البحث الثالث

التعليم من أجل التنمية المستدامة: أنموذج مقترح لتعليم الكيمياء في المستقبل

إعداد

آمنه حسن دماس

مشرفة تربوية للعلوم والكيمياء إدارة تعليم البنات /

ماجستير القيادة التربوية جامعة دار الحكمة

جدة – السعودية

الملخص

التعليم من أجل التنمية المستدامة هو إتجاه حديث في القرن ٢١ إعتمدته الأمم المتحدة في عام ١٩٨٧. أدركت الحكومات أهمية التعليم في تحقيق التنمية المستدامة وأبدت كافة بلدان العالم إلتزاماً أقوى بمسألة دمج التعليم من أجل التنمية المستدامة في المناهج الدراسية بعدد متزايد من الأنشطة لتحقيق هذا الهدف.جاءت المبادرة الرئيسية الأخيرة عندما أعلنت الجمعية العامة للأمم المتحدة عقد التعليم من أجل التنمية المستدامة (٢٠٠٥-٢٠١٤).إستجابة لتلك المبادرة ، تسعى وزارة التعليم في السعودية من خلال رؤية ٢٠٣٠ إلى تحقيق التنمية المستدامة من خلال التعليم لمواجهة التحديات. تهدف الدراسه إلى التأكيد على أن التعليم من أجل التنمية المستدامة يجب يقدم كمنظور متكامل من خلال دمج مفاهيم التنمية المستدامة في المواد العلمية بشكل عام من خلال إقتراح أنموذج حول كيفية تحقيق التعليم من أجل التنمية المستدامة من خلال تدريس الكيمياء . يتألف الأنموذج من ٥ طبقات متداخلة ومترابطة يجب مراعاتها في إستراتيجيات التعليم / التعلم في المستقبل وهي : معرفة المحتوى الكيميائي ، الكيمياء في سياقها، تميز الكيمياء وطبيعتها المنهجية ، كفاءات التعليم ، والتعليم الحي من أجل التنمية المستدامة . تم تطويره إستنادا على العديد من الأدبيات ووجهات النظر في هذا المجال لمساعدة معلمي الكيمياء في تخطيطهم التعليمي نحو تعليم مستدام.تتضمن الدراسة أيضًا محددات النماذج بالإضافة إلى الإستنتاجات والتوصيات.

الكلمات المفتاحية:التنمية المستدامة، التعليم من أجل التنمية المستدامة، تعليم الكيمياء، الكفاءات.

Education for Sustainable Eevelopment: A Proposed Model for Chemistry in the Future

Abstract

Education for sustainable development is a modern trend of the 21st century adopted by the United Nations in 1987. Governments recognized the importance of education for sustainable development, and all countries of the world have shown a stronger commitment to integrating Education for sustainable development into the curriculum with a growing number of activities to achieve this goal. The last major initiative came when the United Nations General Assembly proclaimed the Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014). In response to this initiative, Saudi Ministry of Education, through Vision 2030, seeks to achieve sustainable development through education to meet the challenges.

The objective of the study is to emphasize that education for sutainable development should be presented as an integrated perspective by integrating the concepts of sustainable development into science subjects in general by proposing a model on how to achieve education for sutainable development through the teaching of chemistry .The model composes form 5 interdependent and interrelated layers should be considered in education / learning strategies in the future: chemical content knowledge, chemistry in context, chemistry's distinctiveness and methodological character, education competencies, and lived education for sustainable development. It was developed based on several literature and perspectives in this arena to assist chemistry's teachers in their educational planning towards sustainable education. The study also includes model determinants, as well as conclusions and recommendations.

Keywords: sustainable development, education for sustainable development, chemistry education, competencies.

المقدمة :

عديدة هي التحديات التي يواجهها العالم المتعلقة بالأزمة البيئية المتسارعة حاليا.من منظور عالمي، تغير المناخ والفقر والبطالة والأمية والأوبئة ونقص المياه النقية ليست سوى بعضا من المشاكل التي تهدد إستدامة كوكبنا، من المتوقع أن تتسارع وتيره هذه المشكلات مع استمرار زيادة الضغط البشري على النظام الأرض (United Nations,1987).العمل من أجل تطوير "يلبي إحتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال المقبلة على تلبية احتياجاتهم الخاصة" (اللجنة العالمية للبيئة والتنمية ، ١٩٨٧،ص٨)، أصبح أكثر إلحاحًا اليوم مما كان عليه الحال عندما قدمت لجنة بروندتلاند تعريفا للتنمية المستدامة في عام ١٩٨٧ ، وتم الإقرار بأن التعليم "لا غنى عنه" لتحقيق التنمية المستدامة (United Nations,2002) . أعلنت الأمم المتحدة أن العقد من عام ٢٠٠٥ إلى عام ٢٠١٤ هو العقد الدولي للتعليم من أجل التنمية المستدامة ، وكانت الفكرة إلتزام حكومات جميع الدول الأعضاء في الأمم المتحدة بالتركيز على كيفية مساهمة التعليم في التنمية المستدامة (UNESCO,2005) . منذ ذلك الحين أدركت الوكالات الدولية والوطنية دور التعليم في بناء المجتمعات القائمة على قيم الإنصاف والعدالة الاجتماعية والاستدامة ، وطورت إستراتيجيات وخطط عمل من أجل ذلك ، ويمثل إعلان عقد الأمم المتحدة للتعليم من أجل التنمية المستدامة وسيلة لدمج الإستدامة لجميع قطاعات التعليم في أنحاء العالم.

ويلعب تعليم الكيمياء دورًا رئيسيًا في التعليم من أجل التنمية المستدامة، ويعتمد هذا على الأدوار الأساسية التي قد تلعبها الكيمياء والصناعات الكيميائية في التنمية المستدامة (المعمري والنظاري،٢٠١٧) .نظرًا لأن العديد من المنتجات في حياتنا اليومية تعتمد على الكيمياء، فإن الصناعات الكيميائية لديها إمكانات كبيرة للتركيز على البيئة في عمليتي الإنتاج والمنتج النهائي.تم الإقرار بأن تعليم الكيمياء يجب أن يؤكد على فهم المتعلمين لدور ها في المجتمع وزيادة قدرتهم على تقييم الأعمال المتعلقة بها وبمنتجاتها (Burmeister ,2012) مثل كيف يمكن لها التأثير على المستقبل ، المساهمة في مجتمعات مستدامة، والمساعدة في الإشراف المناسب على الموارد الطبيعية. الكيمياء أيضا مهمة في قضايا الإستدامة خارج العالم المهني ، فالمعرفة الكيميائية ضرورية للناس العاديين لفهم العديد من القضايا التي تهدد إستدامة كوكبنا ، مثل الآليات الكامنة وراء تغير المناخ والآثار الجانبية المحتملة على حياتنا الشخصية الناجمة عن إنتاج السلع والطاقة البديلة ، وما إلى ذلك (Burmeister, 2012) ،كل هذا يتطلب بأن يصبح طلبة اليوم مواطنون يتمتعون بالوعي والإدراك والمعرفة ويتخذون قرارات تتضمن تطبيقات الكيمياء ، فالمعرفة الجيدة لمفاهيم الكيمياء سيوفر دعمًا مستنيرًا لاتخاذ مثل هذه القرارات.

وعلى الرغم من أهمية الكيمياء في التعليم من أجل التنمية المستدامة ،فقد كشفت الدراسات في ألمانيا (Burmeister,2013a)أن كلا من المعلمين ذوي الخبرة والمعلمين الطلاب قد كافحوا من أجل تطبيق أفكار ومباديء التعليم من أجل التنمية المستدامة والكيمياء الخضراء في تعلّمهم وتعليمهم.تتفق هذه النتائج مع دراسة (Sinnes,2011) النرويجية التي وجدت أن معلمي العلوم الذين تلقوا تعليمهم في التعليم من أجل التنمية المستدامة ، لديهم رغبة واضحة في إدراج التعليم من أجل التنمية المستدامة في تعليمهم، لكنهم لم يتمكنوا من

القيام بذلك بعد تخرجهم بسبب عدم وجود التسهيلات في المدارس، واتهم التعليم الثانوي الرسمي في النرويج وفي بلدان أخرى أيضا بعدم إعطاء أولوية للتعليم من أجل التنمية المستدامة بسبب تحديات عديدة.

ومن التحديات والتي كثيراً ما يتم ذكرها على أنها مشكلة في التعليم من أجل التنمية المستدامة ، ضيق الوقت الناجم عن الموضوعات المقررة الزائدة ، ونقص الموارد التعليمية والقضايا المرتبطة بمجال التخصص (Barrett,2007). إضافة إلى ذلك إعتماد العديد من المدرسين في طرائق تدريسهم على الحفظ والتلقين والتسميع وحشو ادمغة المتعلمين بمفاهيم كيميائية جافة دون توضيح علاقتها بالواقع والتي تساعد بدورها في تنمية مفاهيم تخص حياتهم اليومية. أشارت دراسة (البنا،٢٠١١) إلى وجود قصور في التعليم وضعف تحصيل المتعلمين الذين يتعلمون على طرائق التدريس الإعتيادية وقلة وعيهم البيئي ومفاهيم التنمية المستدامة. لذلك ظهرت الحاجة إلى إتباع الأساليب والطرائق والإستراتيجيات التعليمية والتعليمة الحديثة التي تنسجم مع تحقيق الأهداف المرجوة التي تساعد في رفع مستوى وتحصيل المتعلمين وتزيد الوعي البيئي لديهم من أجل المحافظة على بيئتهم واستثمارها وتنميتها بما يلبي حاجاتهم ويضمن حق الأجيال القادمة منها.وجد (الثلاب والظفيري ، ٢٠١٨) في دراستهما حول معرفة التدريس وفق دمج أبعاد التنمية المستدامة مع محتوى مادة الكيمياء، أن ١٠٠% من مدرسي ومدرسات المادة لايوجد لديهم معرفة بأبعاد التنمية المستدامة ، ووجدوا أيضا أن ٨٨% منهم لا يركزون على تنمية وزيادة الوعي البيئي لدى الطلبة لعدم امتلاكهم المقياس أو الإختبار الذي يطبق لمعرفة الوعي البيئي وديمومة التنمية.

وللتغلب على مثل هذه التحديات، جاءت هذه الدراسة لتطرح أنموذجًا لتطبيق التعليم من أجل التنمية المستدامة من منظور متكامل مستمد من مواضيع مادة الكيمياء، وبالتالي تصورا لكيفية تحقيق التعليم من أجل التنمية المستدامة وتضمين كفاءات القرن ٢١ في تدريس الكيمياء بغض النظر عن التركيز على أعباء العمل على المدرسين في المناهج الدراسية الحالية.الأنموذج لتخطيط التعليم والتعلم في الكيمياء ، ما هو إلا محاولة لسد الفجوة بين المدرسة وعالم مثالي ومستدام . تم إقتراح هذا الأنموذج وتطويره من خلال مناقشة نظرية لكيفية دمج جوانب التعليم من أجل التنمية المستدامة وكفاءات القرن ٢١ في تعليم الكيمياء، وبناء عليه يمكن تحديد مشكلة الدراسة في السؤال الرئيس التالي:كيف يمكن أن يكون تعليم الكيمياء في المدارس الثانوية ميدانا للتعليم من أجل التنمية المستدامة؟ . على الرغم من أن الدراسة توفر نهجًا حديثا لتعليم الكيمياء مستقبلا، إلا أنه أيضا تم تناول العديد من التخصصات التي تم التأكيد عليها في العديد من أدبيات التعليم من أجل التنمية المستدامة (Wals, 2011).

ومن العناصر الرئيسية في التعليم من أجل التنمية المستدامة ، أهمية الإعتراف بالعلاقة المتبادلة بين الأبعاد البيئية والإجتماعية والإقتصادية لأي قضية، ومن هنا لابد من الأخذ بعين الإعتبار جميع وجهات النظر في التعليم من أجل التنمية المستدامة (Borge et al.2012)والتعاون بين معلمي المواد المختلفة قد يكون مفيدًا . هنا لا بد من التشديد على أهمية وجوب أن يكون جميع معلمي الكيمياء قادرين على تضمين المنظورات البيئية والإقتصادية

والإجتماعية للموضوعات الكيميائية التي يدرسونها ، لهذا سلطت الباحثه الضوء على أن القدرة على تقييم كيفية تأثير الكيمياء وتأثرها في التخصصات الأخرى هي جزء من التعليم العام لمعلم الكيمياء ، وبالتالي فهي عنصر متكامل في أنموذج الدراسة.قبل تقديم الأنموذج المقترح ، سوف نستعرض العديد من وجهات النظر والأدبيات حول التنمية المستدامة ، والتعليم من أجلها ، والكفاءات كأساس بنيت عليه أجزاء الدراسة ، وسنناقش أيضًا معرفة القراءة والكتابة العلمية وصلتها بالتعليم من أجل التنمية المستدامة.

خلفية الدراسة

نحن بأمس الحاجة إلى تغيير طريقة تفكيرنا وعملنا، الأمر الذي يفرض توفير نوعية تعليم وتعلّم من أجل التنمية المستدامة على جميع المستويات وفي جميع البيئات الإجتماعية، فلا يمكن تحقيق تلك التنمية من خلال الحلول التكنولوجية أو الأنظمة السياسية أو الصكوك المالية وحدها (حبيب ،٢٠١٦). في عالم يضم ٧ مليارات نسمة ويتمتع بموارد طبيعية محدودة، يتعيّن على الأفراد والمجتمعات تعلّم العيش معا واتخاذ إجراءات مسؤولة مع الإدراك بأنّ الأعمال التي نقوم بها هنا اليوم يمكن أن يكون لها تبعات على حياة وأسباب معيشة أشخاص آخرين في أجزاء أخرى من العالم وكذلك على الأجيال المستقبلية، ويدعو ذلك إلى إعتماد نهوج تعلّم جديدة وتطوير إقتصاديات ومجتمعات حيوية موائمة للبيئة وبروز "مواطنة عالمية"(UNESCO, 2014) .

وتقوم اليونسكو بدعم البلدان في بناء قدراتها في مجال التعليم من أجل التنمية المستدامة من خلال التركيز على ثلاث مسائل أساسية ، هي: تغيّر المناخ، والتنوّع البيولوجي، والحدّ من مخاطر الكوارث بوصفها مدخلا لتعزيز ممارسات التنمية المستدامة عبر التعليم (نشوان ،٢٠١٤). توفر المشورة لواضعي السياسات بشأن كيفية إدراج التعليم من أجل التنمية المستدامة ضمن الخطط والمناهج التربوية ، والعمل على وضع أدوات ومواد التعليم من أجل التنمية المستدامة لصالح صانعي القرارات والمعلّمين والطلاب يسهم في جعل التعليم أكثر مواءمة لعالم اليوم (المعمري والنظاري ، ٢٠١٧)، كما يساعد على ربط عملية التعلّم في المدرسة بتجربة الحياة الواقعية (Dillon,2010).تشجّع اليونسكو أيضا على إعادة توجيه عملية إعداد وتدريب المعلّمين لضمان إدراج التعليم من أجل التنمية المستدامة ضمن الممارسات التعليمية (UNESCO,2015)وذلك من خلال الدورات التدريبية الموجهة لمعلّمي المدارس الثانوية بشأن التعليم في مجال تغيّر المناخ ونشر قصص النجاح في مجال التعليم من أجل التنمية المستدامة، بالإضافة إلى عدد كبير من مشاريع شبكة المدارس المنتسبة لليونسكو، أمثلة أخرى عن كيفية التعاطي مع التعليم من أجل التنمية المستدامة عالميا.

وباتت الحكومات تدرك أهمية التعليم في تحقيق التنمية المستدامة ، وأبدت كافة بلدان العالم إلتزاماً أقوى بمسألة دمج التعليم من أجل التنمية المستدامة في المناهج الدراسية بعدد متزايد من الأنشطة لتحقيق هذا الهدف (اليونسكو ، ٢٠١٢). الصين أدرجت التعليم من أجل التنمية المستدامة في خططها التربوية المتوسطة والطويلة الأجل ، والجامعات السويدية باتت ملزمة بتعليم مادة "التنمية المستدامة"، ومقاطعة مانيتوبا الكندية تعمل على

إعادة توجيه مناهج المدارس التابعة لها كي تركز على التعليم من أجل التنمية المستدامة ، وألمانيا أعدّت أكثر من ٢٥٠٠ مشروع رسمي خاص بالتعليم من أجل التنمية المستدامة، وبات موضوع التعليم من أجل التنمية المستدامة مدرجاً في المبادئ التوجيهية الخاصة بالمناهج الدراسية الوطنية في اليابان.أصبح التعليم من أجل التنمية المستدامة يحظى بتأييد صريح في ٧٠ بلداً تقريباً، وأقدم ٧١ بلداً على إنشاء هيئة تنسيق وطنية معنية بالتعليم من أجل التنمية المستدامة ، وأصبحت جهات كثيرة مقتنعة بأن التعليم من أجل بناء إقتصادات خضراء ، يجب أن يُدرج بصورة متزايدة في برامج التعليم والتدريب في المجال التقني والمهني(UNESCO, 2014).

وعلى المستويين الإقليمي والدولي، إطلعت ٨٠ جامعةً في ٤٠ بلداً بمجموعة من الأنشطة المشتركة لدمج التعليم من أجل التنمية المستدامة في مناهجها الدراسية، وأقامت مؤسسات معنية بإعداد المعلمين في ٦٠ بلداً تعاوناً فيما بينها لإعادة توجيه عملية إعداد المعلمين بطريقة تتيح معالجة موضوع التنمية المستدامة (UNESCO,2015) وتنفّذ وكالات أخرى تابعة للأمم المتحدة عدداً متزايداً من الأنشطة لترويج التعليم من أجل التنمية المستدامة بوصفه وسيلة تتيح التصدي للتحديات المرتبطة بالتنمية المستدامة ومنها مثلاً تغير المناخ . يكثر الحديث في أيامنا هذه عما يعانية العالم من مشكلات وأزمات تنموية وبيئية واقتصادية ومناخية ناتجة من التسارع الملحوظ في وتيرة التطور والتنمية، وقد أدى هذا النشاط إلى الإستهلاك المتزايد والجائر للموارد والأنظمة البيئية، وكان من ابرز الحلول التي وضعت لمعالجة تلك المشكلات وتقضي عليها وتساهم في احتياجات الجيل الحالي دون المساس بمقدرات الأجيال القادمة هي ما يعرف بالتنمية المستدامة(ماكوين،٢٠٠٩، ص ٧). بهذا تعد التنمية المستدامة قضية إنسانية وأخلاقية ، إذ يصفها بعضهم بأنها قضية تنموية بيئية وبعضهم الآخر يشير إلى أنها قضية مصيرية مستقبلية تهتم بمستقبل الأجيال القادمة (خديجة،٢٠١٣، ص ٢). تقوم التنمية المستدامة على ثلاثة عناصر رئيسية هي البيئة والمجتمع والإقتصاد (بظاظو ،٢٠٠٩، ص١٦٦) وتعد هذه العناصر الثلاثة مرتبطة ببعضها البعض ومتداخلة في ما بينها إلى حد كبير.

وظهر مفهموم التنمية المستدامة كأحد المبادرات لمعالجة المشكلات، إذ تعد التنمية المستدامة عملية توسيع الخيارات أمام الإنسان، إذ يصبح في متناوله المزيد من الإمكانات ومتسع من الفرص التي بإمكانه إستغلالها بطريقة مثلى (عبدالسلام ، ٢٠١٣) إذ تهدف إلى زيادة دخل الفرد والقضاء على الفقر وتوظيف الأفراد للقضاء على البطالة والإهتمام بالتربية والتعليم فضلا عن زيادة وتنمية الوعي البيئي اللذان يعدان الركائز الأساسية للتنمية المستدامة .أصبح هذا المفهوم بارزا بعد قمة الأرض الثانية المنعقدة في جوهانسبرغ، جنوب أفريقيا عام ٢٠٠٢ التي اتخذت من التنمية المستدامة شعارا هادفا لها لتحقيق تقدم إجتماعي واقتصادي ملموس في جميع دول ومناطق العالم ، وكان من أبرز ما دعت إليه ضرورة إبراز دور التربية والتعليم في الحد من إستنزاف الموارد الطبيعية وتدهور البيئة (اليونسكو،٢٠٠٨،ص ٧). الإستدامه هدف التنمية المستدامة ، إذ تسعى إلى تحسين نوعية حياة الناس وما يحيط بهم وتحقيق الرخاء من دون تدمير نظم حفظ الحياة التي تعتمد على الجيل الحالي والأجيال القادمة ، إذ أن الإستدامة

شأنها شأن المفاهيم المختلفة مثل الإنصاف والعدالة ، والمحافظة على البيئة وتحقيق التوازن الإقتصادي (United Nations.٢٠16، ص ١٩).

واتخذ مفهوم الإستدامة العديد من المعاني المختلفة وما زال موضع خلاف كبير منذ تقديمه . كشفت دراسة أجراها (Dobson,1996) عن أكثر من ٣٠٠ من المعاني المختلفة لمصطلحي "التنمية المستدامة" و "ألإستدامة".القاسم المشترك بين أولئك الذين يعطون الأولوية "للنمو الاقتصادي المستدام" ، وأولئك الذين يعطون الأولوية للتنمية البشرية المستدامة ، حيث تلتزم المجموعة الأولى بالنظام الإجتماعي والإقتصادي الحالي وتؤكد على "دور الأدوات التكنولوجية والإقتصادية في تحويل أنشطة الأفراد والجماعات والصناعة نحو مسار أكثر إستدامة للتنمية الاقتصادية" ، بينما تركز المجموعة الثانية على العدالة الإجتماعية والحدود البيئية ، وتدعو إلى تغييرات جذرية في النظام الإجتماعي والإقتصادي (Fien ,2002، ص٣) وتشكك في النظرة العالمية الحالية للنمو الإقتصادي غير المحدود. مع ذلك، هنالك العديد من الفروق الدقيقة في هذه الصورة نظرًا لاختلاف المفاهيم حول مفهوم التنمية المستدامة، ويوجد عدد لا يحصى من المفاهيم حول ما يمكن أن يكون من أجل التنمية المستدامة (De Haan, 2010,2006) وما يمكن أن يكون موجودًا أيضًا في أدبيات التعليم من أجلها.ادعى (Combes, 2009،ص ٦) أن التعليم من أجل التنمية المستدامة هو "عملية تعليمية ونهج للتعليم يعتمد على المُثل والمبادئ التي تقوم عليها الاستدامة، إنه ليس مجموعة أفكار متفق عليها يمكن للمعلمين تطبيقها ببساطة في تعليمهم نظرًا لمختلف مفاهيم الإستدامة واختلاف مناهج التدريس ومواضيعا باختلاف السياقات والأولويات المحلية.

ويحذر (Sterling,2010) من توافق الآراء حول مفهوم التعليم من أجل التنمية المستدامة ، لأن التعريف الضيق للغاية للتعليم من أجل التنمية المستدامة يمكن أن يتسبب في سياسات ونظريات وممارسات خارج الحدود المعلنة بافتراض أن التعليم من أجل التنمية المستدامة ليس همهم. أيضا ، من المهم أن نتذكر ما ذكره Wals (2011, ، ص ١٧٩) "ما قد يبدو سلوكًا مستدامًا اليوم قد يتضح أنه غير مستدام في وقت لاحق"، وشدد على أهمية تجنب التلقين في فكرة محددة عن معنى التنمية المستدامة بدلاً من التركيز على نوع بناء القدرات والتفكير الناقد الذي سيتيح للمواطنين فهم ما يجري في المجتمع ، وطرح الأسئلة الهامة وتحديد أنفسهم على ما يجب القيام به". يتمثل هدف التعليم من أجل التنمية المستدامة في تمكيننا من مواجهة التحديات العالمية الحالية والمستقبلية مواجهة بنّاءة وخلاّقة، وفي إنشاء مجتمعات أكثر إستدامة وسهولة في التكيّف.

ويركز التعليم من أجل التنمية المستدامة على المهارات، والقيم، ووجهات النظر التي تشجع وتدعم المشاركة واتخاذ القرارات المجتمعية(المقلحي ،٢٠١٢) ، ولتحقيق ذلك، يجب توجيه التعليم الأساسي لمعالجة الإستدامة وتوسيعها لتشمل مهارات التفكير الناقد والمهارات اللازمة لتنظيم وتفسير البيانات والمعلومات لصياغة الأسئلة، والقدرة على تحليل القضايا التي تواجه المجتمعات(المقلحي ،٢٠١٢).التعليم من أجل التنمية

المستدامة يمثل"مزيجًا من المبادئ التوجيهية الحالية والمعرفة والمهارات والمنظورات والقيم التي يتم تحديدها حول مفاهيم وقضايا الاستدامة" (Burmeister,2013a) تعريفًا آخر للتعليم من أجل التنمية المستدامة قدمه (Reid,2002) نقلا لوحة تعليم التنمية المستدامة لواضعي السياسات(SDEP,1999 ، ص ٣٠) "يتعلق التعليم من أجل التنمية المستدامة بالتعلم اللازم للحفاظ على نوعية حياتنا وتحسينها ونوعية حياة الأجيال القادمة وبإعداد الأفراد والمجتمعات والجماعات والشركات والحكومة للعيش والعمل بشكل مستدام ، وكذلك منحهم فهمًا للقضايا البيئية والإجتماعية والإقتصادية المعنية ، والإعداد الجيد للعالم الذي سنعيش فيه في القرن القادم. "التركيز الأساسي للتعليم من أجل التنمية المستدامة هو إعداد جيل الشباب ليصبحوا مواطنين مسؤولين في المستقبل" (Burmeister,2013b ، ص٥٩).

ويشير مفهوم المواطنين المسؤولين إلى إحترام الآخرين (الأجيال الحالية والمستقبلية) وللكوكب الذي يعيشون فيه ، وما يقدمه لهم مثل الموارد والنباتات والحيوانات وهي قيمة تأسيسية للتعليم من أجل التنمية المستدامة (UNESCO,2015). علاوة على ذلك ، تشير فكرة المواطن المسؤول إلى ثلاثة أبعاد لقدرات الطلبة: تقرير المصير ، المشاركة ، والتعبير عن التضامن مع الآخرين (Klafki,2000). يجب مراعاة مستويات التعليم وأبعاده المختلفة عند التعليم من أجل التنمية المستدامة ، فهناك حاجة للبحث عن القضايا ذات الصلة إجتماعيا والتعليم العام للمشاركة المجتمعية (Burmeister,2013a) .وتؤدي التغييرات المجتمعية إلى زيادة مطالب المدارس وتحدياتها باستمرار. أشار (Summers,2005 ، ص ٦٢٩) إلى تعريف التعليم من أجل التنمية المستدامة وفقا للجنة التعليم للتنمية المستدامة التابعة للحكومة البريطانية :"يتيح التعليم من أجل التنمية المستدامة للناس تطوير المعرفة والقيم والمهارات للمشاركة في القرارات المتعلقة بالطريقة التي نؤدى بها الأشياء بشكل فردي وجماعي على الصعيدين المحلي والعالمي ومن شأنها تحسين نوعية الحياة الآن ودون الإضرار بالكوكب في المستقبل". أحد الجوانب المهمة لهذا التعريف هو أن التعليم من أجل التنمية المستدامة لا يعني بالضرورة مسألة إستدامة محددة، وأيضا يشمل المفهوم الواسع لأن يصبح الطلبة مواطنين مسؤولين، أساسًا نظريا مهمًا لهذه الدراسة.

وقد يتعامل التعليم من أجل التنمية المستدامة مع مسألة الإستدامة بشكل جيد للغاية، لكن التركيز الرئيسي هو تشجيع المشاركة بمهارة وفاعلية في القرارات المستقبلية على الصعيدين المحلي والعالمي بطريقة لا تؤثر سلبًا على الأجيال المقبلة. أحد المفاهيم الأساسية هنا هو المبدأ الوقائي الذي يؤكد على إتخاذ إجراءات لحماية صحة الإنسان والبيئة من الأضرار المحتملة مستقبلا (UNESCO,2005). إن أهداف ومحتوى تعليم العلوم هي قضية قد طال النقاش حولها وتتعلق بأهمية تعليم العلوم ، والسؤال المهم هنا هو "ما إذا كانت الطريقة التي يتم بها تدريس الكيمياء في المدارس تزود المتعلمين بالمعرفة والمهارات اللازمة للمشاركة في التنمية المستدامة وتأمينها". بمعنى آخر ، هل "يعد تعليم الكيمياء الطلبة لإتخاذ قرارات مستنيرة في سياقات حقيقية"؟(Stuckey et al;2013). في تقرير حول "تعليم العلوم في أوروبا: تأملات حرجة" ، أشار إلى مشكلة أن مناهج العلوم الأوروبية بدت وكأنها تعد المتعلمين للحصول على الدرجة العلمية بدلاً من تلبية إحتياجات غالبية الطلبة الذين يحتاجون نظرة عامة أوسع

للعلم ، ويحتاج معظمهم إلى تعليم علمي عام يعدهم للمشاركة الفعالة والمستنيرة في المجتمع (Osborne 2008,. أشار (روبرتس ،٢٠١١) إلى التناقض نفسه في تمييزه بين الرؤية الأولى والرؤية الثانية نحو الأمية العلمية، تهدف الرؤية الأولى إلى تطوير "مجموعة محتملة من العلماء" ، مع التركيز على المنتجات والعمليات وخصائص العلوم ، وتركز الرؤية الثانية على أهمية العلم لـ "مجموعة متنوعة من المواقف ذات الصلة بالعلوم التي تواجه البالغين كأهل ومواطنين" (Roberts,٢٠١١ ، ص ١٤). في مجتمع المعرفة ، هناك حاجة إلى التحول من معرفة القراءة والكتابة العلمية في الرؤية الأولى إلى الرؤية الثانية (Aikenhead, 2011) مما سيؤدي إلى وضع وسيط تتواجد فيه الرؤية الأولى والثانية . يكمن التحدي في تطوير تعليم العلوم الذي يعد الطلبة للحياة في مجتمع المعرفة العالمي، ويزودهم في الوقت نفسه بالقدرة ويحفز لديهم الرغبة اللازمة لتعزيز التنمية المستدامة.تم الإعتراف من قبل علماء التعليم من أجل التنمية المستدامة على أنهم من أكثر دعاة الرؤية الثانية نحو الأمية العلمية (Roberts,٢٠١١) إلى جانب علماء من حركة العلوم والتكنولوجيا والمجتمع ومجال القضايا الاجتماعية– العلمية .معرفة القراءة والكتابة العلمية مهمة لتمكين الطلبة من التكيف مع تحديات عالم سريع التغير ،كما أنها عاملا حاسمًا في حل العديد من قضايا الإستدامة باعتبارها "وسيلة لتعزيز الديمقراطية والمواطنة المسؤولة ومواجهه الإستهلاك الزائد للموارد" (Hodson,2008، ص١٤).

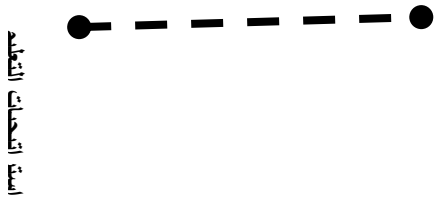
وتعد القدرة على التعامل مع القضايا الإجتماعية – العلمية عنصر متكامل نحو الأمية العلمية (Colucci et al.,2006). عندما يكون المواطنون قادرون على تقييم واتخاذ قرارات مستنيرة بشأن المسائل العلمية والإجتماعية – العلمية ذات الإهتمام الشخصي والعام ، فإن الديمقراطية التي تعد عنصراً هاماً وأساسيا في التعليم من أجل التنمية المستدامة (Sandell, 2010) ستتعزز . من أجل إتخاذ القرارات الشخصية في الحياة الواقعية والمشاركة في مناقشات القضايا العلمية التي تؤثر على المجتمع ، لا يحتاج الطلبة فقط إلى معرفة المحتوى العلمي فحسب ، ولكن أيضًا فهم كيفية جمع وتفسير البيانات الموثوقة والصحيحة ، إنهم بحاجة إلى الإعتراف بالطابع المبدئي للمعرفة العلمية وفهم كيف يمكن للمصالح البشرية أن تشكل عملية العلم ومخرجاته. بالتالي إعتمدت الدراسة على الأدبيات الخاصة بمحو الأمية العلمية والتعليم من أجل تنمية مستدامة في عرضها لتعليم الكيمياء من أجل التنمية المستدامة في الأنموذج، ونظرًا لأن التنمية المستدامة في حد ذاتها يمكن إعتبارها قضية إجتماعية– علمية، سوف نبني أيضًا على الأدبيات المستمدة من هذا المجال.

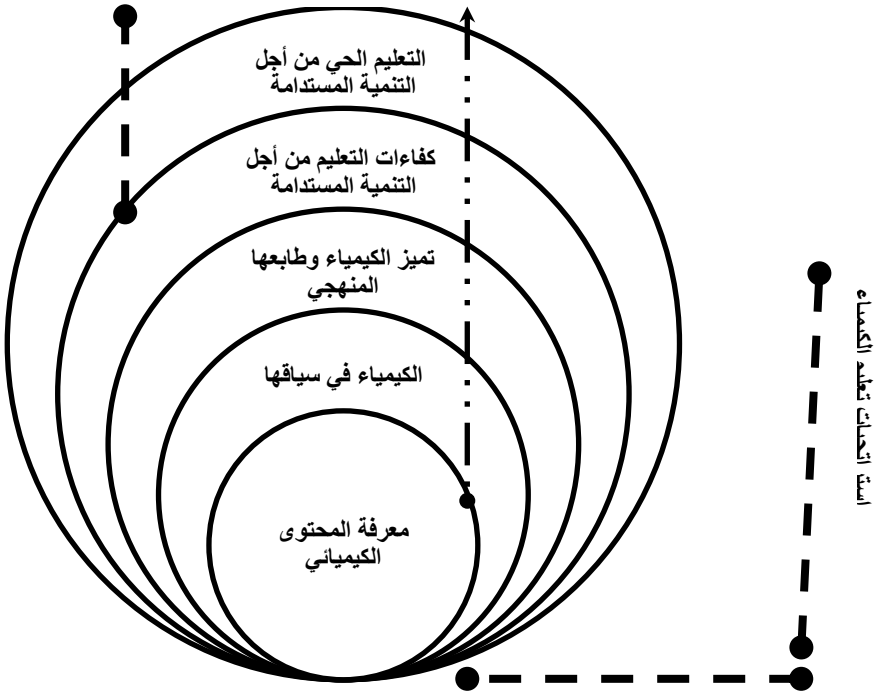
والهدف النهائي لمحو الأمية العلمية هو محو الأمية العلمية متعددة الأبعاد حيث يبدأ الطلبة في التعمق والبحث داخل التخصصات العلمية ، وبين العلوم والتكنولوجيا والقضايا الكبرى التي تمثل تحديًا للمجتمع Shwartz et al.2006) ، ص ٢٠٥). هذا النوع من محو الأمية العلمية يتطلب "تطوير القيم الإجتماعية بحيث يمكن للشخص التصرف بطريقة مسؤولة، قادر على العمل والمشاركه في أي مستوى من مستويات المهارة أو المسؤولية ، يمتلك الخلفية المفاهيمية ومهارات التعلم للتعامل مع الواقع وتلبية إحتياجاته (Holbrook,2009، ص ١٣٥٣) وفهم الجمهور ذو الصلة بالعلوم والتكنولوجيا في مجتمع سريع التغير ". تتوافق هذه الجوانب كثيرًا مع

أهداف التعليم من أجل التنمية المستدامة كما تم التعبير عنها مسبقًا. إعتمدت الباحثة بشكل خاص تعريف محو الأمية الكيميائية الذي قدمه (شوارتز وآخرون ، ٢٠٠٦) والذي يتضمن أربعة مجالات إعتبروها ضرورية ليكون الشخص متعلم كيميائيًا (أي خريج مدرسة ثانوية) وهي: الأفكار العلمية العامة ، خصائص الكيمياء ، الكيمياء في سياقها ، مهارات التعلم العليا، والجوانب العاطفية.سوف يتم التطرق لهذه المجالات بعمق أكثر في كافة أجزاء الدراسة.

أنموذج تعليم الكيمياء من أجل التنمية المستدامة :

من منظور تعليمي واسع ، يمكن أن يكون الصف الدراسي للكيمياء ميدانا لتنمية المهارات العامة بالإضافة إلى المهارات والمعرفة الخاصة بالكيمياء ويتماشى هذا مع مفهوم "التعليم من خلال الكيمياء" والذي يمثل تحولاً "من تعلم الكيمياء كمصدر معرفة إلى تعزيز المهارات التعليمية التي يجب إكتسابها من خلال موضوع الكيمياء" (Holbrook ,2009).بالتالي، فإن تحقيق التعليم من أجل تنمية مستدامة في الصف الدراسي للكيمياء قد لا تشتمل بالضرورة على مسألة إستدامة كيميائية محددة، بل يمكن للمعلم عوضا عن ذلك بصرف النظر عن موضوع الكيمياء الذي يتم تدريسه ، التأكيد على مناهج التعليم والتعلم التي تعزز تنمية الإحترام والمسؤولية بين الطلبة وتسهيل تنمية الكفاءات التي يحتاجونها في حياتهم اليومية كمواطنين بالغين في عالم مستدام. قدم (ورميستر وآخرون، ٢٠١٢) أربع إستراتيجيات لتنفيذ قضايا التنمية المستدامة في تعليم الكيمياء، واقترحوا أنها يجب أن تنفذ في تركيبتها لإدراج أفضل تعليم ممكن من أجل التنمية المستدامة في تعليم الكيمياء وهي:اعتماد مبادئ الكيمياء الخضراء في العمل المخبري: إضافة إستراتيجيات الإستدامة كمحتوى في تعليم الكيمياء:إدراج القضايا الاجتماعية – العلمية والاختلافات في طرائق التدريس: استخدام تعليم الكيمياء كجزء من التعليم من أجل التنمية المستدامة المدفوعة بالتنمية المدرسية (Burmeister et al.2012).على الرغم من أن نهج (ورميستر وآخرون، ٢٠١٢:كريستي واسترد ، ٢٠١٥) وغيرهم قد أثرى في العديد من الجوانب النظرية للدراسة ، إلا أن الباحثة قامت بتعديل وتوسيع تلك الإستراتيجيات. الشكل ١ يوضح الأنموذج المقترح لتخطيط تعليم الكيمياء من أجل التنمية المستدامة وهي:المعرفة بالمحتوى الكيميائي : الكيمياء في سياقها: تميز الكيمياء وطابعها المنهجي : الكفاءات من أجل التنمية المستدامة: التعليم الحي من أجل التنمية المستدامة.





الشكل ١. أنموذج تعليم الكيمياء من أجل التنمية المستدامة

تتطرق الأجزاء التالية من الدراسة إلى شرح لتلك الإستراتيجات بدء من مركز الأنموذج صعودا للأعلى، وبالتالي سنبدأ بمعرفة المحتوى الكيميائي.

معرفة المحتوى الكيميائي:

معرفة المحتوى الكيميائي أمر مهم لفهم وتقييم قضايا الإستدامة من خلال المنهج الدراسي، لذلك تم إقتراح أنموذج من موضوعات الكيمياء التي تدرس، بالإضافة إلى تضمين القضايا الإجتماعية – العلمية كي يتعامل معها الطلبة أثناء تعليمهم. تتعلق تلك الفئة بشكل أساسي بالتعليم حول التنمية المستدامة وتؤكد على قضايا الكيمياء ذات الصلة بها، ويمكن ربطها بقضايا الموارد المائية، وتأثير الأمطار الحمضية، وطبقة الأوزون، وإستخلاص الزيت والبحث عن مصادر الطاقة والمواد الخام المتجددة (Burmeister et al.2012) . من الأمثلة المحددة ذات الصلة بمسألة بالتنمية المستدامة في معرفة المحتوى الكيميائي تحليل دورة الحياة لمختلف المنتجات الذي تتضمن تحليل إستدامة المواد الخام المستخدمة في الإستراتيجية الإصطناعية ، إستخدام الطاقة والأنواع المختلفة من التلوث الناتجة عن عمليات الإنتاج والتصنيع ، المركبات الخطرة في عملية التوليف أو في المنتج نفسه ، والقضايا المتعلقة بمعالجة النفايات والمخلفات الصناعية، وبالتالي فإن تحليل دورة الحياة هو منهج تعليم إجتماعي علمي يجمع بين الكيمياء الخضراء والكيمياء والهندسة المستدامة من أجل تقييم العبء البيئي للمنتج أو العملية أو النشاط (Juntunen, 2013).

المواضيع التي يمكن مناقشتها هي من بين موضوعات أخرى مثل شح المياه الصالحة للشرب وندرة الموارد واستخدام أنواع مختلفة من المواد يتمثل أحد الجوانب المهمة في فئة معرفة المحتوى الكيميائي في المسؤولية الكبيرة التي يتحملها المعلم فيما يتعلق باختيار الأمثلة والسياق. من خلال الأمثلة ذات الصلة بالواقع وحياتهم اليومية ، سوف يحصل الطلبة على نظرة ثاقبة ومعرفة حول قضايا الإستدامة المختلفة . إن معرفة المحتوى الكيميائي تتعلق أكثر من مجرد القضايا ذات الصلة المباشرة بالتنمية المستدامة ، فالمعرفة الأساسية مهمة أيضًا لفهم الكيمياء الكامنة وراء قضايا الاستدامة ، فمثلا قد يكون من الضروري فهم قابلية الذوبان والتوازن والسلسلة الكهروكيميائية لفهم كيفية تأثير المواد المختلفة على الطبيعة (**Burmeister et al.2012**) . في الصف الدراسي الموجه نحو التعليم من أجل التنمية المستدامة ، التركيز الوحيد على معرفة المحتوى لا يكفي بالرغم من أهميتها ، لكن يجب أيضًا النظر إلى الموضوع في سياق ذي صلة مع التركيز على كفاءات محددة مثل التفكير المنهجي والكفاءة المعيارية. تاليا سنواصل أهمية ربط معرفة المحتوى الكيميائي بسياق ذي صلة.

الكيمياء في سياقها :

لتحقيق الإستدامة ، يعد فهم العلاقات والترابط بين الطبيعة والمجتمع والإقتصاد أمرًا بالغ الأهمية.بالتالي جب تدريس الكيمياء في سياق ذي صلة من أجل تعزيز الفهم الكامل لقضايا الإستدامة الحالية. يشجع العلم المدرسي الطلبة بشكل أكبر عندما يكون ذا صلة بحياتهم وإهتماماتهم. إن تعليم الفيزياء والكيمياء أقل ارتباطًا بتجارب الطلبة من موضوعات معينة في علم الأحياء مثل البيولوجيا البشرية (**Osborne,2008**). اتهم باحثون آخرون تدريس الكيمياء بأنه غير ذي صلة بحياة الطلبة اليومية وانتقدوا (**Gelbert,2006**) مناهج الكيمياء بطرح الموضوع في المقدمة وجعل تطبيقه في المرتبة الثانية . هذا يؤكد أن هناك مجالًا كبيرًا للتحسين عندما يتعلق الأمر بجعل تعليم الكيمياء موجهًا للسياق ومناسبًا لحياة الطلبة الشخصية ومحيطهم . ناقش (ستكي وآخرون ، ٢٠١٣) أهمية تعليم العلوم ، وتعريف تعليم العلوم ذي الصلة بأنه "تعليم له نتائج إيجابية على الطالب ، إما عن طريق تلبية الاحتياجات الحالية الفعلية أوعن طريق تلبية الاحتياجات المستقبلية المتوقعة ذات الأبعاد على المستوى الفردي والمجتمعي والمهني" ، من منظور البيئة والتنمية المستدامة (**Stuckey et al.2013** ، ص ١٩) يمكن تجسيد الأبعاد الفردية من خلال "مهارات التعامل مع الحياة الشخصية والتصرف بمسؤولية وتضامن في المستقبل "، ويرتبط البعد المجتمعي بالمثل بالتنمية المستدامة من خلال أمثلة على مستوى خارجي: "تعلم كيفية التصرف في المجتمع" و "التصرف كمواطنين مسؤولين". إن تحقيق قضايا الإستدامة في عمليتي التعليم والتعلم تمكن الطلبة لأن يكونوا أكثر اهتمامًا بتعلم العلوم وعن قضايا الإستدامة المحددة التي قد تسهم في الوقت المناسب في مستقبل مستدام (**Dellon,2012**).إن إستخدام تلك القضايا كنقطة إنطلاق هو وسيلة جيدة لزيادة أهمية الموضوع وتسليط الضوء على مسألة الإستدامة ويمكن القيام بذلك على المستوى المحلي من خلال التركيز على قضايا الإستدامة في المجتمع المحلي وعلى المستوى العالمي يمكن أن يكون الإطار المرجعي قضية محددة للإستدامة العالمية ، مثل إرتفاع درجات الحرارة (**United Nations,2015**).

ويرتبط جانب آخر في التعليم من أجل التنمية المستدامة بتدريس الكيمياء في سياقات أخرى ، يكون للتجارب في العالم الطبيعي تأثير هام على تفكير الطلاب فيما يتعلق بالبيئة يجب إجراء التجارب الإيجابية على مدى فترات زمنية طويلة (Malone,2008). إدراج تعليم الكيمياء في الهواء الطلق له تأثير إيجابي على إشراكهم في قضايا الإستدامة ورعاية الطبيعة والمحافظة عليها ، فالعمل الميداني مجال واسع في تعليم العلوم ، ولكن في الغالب في علم الأحياء والجيولوجيا حيث تعتبر الرحلات الميدانية جزءًا أساسيًا من تعليم العلوم ، ونظرًا لأن التعليم خارج الصفوف الدراسية عنصر مهم في التعليم من أجل التنمية المستدامة يجب دمجه في جميع المواد بما فيها تعليم الكيمياء (Sandell,2010). نادراً ما يتم تضمين التعليم في البيئات الطبيعية في موضوعات الكيمياء ويتوفر القليل من الأدب في هذا المجال ، فقد ركزت بعض الأبحاث على ربط الصناعات بالمدارس ، وقد يكون إستخدام المنشآت الصناعية كموقع للتعليم مفيدًا لأن التعلم أصبح أكثر أصالة نظرًا لوجود مجالات تعلم أكثر عملية وواقعية (Coll et al.2013). من خلال ذلك يمكن مناقشة الأسئلة العلمية من واقع الحياة اليومية (Hofstein,2006)ويصبح لدى الطلبة خبرة في التقييم الموضوعي للمعلومات والحصول على رؤية متوازنة للعمليات الصناعية . أيضا يمكن أن تكون السياقات الصناعية التي تتضمن قضايا تتعلق بالصحة والمنتجات البيئية التي يستخدمها الطلبة في حياتهم اليومية مفيدة من منظور الإستدامة عندما يتعلق الأمر بتعزيز إهتمامهم ودوافعهم لدراسة الكيمياء.

تميز الكيمياء وطابعها المنهجي:

للكيمياء أهمية كبيرة في حياتنا وتدخل في مجالات كثيرة وتلعب دورًا مهمًا في الصناعات بمختلف أنواعها، كالصِّناعات الغذائية، صناعة المواد التنظيفية، الدهانات، الأصبغة، صناعة الأدوية والعقاقير، النسيج والملابس والأسلحة وغيرها. ولها تطبيقات أخرى في الطب والعلوم الأخرى. يطلق على الكيمياء تسمية العِلْمُ المَرْكَزِي (علي،٢٠١٨) وذلك لدورِهِ الجوهري في ربط العلوم الطبيعية ببعضها ، ويُعدُّ جابر بن حيان الملقّب بـ "أبي الكيمياء" المؤسّس الحقيقي لمفهوم علم الكيمياء، المبني على مفهوم التجريبية، إذ يقول"إن واجب المشتغل في الكيمياء هو العمل وإجراء التجربة، وإن المعرفة لا تحصل إلاَّ بها".تتعلق تلك الفئة بجانبين: الأول تطبيق الممارسات المستدامة في الكيمياء ، والثاني معالجة طبيعة الكيمياء.تتجلى أهمية تعليم الكيمياء في ثلاثة مستويات مختلفة (Johnstone,2012)يتطلب المستوى الكلي وصف المواد الكيميائية وإجراء التجارب في المختبر ، ويمكن شرح التفاعلات الكيميائية في هذا المستوى من خلال الجسيمات المختلفة وتنظيمها على المستوى دون الجزئي ، على المستوى الرمزي يتم الإبلاغ عن النتائج والإعتبارات من خلال الصيغ والمعادلات الكيميائية والحسابات (Herron,2005).لفهم الكيمياء يجب أن ينتقل الطلبة عبر هذه المستويات ، لذلك في تعليمها يعد العمل في المختبرات ضروريًا في تطوير معرفة الطلاب(Johnstone,2012).

غالبًا ما ترتبط المشاكل المتعلقة بالكيمياء المستدامة بتصميم التوليف وكيف تؤثر الكيمياء والكيماويات على البيئة ، لذلك يرتبط هذا الجانب من الدراسة بكيفية العمل على الإستدامة من خلال تعليم الكيمياء. قد يتعلم الطلبة عن الصناعات المستدامة والكيمياء الخضراء في المختبر ، وتعني مبادئ الكيمياء الخضراء العمل على نطاق صغير لتقليل إنتاج النفايات واستخدام مواد كيميائية صديقة للبيئة والحفاظ على المواد والطاقة وما إلى ذلك (Karpudewan ,2011). قد يكون هذا أكثر قابلية للتطبيق في التعليم العالي منه في الثانوي لأن التعليم العالي يتميز بعمل مخبري أكبر وأكثر تنوعا ، ومع ذلك يجب خلق الوعي في وقت مبكر من المراحل الدراسية.يمكن أن تؤدي مقدمة مبكرة للكيمياء الخضراء إلى خلق عقليات مختلفة بين الطلبة ، حيث يفكرون فقط في الآثار البيئية ولا يهتمون بتعظيم العائد التجريبي للتفاعل الكيميائي ، وبالتالي فإن التركيز على الكيمياء الخضراءيسهم ليس فقط في المعرفة العلمية وتطويرها ، بل أيضًا في المواقف والقيم المهمة عند تحقيق التعليم من أجل تنمية الإستدامة. هنا ينبغي أن يركز تعليم الكيمياء على المسائل الفلسفية والأخلاقية المتعلقة بإنتاج المعرفة الكيميائية وتطبيقاتها وارتباطها بالواقع والبيئة المحيطة. الجانب الثاني من هذه الفئة هو طبيعة الكيمياء ، وتشتمل إلى حد كبير على طبيعة العلوم من حيث إرتباطها بالخصائص المعرفية التالية "إنها مؤقتة وليست مطلقة أو مؤكدة ؛ تستند تجريبيا ؛ ذاتية وتتأثر بمعتقدات العلماء ومعرفتهم وخبراتهم السابقة ، تنطوي على الإستدلال البشري والخيال والإبداع ،وهي جزء لا يتجزأ إجتماعيًا وثقافيًا (Lederman,2012)."الجوانب الإنسانية والإجتماعية لمنتج المعرفة العلمية قد تم التركيز عليها في تدريس العلوم"(Kolstø,2010 ،ص ٦٤٧).

ويدرك الشخص الذي يجيد القراءة والكتابة بأن الكيمياء موضوع عملي تجريبي ، في حين يقوم الكيميائيون بإجراء التعميمات ويقترحون النظريات إستنادا إلى البحث العلمي والتجارب ، لذلك يعتبر التعلم عن طريقهما جزءًا مهمًا من فهم طبيعة العلوم ، وهذا ينطبق بشكل خاص على طبيعة الكيمياء بسبب أهمية العمل المخبري وأهمية المستويات الثلاثة المختلفة آنفة الذكر التي تميز الكيمياء والتي يمكن إعتبارها نظرًا للوجود الطويل للصناعة الكيميائية على أنها تقنية وعلوم . "إن تعليم الكيمياء دون دمج جوانب الصناعة الكيميائية يؤدي الى تجاهل أحد أهم سمات الحياة الحديثة وإنجازاتها التكنولوجية" ، فنحن نعيش في عصر يتطلب تقديم الكيمياء للطالب ليس فقط كمصدر للمعرفة فحسب ، بل أيضًا كوسيلة لتقديم المظاهر التكنولوجية للكيمياء وتأثيرها على حياة الطلاب الشخصية والمجتمع ، لذلك تتضمن طبيعة الكيمياء دور التكنولوجيا في المجتمع (Hofstein,2006 ، ص١٠١٨).

كفاءات التعليم من أجل التنمية المستدامة :

ناقش العديد من الباحثين مبادئ التعليم من أجل التنمية المستدامة كالتفكير المستقبلي ، التفكير الناقد والإبداعي ، المشاركة في صنع القرار ، الشراكات ، والتفكير متعدد التخصصات (نشوان،٢٠١٤). في مراجعة

للخبراء بتكليف من اليونسكو ، فإن عمليات التعلم الرئيسية المتوافقة مع التنمية المستدامة هي عمليات التعاون والحوار والمشاركة مع النظام برمته والإبتكار والتعلم النشط والتشاركي ، ومن النتائج المهمة للتعليم من أجل التنمية المستدامة تطوير الكفاءات التي تعتبر ذا صلة للمساهمة في مستقبل مستدام (OCED,2005;UNECE,2011)، وقد سلط العلماء الضوء على نهج قائم على الكفاءة في محو الأمية العلمية والذي يشدد على الكفاءة الأخلاقية والكفاءة في التواصل وغيرها من الكفاءات التي تشمل مهارات صنع القرار الإجتماعي – العلمي .لا يُنظر إلى الكفاءات فقط على أنها "ضرورة لمعالجة المشكلات الحالية للبشرية والأرض" (Rauch,2013 ،ص١١)، فحسب ، بل أيضا لعيش حياة في "مجتمع قائم على المعرفة" (Voogt ,2012) لذا يتعين على النظم التعليمية إعداد الشباب من أجل الوظائف المستقبلية . تم تفسير مصطلح "الكفاءة" وتعريفه بطرق عدة (Sleurs,2008;UNECE,2011) . يمكن التحقيق فيه من عدة وجهات نظر حيث من الصعب تحديده (Kauertz,2012) . أحد التعريفات (Rychen,2000 ، ص ٦٧) هي "القدرة على تلبية متطلبات على درجة عالية من التعقيد". كجزء من مشروع منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي لتحديد وإختيار الكفاءات قدم (وينرت ،٢٠٠١) قائمة بالطرق التي تم من خلالها تعريف مصطلح الكفاءة ووصفه وتفسيره نظريًا (Weinert, 2001) .يجب التركيز على الكفاءات في مجالات محددة (Knain, 2005)بدلاً من التركيز على الكفاءات الفكرية العامة.بالتالي ينبغي التساؤل عن الكفاءات التي يحتاجها الشخص لمواجهة تحديات محددة تخص الحاضر والمستقبل . والسؤال ذو الصلة في هذه الدراسة هو" ما هي الكفاءات التي سيحتاجها متعلمو الكيمياء في المدارس الثانوية من أجل دعم الإجراءات الحالية والمستقبلية من أجل التنمية المستدامة"؟

وعلى الرغم من أن العديد من قوائم الكفاءات قد تم تقديمها في أدبيات الإستدامة (De Haan,2010 ؛ Wiek ,2011)وبشكل أعم الأدب التعليمي ، لم تكن لتلائم بشكل مباشر أنموذج تلك الدراسة ، ومع ذلك فقد أنجزت الباحثة بفضل الله عز وجل المهمة المتمثلة في تحديد قائمة كفاءات التعليم من أجل التنمية المستدامة. فقد إستلهمت ، من بين أطر أخرى (De Haan,2010 ، ص٣٢٠) مفهوم تشكيل الكفاءة المرتبط بالقدرة على تشكيل المجتمع بطريقة مستدامة، أي "تغيير السلوك الإقتصادي والبيئي والإجتماعي دون أن تكون هذه التغييرات مجرد رد فعل للمشاكل القائمة".إن "التعليم في المستقبل سيكون بالتأكيد تعليم من أجل الإستدامة"(Gadotti,2008).تم تطوير مفهوم تشكيل الكفاءة وفقا لمفهوم "الكفاءات الرئيسية لمنظمة التعاون الإقتصادي والتنمية" (OECD,2005) والتي يمكن تقسيمها إلى ١٢ من الكفاءات الفرعية. على الرغم من أن تلك الكفاءات الفرعية محددة نوعًا ما ، إلا أنها ذات طابع تعليمي عام ،حيث ليس من السهولة نقلها إلى الصف الدراسي للكيمياء. إطار آخر مهماً في أنموذج الدراسة ، وهو تضمين كفاءات القرن ٢١. ففي دراسة لرسم خرائط تنوع الكفاءات للقرن ٢١ قام (Voogt,2012) بتحليل ثمانية أطر مختلفة لتلك لكفاءات المطورة

دولياً ، ووجد أن التعاون والتواصل والمهارات الإجتماعية تم ذكرها في جميع أطر الكفاءات بالإضافة إلى الإبداع والتفكير الناقد وحل المشكلات.

وعلى الرغم من أن كفاءات القرن ٢١ لأغراض أخرى غير التعليم من أجل التنمية المستدامة ، فإن عناوينها قابلة للتحويل إلى التعليم من أجل التنمية المستدامة لسببين :الأول تركز كل من كفاءات القرن ٢١ وكفاءات التعليم من أجل التنمية المستدامة على المستقبل، والثاني قد يختلف محتوى عناوين كفاءات القرن ٢١ إختلافًا طفيفًا وفقًا للسياق الجديد، ومع ذلك تم تضمين تلك الكفاءات في الصف الدراسي لتعليم الكيمياء في أنموذج الدراسة والتركيز على التعليم من أجل التنمية المستدامة.انطلاقًا من هذه الأطر والسؤال أعلاه ،أدرجت قائمة من تسع كفاءات من أجل التنمية المستدامة والتي تعتبر ضرورية لدعم الإجراءات للتعليم أجل التنمية المستدامة عامة وتعليم الكيمياء خاصة وهي: التفكير المنهجي ،حل المشاكل ، الإبداع، التفكير الناقد ، كفاءة العمل ، الإيمان والتفكير في المستقبل ، الكفاءة المعيارية ، التواصل ، والتعاون. تعليم الكيمياء من أجل تنمية مستدامة يجب أن يعزز المهارات التعليمية العامة بالإضافة إلى المهارات الخاصة بها.بعضا من تلك الكفاءات خاصة بالكيمياء وذات أصل متميز فيها وتسهم بشكل كبير في المعرفة والمهارات الكيميائية. على الرغم من أن بعض تلك الكفاءات يركز بشكل أكبر على الكفاءات العامة الأكثر صلة خارج عالم تعليم الكيمياء، إلا أن هناك تحول في تعليم الكيمياء عالميا للتأكيد على تطوير المهارات المعرفية العليا بهدف تطوير الخريجين "القادرين على التفكير التقييمي ، واتخاذ القرارات ، وحل المشكلات ، واتخاذ إجراء مسؤول (Zoller, 2004، ص ٩٥) .لذا توجب على الباحثة مراعاة هذه الأنواع من الكفاءات في قائمة الأنموذج (الشكل ٢) جنبًا إلى جنب مع الجانب العاطفي نحو الأمية الكيميائية والذي تم دمجه أيضًا في التعليم من أجل تطوير الكفاءات القابلة لذلك. يصف الجزء التالي الكفاءات التسع للتعليم من أجل التنمية المستدامة.

التفكير المنهجي:

عرف التفكير المنهجي على أنه" القدرة على تحليل النظم المعقدة عبر مجالات مختلفة (المجتمع ، البيئة ، الإقتصاد ، إلخ) وعبر نطاقات مختلفة (محلية إلى عالمية) (Wiek et al.2007 ، ص ٢٠٧)، فالتأمل في الأحداث المتتالية والكوارث والأمية والبطالة والفقروالقضايا الأخرى المتعلقة بالإستدامة وأطر حل مشكلتهاوإنعكاساتها على تلك المجالات يتطلب التفكير بمنهجية . لذا يعتبر التفكير المنهجي أحد الكفاءات الرئيسية الداعمة لإجراءات التنمية المستدامة ، وفي تعليم الكيمياء يعد التفكير المنهجي ذا صلة سواء فيما يتعلق بفهم أساليب العمل العلمية وتحقيق فهم كلي للقضايا المتعلقة بالكيمياء. من خلال التفكير المنهجي يحتاج الطلبة إلى التحدي لفهم العملية العلمية للطرق والبيانات والإستنتاجات بشكل كلي فهو أمر حاسم في عرض كافة القضايا من وجهات نظر مختلفة (ديب،٢٠٠٩).يحتاج الشخص الذي يفهم الكيمياء إلى إستخدام فهمه في صنع القرار والنقاش الإجتماعي حول القضايا المتعلقة بالكيمياء وفي كيفية تأثير الإبتكارات في الكيمياء على القيم

الإجتماعية . ففي تعليم الكيمياء يمكن تحقيق منظور تفكير منهجي من خلال التحقيق في العوامل البيئية والإجتماعية والإقتصادية بالإضافة إلى المحتوى الكيميائي لحالة أو حالات معينة. أيضا ، قد تكون القضية مرتبطة بالقضايا المحلية والدولية على حد سواء مما يستدعي التفكير المنهجي على نطاق عالمي ، وبالتالي كجزء من التفكير المنهجي ، يُعد التفكير متعدد التخصصات والشامل وفهم العلاقة السببية شرطين أساسيين مهمين للمشاركة بنجاح في قضايا الإستدامة (Wheeler,2000) . بسبب الطبيعة المعقدة للواقع الحالي (راوخ وستاينر ، ٢٠١٣) دعيا إلى التفكير المنهجي وجادلا بأن التعليم من أجل التنمية المستدامة يجب ألا يقترح وجهة نظر أحادية الجانب، وبدلاً من ذلك يجب التعاون المشترك بين مختلف أصحاب المصلحة لمواجهة التحديات الحالية والمستقبلية (Rauch ,.2010)

حل المشاكل :

تم التأكيد من قبل (اليونسكو ، ٢٠٠٥) على أن حل المشاكل في التعليم من أجل التنمية المستدامة وبشكل مستمر أمر بالغ الأهمية.عرفت هذه الكفاءة على أنها " المقدرة على إيجاد الحل الأمثل بشكل منهجي وإبداعي" (De Haan,2010). نظرًا لأن الصناعات الكيميائية والبحوث تلعبان أدوارًا أساسيا في إيجاد حلول مبتكره للإستدامة يمكن إيلاء حل المشاكل الكيميائية أهمية خاصة.حل المشاكل مهم لأنه ممارسة للمهارات المعرفية العليا ، لطالما تم الإقرار بفصل العلوم باعتباره ساحة مهمة لتنمية مهارات حل المشاكل لدى الطلبة ، كذلك إمتلاك الطالب مهارة حل المسائل يعد شرط مسبق للنجاح في مواد الكيمياء .حل المشاكل هو ما يقوم به الكيميائيون ، بغض النظر عما إذا كانوا يعملون في مجال التوليف ، التحليل الطيفي ، النظرية ، التحليل ، التعليم ، ووصف المركبات ، يمكن أن يشمل حل المشاكل تمارين حل المسائل النظرية والعملية التي قد يواجهها المتعلم عند تعلم الكيمياء ويعتمد ذلك على المعرفة والخبرة الكيميائية (Bodner ,2002 ، ص ٢٣٥). الطريقة الأكثر فعالية لتطوير قدرة المتعلم على حل المشاكل في الكيمياء تتم من خلال العمل المخبري ويمكن من خلال ذلك تحقيق أهداف أخرى مثل إكتساب الطلبة الخبرة والمعرفة في الظواهر العلمية والمعرفة ذات الصلة بحياتهم (Kirsti,2015) فمن خلال تجاربهم في المختبر يتعلمون عن العلوم وكيفية بناء العلم والممارسة ويصبحون مهتمين ومندفعين بشكل أكبر نحو المشكلة. ربط العمل المخبري بأساليب علمية وعرض أمثلة واقعية يساعد الطلبة على فهم قضايا الإستدامة والتنمية المستدامة والتعامل معها (Karpudewan ,2011). على الرغم من أن حل المشاكل مدرج ضمن الكفاءات المحددة في الدراسة ، إلا أنه مصطلح واسع حيث يكشف الفحص الأدق للتعريف والمستويات المختلفة للكيمياء أن حل المشاكل يتضمن كفاءات أخرى، فالحل الأمثل للمشكلة يتطلب الإبداع من أجل تطوير الحلول الممكنة ، ويجب تقييم النتائج من خلال التفكير المنهجي والتفكير الناقد.

الإبداع :

يشير التفكير الإبداعي إلى "كيفية تعامل الناس مع المشكلات والحلول(Amabile,1998، ص٧٩)وقدرتهم على تجميع الأفكار الحالية معًا بطرق مبتكرة". يتطلب مثلا مستقبل تغير المناخ وتحديات الإستدامة الرئيسية مواطنين مبدعين قادرين على التفكير بشكل ابتكاري وخلق حلول جديدة ، لذلك يُعتبر الإبداع قوة أساسية في تعليم الإستدامة (Daskolia,2012) كما يعد جزءًا مهمًا في تعليم الكيمياء وأساليب العمل العلمية وتصميم الأسئلة والنماذج البحثية الحديثة . يحتاج الكيميائي نوعًا معينًا من المعرفة والفهم الذي يجمع بين عناصر الإبداع والسمات العاطفية التي توفر الزخم اللازم لصنع القرار والإلتزام (Hodson, 2013 ، ص ٥٤٦). إن الإبداع يفترض وجود علاقة متبادلة بين ثلاثة عوامل مختلفة كي يكون الشخص مبدعًا يجب أن يكون لديه :معرفة تقنية وإجرائية وفكرية حول الموضوع (الخبرة):معرفة طرق مختلفة للتعامل مع المشكلة بطريقة إبداعية (مهارات التفكير الإبداعي)،ويحتاج إلى الدافع – الدافع الجوهري (رغبته الداخلية في فعل شيء ما) أكثر قيمة من الدافع الخارجي ، وفقا لذلك ترتبط كفاءة الإبداع بفئات أخرى في الأنموذج مثل معرفة المحتوى الكيميائي وتميز الكيمياء وطبيعتها المنهجية (Amabile,1998).

التفكير الناقد:

التفكير الناقد هو الهدف المنشود من تعليم العلوم عامة وتقييم قضايا الإستدامة خاصة ، ويوجد تآزر واضح بين تعليم العلوم والتعليم من أجل التنمية المستدامة .فالقدرة على التفكير الناقد في القضايا تمكن الأفراد من فحص الهياكل الإقتصادية والبيئية والإجتماعية أثناء إستكشاف حلول التنمية المستدامةويتطلب القدرة على تقييم المعلومات (Hodson,2013، ص٣١٧) لذلك يحتاج الطلبة إلى تقييم واكتشاف موثوقية المعلومات من مجموعة متنوعة من المصادر . جوهر التفكير الناقد هو نوعية التفكير وليس صحة الإجابة ، وفي مجال التعليم من أجل التنمية المستدامة يمكن ربطه بالقدرة على رؤية المسألة من عدة زوايا من المعرفة من أجل وصف الظواهر غير المستدامةوالنظر في المعلومات من مختلف وجهات النظر وتقييم الإجراءات وأنماط السلوك وتحليل المخاطر. يتيح التفكير الناقد في التعليم من أجل التنمية المستدامة إعادة التفكير فيما يجب أن يكون عليه التعليم من أجل التنمية المستدامة في الأوقات والسياقات المتغيرة (Wals, 2011: DeHaan, 2010) ومن الأهداف المهمة في تعليم الكيمياء تنمية مهارة التفكير الناقد وتطوير أساس تعليمي لفهم وإدارة القضايا الإجتماعية–العلمية.

وأكد (Kind ,2003) على أهمية إنشاء أساس للعمل مع القضايا الإجتماعية–العلمية من خلال التجارب العلمية المفتوحة والتي من خلالها يجب على الطلبة إجراء تقييم ناقد لطرق ونتائج البحوث ويمكن تطوير مهارات التفكير الناقد ، مثل التحليل والحجج من خلال الممارسة العملية. من منظور محو الأمية العلمية ، اقترح (Tal,2006 ، ص ٦١٧) أن إستخدام القضايا اليومية ذات الصلة لإشراك الطلاب في صنع القرار لأن الطلبة بحاجة إلى" التفاعل بشكل نشط مع الشركاء الإجتماعيين وتبادل والتواصل في تحديد المشاكل وطرح الأسئلة وبناء وتحليل الحجج والحكم على مصداقية المصادر وتفسير البيانات والإفتراض والنتائج وإصدار أحكام القيمة وما إلى

ذلك" ، وكلها تم تحديدها على أنها مهارات تفكير ناقد أو أعلى درجات التفكير. يؤكد (شوارتز وآخرون،٢٠٠٦) على أهمية مهارات التعلم في تعريفهم للشخص المتعلم كيميائيًا ، فالقدرة على طرح الأسئلة والبحث عن المعلومات وتحليلها والتحليل والإستفادة من أي نقاش هي المهارات التي يقدمها. ويؤكد العديد من العلماء إلى أن الجانب العملي جزء لا يتجزأ من التفكير الناقد (**Bailin,2003**). فالمفكر الناقد هو "الذي تحركه الأسباب بالشكل المناسب" (**Siegel, 1988** ،ص٢٣)وأكد أن تقييم العقل وروح الناقد عنصرين من عناصر التفكير الناقد . يجب أن يتمتع المفكرون الناقدون بمهارات التعلم العليا كي يكونوا قادرين على التفكير بشكل جيد لتقييم الحلول وقادرين على إتباع أنماط التفكير الأخرى ، ويجب أن يكونوا مدفوعين بروح الناقد وتقييم العقل والعمل بمقتضاهما (**Cuypres,2004**). نتيجة لهذا العنصر من العمل يتداخل التفكير الناقد جزئيًا مع الكفاءة التالية: كفاءة العمل.

كفاءة العمل :

أحد أهداف التعليم من أجل التنمية المستدامة هو تعزيز كفاءة الطلبة في العمل التشاركي والديمقراطي (**Rudsberg,2010**).هذا يتفق مع (**Mogensen,2010**) الذي إدعى أن كفاءة العمل هي مثال تعليمي يتماشى مع التعليم من أجل التنمية المستدامة . تشمل كفاءة العمل (**Jensen,1997**،ص ١٧٥) "القدرة على العمل الآن وفي المستقبل وتحمل المسؤولية".إن تعليم العلوم من أجل العمل قد لا يشتمل بالضرورة على الإجراء نفسه، فالمهم تدريب الطلاب على التعبير عن وجهات نظرهم ومناقشتها وتفسير المعلومات العلمية بطرق مناسبة (**Kolstø, 2010** ، ص ٦٦٠). إن كفاءة العمل يتم تطويرها لدى الطلبة عندما يُسمح لهم بالتعاطي مع مشكلات حقيقية ، وقدّم أربعة أبعاد يمكن من خلالها الإطلاع على أي موضوع بيئي وتحليله ، هذه الأبعاد والتي يمكن استخدامها أيضًا في تحليل القضايا المتعلقة بالكيمياء: معرفة التأثيرات: ما نوع المشكلة؟ معرفة الأسباب الجذرية: لماذا نواجه المشاكل التي لدينا؟ المعرفة حول إستراتيجيات التغيير: كيف نغير الأشياء؟المعرفة بالبدائل والرؤى: إلى أين نريد الذهاب؟ وغالبًا ما يقتصر التعليم البيئي على البعد الأول (**Jensen,2004**).لا يؤدي تحليل وفهم الرؤى والتغييرات المحتملة إلى زيادة تطوير كفاءة العمل فحسب ، بل يساهم أيضا في تطوير كفاءات التعليم الأخرى من أجل التنمية المستدامة المدرجة في الأنموذج مثل حل المشكلات والإبداع والتفكير الناقد ،"فهذا مهم بشكل خاص في وقت لا يجب أن تؤدي فيه العولمة المتزايدة والتفرد إلى شلل الحركة والتوقف" (**Jensen,2004** ، ص ٤١٦). تلك المقولة أدت إلى الكفاءة التالية :

الإيمان والتفكير في المستقبل

هذه الكفاءة تأكد على أهمية عدم غرس القلق وعدم الطمأنينة لدى الطلبة عند مناقشة المشاكل البيئية في الفصل الدراسي والتركيز على التفكير والإيمان والثقة في المستقبل .إن النهج الموجه نحو العلم في التعليم البيئي من شأنه أن يؤكد المعرفة النظرية حول القضايا البيئية وأوصاف الظروف المتفاقمة بشكل متزايد ، وهذا يمكن أن يؤدي إلى شعور عدم التمكين بين الطلاب. بدلاً من إحداث هذا اليأس المكتسب واللامبالاة بين الطلبة يحتاج التعليم إلى تحفيزهم على الشجاعة والإلتزام والرغبة في حل المشكلات.لا ينبغي أن يقتصر التعليم من أجل التنمية المستدامة على المناقشة السلبية والتشاؤم بشأن المشاكل العالمية الحالية والمستقبيلية ولا ينبغي إنكارها ، بل يتم عرضها على أنها يمكن إدارتها بشكل أساسي من أجل توليد وتعزيز تفاؤل الشباب بشأن المستقبل .بالتالي ، فإن التعليم الذي يركز على إيجاد الحلول والعمل على حلها أمر في غاية الأهمية .لا بد من الإشارة هنا إلى أن تلك الكفاءة ترتبط إرتباطا وثيقًا بكفاءة العمل. التفكير المستقبلي جانب مهم من سمات موضوع الكيمياء، فإذا فكرنا في البحوث الكيميائية وطبيعة مادة الكيمياء فإنه مهم للغاية ،لأن البحث بشكل عام يتطلب التفكير في المستقبل ، وقد تساهم الإبتكارات في الكيمياء في إيجاد حلول لأنواع مختلفة من المشاكل تتعلق بالبيئة والقضايا الصحية وغيرها من المشكلات المجتمعية. كجزء من تشكيل الكفاءة ، أكد (**Dehaan,2010** ، ص ٣٢٢) على أهمية التفكير والعمل بطريقة تطلعية ، سواء على المستوى المهني داخل سياق علمي مستقبلي أو شخصيًا في حياة الطلبة الخاصة، يجب أن يكون الطلبة قادرين على "تقييم وتطبيق نتائج البحوث المستقبلية في صياغة عمليات التنمية المستدامة ، التعرف على إحتياجاتهم المستقبلية المحتملة ، وصف الحاجة إلى توفير قدر أكبر من الضمان الاجتماعي في المستقبل بناءً على وضعهم وتحديد وتحليل وتقييم أمثلة للتركيز على الحاضر بدءًا من حياتهم الخاصة"،وأكد على أهمية اليقين بأن الإجراءات التي يتم إتخاذها تفيد التطور المستقبلي والأجيال المقبلة والتعامل مع المعضلات الشخصية في صنع القرار.

الكفاءة المعيارية

وهي كفاءة أساسية تتطور لدى الطلبة من خلال التعليم من أجل التنمية المستدامة. يجب التعامل مع الجوانب المعيارية: المعايير والقيم والمصالح والنظرات العالمية والسلطة (**O ¨ stman, 2011**) في تعليم العلوم من أجل تعزيز المواطنة. يعد إحترام الآخرين قيمة أساسية في التعليم من أجل التنمية المستدامة والتي من خلالها يحتاج الطلبة إلى تنمية التضامن معهم والإهتمام بمستقبل البشرية والطبيعة ، ويتحقق ذلك في القدرة على رؤية القضايا من كافة جوانبها المتعددة والنظر في آراء الآخرين ، ويجب أن تكون القرارات المتخذة قائمة على المعرفة وعلى أساس القيمة ، بمعنى أنه أثناء اتخاذ القرار ينبغي النظر في آراء الجميع بمن فيهم الخصوم(**Dehaan,2006,2010**).التعاطف والتضامن والمواقف والقيم كلمات مفتاحية للكفاءة المعيارية ، كلها يجب معالجتها في المدرسة ، فمثلا (البنا ،٢٠١٢) تتطلب معرفة كيفية الرد الفعال على الأسئلة المتعلقة بالبيئية إدراكًا لقيم الفرد وقدرته على فهم الخيارات والنتائج. يمكن أن يكون تعليم الكيمياء ميدانا لطرح مثل هذه الأسئلة وغيرها (**Krageskov ,2002**) وهذا يؤدي إلى تحفيز الكفاءة المعيارية للطلبة ، وأشار أيضا إلى فكرة الكفاءة

المعيارية من خلال شرحه للمجال الأخلاقي في تعليم الكيمياء، وميز (Krageskov ,2002 ، ص٧) بين المعرفة الأنطولوجية (أي المعرفة حول المركبات الكيميائية والمفاهيم والقوانين) والمجال المعرفي (أي فهم الكيمياء باعتبارها نشاطًا ومجتمعًا علميًا على حد سواء) والمجال الأخلاقي. كما أن المعرفة بالكيمياء تتضمن السياق الإجتماعي والأخلاقي ، بما في ذلك مسألة كيف تكون الكيمياء جزءًا من المجتمع وأي الأعتبارات الأخلاقية التي يجب أن تُتخذ ، وغالبًا ما تتضمن الأخلاقيات في تعليم الكيمياء علمًا نافعا يشمل الوعي بقضايا مثل سوء السلوك والإحتيال وبراءات الإختراع واستخدام موضوعات البحث الحيواني والبشري ... إلخ ، لذلك ينبغي أن تكون أخلاقيات تعليم الكيمياء مرتبطة أيضًا بالوعي المجتمعي في السياقات المحلية والعالمية. " إن الإنعكاس الأخلاقي في سياق تعليم الكيمياء (Krageskov ,2002، ص ٩ – ١٠) يعني إعادة النظر في دورها في المجتمع وعلى القيم الكامنة وراء هذا الدور المتمثل في العقل والعمل من أجل تعديل القيم للتحديات الإجتماعية الحالية والمستقبلية". يتمثل جزء مهم من الكفاءة المعيارية في القدرة على التمتع بمزايا الطبيعة ومواردها، وأشار (O ¨stman 2011, إلى إشكالية في التعليم من أجل التنمية المستدامة في هذا المجال ، فبالرغم من أن غالبية قضايا الإستدامة منبثقة من الطبيعة ومتعلقة بها ، إلا أنها تُهمل عند النظر في إهتمامات ومصالح مختلفة ، لذا يجب التشديد على أهمية التعليم خارج الغرف الصفية لما لذلك من اثر بالغ على توسيع نطاق التعليم التنموي المستدام .

التواصل والتعاون :

التواصل والتعاون كفاءات شخصية يحتاجها الطلبة كي يكونوا قادرين على التواصل لفظيا وبصريا وكتابيا مع الآخرين والتعبير عن أفكارهم بوضوح ، كما يحتاجون إلى الإستماع إلى آراء ومشاعر الآخرين واحترامها. لذلك ، فإن التواصل يرتبط ارتباطًا وثيقًا بالكفاءة المعيارية. في تعليم الكيمياء ، يعد التوصل إلى النتائج والتحليل والمناظرة والتفاعل والمشاركة وما إلى ذلك جزءًا مهمًا من الموضوع. يجب أن يكون الطلبة قادرين على التعاون مع الآخرين سواء أقرانهم في الفصول الدراسية أو مجتمعهم بغض النظر عن الشخصيات والخلفيات في حياتهم المهنية والشخصية.التعاون بين الطلبة عبر وداخل مجالات الموضوع مهم في البحث وتطوير المعرفة الكيميائية ، ويعد حاسمًا في حل مشكلات الإستدامة المحددة.يتطلب التعقيد المتزايد للمجتمع وجود متعاونين متعددي التخصصات والكفاءات وليس التفرد . على الرغم من أن ذلك قد يكون صعبا، يحتاج الطلبة إلى فهم وتقدير حقيقة أن التعاون يؤدي إلى نتائج نهائية أفضل من العمل الفردي . هنا لا يتم توجيه نتائج التعاون والتواصل نحو النتائج فحسب ، بل أيضًا ينبغي التركيز على الإجراءات التي يمكن من خلالها تطوير كفاءات أخرى ، مثل الإبداع وحل المشكلات والتفكير الناقد والتفكير المنهجي وغيرهما. في التعليم الموجة نحو التنمية المستدامة والكيمياء في المستقبل يجب تعلم التعاون والتواصل الفعال وهذا يتطلب التوجيه والخبرة.

التعقيب على كفاءات التعليم من أجل التنمية المستدامة:

في الأنموذج ، تُعتبر الكفاءات التسع أساسية لدعم الإجراءات من أجل التنمية المستدامة ولكنها ليست محدودة ، ويُنظر إلى تطوير الكفاءات على أنها عملية تعليمية وتعلُمية مستمرة مدى الحياة. تختلف أهمية تلك الكفاءات بين بلدان العالم وفقًا للمعايير الثقافية والوصول التكنولوجي والعلاقات الإجتماعية والأولويات والقوة الإقتصادية .تعتمد آراء مخرجات التعلم ذات الصلة بالتنمية المستدامة على السياق ، فالجانب الرئيسي لمفهوم الكفاءات هو القدرة على نقلها من موقف ما وإستخدامها في مكان آخر، وهذا بالفعل ما تم تنفيذه في الدراسة.لذلك أدرجنا قائمة من الكفاءات (الشكل ٢) كأساس لتعليم الكيمياء مستقبلا وتغطي أيضا المواقف التي يحتاجها الطلبة خارج الصف الدراسي للكيمياء. كما أن الهدف هو تحديد الكفاءات بما يكفي لتغطية الجوانب المختلفة والفروق الدقيقة للتعليم من أجل التنمية المستدامة.لكن في الوقت نفسه تم التدقيق في كل منها لمساعدة معلمي الكيمياء للإسترشاد في تخطيط الدروس وتقييمها.على غرار مفهوم (Holbrook, 2005) "التعليم من خلال الكيمياء" يمكن أن يكون فصل الكيمياء ميدانا للطلبة لتطوير كفاءات البيئة والتنمية المستدامة أثناء إكتسابهم المعرفة حول الكيمياء ، وهذا يمكن أن يؤدي بهم نحو التعلم الذاتي .حل المشكلات المتعلقة بالقضايا البيئية ومهارات الإتصال والتفكير الناقد أو الشعور بالإنتماء إلى البيئة عناصر متعددة الإختصاصات يجب إعتبارها من قبل المعلمين في ممارساتهم التعليمية المستقبلية، وتعتبر هذه العناصر وغيرها كالمدرجة في الأنموذج أساسية في التعليم / التعلم لممارسة التنمية المستدامة (Gisela, 2015) . من المنطقي الإشارة إلى أن الأطر النظرية الخاصة بالتعليم القائم من أجل التنمية المستدامة تحتاج إلى أن تصبح أكثر حيوية ودمجًا في منهج تعليم المعلمين الحالي لتعزيز الوعي وتطوير التعليم من أجل كفاءات التنمية المستدامة بين المعلمين، وهذا أمر بالغ الأهمية لضمان التعليم من أجل التكامل والممارسة المستدامة للتنمية في جميع مستويات التعليم المختلفة.

التعليم الحي من أجل التنمية المستدامة:

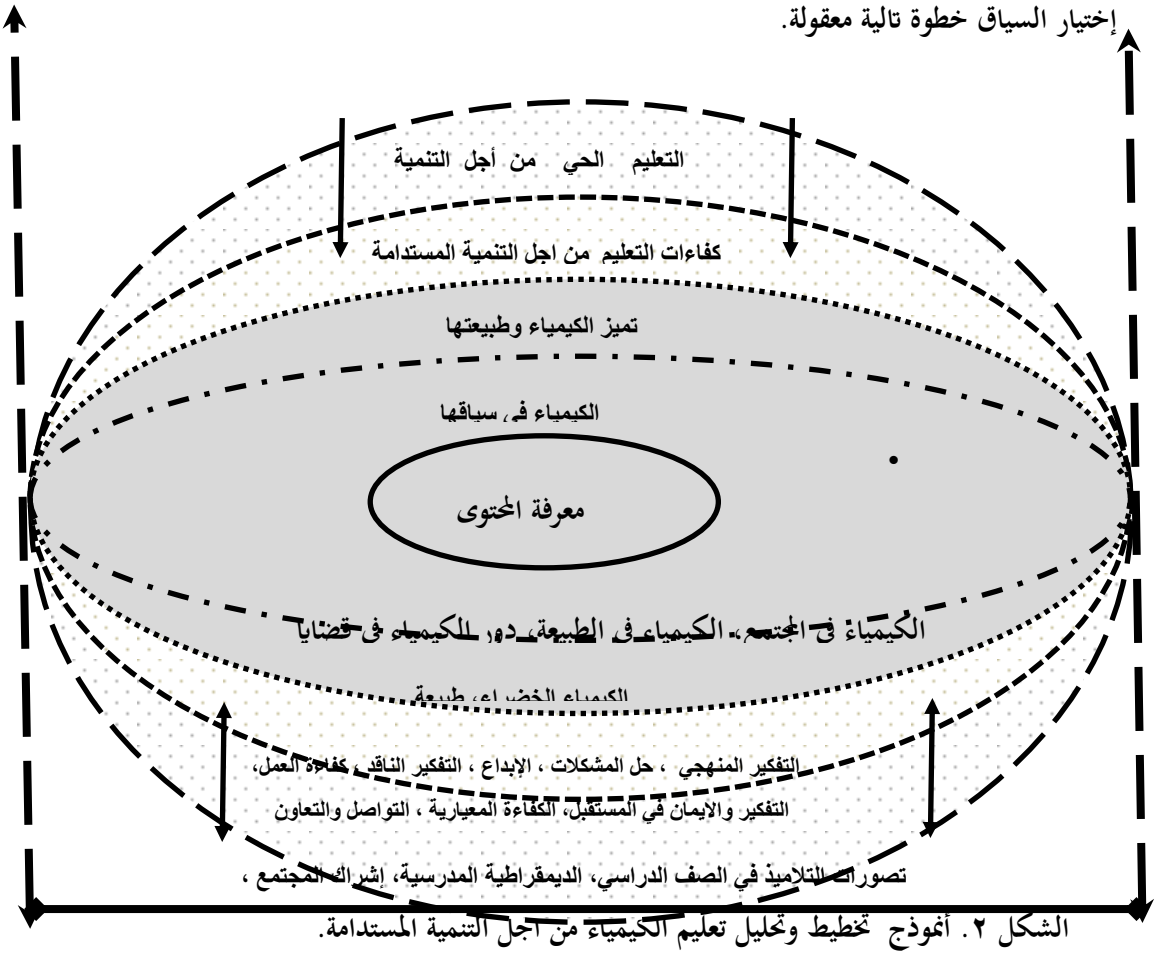
تحدد تلك المرحلة كيفية تحقيق التعليم من أجل التنمية المستدامة في الفصول الدراسية والثقافات المدرسية ما يوفر للطلبة فرصة لتجربة العيش المستدام، وتؤثر على جميع الخبرات التعليمية سواء في الصفوف الدراسية للكيمياء خاصة وفي الثقافة المدرسية عامة. يمكن أن يتأثر المعلمون بشكل أكبر على التعليم من أجل التنمية المستدامة إذا تم تأسيس ثقافة مدرسية، لذلك يتميز التعليم المدرسي من أجل التنمية المستدامة بالثقافة والمبادئ الديمقراطية، وتوصف المدارس المستدامة بأنها صروح يكون فيها التعاون والمرونة والثقة مهمين حيث يتم تقييم التنوع ،كما يتم التعامل مع الجميع بإحترام وتقدير(Sterling,2010). في ثقافة المدرسة المستدامة ، تمتد مبادئ الإستدامة لتشمل الإداره المدرسية بإتخاذ أجراءات من شانها تعزيز ذلك ، على سبيل المثال لا الحصر توفير الطاقة والمرافق لفرز النفايات والأغذية البيئية والحدائق المدرسية والمختبرات ....الخ . قد تكون فعالية هذه المساهمات صغيرة في ظاهرها لكن العامل الحاسم هو ما يتعلمه الطلبة بالفعل من المشاركة في مثل تلك الأنشطة من خلال الإنخراط فيها وتجربة كيفية تحقيق الإستدامة، على مستوى المدرسة ينبغي أن يبدأ الطلبة في تعلم كيفية عيش حياة مستدامة (علي،٢٠١٦).

وعلى الرغم من أن أطر الدراسة موجهه نحو الصف الدراسي للكيمياء وليس إلى إدارة المدرسة ، فإن مثل هذه التدابير للإستدامة من قبل المدرسة وإدارتها، يمكن أن تؤثر على الصف الدراسي للكيمياء وتصور دور المعلم . في الواقع تعكس ثقافة الصف الدراسي ثقافة المدرسة وقيمها ، ويمكن أن تؤثر ثقافات الصفوف الدراسية أيضًا على الثقافة المدرسية إذا تم نشرها في كافة المراحل . المعلم الركن الأساسي في العملية التربوية والتعليمية ، ويلعب أيضا دورًا رئيسيًا في تأسيس ثقافة الصف الدراسي التي تتوافق مع مبادئ التعليم من أجل التنمية المستدامة. أكد (Borg et al.2012) أن معلمي العلوم ميالون إلى التوجه نحو تنفيذ التعليم القائم على الحقائق الذي يعترف بوجهات النظر والآراء والقيم المختلفة في تدريس مواد العلوم ، لكن ذلك قد يشكل تحديا لهم فيما يتعلق بتحقيق التعليم من أجل التنمية المستدامة واختيارهم لاستراتيجيات وطرائق التدريس . لمواجهه هذا التحدي ، يعد تعليم المعلمين وتدريبهم في مجال التعليم من أجل التنمية المستدامة ضروريًا لأن الإصلاح في ممارسة التعليم يجب أن يبدأ في برامج تطوير التعليم والتدريب للمعلمين . دور المعلم ليس فقط التعليم فحسب ، فهو مثال يحتذى به وله تأثير كبير على تفكير الطلبة وسلوكياتهم فيما يتعلق بالبيئة، وله دور هام في تهيئة بيئة تعليمية ودية وتمكينية وآمنة يستطيع من خلالها التأكيد على التعاون والمرونة والثقة والإحترام والتنوع. ترتبط عناصر التعليم الحي من أجل التنمية المستدامة التي تمت مناقشتها في هذا القسم أيضًا بحياة الطلبة خارج المدرسة. كجزء من التعليم الحي من أجل التنمية المستدامة يمكننا تجاوز أسوار المدارس لربط الإستدامة الإجتماعية والديمقراطية بالمجتمع المحيط. من خلال ربط محتوى الكيمياء بسياقات محلية محددة وقضايا الإستدامة ذات الصلة محليًا ، يمكن مساعدة الطلبة على فهم مجتمعهم المحلي والقضايا المتعلقة به وتشجيعهم على المشاركة المجتمعية.

تطوير الأنموذج كاستراتيجية للتعليم والتعلم:

تمت مناقشة كيف يمكن أن يصبح تعليم الكيمياء مستقبلا ميدانا للتعليم من أجل التنمية المستدامة ، وبالفعل تم إقتراح أنموذج (ألشكل ١) لتحقيق ذلك. ترتبط حلقاته الثلاثة الأولى إرتباطًا وثيقًا بالكيمياء والحلقتين المتبقيين لهما طابع تعليمي أكثر شمولية . الشكل ٢ نسخة شاملة ومطوره للشكل ١وتوضيح المستويات المختلفة لفئات التعليم من أجل التنمية المستدامة ، وكيف يمكن أن تتحقق الأفكار الكامنة فيه في تعليم الكيمياء مستقبلا. على الرغم من أن التعليم من أجل التنمية المستدامة ذا طبيعة متنوعة ومتعددة الأبعاد وأن حلقاته مرتبطة ، إلا أنه يمكن تحقيقها في تعليم الكيمياء والتفكير فيها باعتبارها حلقات مختلفة. هذا الإختلاف سيسمح للمعلمين بإدخال مراحل تعليمية أخرى من أجل التنمية المستدامة تدريجياً وانتشاره طوال فترة تدريسهم. إن ألأنموذج مناسب وقابل للتكيف في سياقات تعليمية مختلفة. قد يؤدي تغيير السياق إلى تغيير المحتوى لكنه سيظل قابلاً للتطبيق . الحلقة الأولى " معرفة المحتوى الكيميائي" موقعها مركزيا لأن هذا هو المنطلق الذي يبدأ منه معلم الكيمياء عادةً تخطيطه التعليمي ، وتحديد الموضوع الكيميائي للدرس وكيف يجب أن يكون.يعتمد إختيار الموضوع بشكل عام على المنهاج والخطط السنوية واليومية وغيرها من التعليمات. يمكن أن تشمل المعرفة بالمحتوى الكيميائي إما معرفة مباشرة حول قضايا التنمية المستدامة أو المعرفة الأساسية التي يمكن أن تكون موجودة في سياقات مختلفة ، وبالتالي ربط معرفة المحتوى

بالتنمية المستدامة.إن العديد من القضايا والموضوعات التي يتم تدريسها في الصف الدراسي للكيمياء قد لا تكون مرتبطة بالتنمية المستدامة ، ومع ذلك ، من خلال الأنموذج ، وضحت الباحثة، أنه بغض النظر عن التركيز على الإستدامة ، قد يكون الصف الدراسي للكيمياء ميدانيا للتطور من أجل التنمية المستدامة من خلال التركيز على المراحل الأخرى منه ، وبالتالي كما ذكر بداية بأن الهدف هو سد الفجوة بين المدرسة وعالم مثالي ومستدام.بالتدرج صعودا، الحلقة الثانيه "الكيمياء في سياقها"، يعتبر وضع الموضوع في سياقه مهم بشكل خاص في التعليم من أجل التنمية المستدامة ، ويمكن القيام به بغض النظر عن التركيز على الإستدامة ، فبعد إختيار محتوى الدرس ، سيكون إختيار السياق خطوة تالية معقولة.



الشكل ٢. أنموذج تخطيط وتحليل تعليم الكيمياء من أجل التنمية المستدامة.

ومن الأسئلة التي يمكن أن يطرحها المعلم في هذا المجال : هل يمكن جعل المحتوى ذا صلة بالطلبة عن طريق ربطه بسياق مألوف؟ هل يمكن ربط المحتوى بقضية الإستدامة؟ هل يجب أن يدرس هذا الموضوع خارج الغرفة الصفية ؟. إن الموضوع المتعلق بالطبيعة و/أو المجتمع لن يزيد من أهمية الموضوع بالنسبة للطلبة فحسب ، بل سيقودهم إلى ممارسة التفكير المنهجي والمهارات الأخرى ، ليس هذا إلا مثال واحد على الطبيعة المتداخلة والشاملة للأنموذج. إذا كان السياق مرتبطًا بقضية الإستدامة ، سيتم تسليط الضوء على مسألة الإستدامة المحددة، وهذا يدفع بالطلبة لتطوير معرفتهم والتعبير عن قلقهم الشخصي حول هذه القضيه والتفكير في الحلول. "تميز الكيمياء وطبيعتها

المنهجية" هي الحلقة الثالثه ، وتؤكد على الكيمياء الخضراء وطبيعة الكيمياء. يمكن تعزيز ذلك من خلال العمل المخبري الذي يربط المستويات الثلاثة للكيمياء المجهرية وشبه الجزئية والرمزية (Johnstone,2000) ، ومن خلال قضايا الحياة الحقيقية ، يمكن أن يزيد الطلبة من فهمهم للعملية العلمية في الكيمياء بشكل خاص وفي العلوم بشكل عام من خلال التفكير الواعي في مبادئ الكيمياء الخضراء وطبيعة الكيمياء. الحلقة التالية "الكفاءات من أجل التنمية المستدامة" ، قد تكون أساس جميع أساليب العمل في عمليتي التعليم والتعلم. بصرف النظر عن الموضوع والسياق ، يمكن للمعلم التأكيد على التطوير النوعي للكفاءات من أجل التنمية المستدامة لدى جميع الطلبة. بالتالي ، التركيز الواعي على إختيار أساليب وطرائق التعليم والتعلم من شأنه أن يسهم في تطوير الكفاءات.ويجب أن تحدث تنمية الكفاءة بشكل تدريجي وبطريقة مخططة نظرا للفروقات الفردية بين الطلبة (العمر ، القدرات العقلية ،...الخ). لذا تم إقتراح إستراتيجية تتعلق بتطوير الكفاءات من أجل التنمية المستدامة.

الحلقة الاخيره "التعليم الحي من أجل التنمية المستدامة" وتعتبر إطارًا شاملا تندرج ضمنه فئات التعليم الأخرى من أجل التنمية المستدامة . تشمل أيضا الكلمات المفتاحية للتعليم من أجل التنمية المستدامه مثل الإستدامة الإجتماعية والديمقراطية. توفر الاستدامة الاجتماعية للطلبة بيئة تعليمية ودية وآمنة في الصفوف الدراسية ولكافة المراحل، وترتبط الديمقراطية هنا بالمشاركة الفعالة للطلبة حول مختلف القضايا المطروحة ، بالتالي تضمن أيضا دور المعلم في تهيئة بيئة تعليمية تتميز بمبادئ التعليم من أجل التنمية المستدامة وأهمية ثقافة المدرسة المستدامة.إن الحفاظ على التوازن بين موضوع محدد والتعليم العام هو التحدي الذي يواجهه التعليم من أجل التنمية المستدامة (Gisela, 2015). ومن محددات نماذج التعليم للتنمية المستدامة ، كما هو الحال في الكثير من الأعمال متعددة التخصصات ، أن هذا النموذج إما موجه للكيمياء أو أنه عام . قد لا يقبل مدرسو الكيمياء نموذجًا عامًا لأنه قد لا يستوعب طبيعة مواضيع الكيمياء وتطبيقه يمكن أن ينافس أهداف المنهج . الأنموذج (الخاص) الذي يركز بشكل كبير على التدريس القائم على الحقائق الكيمائية المجردة ، قد يفشل في تحقيق أهداف التعليم العام اللازمة في مجال التنمية المستدامة. وللحد من هذه المحددات، وازنت نماذج الدراسة بين العام والخاص، فالحلقات الثلاث الأولى خاصه بتعليم الكيمياء والحلقتين الرابعه والخامسه عامة ، بحيث يمكن للمعلمين رؤيتهماكمنطلق لجميع أنشطة التعليم والتعلم الموجهة نحو تعليم الكيمياء وموضوعاتها من أجل التنمية المستدامة، والتركيز عليهما طريقة جيدة لبدء تحقيق التعليم من أجل التنمية المستدامة في التعليم بشكل خاص المناهج غير الموجهه صراحة نحو التعليم من أجل التنمية المستدامة. من الممكن تطبيق الأنموذج ضمن الأطر من خلال التركيز الواعي على الكيمياء الخضراء ، وطبيعة الكيمياء ، وربط الموضوع بسياق ذي صلة ، والتأكيد على الكفاءات المختلفة في التعليم من خلال وجهات النظر العلمية وتعزيز جو الصفوف الدراسية الذي يتميز بالتعليم الحي من أجل تطوير الإستدامة. لتحقيق تحقيق شامل من منظور التنمية المستدامة،ينبغي إدراج الأمثلة ذات الصلة بها عندما تقتضي الضرورة ذلك، لذا يجب تدريس معظم موضوعات الكيمياء ضمن سياق ، وعليه يكون للمعلم تأثير كبير عندما يتعلق الأمر باختيار الأمثلة وبالتالي السياق.

النتيجة :

يوفر الأنموذجين منظوراً يمكن من خلاله تطوير تعليم كيميائي مستدام ضمن منهج الكيمياء، ويساعد معلمي الكيمياء في تعريفهم بمفاهيم التنمية المستدامة وتدعيم مطلباتها كلما كان ذلك ممكنا. إحدى التحديات التي يواجهها المعلمين ، ضيق الوقت الناجم عن الموضوعات المقررة الزائدة ، ونقص الموارد التعليمية والقضايا المرتبطة بمجال التخصص عند محاولتهم تحقيق التعليم من أجل التنمية المستدامة في صفوفهم الدراسية.تم تطوير الأنموذج من أجل دعم المعلمين في تحقيق تعليم تنموي مستدام من خلال برامج تعليمهم وتدريبهم أثناء الخدمة وما قبل الخدمة. إن تقديم مثل هذه النماذج التعليمية ليس كافياً ، بل هم كذلك بحاجة إلى التعليم والدراية بكافة حلقات الأنموذج ومدخلاتها. أكدت الدراسة بشكل كبير على المحتوى والسياق والأمثلة والتربية والجانب الأخلاقي والمجتمع في التعليم عامة وفي الكيمياء خاصة. جانب آخر كان مهماً عزز أنموذج الدراسة ، وهو تضمين وتحليل ثمانية أطر مختلفة لكفاءات القرن ٢١المطورة دوليا.تظهر النتائج المستخلصة من الدراسة وجود انفصال بين الأطر النظرية الحالية المتعلقة بالإستدامة أو التعليم من أجل تطوير الكفاءات المستدامة للمعلمين والوعي الفعلي للآراء ووجهات نظرهم فيما يتعلق بالتعليم من أجل التنمية المستدامة.

كما تشير أدبيات الدراسة إلى أن معلمي الكيمياء يفهمون التعليم من أجل التنمية المستدامة أنه يركز بشكل أساسي على البيئة الطبيعية ، بدلاً من توفير رؤية أكثر تكاملاً ، حيث الجوانب الإجتماعية والبيئية والإقتصادية والثقافية مترابطة وضرورية للعمل في البيئة المدرسية لتزويد الطلاب بنظرة عالمية أكثر شمولية وتعقيدًا. ذلك يدعو إلى الحاجة لمزيد من توضيح أطر عمل الكفاءات التعليمية لتعليم مستدام يمكن من خلاله اتباع نهج عملي أكثر للكفاءات التعليمية للتنمية المستدامة في تدريب المعلمين وتطورهم ، وفي الوقت نفسه ، العمل على إعداد أدوات التقييم التي يمكن أن تفيد مستويات الإنجاز المختلفة في إكتساب الكفاءات. بالإضافة إلى إكتساب المعرفة والمهارات العلمية ، قدمت الدراسة أنواع أخرى من التعلم ، مثل تعزيز القيم الأخلاقية ، والمواقف الإيجابية نحو الاستدامة وإدارة العواطف بين طلاب المدارس الثانوية في المستقبل. توجيه المعلمين نحو التعليم من أجل التنمية المستدامة أمر حيوي في تحقيق تعليم تنموي مستدام في فصولهم الدراسية المستقبلية، يجب معالجة كل هذه المنظورات بشكل أعمق في تشكيل الكفاءات التعليمية لمعلمي المستقبل والإستمرار في المزيد من البحث.

التوصيات:في ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة توصي الباحثة بالآتي :

- تبني إستراتيجيات وطرائق تدريس حديثة تعزز مفاهيم الإستدامة والتنمية المستدامة.
- تضمين الإستدامة في أهداف المقررات وأنشطتها وخلق بيئة تنظيمية محفزة تساهم في تطوير العمل بالشراكة مع القطاعات ذات الصلة.
- ربط منهج الكيمياء بحياة الطلبة وإبراز دور علم الكيمياء في تطوير المجتمع وحل مشكلاته.

- تشكيل لجان علمية مختصة من وزارة التعليم والجهات ذات العلاقه بالتنمية المستدامة والتخطيط لها وإعتبارها عند تطوير المناهج المدرسية.
- تعزيز كفاءات التعليم من أجل التنمية المستدامة ودمجها في مؤسسات تدريب المعلمين في السياق الخاص بكل مؤسسة تعليمية.
- تقييم ما إذا كان التدريب يوفر للمعلمين المعرفة والمهارات العملية والأدوات والمواقف والقيم الأخلاقية التي تمكنهم من مواجهة التحديات.
- على الحكومات وضع إستراتيجية للتنمية المستدامة في مختلف المجالات متضمنة الأهداف ومؤشرات القياس والمحاور الرئيسية والعمل على تفعيلها وإعادة توجيه التعليم نحو التنمية المستدامة.

واستكمالا لهذه الدراسه تقترح الباحثة إجراء:

- دراسة مماثلة للدراسة الحالية في سياقات تعليمية أخرى كالأحياء والفيزياء لاستكشاف مدى تأثير السياق على إستجابات الطلاب وتصوراتهم.
- إجراء دراسة عن الكفاءات التعليمية من أجل التنمية المستدامة من وجهة نظر معلمي الكيمياء.

قائمة المصادر

المصادر العربية

بظاظو، ابراهيم (٢٠١٠).السياحة البيئية واسس استدامتها، ط١ ، دار الوراق، عمان.

البنا، اياد شوقي(٢٠١٢).مستوى الوعي بمخاطر التلوث البيئي لدى معلمي المرحلة االساسية في قطاع غزة، رسالة ماجستير منشورة مقدمة الى كلية التربية، الجامعة االسالمية، غزة، فلسطين.

الثلاب ، سعيد علي حسين ، الظفيري ، مُحَمَّد إبراهيم جبار (٢٠١٨). فاعلية دمج إبعاد التنمية المستدامة مع محتوى مادة الكيمياء في تحصيل طالب الصف الثاني المتوسط والوعي البيئي لديهم. مجلة كلية التربية ألساسية للعلوم التربوية والإنسانية / جامعة بابل، العدد (٣٧) : ٤٩٤ – ٥١٣.

حبيب ، بدرية بنت مُحَمَّد عمر (٢٠١٦). برنامج مشروع إعادة توجيه التعليم نحو الإستدامة والمواطنة العالمية. جامعة الدمام ، كلية الآداب.

خديجة، عصماني وعمومن الغالية (٢٠١٣) : اشكاليات التنمية المستدامة في الجزائر، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الليسانس في العلوم السياسية، جامعة قاصدي مرباح – ورقلة، الجزائر .

علي مُحَمَّد إسماعيل (٢٠١٨). الدليل في الكيمياء : الكيمياء العامة – ماهيتها – عناصرها : العبيكان للنشر.

الخوالدة، مُحَمَّد محمود(٢٠٠٧). أسس بناء المناهج التربوية وتصميم الكتاب التعليمي، دار المسيرة، عمان .

الدجيلي، عمار هاني وآخرون (٢٠١٦): الكيمياء للصف الثاني المتوسط، ط٢ ،المديرية العامة للمناهج، وزارة التربية العراقية.

ديب ،ريدة ، ومهنا ، سليمان (٢٠٠٩) . التخطيط من أجل التنمية المستدامة . مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية ، ٢٥(١)،٤٨٧ – ٥٢٠.

عبدالسلام ، مصطفى عبدالسلام (٢٠٠٦).تطوير منهج التعليم الثانوي لتلبية متطلبات التنمية ومواجهة تحديات العولمة في مصر . موتمر التعليم النوعي ودوره في التنمية البشرية في عصر العولمة، المؤتمر الأول لكلية التربية النوعية – جامعة المنصورة ، ٢٧١ – ٣١٠.

علي، هالة مجيد (٢٠١٦) . المهام التربوية لمعلمي العلوم في نشر الوعي البيئي على وفق متطلبات التنمية المستدامة، رسالة ماجستير، مقدمة الى قسم االرشاد النفسي والتوجيه التربوي في كلية التربية االساسية، جامعة ديالى، العراق.

اللجنة العالمية للبيئة والتنمية (١٩٨٧). مستقبلنا المشترك. أوكسفورد: مطبعة جامعة أكسفورد.

ماكوين ، روزلين (٢٠٠٩) .التعليم من اجل التنمية المستدامة – حقيبة تعليمية ، جامعة البلقاء التطبيقية ، كلية العقبة الجامعية ، دار المكتبة الوطنية ، عمان ، الأردن.

المعمري والنظاري (٢٠١٧). تصور مقترح لتطوير محتوى كتب الفيزياء بالمرحمة الثانوية في الجميورية اليمنية في ضوء أبعاد التنمية المستدامة. مجلة العلوم التربوية والدراسات الإنسانية ، العدد (الأول) ، ٣٥ – ٧٤ .

نشوان،تيسير محمود(٢٠١٤).تصور مقترح لتطوير محتوى كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية بقلسطين في ضوء بعض أبعاد التفكير في العلوم.مجلة جامعة الاقصى: (سلسلة العلوم الإنسانية)،١٨(١)،٢٢٨ – ٢٧٦.

اليونسكو (٢٠١٢): قطاع التربية – التعليم من أجل التنمية المستدامة : النداء يصل إلى مسامع الحكومات.

http://www.unesco.org/new/ar/natural-sciences/about-us/single view/news/education_for_sustainability_governments_get_the_message/

اليونسكو ،(٢٠١٩) . التعليم من أجل التنمية المستدامة.
http://www.ar.unesco.org>eduction-sutainable-development

اليونسكو (٢٠٠٨). مكتب بيروت . إطار العمل الإسترشادي للتربية من أجل التنمية المستدامة في المنطقة العربية ، اليونسكو.

المصادر الأجنبية

Aikenhead, G., Orpwood, G., & Fensham, P. (2011). Scientific literacy for a knowledge society.Exploring the landscape of scientific literacy (pp. 28–44). New York, NY: Routledge.

Amabile, T. M. (1998). How to kill creativity. Harvard Business Review, 76(5), 77–87.

Bailin, S., & Siegel, H. (2003). Critical thinking.The Blackwell guide to the philosophy of education (pp. 181–193). Oxford: Blackwell. https://doi.org/10.1111/b.9780631221197.2002.00013.x

Barrett, M. J. (2007).Homework and fieldwork: Investigations into the rhetoric–reality gap in environmental education research and pedagogy. Environmental Education Research, 13(2), 209–223. https://doi.org/10.1080/13504620701284928

Bo¨schen, S., Lenoir, D., & Scheringer, M. (2003). Sustainable chemistry: Starting points and prospects. Naturwissenschaften, 90(3), 93–102.

Bodner, G. M., & Herron, J. D. (2002). Problem-solving in chemistry.Chemical education: Towards research-based practice (pp. 235–266). Dordrecht: Kluwer Academic.

Borg, C., Gericke, N., Ho¨glund, H.-O., & Bergman, E. (2012). The barriers encountered by teachers implementing education for sustainable development: Discipline bound differences and teaching traditions. Research in Science & Technological Education, 30(2), 185–207. https://doi.org/10.1080/02635143.2012.699891

Burmeister, M., & Eilks, I. (2012). An example of learning about plastics and their evaluation as a contribution to education for sustainable

development in secondary school chemistry teaching. Chemistry Education Research and Practice, 13, 93–102. https://doi.org/10.1039/C1RP90067F

Burmeister, M., & Eilks, I. (2013a). An understanding of sustainability and education for sustainable development among German student teachers and trainee teachers of chemistry. Science Education International, 24(2), 167–194. https://doi.org/10.1039/C2RP20137B

Burmeister, M., & Eilks, I. (2013b). Using participatory action research to develop a course module on education for sustainable development in pre-service chemistry teacher education. Centre for Educational Policy Studies Journal, 3(1), 59–78.

Burmeister, M., Rauch, F., & Eilks, I. (2012). Education for Sustainable Development and chemistry education. Chemistry Education Research and Practice, 13, 59–68. https://doi.org/10.1039/C1RP90060A

Coll, R. K., Gilbert, J. K., Pilot, A., & Streller, S. (2013). How to benefit from the informal and interdisciplinary dimension of chemistry in teaching.Teaching chemistry-a study book. A practical guide and textbook for student teachers, teacher trainees and teachers (pp. 241-268). Rotterdam: Sense. https://doi.org/10.1007/978-94-6209-140-5_9

Colucci-Gray, L., Camino, E., Barbiero, G., & Gray, D. (2006). From scientific literacy to sustainability literacy: An ecological framework for education. Science Education, 90(2), 227–252.https://doi.org/10.1002/sce.20109

Combes, B. P. Y. (2009). The United Nations Decade of Education for Sustainable Development (2005–2014): Learning to live together sustainably with the Earth. UPV/EHU, 3, 5–13.https://doi.org/10.1080/15330150591004571

Cuypers, S. E. (2004). Critical thinking, autonomy and practical reason. Journal of Philosophy of Education, 38(1), 75-90.https://doi.org/10.1111/j.0309-8249.2004.00364.x

Daskolia, M., Dimos, A., & Kampylis, P. (2012). Secondary teachers' conceptions of creative thinking within the context of environmental education. International Journal of Environmental and Science Education, 7(2), 269–290.

De Haan, G. (2006). The BLK '21' programme in Germany: A 'Gestaltungskompetenz'-based model for education for sustainable development. Environmental Education Research, 12(1), 19–32.

https://doi.org/10.1080/13504620500526362

De Haan, G. (2010). The development of ESD-related competencies in supportive institutional frameworks. International Review of Education, 56(2–3), 315–328. https://doi.org/10.1007/s11159-010-9157-9

Dillon, J. (2012). Science, the environment and education beyond the classroom.Second international handbook of science education (pp. 1081-1095). New York, NY: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_71

Dillon, J., & Huang, J. (2010). Education for sustainable development: Opportunity or threat? *School Science Review*, *92*(338), 39–44.

Dobson, A. (1996). Environment sustainability: An analysis and a typology. Environmental Politics, 5, 401–428.https://doi.org/10.1080/09644019608414280

Fien, J., & Tilbury, D. (2002). The global challenge of sustainability.Education and sustainability: Responding to the global challenge (pp. 1–12). Gland: Commission on Education and Communication, IUCN.

Gadotti, M. (2008). What we need to learn to save the planet. Journal of Education for Sustainable Development, 2(1), 21–30.https://doi.org/10.1177/097340820800200108

Garrett, R. (1987). Issues in science education: Problem-solving, creativity and originality. International Journal of Science Education, 9(2), 125–137.https://doi.org/10.1080/0950069870090201

Gilbert, J. K. (2006). On the nature of "context" in chemical education. International Journal of Science Education, 28(9), 957–976.https://doi.org/10.1080/09500690600702470

Gisela Cebrián, Mercè Junyent. (2015). Competencies in Education for Sustainable Development: Exploring the Student Teachers' Views. Sustainability, 7, 2768-2786**.** https://doi.org/10.3390/su7032768**.**

Herron, J. D. (2005). Introduction to chemists' guide to effective teaching Chemists' guide to effective teaching (Vol. 1, pp. 2– 11). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.

Hodson, D. (2013). Don't be nervous, don't be flustered, don't be scared. Be prepared. Canadian Journal of Science, Mathematics and

Technology Education, 13(4), 313–331. https://doi.org/10.1080/14926156.2013.845327

Hofstein, A., & Kesner, M. (2006). Industrial chemistry and school chemistry: Making chemistry studies more relevant. International Journal of Science Education, 28(9), 1017–1039. https://doi.org/10.1080/09500690600702504

Holbrook, J. (2005). Making chemistry teaching relevant. Chemical Education International, 6(1), 1–1.

Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy.International Journal of Environmental & Science Education, 4(3), 275–288**.**

Jensen, B. B. (2004). Environmental and health education viewed from an action-oriented perspective: A case from Denmark. Journal of Curriculum Studies, 36(4), 405-425. https://doi.org/10.1080/0022027032000167235

Jensen, B. B., & Schnack, K. (1997). The action competence approach in environmental education. Environmental Education Research, 3(2), 163-178. https://doi.org/10.1080/1350462970030205

Johnstone, A. H. (2012). Teaching of chemistry-logical or psychological? Chemistry Education Research and Practice, 1(1), 9–15.https://doi.org/10.1039/A9RP90001B

Juntunen, M., & Aksela, M. (2013). Life-cycle thinking in inquiry-based sustainability education, effects on students' attitudes towards chemistry and environmental literacy. CEPS Journal, 3(2), 157–180.

Karpudewan, M., Hj Ismail, Z., & Mohamed, N. (2011). Greening a chemistry teaching methods course at the school of educational studies, Universiti Sains Malaysia. Journal of Education for Sustainable Development, 5(2), 197–214. https://doi.org/10.1177/097340821100500210

Kauertz, A., Neumann, K., & Haertig, H. (2012). Competence in science education.Second international handbook of science education (pp. 711– 721). New York, NY: Springer.https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_47

Kind, P. M. (2003). Practical work and scientific literacy.Utvikling (pp. 226–244). Oslo: Gyldendal akademisk.

Kirsti Marie Jegstada & Astrid Tonette Sinnesa (2015). Chemistry teaching for the Future: A model for secondary chemistry education for sustainable development. International Journal of Science Education, 37:4, 655-683. https://doi.org/10.1080/09500693.2014.1003988**.**

Klafki, W. (2000). Didaktik analysis as the core for preparation of instruction.Teaching as a reflective practice: The German Didaktik tradition (pp. 85–108). Mahwah: Lawrence Erlbaum**.**

Knain, E. (2005). Defining and selecting competencies: DeSeCo. Norsk Pedagogisk Tidsskrift, 89(1), 125–134.

Kolstø, S. D. (2010). Consensus projects: Teaching science for citizenship. International Journal of Science Education, 22(6), 645-664. https://doi.org/10.1080/095006900289714

Krageskov Eriksen, K. (2002). The future of tertiary chemical education a building focuses . International Journal for Philosophy of Chemistry, 8(1), 35–48.

Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2012). Nature of scientific knowledge and scientific inquiry: Building instructional capacity through professional development. Second international handbook of science education (pp. 335-359). New York, NY: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_24

Malone, K. (2008). Every experience matters: An evidence based research report on the role of learning outside the classroom for children's whole development from birth to eighteen years. Report commissioned by Farming and Countryside Education for UK Department Children, School and Families, Wollongong, Australia.

Mogensen, F., & Schnack, K. (2010). The action competence approach and the 'new 'discourses of education for sustainable development, competence and quality criteria. Environmental Education Research, 16(1), 59–74.https://doi.org/10.1080/13504620903504032.

O ¨ stman, L., & Almqvist, J. (2011). What do values and norms have to do with scientific literacy.Exploring the landscape of scientific literacy (pp. 160–175). New York, NY: Routledge.

OECD.(2005). The definition and selection of key competencies: executive summary. Retrieved January 31, 2013, from:http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index/02.parsys.43469. /

Rauch, F., & Steiner, R. (2013). Competences for education for sustainable development in teacher education. Centre for Educational Policy Studies Journal, 3, 9–24.

Roberts, D. A. (2011). Competing visions of scientific literacy: The influence of a science curriculum policy image.Explore the landscape of scientific literacy (pp. 11–27). New York, NY: Routledge.

Rudsberg, K., & O ¨ hman, J. (2010). Pluralism in practice, experiences from Swedish evaluation, school development and research. Environmental Education Research, 16(1), 95–111. https://doi.org/10.1080/13504620903504073

Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (2000). Definition and selection of key competencies (pp. 61–73). The INES Compendium (Fourth General Assembly of the OECD Education Indicators programme). Paris: OECD.

Sandell, K., & O ¨ hman, J. (2010). Educational potentials of encounters with nature: Reflections from a Swedish outdoor perspective. Environmental Education Research, 16(1), 113–132. https://doi.org/10.1080/13504620903504065

Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2006). The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students. Chemistry Education Research and Practice, 7(4), 203-225. https://doi.org/10.1039/B6RP90011A

Siegel, H. (1988). Educating reason: Rationality, critical thinking and education. New York, NY: Routledge.

Sinnes, A. T., & Jegstad, K. M. (2011). Education for sustainable development: Two young science teachers' encounter with school life]. Norsk Pedagogisk Tidsskrift, 95(4), 248–259.

Sleurs, W. (2008). Competencies for ESD teachers: A framework to integrate ESD in the curriculum of teacher training institutes (Comenius 2.1 project 118277-CP-1–2004-BE-Comenius-C2.1). Brussels.

Sterling, S. (2010). Sustainable education: Re-visioning learning and change. Totnes: Green Books.

https://doi.org/10.4324/9781849776516

Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. Studies in Science Education, 49(1), 1–34.

https://doi.org/10.1080/03057267.2013.802463

Summers, M., Childs, A., & Corney, G. (2005). Education for sustainable development in initial teacher training: Issues for interdisciplinary collaboration. Environmental Education Research, 11(5), 623–647.

https://doi.org/10.1080/13504620500169841

Tal, T., & Kedmi, Y. (2006). Teaching socio scientific issues: Classroom culture and students' performances. Cultural Studies of Science Education, 1(4), 615-644.https://doi.org/10.1007/s11422-006-9026-

UNESCO.(2005).United Nations Decade of Education for Sustainable Development (2005–2014): International Implementation Scheme, UNESCO: Paris, France, 2005.

UNESCO. (2014). shaping the future we want: UN decade for sustainable development (2005 – 2014), Final Report. Retrieved January 18, 2016, from: http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002301/ 230171e.pdf

UNESCO. (2015). Global action on education for sustainable development. Retrieved January 18, 2016,

http://www.unesco.org/new/en/unesco-world-conference-on-esd-2014/esd-after-2014/global-action-programme/

United Nations. (1987). Report of the world commission on environment and development: Our common future. Retrieved January 19, 2016, from http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf

United Nations. (2002). Resolution 57/254. United Nations Decade of Education for Sustainable Development (57/254). Retrieved from http://www.un-documents.net/a57r254.htm

United Nations.(2015). Framework convention on climate change. Retrieved January 18, 2016, from

http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09.pdfGoogle Scholar

United Nations. (2016). Sustainable development goals: 17 goals to transform our world.

https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/.

Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. Journal of Curriculum Studies, 44(3), 299–321.

https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938

Wals, A. E. (2011). Learning our way to sustainability. Journal of Education for Sustainable Development, 5(2), 177-186. https://doi.org/10.1177/097340821100500208

Weinert, F. E. (2001). Concept of competence: A conceptual clarification.Defining and selecting key competencies (pp. 44–65). Seattle, WA: Hogrefe & Huber.

Wheeler, K. A. (2000). Introduction.Education for a sustainable future (pp. 1–5). New York, NY: Kluwer Academic/Plenum .https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4277-3

Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. Sustainability Science, 6(2), 203–218.https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6

Zoller, U. (2004). Chemistry and environmental education. Chemistry Education Research and Practice, 5(2), 95–97. https://doi.org/10.1039/b4rp90014f