



محور الدرس

يركز هذا الدرس على الأجهزة التي تستخدم للكشف عن تلوث الهواء . كما تقوم فرق من الطلاب ببناء جهاز كاشف عن التلوث في الهواء الطلق حيث يتم بناؤه من خلال مواد الحياة اليومية . ثم عندئذ يقومون باختبار أجهزتهم لمعرفة كمية الجسيمات الملوثة التي يمكن التقاطها .

ملخص الدرس

يستكشف درس "كاشف التلوث" كيف أن المهندسين يقومون بتصميم الأجهزة التي يمكنها الكشف عن وجود ملوثات في الهواء . كما يعمل الطلاب في فرق من "المهندسين" لتصميم وبناء الأجهزة الخاصة بهم ، والتي تكشف عن التلوث الموجود في الهواء الطلق وذلك من مواد الحياة اليومية . ومن ثم يقومون باختبار أجهزة الكشف عن تلوث الهواء الخاصة بهم ، وتقييم نتائجهم ، وعرض ذلك على الفصل .

الفئة العمرية

. 18 – 8

الأهداف

خلال هذا الدرس سوف يقوم الطلاب بـ :

- ◆ تصميم وبناء كاشف تلوث الهواء الطلق .
- ◆ اختيار وتحسين التصميمات الخاصة بهم .
- ◆ الاتصال فيما يخص عملية التصميم والنتائج الخاصة بهم .

النتائج المتوقعة للمتعلم

يطور الطلاب المفاهيم الآتية كنتيجة لممارسة هذا النشاط :

- ◆ تصميم وبناء كاشف تلوث الهواء الطلق .
- ◆ اختيار وتحسين التصميمات الخاصة بهم .
- ◆ الاتصال فيما يخص عملية التصميم والنتائج الخاصة بهم .

أنشطة الدرس

في هذا الدرس ، يعمل الطلاب في فرق من "المهندسين" لتصميم وبناء الأجهزة الخاصة بهم للكشف عن تلوث الهواء الطلق من خلال مواد الحياة اليومية . ثم يقومون باختبار الأجهزة الخاصة بهم ، وتقييم نتائجهم ، وعرض ذلك على الفصل .

المصادر / المواد

- ◆ ملفات مصادر المعلم (مرفقة) .
- ◆ ورقة عمل الطالب (مرفقة) .
- ◆ ورقة مصادر الطالب (مرفقة) .

مواقع إلكترونية

- ◆ TryEngineering (www.tryengineering.org)
- ◆ Particulate Matter (https://www.epa.gov/pm-pollution)
- ◆ WHO Air Quality Guidelines (http://www.who.int/airpollution/en/)

قائمة بالقراءات

- ◆ Air Pollution . (ISBN: 9780761432203)
- ◆ Air Pollution: Measurement, Modelling and Mitigation (ISBN: 978-0415479325)

نشاط كتابة اختياري

- ◆ قم بكتابة رسالة إلى السياسي المحلي حول السبل التي يمكن بها تخفيض تلوث الهواء في مجتمعك .





للمعلم :

مصادر المعلم

◆ هدف الدرس

إن الهدف من هذا الدرس هو أن يقوم الطلاب بتصميم وبناء كاشف لتلوث الهواء في الهواء الطلق من مواد الحياة اليومية .

◆ أهداف الدرس

خلال هذا الدرس سوف يقوم الطلاب بـ :

- ◆ تصميم وبناء كاشف تلوث الهواء الطلق .
- ◆ اختبار وتحسين التصميمات الخاصة بهم .
- ◆ الاتصال فيما يخص عملية التصميم والنتائج الخاصة بهم .

◆ المواد

- ◆ ورق بناء ، وورق مقوى ، وبلاستيك تغليف ، و ورق شمعي ، وقماش ، وشعر ، ومرشحات قهوة ، وبطاقات فهرسة ، وألواح ورقية ، وأكواب ورقية ، ومقصات ، وشريط لاصق مزدوج من الجانبين ، وفازلين ، وشراب كارو ، وشماعات ، وسلسلة ، ومساطر ، وعدسات يدوية ، وورق رسم .
- ◆ مجاهر أو الكاميرا الرقمية إذا كانت متوفرة (اختيارية) .

◆ الإجراءات

1. لكي تبدأ ، اطلب من الطلاب مشاركة بعض مصادر تلوث الهواء ، كيف يعتقدون أنها تقاس وما تأثيرها على المجتمع . قم بمناقشة كيف أن المهندسين يقومون بتصميم الأدوات التي يمكنها الكشف عن وجود أنواع مختلفة من الملوثات في الهواء .
2. اعرض على الطلاب أوراق مراجع الطالب . ويمكن قراءة هذه الأوراق في الفصل أو على النحو المنصوص عليه في مواد القراءة المنزلية في ليلة سابقة للتدريب .
3. تقسيم الطلاب إلى مجموعات تتكون من 2 – 3 من الطلاب وإمداد كل مجموعة بمجموعة واحدة من المواد .
4. اشرح أن كل فريق يجب عليه أن يقوم بتصميم جهاز للكشف عن جسيمات تلوث الهواء . يجب أن يكون للجهاز مساحة تجميع مسطحة لا تقل عن 5 سم × 5 سم . وينبغي أن يكون للجهاز حماية نسبية من العناصر ويمكن تأمينه .
5. ثم يجتمع الطلاب ، ويقومون بوضع خطة للأجهزة الخاصة بهم . ويتفقون على المواد التي سيحتاجون إليها ، ويقومون بكتابة أو رسم خطتهم ، ومن ثم عرض خطتهم على الفصل .
6. بعد ذلك ، تقوم مجموعات الطلاب بتنفيذ خطتهم . قد يحتاج الطلاب إلى إعادة التفكير في الخطة الخاصة بهم ، أو يطلبون مواد أخرى ، أو يقومون بتبادل المواد مع الفرق الأخرى ، أو يقومون بالبدء من جديد .
7. يجب على كل فريق أن يضع جهاز الكشف عن التلوث في مواقع مختلفة من أنحاء المدرسة (بالقرب من الحافلات المدرسية ، مواقف السيارات ، الملعب ، الخ . . .) .
8. بعد 72 ساعة ، يمكن للطلاب دراسة الجسيمات التي جمعتها أجهزتهم باستخدام العدسات اليدوية (أو المجاهر / الكاميرات الرقمية ، إذا كانت متوفرة) .
9. يجب أن يقوم الطلاب بتسجيل ووصف جميع الأنواع المختلفة من الجزيئات التي يرونها (الغبار ، وحبوب اللقاح ، والأوساخ ، وما إلى ذلك) من حيث الحجم ، واللون ، والشكل ، والملمس .
10. يجب على الطلاب أن يقوموا بإنشاء شبكة من المربعات 1 سم على موقع تجميع أجهزتهم مع سلسلة ، ويؤمنوها باستخدام شريط لاصق . ينبغي عليهم حساب عدد الجزيئات في خمسة مربعات عشوائية واتخاذ متوسطها الحسابي . يمكن للطلاب بعد ذلك مقارنة ورسم النتائج لمختلف المواقع التي قام الفصل باختبارها .
11. ثم يمكن للطلاب وضع مقياس لتقدير جودة الهواء / تلوث الهواء على المواقع المختلفة التي تم اختبارها حول المدرسة .
12. ثم تقوم المجموعات باستكمال ورقة العمل الخاصة بالتقييم / الملاحظات ، وعرض نتائجهم على الفصل .
13. ويمكن تمديد هذا المشروع خلال السنة الدراسية لتحليل بيانات إضافية .

◆ الوقت اللازم :

محاضرتان أو ثلاث (45 دقيقة للمحاضرة الواحدة) .



◆ تلوث الهواء

إن الهواء ضروري للحياة . ويتكون الهواء من حولنا في المقام الأول من عنصرى النيتروجين والأكسجين . عندما تدخل مواد أخرى مثل المواد الكيميائية والمواد الطبيعية أو الجزيئات في الهواء ، يعرف هذا باسم تلوث الهواء . يمكن أن يحدث تلوث الهواء في الأماكن الداخلية ، وكذلك في الهواء الطلق . يمكن أن يكون له أسباب طبيعية أو اصطناعية . يؤثر تلوث الهواء على البشر ، والحيوانات ، والبيئة في عدد من الطرق المختلفة .

يمكن أن يكون تلوث الهواء نتيجة لعدد من الأنواع المختلفة من النشاط البشري . عندما يتم إطلاق الملوثات والانبعاثات من مداخل السيارات في الهواء ، وعندما تحدث التفاعلات الكيميائية في الغلاف الجوي والتي يمكن أن تؤدي إلى عدد من المشاكل . يحدث الضباب الدخاني عندما تمتزج ملوثات الهواء بالأوزون ، مما يتسبب في ظروف ضبابية غامضة في الغلاف الجوي ، وأيضا مشاكل الجهاز التنفسي لدى البشر . يحدث عادة الضباب الدخاني فوق المدن الكبيرة أو المناطق الصناعية . تعاني لندن ، ولوس أنجلوس ، ومكسيكو سيتي ، وجنوب شرق آسيا جميعا من مشاكل كبيرة فيما يخص الضباب الدخاني . ويحدث المطر الحمضي عندما تختلط الملوثات مثل حمض الكبريتيك مع الماء أو الهواء ، مما يتسبب في هطول الأمطار والثلوج والتي تصبح حمضية جدا . هذه الحموضة ضارة جدا على البيئة ، وينتج عنها قتل النباتات ، والأشجار ، والأسماك ، والحيوانات . عندما يتم حرق الوقود لتوليد الطاقة في السيارات ، والمواقف ، والمصانع ، وحفلات الشواء يطلق سراح الجزيئات في الهواء . هذه الجزيئات تشكل ما يعرف بتلوث الجزيئات أو الجسيمات .

◆ الجسيمات أو الجزيئات

إن التلوث الناتج عن الجسيمات – والمعروف أيضا باسم الجسيمات أو الجزيئات – يتألف من مزيج من الجسيمات الصغيرة وقطرات السائل الموجودة في الهواء . يمكن أن يشمل كل من الجزيئات الخشنة والجزيئات أو الجسيمات الدقيقة . تكون الجسيمات الخشنة أكبر من 2 . 5 ميكرون ولكن أقل من 10 ميكرون في قطرها (يبلغ قطر شعرة الإنسان حوالي 70 ميكرون) . يمكن لهذه أن تشمل الدخان ، والغبار ، والأوساخ ، وحبوب اللقاح ، والعفن . أما الجسيمات الدقيقة فتكون أقل من 2 . 5 ميكرون في قطرها . يمكن أن تشمل هذه الجسيمات الدقيقة المركبات السامة ، والمعادن الثقيلة .

إن تلوث الجسيمات – ولا سيما تلوث الجسيمات الدقيقة – ضار جدا بصحة الإنسان عند استنشاقه . تعطل الجسيمات النظم البيئية . تتسبب أيضا الجسيمات في الهواء في الظروف الجوية الضبابية الغامضة . تختلف كمية الجسيمات الموجودة في الهواء باختلاف الوقت من السنة ، واختلاف الطقس . على سبيل المثال ، قد يكون مقدار الجسيمات أعلى في فصل الشتاء بسبب زيادة استخدام المواقف ، ومواقف حرق الأخشاب .

يصنف أيضا تلوث الجسيمات الدقيقة على حسب مصدرها . ويمكن تتبع الجسيمات الأولية مباشرة حتى مصادرها ، مثل المداخل والمركبات وأجهزة التعشيق ومحطات توليد الكهرباء . من ناحية أخرى ، يتم إنشاء الجسيمات الثانوية من خلال التفاعلات في الغلاف الجوي ، وبالتالي فيعتبر تتبعها أصعب بكثير .



مصادر الطالب : (تابع)

◆ أدوات أخذ العينات وعدادات الجسيمات

تقوم أدوات جمع العينات بتجميع الجسيمات لتحديد مقدارها في الهواء وحتى يمكن دراستها واختبارها في وقت لاحق في أحد المختبرات . هناك نوع من أدوات أخذ العينات يستمد الهواء من خلال مرشح (فلتر) موصل بأنبوب زجاجي . يتم أخذ وزن المرشح قبل أخذ العينات . وبعد أن يقوم المرشح بتجميع بعض الجزيئات ، يتم وزنه مرة أخرى . ويتم احتساب كمية الجسيمات باستخدام وزن الجسيمات التي جمعها المرشح وكمية عينات الهواء . يوجد نوع آخر من أدوات أخذ العينات وهو يقوم بجمع عينات الجسيمات على بكرة شريط التنصيف أو الترشيح ، ويتم وزنه قبل وبعد أخذ العينات .

إن الأدوات المعروفة باسم عدادات الجسيمات تقوم بكشف وإحصاء عدد الجسيمات الموجودة في الهواء . إن عداد جسيمات الأيروسول يقوم بحساب عدد الجسيمات في الهواء وقياس حجمها . أما عداد حجب ضوء الجسيمات فيقوم بالكشف عن كمية الجسيمات في الهواء عن طريق تمرير الضوء من خلال عينة الهواء وقياس مقدار الضوء الذي تم حجبها من قبل الجزيئات . ويمكن استخدام هذه الطريقة لتقييم الجسيمات التي تكون أكبر من 1 ميكرون . يمكن الكشف عن الجسيمات الأصغر (الأكثر من 0.05 ميكرون) باستخدام أسلوب تشتت الضوء . يقيس هذا الأسلوب كمية الضوء المتناثرة من الجزيئات في عينة الهواء . ويمكن أيضا استخدام الليزر لإلقاء الضوء على عينة الهواء بحيث يمكن التقاط الصور الظلية من الجسيمات العالقة باستخدام كاميرا رقمية للتكبير والفحص .

◆ تقدير جودة الهواء

لقد أنشأت منظمة الصحة العالمية مبادئ توجيهية لجودة ونوعية الهواء بناء على الآثار الصحية السلبية للتلوث على البشر . وقد أنشأت العديد من البلدان جداول تقوم بتقدير جودة الهواء في منطقة معينة في وقت معين . تقدر هذه المقاييس جودة ونوعية الهواء على أساس تركيز الملوثات في الهواء ، ولكنها تختلف حسب الموقع وكذلك حسب نوع التلوث الذي تقوم بتقييمه . رغم وجود أدلة الأثر السلبي لتلوث الهواء على الصحة ، فلا تزال كثير من البلدان لا تراقب ولا ترصد جودة الهواء .

كومات الدخان

في مكسيكو سيتي ، فإن SIMAT تستخدم نظام تقدير وتصنيف يسمى IMECA لقياس تركيز الملوثات بما فيها الجسيمات الدقيقة ، وأول أكسيد الكربون ، وثاني أكسيد الكبريت ، والنيتروجين ، وثاني أكسيد الكربون ، والأوزون . ويستخدم مقياس تصنيف مكون من 200 نقطة تتكون من خمس فئات تتراوح بين (جيد) إلى (سيئ للغاية) لتقدير ووصف شروط جودة الهواء . في الولايات المتحدة ، فإن وكالة حماية البيئة تستخدم مؤشر جودة الهواء الذي يقوم بفحص تركيزات هذه الملوثات ويقوم بتعيينها وتصنيفها على مقياس من 0 إلى 500 . هناك ست فئات ضمن هذا النطاق تصف نوعية الهواء والتي تتراوح بين "جيد" إلى "خطر" . تقدر إدارة حماية البيئة بـ هونج كونج أيضا معدلات تلوث الهواء على مقياس من 500 نقطة مع خمس فئات تتراوح بين "منخفض" إلى "شديد" على أساس تركيز الملوثات في الهواء . في مارس 2010 ، بلغ تلوث الهواء في هونج كونج مستويات قياسية (أكثر من 500 !) بعد عاصفة رملية خطيرة وقعت في جنوب الصين .



◆ أنت ضمن فريق من المهندسين الذين تم منحهم هذا التحدي المتمثل في تصميم جهاز يمكنه الكشف عن وجود جسيمات أو جزيئات الملوثات خارج مدرستك . يجب أن يكون للجهاز مساحة تجميع مسطحة لا تقل عن 5 سم x 5 سم . يحتاج الجهاز إلى حماية نسبية من العناصر ، وينبغي أن يكون مؤمنا (حتى لا يطير بعيدا) .

◆ مرحلة التخطيط

اجتمعوا كفريق واحد ، وقوموا بمناقشة المشكلة التي تحتاج إلى حل . ثم قوموا بوضع والاتفاق على تصميم لكاشف تلوث الهواء الخاص بكم . ستحتاجون إلى تحديد المواد التي تريدون استخدامها .

قم برسم التصميم الخاص بك في المربع أدناه ، وتأكد من الإشارة إلى وصف وعدد الأجزاء التي تخطط لاستخدامها . قم بعرض التصميم الخاص بك على الفصل .

قد تفضل مراجعة خطة الفريق الخاص بك بعد تلقي الملاحظات من الفصل .

التصميم :



◆ مرحلة البناء

قم ببناء كاشف تلوث الهواء الخاص بك . قد تقرر أثناء البناء أنك بحاجة إلى مواد إضافية أو أن التصميم الخاص بك بحاجة إلى التغيير . هذا على ما يرام ، فقط قم بعمل رسم تخطيطي جديد وراجع قائمة المواد الخاصة بك .

◆ مرحلة الاختبار

سيقوم كل فريق باختبار الجهاز الخاص به للكشف عن تلوث الهواء عن طريق وضعه في مواقع مختلفة من أنحاء المدرسة . بعد 72 ساعة ، قم بالتحقق لمعرفة ما إذا كان جهازك قد قام بتجميع أي جسيمات أو جزيئات . قم باستخدام عدسة يدوية ، أو مجهر ، أو كاميرا رقمية لدراسة الجزيئات التي تم جمعها . قم بتوثيق أنواع الجزيئات المختلفة التي تراها (مثل الغبار ، وحبوب اللقاح ، والتراب ، وما إلى ذلك) بالإضافة إلى الحجم ، واللون ، والشكل ، والملمس .

قم باستخدام سلسلة أو خيط لإنشاء شبكة من المربعات 1 سم على موقع التجميع على الجهاز الخاص بك ، مع تأمينها بشريط لاصق . قم بحساب عدد الجسيمات في خمسة مربعات عشوائية . إذا كان هناك الكثير من الجسيمات . فقم بحساب متوسط عدد الجسيمات للمربع الواحد . قارن وارسم النتائج لمختلف المواقع التي تم اختبارها في الفصل . قم بوضع جدول لتقدير جودة الهواء / تلوث الهواء على المواقع التي تم اختبارها حول مدرستك .

◆ مرحلة التقييم

قم بتقييم نتائج الفريق الخاص بك ، ثم قم باستكمال ورقة العمل الخاصة بالتقييم ، واعرض نتائجك على الفصل .

استخدم ورقة العمل هذه لتقييم نتائج الفريق الخاص بك في درس "كاشف التلوث" :

1 - هل نجحت في عمل كاشف تلوث الهواء الذي يمكنه الكشف عن وجود جزيئات الجسيمات في الهواء ؟ إذا لم تكن نجحت في ذلك ، فلماذا ؟

2 - هل قررت مراجعة التصميم الأصلي أو طلب مواد إضافية في مرحلة البناء ؟ لماذا ؟

3 - هل قمت بعمل مفاوضات أو تبادل مع فرق أخرى فيما يخص موادك ؟ وكيف كان تأثير ذلك التبادل على مخططك وجهازك ؟

4 - إذا كان بإمكانك الحصول على مواد تختلف عن تلك التي تم تقديمها إليك ، فما الذي كان سيطلبه فريقك ؟ لماذا ؟

5 - هل تعتقد أنه ينبغي على المهندسين أن يقوموا بتكييف خططهم الأصلية خلال بناء النظم أو المنتجات ؟ لماذا يجب عليهم ذلك ؟

6 - إذا كان عليك أن تفعل كل شيء من جديد ، فكيف ستقوم بتغيير تصميم المخطط الخاص بك ؟ لماذا ؟

7 - ما التصميمات أو الأساليب التي رأيت الفرق الأخرى تقوم بتجربتها وتعتقد أنها عملت بشكل جيد ؟

8 - هل كنت تعتقد أنك سوف تكون قادرا على إتمام هذا المشروع بشكل أسهل إذا كنت تعمل وحدك ؟ اشرح . . .

9 - ما نوع تلوث الجسيمات الذي وجدته بكمية أكبر ؟ وفي اعتقادك لماذا ذلك النوع بالتحديد ؟

10- ما الذي يمكن عمله في رأيك للحد من تلوث الجسيمات حول مدرستك ؟



ملاحظة : تتبع كافة خطط الدرس معايير التعليم الأمريكية للعلوم ، والتي تم وضعها من قبل المجلس القومي للبحوث ، وأقرتها المعايير الخاصة بالجمعية العالمية لتعليم التكنولوجيا المختصة بمحو الأمية التكنولوجية ، أو المجلس القومي لمعلمي مبادئ ومعايير الرياضيات لمدارس الرياضيات .

◆ معايير التعليم الأمريكية للعلوم للمرحلة الرابعة (أعمار 4-9)

محتوى المعيار A: فهم العلوم من خلال التحقيق

كنتيجة للنشاط على كافة الطلاب تطوير المفاهيم الخاصة بـ :

◆ القدرات الضرورية لعمل تحقيق علمي .

محتوى المعيار D: علوم الأرض والفضاء

كنتيجة للنشاط على كافة الطلاب تطوير المفاهيم الخاصة بـ :

◆ التغيرات في الأرض والسماء .

محتوى المعيار E: العلوم والتكنولوجيا

كنتيجة للنشاط على كافة الطلاب تطوير المفاهيم الخاصة بـ :

◆ قدرات التصميم التكنولوجي .

◆ مفاهيم عن العلوم والتكنولوجيا .

محتوى المعيار (F): العلوم من الواجهة الشخصية والاجتماعية

كنتيجة للنشاط على كافة الطلاب تطوير المفاهيم الخاصة بـ :

◆ الصحة الشخصية .

◆ التغيرات في البيئات .

◆ العلوم والتكنولوجيا في مواجهة التحديات المحلية .

◆ معايير التعليم الأمريكية للعلوم للمرحلة الخامسة إلى الثامنة (أعمار 10 - 14)

محتوى المعيار A: فهم العلوم من خلال التحقيق

كنتيجة للنشاط على كافة الطلاب تطوير المفاهيم الخاصة بـ :

◆ القدرات الضرورية لعمل تحقيق علمي .

محتوى المعيار E: العلوم والتكنولوجيا

كنتيجة للنشاط على كافة الطلاب تطوير المفاهيم الخاصة بـ :

◆ قدرات التصميم التكنولوجي .

◆ مفاهيم عن العلوم والتكنولوجيا .

محتوى المعيار (F): العلوم من الواجهة الشخصية والاجتماعية

كنتيجة للنشاط على كافة الطلاب تطوير المفاهيم الخاصة بـ :

◆ الصحة الشخصية .

◆ السكان والموارد والبيئة .

◆ العلوم والتكنولوجيا في المجتمع .

◆ معايير التعليم الأمريكية للعلوم للمرحلة التاسعة إلى الثانية عشرة (أعمار 14 - 18)

محتوى المعيار A: فهم العلوم من خلال التحقيق

كنتيجة للنشاط على كافة الطلاب تطوير المفاهيم الخاصة بـ :

◆ القدرات الضرورية لعمل تحقيق علمي .

محتوى المعيار E: العلوم والتكنولوجيا

كنتيجة للنشاط على كافة الطلاب تطوير المفاهيم الخاصة بـ :

◆ قدرات التصميم التكنولوجي .

◆ مفاهيم عن العلوم والتكنولوجيا .



للمعلم :

اتباع معايير أطر المناهج (تابع)

محتوى المعيار (F): العلوم من الوجة الشخصية والاجتماعية
كنتيجة للنشاط على كافة الطلاب تطوير المفاهيم الخاصة بـ :

- ◆ الصحة الشخصية والمجتمعية .
- ◆ الجودة البيئية .
- ◆ المخاطر الطبيعية والتي يسببها الإنسان .
- ◆ دور العلوم والتكنولوجيا في مواجهة التحديات المحلية ، والقومية ، والعالمية .

◆ مبادئ ومعايير مدراس الرياضيات

معايير الأرقام والعمليات

- البرامج التعليمية من مرحلة ما قبل الروضة حتى الصف 12 ينبغي عليها أن تجعل جميع الطلاب قادرين على :

- ◆ إجراء الحساب بطلاقة وعمل تقديرات معقولة .

معايير القياس

- البرامج التعليمية من مرحلة ما قبل الروضة حتى الصف 12 ينبغي عليها أن تجعل جميع الطلاب قادرين على :

- ◆ تطبيق التقنيات الملائمة والأدوات والصيغ لتحديد القياسات .

تحليل البيانات والمعايير الاحتمالية

- البرامج التعليمية من مرحلة ما قبل الروضة حتى الصف 12 ينبغي عليها أن تجعل جميع الطلاب قادرين على :

- ◆ صياغة الأسئلة التي يمكن معالجتها مع البيانات ، وجمع وتنظيم وعرض البيانات ذات الصلة للرد عليها .
- ◆ اختيار واستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة لتحليل البيانات .
- ◆ تطوير وتقييم الاستنتاجات والتوقعات التي تستند إلى البيانات .

معايير العمليات (التمثيل)

- البرامج التعليمية من مرحلة ما قبل الروضة حتى الصف 12 ينبغي عليها أن تجعل جميع الطلاب قادرين على :

- ◆ إنشاء واستخدام التمثيلات لتنظيم وتسجيل وتوصيل الأفكار الرياضية .
- ◆ استخدام التمثيلات لصياغة وتفسير الظواهر المادية والاجتماعية والرياضية .

المعايير الخاصة بمحو الأمية التكنولوجية- كافة الأعمار

التصميم

- ◆ المعيار 8 : يطور الطلاب مفاهيم خاصة بسمات التصميم .
- ◆ المعيار 9 : يطور الطلاب مفاهيم خاصة بالتصميم الهندسي .
- ◆ المعيار 10 : يطور الطلاب مفاهيم خاصة بدور حل الأزمات والبحث والتطوير والاختراع والابتكار واستخدام التجربة في حل المشكلات .