصغر،.....) أسئلة عن مراحل التصميم. ب- أشعر بالسعادة عندما أقوم بوضع كل الافتراضات معا للتحقق من صحتها.

خامسا: مقياس الميول المهنية العلمية

	١٢. قائمة محكمي مقياس الميول المهنية العلمية. ١٣. مقياس الميول المهنية العلمية في صورته النهائية.	
--	---	--

ملحق (١٢)

قائمة محكمي مقياس الميول المهنية

الاسم	المؤهل الدراسي	جهة العمل	التخصص
رقية بنت محمد بن حسن الصالحية	باحثة في المركز الوطني للتوجيه المهني	ماجستير تربية	قياس وتقويم
علي مهدي كاظم	جامعة السلطان قابوس- قسم علم النفس التربوي	دكتورة	قياس وتقويم
راية المرهوبي	مدرسة حيل العوامر- وزارة التربية والتعليم	مؤهل توجيه مهني	أحياء
صالح سعيد الجابري	وزارة التربية والتعليم	ماجستير	ادارة تربوية
أحمد علي الهنائي	وزارة التربية والتعليم- اخصائي توجيه مهني	بكالوريوس تربية	لغة عربية

ملحق (١٣)

مقياس الميول نحو المهن العلمية في صورته النهائية

مقياس الميول نحو المهن العلمية

الرجاء تعبئة البيانات التالية:

الاسم:	الصف:
--------	-------

عزيزتي الطالبة:

تهدف الاستبانة التي بين يديك الى قياس ميولك المهنية، الرجاء قراءة العبارة في المربع ثم قم بالإجابة وفق مدى انطباق العبارة عليك في الجدول التالي، علماً بأنه لا يوجد خيار صحيح وآخر خاطئ. الرجاء اختيار إجابة واحدة فقط لكل عبارة.

م	العبارة	دائماً ٥	غالباً ٤	أحياناً ٣	نادراً ٢	أبداً ١
١	عادة أحصل على تقدير مرتفع في العلوم					
٢	لدي القدرة على اتمام واجبات وأنشطة العلوم					
٣	أخطط لأتخصص في أحد مجالات العلوم في المستقبل					
٤	أعمل بإجتهد في حصص العلوم					
٥	إذا عملت بشكل جيد في حصص العلوم، فسوف يساعدني ذلك في مهنتي المستقبلية					
٦	يتمنى والداي أن أعمل في مهنة مرتبطة بالعلوم					
٧	أنا مهتم بالمهن المرتبطة بالعلوم					
٨	أحب حصص العلوم					
٩	أعرف نماذج متميزة لأشخاص يعملون في مهن مرتبطة بالعلوم					
١٠	أشعر بالراحة عندما أتحدث إلى أشخاص يعملون بمهن مرتبطة بالعلوم					
١١	يوجد شخص في عائلتي يعمل في مهنة مرتبطة بالعلوم					
١٢	عادة أحصل على تقدير مرتفع في الرياضيات					
١٣	لدي القدرة على اتمام واجبات وأنشطة الرياضيات					
١٤	أخطط لأتخصص في إحدى المهن المرتبطة بالرياضيات في المستقبل					
١٥	أعمل بإجتهد في حصص الرياضيات					
١٦	إذا عملت بشكل جيد في حصص الرياضيات ، فسوف يساعدني ذلك في مهنتي المستقبلية					

م	العبارة	دائما ٥	غالبا ٤	أحيانا ٣	نادرا ٢	أبدا ١
١٧	يتمنى والداي أن أعمل في مهنة مرتبطة بالرياضيات					
١٨	أنا مهتم بالمهن المرتبطة بالرياضيات					
١٩	أحب حصص الرياضيات					
٢٠	أعرف نماذج متميزة لأشخاص يعملون في مهن مرتبطة بالرياضيات					
٢١	أشعر بالراحة عندما أتحدث إلى أشخاص يعملون بمهن مرتبطة بالرياضيات					
٢٢	يوجد شخص في عائلتي يعمل في مهنة مرتبطة بالرياضيات					
٢٣	لدي القدرة الجيدة على انجاز الاعمال باستخدام التكنولوجيا					
٢٤	لدي القدرة على تعلم استخدام التكنولوجيا الحديثة					
٢٥	أخطط لتخصص في إحدى المهن المرتبطة بالتكنولوجيا في المستقبل					
٢٦	استخدم برامج تكنولوجية جديدة لتساعدني على التعلم في المدرسة					
٢٧	إذا تعلمت الكثير عن التكنولوجيا، ستكون لدي فرص لمهن كثيرة ومتنوعة مستقبلا					
٢٨	استخدامي للتكنولوجيا في الأعمال المدرسية يتيح لي فرصة الحصول على درجات جيدة					
٢٩	أحب استخدام التكنولوجيا في الأعمال الصفية					
٣٠	أهتم بالمهن المرتبطة باستخدام التكنولوجيا					
٣١	أعرف نماذج متميزة لأشخاص يعملون في مهن مرتبطة باستخدام التكنولوجيا					
٣٢	أشعر بالراحة عندما أتحدث إلى أشخاص يعملون في مهن مرتبطة بالتكنولوجيا					
٣٣	يوجد شخص في عائلتي يستخدم التكنولوجيا في مهنته					
٣٤	أتفاعل بشكل جيد في الأنشطة التي تستخدم فيها الهندسة.					
٣٤	لدي القدرة على انجاز الاعمال التي تتطلب استخدام الهندسة					

م	العبارة	دائما ٥	غالباً ٤	أحياناً ٣	نادراً ٢	أبداً ١
٣٥	أخطط للتخصص في أحد مجالات الهندسة في المستقبل					
٣٦	أعمل باجتهاد في الاعمال الصفية المرتبطة بالهندسة كتصميم المشاريع.					
٣٧	إذا تعلمت الكثير عن الهندسة، ستكون لدي فرص لمهن كثيرة ومتنوعة مستقبلاً					
٣٨	يتمنى والداي أن أعمل في مهنة مرتبطة بالهندسة					
٣٩	أحب الأنشطة التي تتطلب استخدام الهندسة					
٤٠	أنا مهتم بالمهن المرتبطة بالهندسة					
٤١	أعرف نماذج متميزة لأشخاص يعملون في مهن مرتبطة بالهندسة					
٤٢	أشعر بالراحة عندما أتحدث إلى مهندسين					
٤٣	يوجد شخص في عائلتي يعمل كمهندس					

مترجم من:

Kier, W; Blanchard, R ; Osborn, W & Albert, L.(2014). The development of STEM career interest survey (STEM- CIS). *Research in Science Education*, 44 (3), 461-481.

سادسا: أدوات جمع البيانات النوعية

	١٤. نموذج لتقرير تأمل.	
	١٥. بطاقة تحليل تقارير التأمل.	
	١٦. بطاقة التقييم الذاتي.	
	١٧. قائمة محكمي مقابلات مجموعات التركيز.	
	١٨. مقابلات مجموعات التركيز.	

ملحق (١٤)

نموذج لتقرير تأمل

الصف:

الاسم:

التأمل



وضحي كيف يمكن تتبع خطوات التصميم الهندسي لتحسين تصميم عملية صناعة الأيس كريم



ملحق (١٥)

بطاقة تحليل تقارير التأمل

بطاقة تحليل تقارير التأمل

م	المهارة	درجة الممارسة (٢٠١٧/١٠/٢٥)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١١/١)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١١/٨)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١٢/٦)		
		قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة
١	تحديد												
٢	✓ تحديد												
٣	المشكلة												
٤	بدقة												
٥	ووضوح												
٦	✓ تحديد												
٧	الاحتياجات												
٨	والمعايير												
٩													
١٠													
١١													
١٢													
١٣													
١٤													
١٥													
١٦													
م	المهارة	درجة الممارسة (٢٠١٧/١٠/٢٥)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١١/١)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١١/٨)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١٢/٦)		
		قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة
١	التقصي												
٢	(تحديد												
٣	المشكلة)												
٤	البحث												
٥	عن												
٦	المعلومات												
٧	المرتبطة												
٨	بالمشكلة												
٩	والحلول												
١٠	السابقة لها												
١١													
١٢													
١٣													
١٤													
١٥													
١٦													

المهارة	م	درجة الممارسة (٢٠١٧/١٠/٢٥)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١١/١)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١١/٨)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١٢/٦)		
		قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة
التخيل ✓ شكل المنتج النهائي ✓ طريقة الصنع ✓ سيناريو ضبط المتغيرات	١												
	٢												
	٣												
	٤												
	٥												
	٦												
	٧												
	٨												
	٩												
	١٠												
	١١												
	١٢												
	١٣												
	١٤												
	١٥												
	١٦												

المهارة	م	درجة الممارسة (٢٠١٧/١٠/٢٥)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١١/١)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١١/٨)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١٢/٦)		
		قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة
تخطيط (حل المشكلات) + التفكير المنظومي	١												
	٢												
	٣												
	٤												
	٥												
	٦												
	٧												
	٨												
	٩												
	١٠												
	١١												
	١٢												
	١٣												
	١٤												
	١٥												
	١٦												

المهارة	م	درجة الممارسة (٢٠١٧/١٠/٢٥)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١١/١)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١١/٨)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١٢/٦)		
		قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة
انتاج	١												
	٢												
	٣												
	٤												
	٥												
	٦												
	٧												
	٨												
	٩												
	١٠												
	١١												
	١٢												
	١٣												
	١٤												
	١٥												
	١٦												

المهارة	م	درجة الممارسة (٢٠١٧/١٠/٢٥)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١١/١)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١١/٨)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١٢/٦)		
		قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة
اختبار	١												
	٢												
	٣												
	٤												
	٥												
	٦												
	٧												
	٨												
	٩												
	١٠												
	١١												
	١٢												
	١٣												
	١٤												
	١٥												
	١٦												

المهارة	م	درجة الممارسة (٢٠١٧/١٠/٢٥)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١١/١)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١١/٨)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١٢/٦)		
		قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة
تحسين ✓ وضع خطة التطوير. ✓ دور التجريب في التحسين ✓ دور التواصل في التحسين	١												
	٢												
	٣												
	٤												
	٥												
	٦												
	٧												
	٨												
	٩												
	١٠												
	١١												
	١٢												
	١٣												
	١٤												
	١٥												
	١٦												

المهارة	م	درجة الممارسة (٢٠١٧/١٠/٢٥)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١١/١)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١١/٨)			درجة الممارسة (٢٠١٧/١٢/٦)		
		قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة	قوية	متوسطة	منخفضة
تواصل (الابداع في حل المشكلات) ✓ اتباع خطوات التصميم الهندسي. ✓ طرح حلول ابداعية. ✓ الموازنة بين الاحتياجات والمعايير لاختيار الحل الأنسب. توضيح مبررات اختيار الحل.	١												
	٢												
	٣												
	٤												
	٥												
	٦												
	٧												
	٨												
	٩												
	١٠												
	١١												
	١٢												
	١٣												
	١٤												
	١٥												
	١٦												

ملحق (١٦)

بطاقة التقييم الذاتي

التقييم الذاتي



اسم المهندسة:
الصف:
التاريخ:

تحقق من نقاط القوة الهندسية لديك.

ضع دائرة حول المهارات الهندسية التي تعتقد أنك ممارستها بشكل جيد خلال هذه الوحدة الهندسية،
ودون على الخانة المقابلة كيفية ممارستك لهذه المهارة خلال الوحدة

التخيل	
التواصل	
بناء الأشياء (الانتاج)	
حل المشكلات	
الرسم	
الابداع	
قيادة الفريق	
تحليل البيانات	

التخطيط



تقديم الملاحظات المنطقية للآخرين



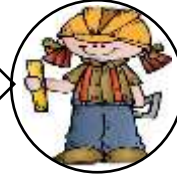
التفكير في طرق مختلفة للقيام بشئ ما



تلقي ملاحظات الآخرين بفهم



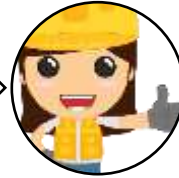
حل المشكلات



استكشاف الأخطاء واصلاحها



اتمام العمل عند التعرض للتحديات



ملحق (١٧)

قائمة محكمي مقابلات مجموعات التركيز

الاسم	جهة العمل	التخصص	المؤهل الدراسي
فاطمة بنت حمدان الحجري	وزارة التربية والتعليم	مناهج وطرق تدريس العلوم	ماجستير
ناصر بن سليم بن ناصر المزيدي	وزارة التربية والتعليم	مناهج وطرق تدريس العلوم	ماجستير في التربية
مريم المحروقي	وزارة التربية والتعليم	مناهج وطرق تدريس العلوم	ماجستير تربية
خديجة البلوشي	وزارة التربية والتعليم	مناهج وطرق تدريس العلوم	ماجستير

ملحق (١٨)

بطاقة مقابلات مجموعات التركيز

بطاقة مقابلات مجموعات التركيز

مشكلة ١:

من منطلق احساسها بالمسؤولية الاجتماعية، عزمت شركة صناعة ساعات تصميم ساعات يد خاصة للأشخاص ضعيفي البصر لتمكينهم من معرفة الوقت بيسر وسهولة، وقد تم اختيارك كمهندس متمكن ضمن فريق العمل.

أسئلة لعادات العقل الهندسية:

- ما العمل الموكل لفريقك الهندسي؟
- ما الخطوات التي ستتبعها لحل المشكلة؟
- ما أفكارك لتطوير المنتج؟

مشكلة ٢:

يعيش سالم في إحدى المناطق الوعرة في الجبل الأخضر وكثيرا ما يواجه مع أهل قريته مشاكل بسبب صعوبة نقل ثمار الجوز والرمان إلى السوق لبيعها، ونظرا لبراعتك وفريقك الهندسي فقد تم اختيارك لمساعدة سكان قرية سالم بتصميم أداة أو سيلة فعالة لنقل الثمار من القرية إلى أسفل الجبل.

- ما المشكلة التي يريد فريقك الهندسي حلها؟
- ما الخطوات التي ستتبعها لحل المشكلة؟
- كيف يمكن تطوير المنتج؟

أسئلة النمط العقلي:

❖ (المرن مقابل الجامد)

برأيك من المهندس الناجح

- يتتبع خطوات تنفيذ المشروع ويصر على تطبيق العملية دون تغيير (جامد)
- يدافع عن عملية التصميم المخطط لها
- يرى طرق مختلفة للتنفيذ ويفضل تتبع طرق جديدة في التصميم (مرن)
- يستمتع باختبار الفرضيات والقوانين

❖ مشارك مقابل انعزالي

أي المهندس

يقدر مشاركة الزملاء في تطور المشروع، ويشعر بالثقة عندما يقدم زملاءه ملاحظات عن عمله كما ويقرر اشراك زملاءه بطرق بناءة. (مشارك)

يرى الزملاء كمنافسين ويشعر بالانزعاج من ملاحظاتهم على عمله، ويتجنب مشاركة الزملاء ما لم ترغهم العملية. (انعزالي).

❖ حازم (ايجابي) مقابل سلبي

يرى أن له دور في التعبير عن رأيه، ويشعر بأهمية تقليل الفروقات في الفهم لذلك يطرح أسئلة مفتوحة ويقيم الآراء المطروحة (ايجابي)

يرى أن الاختلاف في الفهم وكأنه لا يعنيه وهي شيء غير مهم، ويفترض أن الأسئلة والقضايا العالقة سيتم معالجتها لاحقاً، ويتجنب القضايا المستجدة.