

## تعليم STEAM ونظم المعارف المتعددة والبيئية والعابرة لتحقيق التنمية المستدامة: نظام أكوابونكس انموذجا

د. أحمد عزت 1

(1سابقا) مدير مكتب الجودة / مركز البحوث والاستشارات

جامعة صيراته

ezzatt6446@yahoo.com

### الملخص:

الاستدامة إستراتيجية تستمد جذورها منذ مراحل التخطيط الاولى لمؤتمر البيئة في ستوكهولم 1972، والتي تبلورت أبعادها في تقرير بورتلاند 1987 وتطورت لتطبق من خلال أجندة واطار زمني استمر 15 عام منذ العام 2000 ليتم تطويرها عام 2015 لتشمل 17 هدف و 169 مقصد للتنمية المستدامة يبدأ تطبيقها عام 2016 وتستمر حتى عام 2030. تتكامل وتتفاعل الأهداف والمقاصد في هذه الأجندة في سياق مركب متعدد وبيني وعابر للمجالات المعرفية حيث يحتاج العالم لتحقيقها منظومات وفرق عمل متعددة/بيئية/عابرة المعارف لتتمكن من تحقيقها.

أدى ذلك لحدوث تطورات متلاحقة في العديد من مكونات منظومات التعليم الهندسي حول العالم من حيث المناهج واستراتيجيات التعليم والتعلم وطرق التدريس وفلسافته لضمان مخرجات تستطيع تلبية احتياجات المجتمعات من اجل التنمية المستدامة. فنجد حديثا تحولات في منظومات تعليم الهندسة والتكنولوجيا من STEM الى منظومات STEAM لرفع قدرات المنظومة في التعامل مع الأبعاد السياسية والإقتصادية والاجتماعية والثقافية والبيئية ذات العلاقة بالنظم الهندسية التي تحقق التنمية المستدامة.

تهدف الدراسة للتعرف على الابعاد التالية: منظومات STEAM وتطورها حول العالم - أهداف التنمية المستدامة ذات العلاقة - التحديات الإستراتيجية المصاحبة لتطور المنظومات التي تعمل على تحقيق الاستدامة في عالم اليوم.

تم التعرض لمكونات نظام أكوابونكس وأثاره على عدد من أبعاد وعوامل تحقيق التنمية المستدامة (الاجتماعية - الثقافية - الاقتصادية - البيئية - السياسية)، كمثال لنظام يعمل على تحقيق الاستدامة ويتضمن مجالات

معرفة متعددة/بينية/عابرة للمعارف المنعزلة حيث يتطلب تصميمه وتنفيذه وإدارته فرق عمل يكون فيها المهندس قادر على التعاون والعمل في بيئة متعددة/بينية/عابرة المعارف.

تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي بمراجعة الأدبيات المحلية والعالمية من أبحاث ودراسات بالمجال للتعرف على أهم النقاط ومقارنتها مع واقع منظومة التعليم الهندسي بقسم هندسة البيئة كلية الهندسة صبراته خلال الفترة 2005-2017م.

أظهرت نتائج الدراسة وجود نقاط قوة وبنى تحتية تعطي المنظومة امكانية التعامل مع تحديات التنمية المستدامة 2030 من خلال تطوير بعض النقاط ذات العلاقة بالمناهج الدراسية، طرق التدريس، استراتيجيات التعليم والتعلم والبحث العلمي لرفع قدراتها التنافسية لتعليم STEAM.

**الكلمات المفتاحية:** التنمية المستدامة - STEAM - Aquaponics - البيئة - الجودة - الصحة والسلامة المهنية

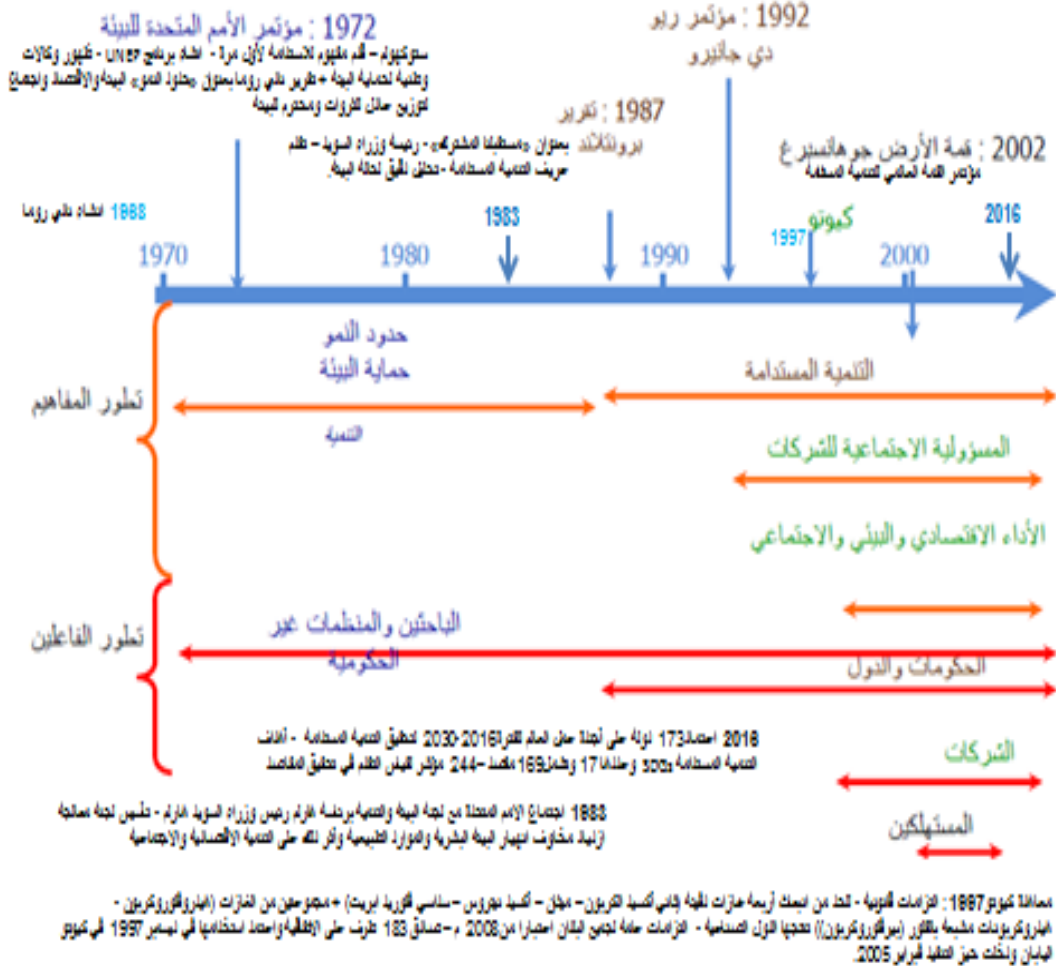
#### مقدمة:

يمثل إنشاء نادي باريس في 1968، والذي ضم نخبة من العلماء والمفكرين والمهتمين بالقضايا البيئية والإجتماعية المصاحبة لجهود التنمية الاقتصادية في ذلك الحين، خطوة أساسية مبكرة في طريق سعى العالم للوصول للتنمية المستدامة [1]. يوضح الشكل رقم (1) العلامات الأساسية في طريق سعى العالم للوصول للتنمية المستدامة منذ انشاء نادي باريس في العام 1968 حتى اعتماد عدد 173 دولة حول العالم في العاصمة الفرنسية باريس أجندة العالم لتحقيق التنمية المستدامة خلال الفترة 2016-2030

ويوضح كيفية تطور مفهوم التنمية ومساهمات الأطراف المختلفة وأهم مخرجات كل حدث خلال تلك الفترة. تتضمن هذه الأجندة عدد 17 هدف (Goal)، تسمى بأهداف التنمية المستدامة (Sustainable Development Goals, SDGs) وعدد 169 مقصد (Target) يسعى العالم لتحقيقها خلال تلك الفترة ويتم قياس مدى التقدم في تحقيقها من خلال مؤشرات تسمى بمؤشرات التنمية المستدامة (Sustainable Development Indicators, SDIs)، [3].

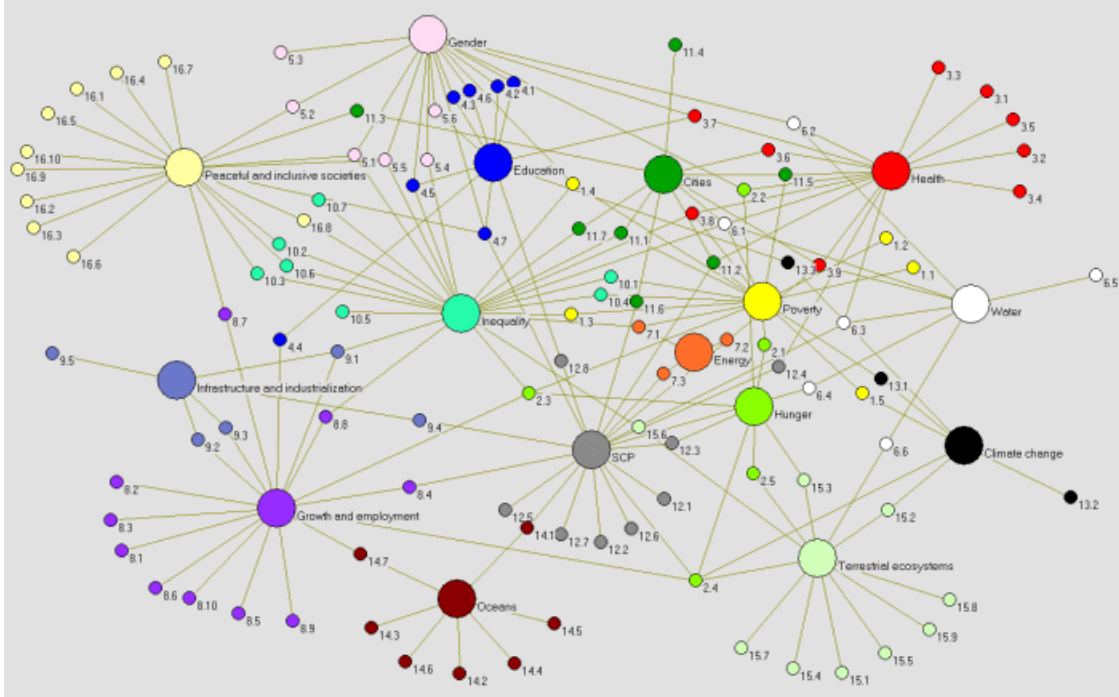
(احتل ريو 1982) بشأن البيئة والتنمية. جنون أعمال القرن -خبر صميم بصمات التنمية المستدامة -جنون أعمال القرن - 27 بدأ للتنمية المستدامة -40 مبادئ لإجراءات التنمية الاجتماعية والاقتصادية للتنمية المستدامة وحفظ دارا الموارد الطبيعية ولتوزع المجموعات الرئيسية وإرسال التخليد - افتتاح تولى على نظام الأمم المتحدة (إطاره جنل ضم المصاح UNFCCC -إطاره الأمم المتحدة لترويج البؤويحي 2030 و إطاره منظمة الصحة

### المحطات الأساسية لتطور مفهوم التنمية المستدامة



شكل رقم (2): الخطوات الرئيسية لتطور مفهوم التنمية المستدام في الفترة 1968-2016 [2]، مع اضافة الدارس للمخرجات الرئيسية للأحداث الهامة.

هذا ويتضح من الشكل رقم (2) مدى ارتباط أهداف ومقاصد التنمية المستدامة في تلك الأجندة وكيفية تفاعلها مع بعضها البعض بطريقة مركبة لتتكامل أثارها وصولا للتنمية المستدامة.



شكل رقم (2): تكامل وتداخل أهداف التنمية المستدامة (الدوائر الكبيرة) وتشابك مقاصدها (الدوائر الصغيرة) [4].

يتطلب ذلك أنظمة توظيف أنظمة هندسية قادرة على تحقيق الموائمة بين النواحي الاقتصادية والبيئية والاجتماعية والثقافية والسياسية، إضافة للنواحي التقنية، كأبعاد أساسية تتواجد في اطار مركب يشكل كل أمور الحياة اليومية في عصر التنمية المستدامة [5]. يؤدي ذلك لارتفاع في درجة تعقيد تلك الأنظمة وحاجة المهندسين للتعامل مع معارف متعددة وبيئية وعابرة [6-8]. مثال لتلك الأنظمة نظام أكوابونكس الذي يهدف لتحقيق تنمية اقتصادية بيئية اجتماعية [9] ، كأبعاد أساسية مترابطة للتنمية المستدامة [10]، من خلال توظيف عدد كبير من المعارف المتعددة والبيئية والعابر، الامر الذي يتطلب ضمان أن تحقق منظومة التعليم الهندسي مجموعة من مخرجات الطالب Student Outcomes (SOs) تتعلق بدرجة تعقيد النظم الهندسية وتعدد وبيئية وعابرة المعارف المستخدمة [11]. لتتمكن المنظومات التعليمية من مواكبة تلك المتطلبات، بدأت منظومات تعليم STEM حول العالم في التحول باتجاه تعليم STEAM [12-15] ، كنظام تعليمي يضمن من خلال تصميم

البرامج التعليمية والمناهج والمقررات الدراسية واستراتيجيات تعليم وتعلم نشطة يكون محورها الطالب للوصول لخريج يمتلك مخرجات تمكنه من المساهمة بفاعلية في تحقيق التنمية المستدامة.

### مشكلة الدراسة وأهميتها:

يمكن تحديد مشكلة البحث في دراسة امكانية تطبيق مفاهيم وآليات وإستراتيجيات العمل في منظومات التعليم للتنمية المستدامة ESD [16-20] في قسم هندسة البيئة والموارد الطبيعية بكلية الهندسة جامعة صبراتة خلال الفترة 2009-2017 في ضوء توجه المؤسسات الصناعية الكبرى للتعامل مع المجال المعرفي للصحة والسلامة والبيئة والجودة HSEQ ك نطاق عمل متكامل [21-23] بما يمكنها من تحقيق التنمية المستدامة من خلال موارد بشرية قادرة على:

- 1- التعامل مع مجالات معرفية متعددة وبيئية وعابرة في ما يخص HSEQ.
  - 2- ادارة وتشغيل وصيانة نظم هندسية ذات طبيعة مركبة تقنيا تستخدم هذه المعارف معا في عمل النظام.
  - 3- التعامل مع الأبعاد الاقتصادية والبيئية والاجتماعية والثقافية والسياسية ذات العلاقة لتحقيق التنمية المستدامة.
  - 4- ايجاد حلول لمشاكل هندسية معقدة تتداخل فيها الأبعاد المختلفة للتنمية المستدامة.
- هذا وتتمثل أهمية الدراسة في كونها تساهم في تمكين المنظومة التعليمية بالقسم محل الدراسة من تطبيق مفاهيم وآليات العمل المستخدمة في منظومات التعليم الهندسي للتنمية المستدامة حول العالم، وذلك من خلال توفير بيانات وتحليل يمكن المنظومة من تعظيم الاستفادة من نقاط القوة الموجودة بها، والداعمة للتطبيق المنهجي لهذه المفاهيم والاستراتيجيات والآليات ، وتحديد فرص التطوير في المناهج والمقررات واستراتيجيات التعليم والتعلم التي تمكن المنظومة من توفير تعليم هندسي لتنمية مستدامة بفاعلية أكثر في نطاق المعارف HSEQ في ضوء المعلومات والبيانات التي تم دراستها خلال فترة الدراسة.

### 3- أهداف الدراسة:

- 1- المساهمة في نشر ثقافة التنمية المستدامة بغرض توظيف المناسب من المفاهيم والآليات الشائعة الإستخدام في منظومات EESD حول العالم لتطبيقها بالقسم.
- 2- تحديد نقاط القوة والضعف في المناهج والمقررات واستراتيجيات التعليم والتعلم المستخدمة بالقسم.
- 3- تحديد المعارف المتعددة والبيئية والعابرة المستخدمة في نظام أكوابونكس Aquaponics كنظام تتداخل فيه العديد من المسائل الهندسية المعقدة بمجال HSEQ.

#### 4- منهجية الدراسة:

تستخدم الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال الاطلاع على الأدبيات ذات العلاقة وتحليل البيانات الموجودة بها في مجالات:

1- التنمية المستدامة.

2- لتعليم الهندسي.

3- التعليم الهندسي للتنمية المستدامة.

4- نظام أكوابونكس كنظام متعدد وبيني وعابر للمعارف يوظف الاستدامة كإستراتيجية للحفاظ على البيئة من خلال تقليل إستهلاك المياه والأرض والطاقة لأقل قدر ممكن وتنمية النواحي الاقتصادية والاجتماعية من خلال انتاج غذاء نباتي وحيواني عضوي وجودة عالية.

استخدام مقارنة قائمة على القياس المرجعي Benchmark بين عدد من الأنظمة التي تطبق مفاهيم وآليات عمل التعليم الهندسي للتنمية المستدامة في عدد من المؤسسات التعليمية حول العالم بغرض مقارنة، ومن ثم السعى لتطوير، المعمول به بقسم هندسة البيئة من مناهج ومقررات واستراتيجيات تعليم وتعلم خلال الحدود الزمنية للدراسة استعدادا للمطلوب من المنظومة لتكون قادرة على المساهمة بفاعلية في تحقيق أهداف التنمية المستدامة 2030 من خلال اعداد كوادر بشرية وبما يواكب الخطة والاهداف الإستراتيجية التي وضعها مجموعة الخبراء الليبيين المكلفين من جهة الاختصاص في الدولة الليبية لتحقيق التمكين والتنمية البشرية في ليبيا حتى العام 2040، [24].

#### 5- حدود الدراسة:

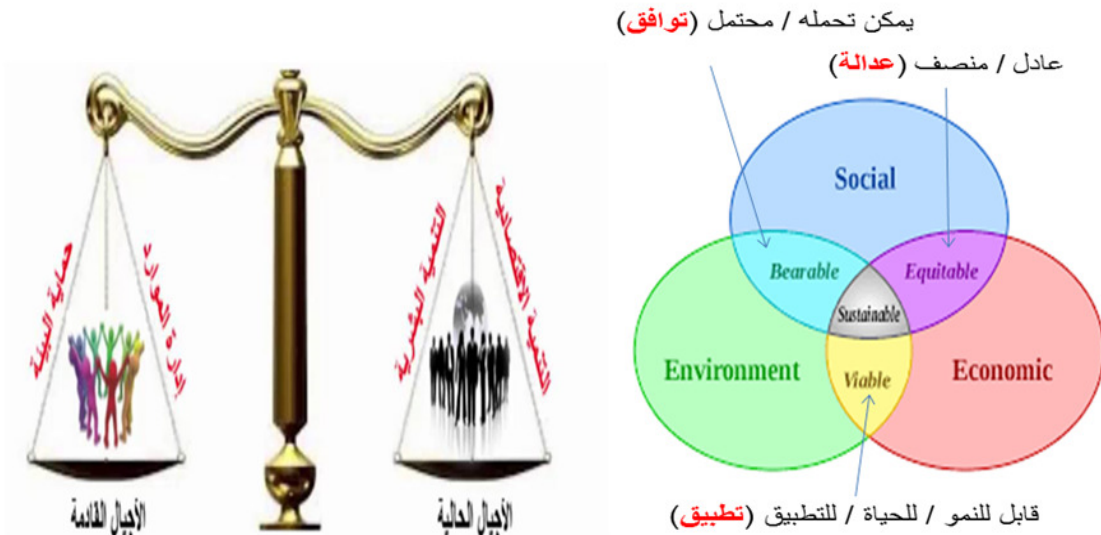
حدود مكانية: قسم هندسة البيئة والموارد الطبيعية بكلية الهندسة صبراته

حدود زمنية: الفصول الدراسية خريف 2009 حتى خريف 2016

حدود موضوعية: التعليم الهندسي للتنمية المستدامة للنطاق المعرفي HSEQ.

## 6- التنمية المستدامة:

ظهر التعريف الشائع استخدامه عالميا للتنمية المستدامة عام 1987 ضمن تقرير بعنوان "مستقبلنا المشترك"، أو ما يعرف عالميا بتقرير بورتلاند رئيسة وزراء السويد في ذلك الوقت ورئيسة اللجنة المكلفة من الأمم المتحدة لوضع مقترحات لحلول من أجل ما يتعرض له العالم من مخاطر وتهديدات بيئية خلال القرن 20 وتحديد استراتيجيات التنمية خلال القرن 21، [1]. ينص هذا التعريف على أن التنمية المستدامة هي تنمية تمكن من تلبية حاجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية حاجاتها. تراعي عملية التنمية المقصودة الأبعاد الاجتماعية والاقتصادية والبيئية في كل شئ بنفس الوقت وبدون ذلك يحدث خلل يهدد كل شئ. يوضح الشكل رقم (3) رسم توضيحي لهذا التعريف ويوضح منطقة الإستدامة والمساحات البينية بين كل بعد من أبعاد التنمية المستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية.



شكل رقم (3): مفهوم التنمية المستدامة للتوازن بين الأجيال وأبعاد الاستدامة والمساحات البينية بين

تلك الأبعاد

هذا وقد اعتمدت دولة ليبيا العمل بتلك الأجندة، وهو ما جعل الجهة المختصة بالتخطيط الاستراتيجي في وزارة التعليم الليبية تتخذ شعار التنمية المستدامة والهدف الرابع SDG4 فيها، والمتعلق بتحقيق تعليم جيد، كشعار لخطة الوزارة في العام 2019 [25]. يحتوي الهدف SDG4 في أجندة العالم 2016-2030 للوصول للتنمية المستدامة على سبعة مقاصد Target تسعى المؤسسات ذات العلاقة لتحقيقها للوصول لتعليم جيد. ينص

المقصد السابع في هذا الهدف SDG4.7 على: "كفالة أن يكتسب جميع المتعلمين المعارف والمهارات اللازمة للتنمية المستدامة، بما في ذلك جملة أمور منها التعليم لتحقيق التنمية المستدامة، وحقوق الانسان، والمساواة بين الجنسين، والترويج لثقافة السلام ونبذ العنف، والمواطنة العالمية، وتقدير التنوع الثقافي، وتقدير مساهمة الثقافة في التنمية المستدامة، بحلول عام 2030". يتضح من نص هذا المقصد أن الوصول لتعليم جيد في قطاع التعليم الهندسي يتطلب توفير تعليم هندسي لتنمية مستدامة يحقق في الخريج مجموعة معارف ومهارات مطلوبة للتنمية المستدامة.

### 7- التعليم الهندسي والتنمية المستدامة:

بالتركيز على قطاع التعليم الهندسي، يتبين من المقصد رقم 7 في الهدف رقم 4 SDG4.7، من أهداف التنمية المستدامة حتى العام 2030 أن الوصول لتعليم هندسي جيد يتطلب ضمان تحقيق معارف ومهارات للتنمية المستدامة في الخريج ضمن مخرجات الطالب (SOs) بالبرنامج التعليمي الذي يدرس به الطالب. يتم ذلك من خلال منظومة تعليم هندسي تعمل وفق مفاهيم وآليات عمل تعليم هندسي لتنمية المستدامة EESD. لتحقيق المعارف والمهارات المطلوبة للتنمية المستدامة، تستخدم المؤسسة التعليمية مجموعة عمليات وأنشطة واستراتيجيات تعليم وتعلم ومقررات دراسية مصممة وفق معايير أكاديمية مرجعية ARS تتخذها المؤسسة التعليمية كأساس لتصميم المنظومة التعليمية لبرامجها التعليمية. هذا ويجب أن تتماشى ARS بالمؤسسة التعليمية مع المعايير الأكاديمية المرجعية بالدولة NARS في قطاع التعليم الهندسي بحيث يكون مستوى ARS بالمؤسسة لا يقل عن NARS بالقطاع الهندسي بالدولة. عند صياغة رؤية ورسالة وأهداف كلية الهندسة صبراته عام 2009، ثم تطويرها عام 2012، ولحين اصدار وتعميم NARS لقطاع التعليم الهندسي بالدولة الليبية، اتخذت الكلية ما يعرف بمجموعة مخرجات الطالب A-K التي أصدرها المجلس الأمريكي للهندسة والتكنولوجيا ABET كأحد المعايير الأكاديمية المرجعية لبرامجها التعليمية ووضعتها ضمن الهدف الإستراتيجي المتعلق بالبرامج التعليمية بها. مع توجه الجهات المختصة حول العالم لاعتماد منظور تعليم هندسي لتنمية مستدامة، وما صاحبه من تأكيد على منظور تعليم متعدد/بيني/عابر للمعارف، وما تلاه من توجه ABET لتطوير SOS عبر سنوات لتصبح حديثا ما يعرف بمجموعة معارف الطالب 1-7 SOS لتطبيقها اعتبارا من الدورة 2020/2019 [11]، ومع رصد التوقعات المستقبلية والتطورات الجارية في توجهات المؤسسات الصناعية الكبرى في التعامل مع النطاق المعرفي HSEQ بإستخدام منظور متكامل متعدد/بيني/عابر للتخصصات المعرفية ذات العلاقة [21-23]، رأت المنظومة التعليمية بقسم هندسة البيئة والموارد الطبيعية الإستمرار في اعتماد منظور تعليم هندسي لتنمية مستدامة في هذا الشأن منذ العام 2009 من خلال توفير برامج تعليمية



متعددة/بيئية/عابرة التخصصات بالنطاق المعرفي HSEQ ليتم تنفيذها بالقسم. تحصلت المنظومة بالعام 2009 على موافقة جهة الإختصاص بالمؤسسة للبدء في تنفيذ برنامجين تعليميين للمعارف البيئية، الأول لهندسة جودة البيئة والثاني لهندسة الصحة والسلامة البيئية. فعلت المنظومة حينها العمل في البرنامج الأول من خلال الاستعانة بمجموعة كبيرة من الأساتذة القارين في عدد من الكليات ذات العلاقة بالمحاور الثلاثة للتنمية المستدامة للبرنامج حيث استعانت بأساتذة من كليات الاقتصاد والعلوم والهندسة كل في مجاله. بينما تم تأجيل البدء في تفعيل البرنامج الثاني إلى أن تمكن القسم مؤخرًا من تفعيله في العام 2019. بذلك أصبحت المنظومة التعليمية محل الدراسة في العام 2019 منظومة تعليم هندسي للنطاق المعرفي HSEQ لتواكب بذلك متطلبات المعايير الأكاديمية وسوق العمل بالمؤسسات الصناعية الكبرى بالمجال. أخذت المنظومة بعين الإعتبار عند وضع التصميم الأولي للبرنامجين المشار إليهما رؤية عدد من الجامعات حول العالم كان منها جامعة الملك فيصل (برنامج ادارة هندسة البيئة) والجامعة الاسكندنافية (برنامج هندسة الجودة) وجامعة مدينة هونج كونج (برنامج هندسة الجودة الشاملة) وجامعة سترتشكلايد (برنامج هندسة الصحة البيئية). طور القسم تصميمات برامجه المفصلة واعتمدها من جهات الاختصاص بالمؤسسة في عام 2015 حيث اخذت المنظومة بعين الإعتبار رؤية عدد آخر من الجامعات حول العالم وشارك في عملية التطوير أساتذة من عدة تخصصات من مدارس تعليمية متعددة وبأساتذة من دول مختلفة. من ناحية مراعاة تعددية/بيئية المعارف بالنطاق المعرفي HSEQ، يعتبر القسم الآن مواكب لمتطلبات المعايير الأكاديمية ومتطلبات سوق العمل في هذا الشأن. المؤشرات الأولية للخريجين العاملين في عدد من المؤسسات الكبرى داخل ليبيا وخارجها تشير لقدرة الخريج على العمل بالتقسيمات الإدارية المكلفة بالتعامل مع النطاق المعرفي HSEQ. كأي منظومة فيطريق سعيها لتحقيق رؤية الوصول لمنظومة EESD، توجد نقاط تمثل فرص للتطوير تتعلق بباقي SOs المطلوب تحقيقها في الخريج وفق SOs 1-7 الصادرة من ABET والتي سيبدأ تطبيقها في أمريكا اعتبارًا من الدورة 2020/2019 [11].

#### 8- معارف ومهارات الطالب SOs وفق ABET:

##### 8-1- درجة تعقيد المسائل الهندسية:

واكب ارتفاع مستوى التركيب في علاقة أهداف التنمية المستدامة ببعضها حدوث تغيرات ملحوظة في 1-7 SOs التي ستبدأ ABET في تطبيقها بالدورة 2020/2019، [11]. في جدول رقم (1)، عند مقارنة 1-7 SOs بنظيرتها SOs a-k في النسخ السابقة، جدول رقم 1، وبشكل خاص مقارنة المخرج رقم 1 مع المخرجين a و e، يستنتج من كلمة complex المقترنة بجملة engineering problems وجود توقع بارتفاع درجة تعقيد المسائل الهندسية التي سيتعامل معها الخريج بالمستقبل للدرجة التي جعلت خبراء ABET يدخلوا كلمة

Complex لوصف المسائل الهندسة التي يجب أن يكون الطالب قادر على التعامل معها، وبشكل ظاهر explicit وليس ضمني implicit.

جدول رقم (1): تطور مخرجات الطالب ببرامج التعليم الهندسي وفق ABET قبل وبعد 2019

| ABET: Criterion 3. SOs a-k   | ABET: Criterion 3. SOs 1-7 (2019/2020)   |
|--|--|
| plus any additional outcomes that may be articulated by the program  |  |
| <p>a—an ability to apply knowledge of mathematics, science and engineering</p> <p>b—an ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data</p> <p>c—an ability to design a system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability</p> <p>d—an ability to function on multidisciplinary teams</p> <p>e—an ability to identify, formulate, and solve engineering problems</p> <p>f—an understanding of professional and ethical responsibility</p> <p>g—an ability to communicate effectively (3g1 orally, 3g2 written)</p> <p>h—the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economic, environmental, and societal context</p> <p>i—a recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning</p> <p>j—a knowledge of contemporary issues</p> <p>k—an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice.</p> | <p>1—an ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of engineering, science, and mathematics</p> <p>2—an ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified needs with consideration of public health, safety, and welfare, 3—as well as global, cultural, social, environmental, and economic factors الأبعاد الأساسية للتنمية المستدامة</p> <p>4—an ability to communicate effectively with a range of audiences</p> <p>5—an ability to recognize ethical and professional responsibilities in engineering situations and make informed judgments, which must consider the impact of engineering solutions in global, economic, environmental, and societal contexts الأبعاد الأساسية للتنمية المستدامة</p> <p>6—an ability to function effectively on a team whose members together provide leadership, create a collaborative and inclusive environment, establish goals, plan tasks, and meet objectives</p> <p>7—an ability to develop and conduct appropriate experimentation, analyze and interpret data, and use engineering judgment to draw conclusions an ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies.</p> |

بفحص مفردات المقررات العامة والتخصصية وعينة من أسئلة الامتحانات ومشاريع التخرج للبرامج محل الدراسة خلال فترة اجراءها، اتضح وجود فرص لتطوير مستوى تعقيد الأنظمة التي يتعلم الطالب كيفية التعامل معها. لوحظ في مفردات المقررات ندرة في ظهور كلمة تعقيد complex أو كلمة غير خطي nonlinear. لوحظ أن درجة تعقيد المسائل الهندسية التي تستخدم في الامتحانات ومشاريع التخرج لتعليم وتدريب واختبار معارف ومهارات الطلاب تحتاج لتطوير لتتوافق مع متطلبات المواصفة الجديدة المشار إليها بالأعلى. لا تقتصر هذه الفرصة للتطوير على البرامج التعليمية محل الدراسة فقط، فقد أشارت دراسة سابقة لوجود نفس الفرصة لتطوير برامج تعليمية أخرى في المؤسسة [26]. استراتيجيات التعليم القائمة على تعليم تفاعلي نشط بين مجموعة من الطلاب في مشروع دراسي لطالب واحد فقط، تتطلب التدقيق في الآثار المترتبة على ذلك بخصوص درجة تعقيد ونوعية المسائل الهندسية التي سيتناولها الطالب خلال فترة دراسته بالمشروع. مشاريع التخرج المشتركة بين طلاب من تخصصات مختلفة باقسام علمية أخرى تمثل فرصة للتطوير في مسألة درجة تعقيد المسألة الهندسية التي يقوم بحلها وفي تعدد/وبينية/وعبر المعارف المتضمنة بالمسألة.

#### 8-2- إدراك الطالب للأبعاد الأساسية للتنمية المستدامة:

تتميز المنظومة التعليمية محل الدراسة بالتعمق في البعد البيئي بحكم عملها وتخصصها في المجال المعرفي E، كأحد المجالات المعرفية بالنطاق المعرفي HSEQ. كذلك يوجد بالبرامج التعليمية محل الدراسة مقررات دراسية ومفردات تتناول مواضيع ذات علاقة بالأبعاد الاقتصادية والاجتماعية في النطاق المعرفي EQ. كما لوحظ أن التصميم الأولي لبرنامج التعليمي HS في عام 2009 استخدم قياس مرجعي Benchmark مع برنامج جامعة سترتشكلايد في المملكة المتحدة بالمجال وراعي في التصميم الأبعاد الأساسية للتنمية المستدامة. بدأ القسم جهود لتطوير التصميم الأولي لهذا البرنامج في العام 2016 بغرض تفعيله لاحقاً. استمر القسم في جهوده لتطوير البرنامج حتى قام بتفعيل البرنامج التعليمي للنطاق المعرفي HS في العام 2019 بناء على ما توصل إليه من تصميم وحصر للامكانات اللازمة للتطبيق في ذلك التوقيت.

#### 8-3- المعارف والمهارات للتعامل مع فرق متعددة/بينية المعارف:

لقد أصبحت مسألة تعدد وبينية المعارف من المتطلبات الأساسية في اجراء الدراسات والبحوث التي تتناول مسائل التنمية المستدامة [7-8]. دفع ذلك القسم لتطوير برامج تعليمية في النطاق المعرفي EQ خلال الفترة 2014-2016. وصل القسم لتصميم إعتمه عام 2016 بحيث يشترك جميع الطلاب في الدراسة بالمقررات الداعمة للنطاق المعرفي HSEQ حتى نهاية الفصل السابع ليتخصص الطالب بعد ذلك في أحد المعارف التخصصية E أو Q وذلك لضمان إلمام جميع الطلاب بمجموعة المعارف والمهارات التي تمكنهم من العمل



### 8-6-مهارات التواصل:

رغم وجود عدد من المقررات الدراسية المتعلقة باللغات والتواصل التقني بالمرحلة العامة، إلا أنه يلاحظ وجود حاجة كبيرة لتطوير قدرات الطلاب على التواصل الشفوي والكتابي والمقروء، وكذلك الحاجة لتطوير قدرات الطلاب في استخدام المراجع باللغات الأجنبية. وبناء على ذلك يقترح ادخال مقررات تتعلق بالتواصل الشفوي وهي ماتعرف بإسم Seminar، والتي تستخدمها برامج تعليمية أخرى لتطوير قدرات التواصل الشفوي لدى طلابها. تظهر هذه الحاجة بشكل أكثر وضوحا عند طلب أساتذة المقررات تقارير من الطلاب في المقررات أو عند تواصلهم مع الطلاب المشرفين عليهم في مشاريع التخرج أو عند كتابة الطلاب لمشاريع التخرج.

### 8-6-اكتساب معارف جديدة:

بفحص استراتيجيات التعليم والتعلم بالمقررات وعينة من الامتحانات ومشاريع التخرج للطلاب، يلاحظ وجود حاجة لتنمية قدرات الطلاب في هذا الشأن بإتباع استراتيجيات تعليم وتعلم تدفع الطالب لاكتساب هذه المهارات. استراتيجيات تعليم وتعلم نشط يكون محور الأنشطة فيها الطالب ستساعد في تدريب الطالب على اكتساب معارف جديدة بشكل ذاتي. استخدام مقرر Seminar في تنمية هذه المهارة من خلال تخصيص عنوان موضوع يبحث فيه الطالب ليعرض نتائج بحثه وإطلاعه وربط هذا الموضوع بمجال تخصصه أو نطاقه المعرفي سيساعد في تنمية قدرات الطالب في هذا الشأن. مسألة قدرات التواصل ومعوقاتها لدى الطلاب تحد من قدرات الطلاب على اكتساب القدرات والمهارات المطلوبة في هذا الشأن.

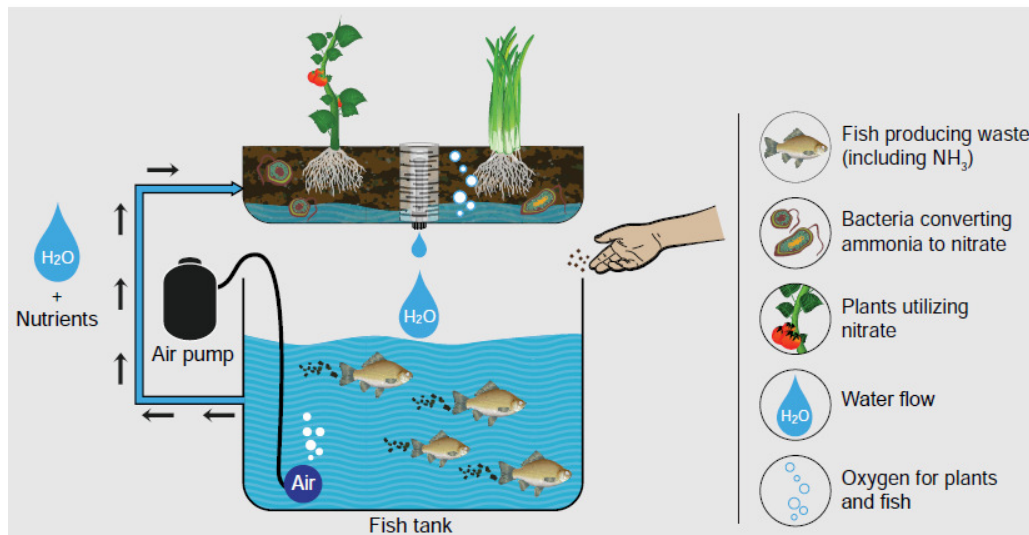
### 9- نظام أكوابونكس كنموذج لنظام متعدد/بيئي/عابر للمعارف وعلاقته بالنطاق المعرفي HSEQ وأهميته الاستراتيجية:

يعد نظام الأكوابونكس من الأنظمة التي يوليها العالم اهتمام متزايد لما له من أثار استراتيجية ايجابية على البيئة وتحقيق الامن الغذائي [9]، حيث يستطيع هذا النظام العمل في ظل ظروف ندرة مصادر مياه الري والأراضي الغير ملائمة للزراعة لملوحة المياه والتربة وعدم قدرتها على توفير العناصر الغذائية اللازمة للنبات وهي خصائص تشترك فيها مساحات واسعة بالدولة الليبية [28-29]. اضافة لذلك، تستهلك الزراعة التقليدية في ليبيا كميات مياه تصل لحوالي 81% من اجمالي المياه المستهلكة وفق احصاءات العام 2010 [30]. بإعتبار هذا المشروع يمكن تطبيقه كأحد المشاريع الصغرى والمتوسطة التي يمكن أن تساهم في تحسين معدلات تشغيل الشباب، وفتح افاق اقتصادية جديدة في مجال الصناعات الغذائية العضوية والصديقة للبيئة للاستهلاك المحلي وتصدير الفائض، وما يشكله ذلك من أبعاد استراتيجية إجتماعية واقتصادية وبيئية [31]، تم دراسة مدى توافق المعارف والمهارات التي توفرها المنظومة التعليمية بالنطاق المعرفي HSEQ مع المعارف والمهارات التي

يتطلبها التعامل مع نظام الأكوابونكس كنظام يمكن أن يساهم في تحقيق إستراتيجية بالأبعاد الثلاثة للتمية المستدامة في الدولة الليبية.

يمكن النظر لنظام أكوابونكس على أنه نظام هجين متعدد/بيئي/عابر للمعارف يجمع بين الزراعات المائية Hydroponics وتربية الأحياء البحرية Aquaculture Farming لتحقيق الاستدامة من خلال انتاج غذاء نباتي وحيواني بأقل قدر ممكن من استهلاك المياه والأراضي والطاقة من خلال استخدام الأسماك لتوفير الأمونيا التي تعمل بكتيريا AOB على تحويلها لنيتريت لتقوم بكتريا NOB بتحويلها الى نترات يمكن للنبات أن يتغذى عليها فيعمل تنقية المياه التي تعود مرة أخرى للأسماك في دائرة مغلقة تعمل بشكل مستدام. يوضح الشكل رقم (4) المكونات الأساسية لنظام أكوابونكس والذي يتضح منه تكامل وتداخل مجموعة كبيرة من المعارف لعمل النظام ومنها:

علوم الأحياء البحرية - علوم زراعية - أحياء دقيقة - علوم نبات - علوم هندسية وتشمل: ميكانيكا الموائع والهيدروليك وانتقال الكتلة وانتقال الحرارة - التكييف والتبريد - التصميم - هندسة الميكاترونيات - الاقتصاد الهندسي - ادارة المشاريع الهندسية - ومعالجة المياه وادارة المخلفات الصلبة والسائلة بالإضافة لتطبيقات المعارف الأخرى المتعلقة بالنطاق المعرفي HSEQ التي تتكامل في هذا النظام من أجل الحصول على تصميم وتشغيل وادارة وصيانة تضمن تحقيق متطلبات الصحة والسلامة والبيئة والجودة للمنظومة ومنتجاتها وفق المعايير المحلية والدولية ذات العلاقة.



شكل رقم (4): المكونات الأساسية لنظام أكوابونيكس كنظام متعدد المعارف لتحقيق الإستدامة، [31].

بفحص قائمة المقررات التي يدرسها الطالب في مجالات العلوم الهندسية بالبرامج التعليمية في النطاق المعرفي EQ نجدها تغطي مجموعة كبيرة من المعارف المتعددة في هذا النظام وتشمل الأحياء الدقيقة وميكانيكا الموائع والهيدروليك وديناميكا الحرارة والاقتصاد الهندسي وإدارة المشاريع الهندسية ومعالجة المياه وإدارة المخلفات الصلبة والسائلة إضافة لمجموعة المقررات المتعلقة بهندسة البيئة والجودة. يؤهل ذلك الطالب للتعامل مع الكثير من المسائل الهندسية المعقدة ذات العلاقة بهذا النظام. تدريب الطلاب على التعامل مع نظام هندسي عالي التركيب كنظام الأكوابونكس، كمثال لنظام هندسي متعدد المعارف تتكامل فيه العلوم للوصول للتنمية مستدامة، مع طلاب من تخصصات هندسية أخرى، وطلاب من مجالات غير هندسية ذات علاقة بالنظام، سيوفر لجميع الطلاب مناخ تعليمي يحقق الكثير من مفاهيم واستراتيجيات التعليم والتعلم للتنمية المستدامة. الخبرات التراكمية التي اكتسبتها المنظومة التعليمية بالقسم بمجال توظيف العلاقات الدولية والمحلية لتطوير مكوناتها وآليات العمل بها منذ إنشائها في العام 2000 يجعل فرص القسم مرتفعة في توظيف الهدف رقم SDG17 والمتعلق بالعلاقات لتطوير مكونات المنظومة التعليمية ومفاهيم وآليات العمل بها للوصول لتعليم هندسي للتنمية المستدامة من خلال التعاون مع الجهات ذات العلاقة على توفير مناخ تعليمي متعدد/بيني/عابر للمعارف كالنظام المذكور.

#### 9- المناقشة والاستنتاجات:

تظهر نتائج دراسة بيانات ومعلومات ووثائق البرامج التعليمية المفعلة بالنطاق المعرفي EQ خلال فترة الدراسة وجود العديد من نقاط القوة التي تساهم بإيجابية في سبيل وصول المنظومة لتعليم هندسي للتنمية المستدامة مثل التعدد/وبينية المعارف بالمقررات التي يتم تدريسها للطلاب والأبعاد الأساسية للتنمية المستدامة وتحليل البيانات وإجراء التجارب وتوفير بنية تحتية ملائمة من معامل ومختبرات. بينما تشير النتائج للحاجة لتطوير درجة تعقيد المسائل الهندسية التي يتم تدريب الطالب عليها ورفع قدرات الطالب في مجال تصميم نظام هندسي متكامل في مجال تخصصه وتنمية مهارات التواصل لدى الطلاب واكتساب المعارف الجديدة من خلال مقررات توظف استراتيجيات تعليم وتعلم يكون محور الأنشطة فيها الطالب بما يتماشى مع استراتيجيات التعليم للتنمية المستدامة. تحليل مجموعة المعارف المطلوبة في التعامل مع نظام أكوابونكس كنظام هندسي يهتم به العالم للوصول للإستدامة في إنتاج أغذية نباتية وحيوانية بجودة عالية تجعل هذا النظام أحد الأمثلة التي يمكن تدريب طلاب نطاق المعارف HSEQ تدريب طلاب القسم عليها في مناخ تعليمي متعدد المعارف يجمع طلاب من أقسام هندسية أخرى كطلاب شعب هندسة القوى الميكانيكية وهندسة الميكاترونيات بالكلية بالإضافة لطلاب كليات الزراعة والعلوم من التخصصات ذات العلاقة بتربية الأسماك والنباتات والأحياء الدقيقة والإقتصاد والمهتمين بمجال الصناعات الصغرى والمتوسطة كمشروع إستراتيجي له تأثير بيئي ضخم يمكن الدولة من ترشيد

استهلاك المياه ونتاج غذاء صحي بجودة عالية للإستهلاك المحلي والتصدير الخارجي بإستغلال الأراضي الصحراوية الغير قابلة للزراعة.

#### 10- الشكر والتقدير:

يشكر الدارس جميع القائمين على ادارة وتشغيل المنظومة التعليمية محل الدراسة منذ تاريخ انشائها عام 2000 وحتى تاريخه على توفير البيانات والمعلومات والوثائق اللازمة لإجراء الدراسة. كما يتقدم الدارس بالشكر للقائمين على ادارة الكلية ومكتب التعاون الدولي بالجامعة خلال فترة إجراء الدراسة لماقدموه من دعم لإجراء الدراسة وسعيهم لتطوير المنظومة التعليمية بالنطاق المعرفي HSEQ.

#### 11- المراجع:

[1] العايب عبد الرحمن، "التحكم في الأداء الشامل للمؤسسة الإقتصادية في الجزائر في ظل تحديات التنمية المستدامة"، رسالة دكتوراة ، جامعة فرحات عباس، سطيف الجزائر، 2011.

[2] Karen DELCHET, Qu'est ce que le développement durable, Edition AFNOR, Paris, France, 2003, p. 60.

[3] UN System Staff College, "The 2030 Agenda for Sustainable Development," Knowledge Center for Sustainable Development, Germany, Bonn, 2016.

[4] D. Le Blanc, " Towards Integration At Last? The Sustainable Development Goals As A Network Of Targets," Department of Economic & Social Affairs, New York University, Working Paper No. 141, ST/ESA/2015/DWP/141, March 2015.

[5] J. Sachs, "The Age of Sustainable Development," Columbia University Press, Columbia, 2015.

[6] W. Zhang, " Complexity and Sustainable Development," L. Douglas Kiel, Edit., Knowledge Management, Organizational Intelligence and Learning, and Complexity, Eolss Publications, Vol. II, pp. 194-213, UK, 2009.

[7] Gemma Tejedor, Jordi Segalàs, Transdisciplinarity In Engineering Education. A Must For Sustainable Development In Technology Education, Proceedings of



EDULEARN15 Conference, 7083–7090– Barcelona, Spain, 6th–8th July 2015,  
ISBN: 978–84–606–8243.

- [8] A. Ertas, M. M. Tanik, and T. T. Maxwell, “Transdisciplinary Engineering Education And Research Model”, Transactions of the SDPS, Vol. 4, No. 4, pp 1–11, 2000.
- [9] Ranka Junge , Bettina König, Morris Villarroel, Tamas Komives, and M. Haïssam Jijakli, “Strategic Points in Aquaponics, Water, Vol. 9, 182, pp1–9, 2017;  
doi:10.3390/w9030182
- [10] UN ESCAP, “Integrating the Three Dimensions of Sustainable Development: A Framework and Tools,” UN Publication, ST/ESCAP/2737, 2015.
- [11] <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2019-2020/#GC3>
- [12] Office of Science and Technology Policy, “ Summary Of The 2018 White House State–Federal STEAM Education Summit,” The White House, USA, Jun. 2018.
- [13] A. Connor, S. Karmokar, and C. Whittington, “ From STEM to STEAM: Strategies for Enhancing Engineering & Technology Education,” International Journal of Engineering Pedagogy, Vol. 5, No. 2, pp. 37–47, 2015.
- [14] Y. Zhang, and J. Zhang, “ The STEAM Education Mode to Training Interdisciplinary Talents,” ICHESS, Proc. Int. Conf. on Humanity, Education and Social Science, pp. 223–226, Hong Kong, Aug. 17–18, 2016.
- [15] S. Bahrum, N. Wahid, and N. Ibrahim, “ Integration of STEM Education in Malaysia and Why to STEAM,” International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences Vol. 7, No. 6, 2017, pp. 645–654, 2017.

- [16] UNESCO Education Sector, "Education for Sustainable Development: SOURCE BOOK", Education for Sustainable Development in Action, Learning & Training Tools N°4, paris, France, 2012
- [17] Jette Egelund Holgaard, Roger Hadgraft, Anette Kolmos, Aida Guerra, "Strategies for Education for Sustainable Development – Danish and Australian perspectives", source: internet, contact: jeh@plan.aau.dk
- [18] Muge Mukaddes Darwish, Mary Frances Agnello , and Richard Burgess, "Incorporating Sustainable Development And Environmental Ethics Into Construction Engineering Education", Eighth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2010) "Innovation and Development for the Americas", Arequipa, Peru, June 1–4, 2010.
- [19] W.E Kelly, George Mason University, Fairfax, VA, "Engineering Education for Sustainable Development", UN, Update Brief for GSDR, 2016.
- [20] Committee On Education In Engineering, "Engineering Education for Sustainable Development", a publication of a Set of 9 papers in the subject, World Federation of Engineering Organizations, Ideas , Number 19 , March 2016.
- [21] [https://www.eni.com/en\\_IT/careers/our-expertise/hseq.page](https://www.eni.com/en_IT/careers/our-expertise/hseq.page)
- [22] <https://www.total.eg/hseq>
- [23] <https://mellitahog.ly/الأمن-و-السلامة/نبذة-مختصرة-عن-الادارة/>
- [24] ليبيا 2013-2040"، طرابلس، ليبيا، البشرية في والتنمية التمكين الوطني، " إستراتيجية التخطيط مجلس ليبيا 2013 .
- [25] <https://moe.gov.ly/wp-content/uploads/2017/10/plan%202019.pdf>

- [26] Ahmed Ezzat, "Sustainable Development: Strategic Challenges Toward 2030 Engineering Education in Libya", International Conference on Technical Sciences (ICST2019), pp. 457-463, Tripoli, Libya, March 4th – 6th, 2019.
- [27] <https://www.youtube.com/watch?v=Jg4LaEpu4m0&t=92s>
- [28] الهيئة العامة للبيئة، "التقرير الوطني الرابع حول تنفيذ اتفاقية التنوع الحيوي"، طرابلس، ليبيا، 2010.
- [29] فيروز بوشويط، "إستراتيجية مكافحة التصحر لتحقيق التنمية المستدامة في الوطن العربي"، رسالة ماجستير، جامعة فرحات عباس-سطيف، الجزائر، 2012.
- [30] فتحية الأوجلي، "استشراق استهلاك المياه في ليبيا"، المجلة الدولية للبيئة والمياه، صفحة 18-30، 2012.
- [31] Christopher Somerville, Moti Cohen, Edoardo Pantanella, Austin Stankus, and Alessandro Lovatelli "Small-scale aquaponic food production: Integrated fish and plant farming", FAO FISHERIES AND AQUACULTURE TECHNICAL PAPER 589, Rome, Italy, 2014.