(بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ)

كلية التربية

المجلة *التربوية*

* * *

معايير العلوم للجيل القادم

Next Generation Science Standards

اعداد

أ.د/بدرية محمد محمد حسانين

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم

كلية التربية جامعة سوهاج

المجلة التربوية ـ العدد السادس والأربعون ـ أكتوبر 2016م

مقدمة:

ليس هناك شك فى أن العلوم، وبالطبع تعليم العلوم، تعد محور حياة كل المجتمعات فالعلوم ضرورية لفهم الأحداث الجارية واختيار التكنولوجيا واستخدامها واتخاذ القرارات حول العناية بالصحة، وحل المشكلات والاستمرار فى الاختراع وريادة العالم وشغل الوظائف فى المستقبل. فالعالم يتغير بسرعة، عديدٌ من الإنجازات حدثت فى مجالات العلوم كالاقتصاد القائم على الاختراعات مثل اقتصاد أمريكا، إلا أنه لوحظ مؤخرًا أن موقف الولايات المتحدة الأمريكية بالنسبة للاقتصاد العالمى آخذٌ فى الانخفاض، وأرجعوا ذلك جزئيًا إلى افتقار العمالة الأمريكية إلى المعارف الأساسية فى العلوم والهندسة والتكنولوجيا.

ولمعالجة هذه القضية الحيوية وللتنافس على الاقتصاد العالمى وإعداد القوى العاملة بشكل أفضل، بدأت الولايات المتحدة تتخذ طريق التفوق فى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM)، ولذا شعرت بالحاجة إلى معايير جديدة تستثير اهتمام الطلاب وميولهم بتخصصات STEM لأن نظام التعليم الحالى لم ينجح فى إعداد الطلاب للالتحاق بالكليات وبالمهن وللمواطنة بدون وجود مجموعة من التوقعات والأهداف، وبدون نظام تعليمى ينتهج نهجًا جديدًا لتعليم العلوم بدءًا من رياض الأطفال وحتى الصف الثانى عشر يجذب الطلاب لدراسة العلوم ويزودهم بالمعارف الأساسية فى مجالات العلوم.

وفى عام 2009م اجتمعت مؤسسة كارنيجى للباحثين المتميزين مع قادة القطاعين العام والخاص لمناقشة أوضاع التعليم فى أمريكا، وتوصلوا إلى أن قدرة أمريكا على الابتكار من أجل النمو الاقتصادى وقدرة العمالة الأمريكية على الازدهار فى سوق القوى العاملة الحديثة، وآمال الأمريكيين فى الحفاظ على الديمقراطية نبض الحياة، وحلمهم فى تحقيق الحراك الاجتماعى، يحتاج إلى تعليم قوى للعلوم والرياضيات مبنى على أسس متينة، فقد وجدوا تدنيًا وقصورًا فى أداء نظام تعليم العلوم والرياضيات فى الولايات الأمريكية عن غيرها من الدول المتقدمة، وأنه إذا ترك هذا الوضع بدون معالجة فإن ملايين الشباب الأمريكيين لن يؤهلوا للنجاح فى الاقتصاد العالمى.

وفى عام 2012م وحسب تصنيف برنامج التقييم الدولى للطلاب "بيزا" (PISA) حصلت الولايات المتحدة على المرتبة 23 فى العلوم، والمرتبة 30 فى الرياضيات. وعن مدى تأهيل

وإعداد خريجى المدارس الثانوية للالتحاق بالكليات، وجدوا أن 54% من خريجى المدارس الثانوية فشلوا فى تحقيق المستويات المعيارية فى الرياضيات والتى تؤهلهم للالتحاق بالكليات، وأن69% من خريجى المدارس الثانوية فشلوا فى تحقيق المستويات المعيارية فى العلوم والتى تؤهلهم للالتحاق بالكليات، وذلك على حسب إحصاء منظمة التعاون والتنمية والتعليم (OECD).

إن التفكير حول تطوير تعليم العلوم يعنى التفكير فى الإعداد لشغل الوظائف والمهن ذات الصلة STEM والتى تعد منابع الابتكار فى الاقتصاد، عندئذ يجب تنمية الثقافة العلمية والثقافة التكنولوجية على قدم المساواة لدى الجميع، هذا بالإضافة إلى القلق الذى يشعر به الأفراد من الأوبئة وتغير المناخ العالمى ونقص الطاقة الذى يحتاج إلى عبقرية علمية وتكنولوجية لحل هذه المشكلات ولذلك هناك حاجة إلى تطوير تعليم العلوم والرياضيات، هذا التطوير لابد وأن يتم فى ضوء معايير جديدة تراعى المتغيرات المحلية والعالمية، ومن هنا جاء التفكير فى إعداد معايير العلوم للجيل القادم.

ماهية معايير الجيل القادم للعلوم:

هى معايير جديدة لتعليم العلوم بفاعلية فى القرن الحادى والعشرين، تركز على الهندسة والتكنولوجيا، وتشمل معايير محتوى العلوم من رياض الأطفال وحتى الصف الثانى عشر. ويقصد بها أنها"مجموعة من توقعات الأداء التى تصف ما ينبغى أن يعرفه الطلاب ويكونوا قادرين على القيام به فى مجالات العلوم الفيزيائية وعلوم الفضاء والأرض وعلوم الحياة والهندسة والتكنولوجيا وتطبيقات العلوم، وذلك فى كل صف دراسى بدءًا من رياض الأطفال وحتى الصف الثانى عشر". وقد وضعت هذه المعايير لتحسين تعليم العلوم لكل الطلاب واعدادهم للالتحاق بالكليات والمهن والمواطنة.

فلسفة معايير العلوم للجيل القادم:

1- الأداء: وثيقة المعايير يجب أن تتضمن توقعات الأداء التى يجب أن يكون الطلاب قادرين على القيام بها حتى يمكن تحقيق هذه المعايير.

2- الدمج: أن توقعات الأداء يجب أن تدمج بين الأبعاد الثلاثة لتعلم العلوم.

3- التماسك: أن كل مجموعة من الأداءات المتوقعة فى محتوى العلوم والهندسة يجب أن تكون مترابطة ومتصلة مع الأفكار الأخرى المتضمنة فى معايير العلوم السابقة

ومعايير الثقافة العلمية والمعايير العامة للدولة والتى تشمل مهارات اللغة والرياضيات.

إعداد معايير العلوم للجيل القادم:

لقد اجتمع أعضاء المجلس القومى للبحوث (NRC) وأعضاء الرابطة القومية لمعلمى العلوم (NSTA) وأعضاء الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم (AAAS) فى مجموعات عمل تعاونية بينهم 41 عضوًا من ذوى الخبرة فى العلوم وتعليم العلوم يمثلون 26 ولاية لكتابة المعايير، مثل كل ولاية فريق مكون من 50 : 150 عضوًا، من بينهم معلمين للصفوف (K-12) وأعضاء هيئة التدريس بالجامعات وخبراء فى العلوم والهندسة، وذلك لتطوير معايير الجيل القادم للعلوم وتم ذلك فى خطوتين كما يلى:

1- وضع إطار لتعليم العلوم من رياض الأطفال وحتى الصف الثانى عشر:

A FRAMEWORK FOR K-12 SCIENCE EDUCATION

بدأ أعضاء المجلس القومى للبحوث مع المتخصصين فى العلوم بالأكاديمية الوطنية للعلوم (NAS) بتطوير إطار لتعليم العلوم من (K-12)، كان هذا الإطار بمثابة الخطوة الأولى الحاسمة لأنه أعد فى ضوء نتائج البحوث الحالية فى العلوم وفى تعليمها، وحدد العلوم التى يجب أن يعرفها جميع الطلاب من (K-12). وللقيام بهذا الجهد اشترك 18 عضوًا من الأفراد المعروفين محليًا ودوليًا فى تخصصاتهم العلمية، هذه اللجنة ضمت علماء ممارسين من بينهم اثنان حاصلان على جائزة نوبل وباحثون فى تعليم العلوم وخبراء فى السياسة ومعايير تعليم العلوم. كما حدد المجلس القومى للبحوث أربع فرق لتصميم إطار العمل: العلوم الفيزيائية، علوم الحياة، علوم الأرض والفضاء، والهندسة، وقد تم وضع إطار منظم ومتماسك فى صورة مسودة عرضت بشكل عام للمناقشة فى يوليو عام 2010م، بعد ذلك قامت اللجنة بتلقى ردود الفعل ووضعها فى الاعتبار ومراجعة الإطار فى ضوئها قبل اصدار الإطار النهائى فى 19 يوليو 2011م.

2- استنادا إلى ما جاء فى إطار تعليم العلوم تم وضع معايير العلوم للجيل القادم الغنية فى المحتوى والممارسة، والتى رتبت بطريقة متماسكة خلال أنظمة ومستويات، لتزويد جميع الطلاب بمؤشرات عالمية للتربية العلمية. وهذه المعايير تم تطويرها بالتعاون بين الولايات (26 ولاية) والجهات المعنية فى العلوم والتربية العلمية والتعليم العالى والصناعة، كما خضعت لمراجعات متعددة من المعنيين، نتج عن هذه العملية مجموعة من المعايير

عالية الجودة – للإعداد للجامعة والمهن – وللتدقيق قام المجلس القومى للبحوث بمراجعة المسودة الأولى لمعايير العلوم للجيل القادم من (K-12) ومقارنتها بالرؤية الواردة فى إطار تعليم العلوم وتوصلوا إلى أن هذه المعايير تتفق أو تتسق مع مضمون الإطار وهيكله، بعد ذلك تم طرح هذه المسودة على الجميع للمراجعة والتنقيح مرتين، وبعد إجراء التعديلات تم اعتماد المعايير النهاية ونشرها فى أبريل 2013م.

إطار تعليم العلوم:

الإطار ليس مجموعة من المعايير وليس هذه مهمته، إنه بمثابة وثيقة جديدة تتضمن مجموعة من المبادئ لا غنى عنها فى محتوى العلوم بالصفوف من (K-12) وقد صمم هذا الإطار للمساعدة فى تحقيق رؤية تعليم العلوم والهندسة فى الطلاب على مدى سنوات متعددة فى المدرسة يشاركون بنشاط فى الممارسات العلمية والهندسية ويطبقون المفاهيم الشاملة لتعميق فهمهم للأفكار الأساسية. فخبرات التعلم تجعل الطلاب ينخرطون فى أسئلة جوهرية حول العالم لمعرفة كيف يبحث العلماء ويجدون إجابات عن تلك الأسئلة، وخلال الصفوف من (K-12) تتاح الفرصة لهم لتنفيذ الأبحاث والمشروعات العلمية والهندسية المرتبطة بالفكرة الأساسية أو المحورية.

وكان الهدف من الإطار هو ضمان أن يكون جميع الطلاب فى نهاية المرحلة الثانوية يمتلكون المعرفة الكافية فى العلوم والهندسة والممارسات والأفكار المحورية للمشاركة فى مناقشات عامة حول القضايا المتعلقة بالعلوم، كما يصبحون قادرين على مواجهة المشكلات العلمية والتكنولوجية فى حياتهم اليومية، ويصبح لديهم القدرة على الاستمرار فى التعلم وطلب العلم خارج المدرسة، بالإضافة إلى امتلاكهم المهارات اللازمة لدخول المهن التى يختارونها ذات الصلة بمجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة، وأيضًا تقدير العلم وفهم أن العلم والمعرفة العلمية الحالية هى نتيجة عدة مئات من السنين من الجهد البشرى الخلاق. نشر هذا الإطار فى عام 2011م وتم ترجمته إلى قائمة معايير سميت بمعايير الجيل القادم للعلوم.

المبادئ الموجهة للمشتركين فى اعداد إطار تعليم العلوم والمستندة إلى نتائج البحوث:

1- يولد الأطفال باحثين.

2- ينمو الفهم بمرور الوقت.

3- تتطلب العلوم والهندسة كلاً من المعرفة والممارسة.

4- ربط الخبرات باهتمامات الطلاب أمر ضرورى.

5- تعزيز العدالة.

وفى ضوء ذلك بدأ إطار تعليم العلوم بالجمل الآتية:

أ- إن العلوم والهندسة والتكنولوجيا تتخلل كل جانب من جوانب حياتنا اليومية، كما أنها المفتاح الرئيس لمواجهة التحديات الحالية والمستقبلية الأكثر إلحاحا للبشرية.

ب- إن كثيرًا من الناس يفتقرون إلى معرفة هذه المجالات، مما أدى إلى اتجاه قومى ودعوة عامة واسعة الانتشار لنهج جديد لتعليم العلوم فى الولايات المتحدة الأمريكية.

ج- يجب أن يتعلم الطلاب العلوم بنشاط، من خلال الاشتراك فى إجراء التجارب التى تتطلب منهم استخدام الممارسات العلمية والهندسية، وتطبيق المفاهيم الشاملة لتعميق فهمهم للأفكار الأساسية المتضمنة فى العلوم.

د- طريق واحد للتفكير فى تحقيق رؤية تعليم العلوم فى القرن 21 يتمثل فى أنواع المهام التى يقوم بها العلماء والمهندسون وغيرهم ممن يعملون فى مجال التكنولوجيا المتطورة كل يوم.

هـ- إن تعليم العلوم يعد أكثر إثارةً وتحديًا مع الخبرات العملية لمجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM).

و- إن تعليم العلوم يجب أن ينأى بعيدًا عن النمذجة، حيث يستمع الطلاب فى الفصول إلى شرح المعلم، ثم يتوجهون إلى المعمل ليتأكدوا مما سمعوه.

أبعاد تعلم العلوم:

أولاً: الممارسات العلمية والهندسية (SCIENCE AND ENGINEERING PRACTICES)

ويقصد بالممارسات العلمية تلك الممارسات التي يستخدمها العلماء في بناء النماذج والنظريات حول العالم الطبيعى، ويقصد بالممارسات الهندسية تلك الممارسات التي يستخدمها المهندسون في بناء وتصميم الأنظمة. وتصف الممارسات السلوكيات التى يتبعها العلماء للانخراط فى البحث وبناء النماذج والنظريات حول العالم الطبيعى. هذا وقد استخدم المجلس القومى للبحوث مصطلح الممارسات بدلاً من المصطلح الشبيه به المهارات، للتأكيد على أن الانخراط فى البحث العلمى يتطلب ليس فقط المهارات بل وأيضًا المعلومات التى تتعلق بهذه الممارسات، والهدف من الممارسات ليس فقط معرفة المحتوى العلمى والهندسى وفهمهما وإنما فهم الأساليب التى يستخدمها العلماء والمهندسون فى البحث. وأثبتت أبحاث تدريس العلوم أن الأفكار المحورية (المحتوى) والممارسات مهمان، ولكن يتم تعليمهما بشكل منفصل، أو أن الممارسات لم يتم تعليمها كلية، من المهم أن تكون الممارسات فى العالم الحقيقى، ومعرفة أن العلوم والهندسة دائمًا تتحدان معًا فى المحتوى والممارسة، لأن التزاوج بين المحتوى والممارسات يعطى سياقًا للتعلم، حيث إن الممارسة لوحدها والمحتوى لوحده تكون النتيجة الحفظ، أما من خلال التكامل فتبدأ العلوم فى تكوين إحساس وشعور المتعلم أى بتكوين الجانب الوجدانى المرتبط بالعلوم لدى المتعلمين، والذى يسمح لهم بتطبيق العلوم.

وعلى الرغم من أن التصميم الهندسى يشبه الاستقصاء العلمى، إلا أنه يوجد اختلافات **بينهما، الاستقصاء العلمى ينطوى على صياغة السؤال الذى يمكن الإجابة عنه من خلال البحث، فى حين أن التصميم الهندسى ينطوى على صياغة مشكلة يمكن حلها من خلال التصميم، إن التركيز على الممارسات الهندسية ضمن معايير العلوم للجيل القادم، سيوضح للطلاب علاقة العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (المجالات الأربعة فى STEM) بالحياة اليومية. ويساعد الانخراط في الممارسات العلمية الطلاب على فهم كيف تتطور المعرفة العلمية، أما الانخراط في الممارسات الهندسة فيساعدهم على فهم عمل المهندسين وأساليبهم.**

ثانيًا:المفاهيم الشاملة (CROSSCUTTING CONCEPTS)

المفاهيم الشاملة هي موضوعات العلوم التي توفر مخطط تنظيمي أساس للربط بين المجالات معًا، وإظهار العلاقات بين المفاهيم العلمية المختلفة، وعرضها بشكل متماسك يقوم على أسس علمية عالمية. والمفاهيم الشاملة لها تطبيق فى جميع مجالات العلوم، وبالمثل هى طريقة لربط مجالات العلوم المختلفة، وتساعد الطلاب على استكشاف الترابطات والعلاقات عبر المجالات الأربعة للعلم: العلوم الفيزيائية، علوم الحياة، علوم الأرض والفضاء ، والتصميم الهندسي.

ثالثًا: أفكار محورية منظمة (DISCIPLINARY CORE IDEAS)

ويقصد بها الأفكار الرئيسة ذات الصلة بعلوم الحياة والفيزياء والأرض والفضاء والهندسة والتكنولوجيا، والتى تمكن المتعلم من التوسع فى دراسة هذه المجالات، وتبرز العلاقات بين العلوم والهندسة والتكنولوجيا، ولكى تكون الأفكار محورية يجب أن تجمع بين معيارين على الأقل من المعايير التالية:

1- لها أهمية واسعة عبر تخصصات علمية وهندسية متعددة، أو أن تكون مفهومًا رئيسًا تنتظم حوله عدة تخصصات.

2- تملك قوة تفسيرية، يمكن أن تستخدم لتفسير ظواهر كثيرة.

3- توليدية، توفر أداة أساسية لفهم أو لبحث الأفكار الأكثر تعقيدًا وحل المشكلات.

4- ذات صلة بحياة الأفراد، ترتبط باهتمامات الطلاب وبخبراتهم الحياتية، وبالمخاوف الشخصية والاجتماعية وتتطلب المعرفة العلمية والتكنولوجية.

5- قابلة للاستخدام، أى قابلة للتعليم والتعلم فى مستويات متدرجة تزداد فى العمق والتعقيد.

معايير الجيل القادم للعلوم:

فى ضوء ما سبق تم بناء معايير العلوم في ثلاثة أبعاد عامة يجمعها إطار تعليم العلوم من (K-12)، كما يلى:

أولا: ثمان ممارسات في العلوم والهندسة

وهذه الممارسات العلمية والهندسية مطلوبة عند القيام بالبحوث العلمية كما يلى:

1- طرح الأسئلة (العلوم) وتحديد المشكلات (الهندسة). 2- تطوير واستخدام النماذج. 3- تخطيط وإجراء البحث. 4- تحليل وتفسير البيانات. 5- استخدام الرياضيات والتفكير الكمى. 6- بناء تفسيرات (العلوم) وتصميم الحلول (الهندسة). 7- الانخراط فى الأدلة المستندة إلى البرهان. 8- الحصول على المعلومات، وتقييمها ونقلها.

ثانيا: سبعة مفاهيم شاملة

1- الأنماط. 2- السبب والنتيجة. 3- القياس والتناسب والكمية. 4- الأنظمة ونماذج النظام. 5- الطاقة والمادة: التدفقات والدورات والاحتفاظية. 6- التركيب والوظيفة. 7- الاستقرار والتغيير.

ثالثا: 44 فكرة أساسية متخصصة في مجالات العلوم الفيزيائية، علوم الحياة، وعلوم الأرض والفضاء وأخيرًا في تكنولوجيا الهندسة وتطبيقات العلوم وهى:

الأفكار الأساسية المتضمنة فى علوم الفيزياء:

1- التركيب وخواص المادة. 2- التفاعلات الكيميائية. 3- العمليات النووية. 4- أنواع التفاعلات. 5- الاستقرار وعدم الاستقرار. 6- مفاهيم الطاقة. 7- الاحتفاظ والتحول. 8- الطاقة والقوة. 9- الطاقة فى العمليات الكيميائية وفى الحياة. 10- خواص الموجات. 11- الإشعاعات الكهرومغناطيسية 12- تكنولوجيا المعلومات.

الأفكار الأساسية المتضمنة فى علوم الحياة:

13- التركيب والوظيفة. 14- النمو والتطور. 15- النظام العضوى. 16- معالجة المعلومات. 17- العلاقات فى الأنظمة البيئية. 18- الدورات فى الأنظمة البيئية. 19- ديناميات النظم البيئية. 20- السلوك والتفاعلات الاجتماعية. 21- الصفات الوراثية. 22- الاختلاف فى الصفات. 23- دليل على النسب المشترك. 24- الإنتخاب الطبيعى. 25- التكيف. 26- التنوع البيولوجى فى البشر.

الأفكار الأساسية المتضمنة فى علوم الأرض والفضاء:

27- الكون والكواكب. 28- الأرض والنظام الشمسى. 29- تاريخ كوكب الأرض. 30- مواد وأنظمة الأرض. 31- الصفائح التكتونية/الأنظمة واسعة النطاق. 32- دورة المياه فى الطبيعة. 33- الطقس والمناخ. 34- الجيولوجيا الحيوية. 35- الموارد الطبيعية. 36- المخاطر الطبيعية. 37- التأثيرات البشرية على نظم الأرض. 38- التغيرات الناخية العالمية.

الأفكار الأساسية المتضمنة فى علوم الهندسة والتكنولوجيا وتطبيقات العلوم فهى:

39- تعريف المشكلة الهندسية وتحديدها. 40- وضع الحلول الممكنة. 41- وضع الحلول الممكنة. 42- تصميم الحل الأمثل. 43- العلاقات المتبادلة بين العلوم والهندسة والتكنولوجيا. 44- تأثير العلوم والهندسة والتكنولوجيا على المجتمع والعالم الطبيعى.

ترتيب معايير الجيل القادم للعلوم:

تم ترتيب المعايير فى جدول، وجاءت توقعات الأداء فى قمة الجدول، وبعدها قسم الجدول إلى ثلاثة أعمدة كتب فى العمود الأوسط الأفكار المحورية فى مجالات العلوم الفيزيائية، وعلوم الأرض والفضاء وعلوم الحياة، وفى العمود الأيمن كتبت المفاهيم الشاملة أى المفاهيم العامة التى من المفترض أنها تكون مشتركة فى جميع مجالات العلوم. هذه المفاهيم تمكن الطلاب من فهم الأفكار الأساسية فى العلوم والهندسة بشكل أفضل عند مواجهة الطلاب بظواهر جديدة سواء فى المعمل أو فى رحلة ميدانية أو فى الفصل، فهى بمثابة أدوات عقلية تساعد الطلاب على الانخراط فى المهمة والتوصل إلى فهم الظواهر من وجهة نظر علمية، وفى العمود الأيسر فجاء بعنوان الممارسات العلمية والهندسية، وبالنسبة لممارسات العلوم والهندسة سوف تلاحظ أن الهندسة تحتل جزءًا كبيرًا من هذه المعايير لأن الهندسة في الحقيقة ما هي إلا تطبيق للعلوم، لذلك فهذه الممارسات هي مركب من المعرفة والمهارات، بمعنى آخر هي ما يحتاجه المتعلم لكي يطبق العلوم أو الهندسة. ومن أمثلة الممارسات: استخدام وتطوير النماذج، سواء نماذج فيزيائية ملموسة، نماذج رياضية، ونماذج حاسوبية. أما التصميم الهندسى فوضع فى نهاية موضوعات الفرقة. وجاءت توقعات الأداء على الصورة التالية:

توقعات الأداء لأطفال الروضة: **مساعدة أطفال الروضة على صياغة إجابات عن**

أسئلة مثل: ماذا يحدث إذا قمت بسحب أو دفع شيء ثقيل؟ أين تعيش الحيوانات؟ ولماذا تعيش هناك؟ ما طقس اليوم؟ وهل يختلف عن طقس أمس؟ وتشمل توقعات الأداء ما يلى:

K-PS2 MOTION AND STABILITY: FORCES AND INTERACTIONS

- تخطيط وتنفيذ بحث لمقارنة أثر اختلاف القوة أو اختلاف الاتجاه على حركة الأشياء عند الدفع والسحب.
- تحليل البيانات لتحديد تصميم الحل بتغيير سرعة أو اتجاه حركة الأشياء عن قصد مع الدفع أو السحب.

K-PS3 ENERGY

- القيام بملاحظات لتحديد تأثير أشعة الشمس على سطح الأرض.
- استخدام المواد والأدوات اللازمة لتصميم وبناء هيكل للتقليل من تأثير ارتفاع درجة حرارة أشعة الشمس على مساحة معينة.

K-LS1 FROM MOLECULES TO ORGANISMS: STRUCTURES AND PROCESSES

- استخدام الملاحظات لوصف الأنماط التى تحتاج إليها النباتات والحيوانات (بما فيها الإنسان) للبقاء على قيد الحياة.

K-ESS2 EARTH'S SYSTEMS

- استخدام الملاحظات وتبادلها بالنسبة لأحوال الطقس المحلى ووصف الأنماط على مر الزمن.
- بناء الحجة المدعومة بالأدلة حول كيف أن النباتات والحيوانات (بما فيها الإنسان) يمكن أن تغير بيئتها لتلبية احتياجاتها.

K-ESS3 EARTH AND HUMAN ACTIVITY

- استخدام نموذج لتمثيل العلاقة بين الاحتياجات المختلفة للنباتات والحيوانات (بما فيها الإنسان) وأماكن معيشتها.
- طرح الأسئلة للحصول على معلومات حول الغرض من التنبؤ بالطقس للاستعداد له واستجابة للطقس الشديد.
- التوصل إلى الحلول التى من شأنها الحد من تأثير البشر على الأرض والماء والهواء أو الكائنات الحية الأخري الموجودة فى البيئة المحلية.

توقعات الأداء فى الصف الأول الابتدائى: **مساعدة التلاميذ على صياغة إجابات عن أسئلة مثل: ماذا يحدث عندما تهتز المواد؟ ماذا يحدث عندما لا يوجد الضوء؟ ما الطرق التى تلجأ إليها النباتات والحيوانات لتلبية احتياجاتها حتى تتمكن من النمو والبقاء على قيد الحياة؟ كيف يتشابه ويختلف الآباء وأبناؤهم؟ ما الأشياء الموجودة فى السماء، وكيف تبدو كأنها تتحرك؟ وتشمل توقعات الأداء ما يلى:**

1-PS4 WAVES AND THEIR APPLICATIONS IN TECHNOLOGIES FOR INFORMATION TRANSFER

- **تخطيط وتنفيذ بحث لتقديم دليل على أن المواد عندما تهتز تصدر صوتًا معينًا وأن الصوت يمكن أن يجعل المواد تهتز.**
- **إجراء ملاحظات لإنشاء حساب قائم على الأدلة بأن الأشياء يمكن رؤيتها فقط عندما تضاء.**
- **تخطيط وتنفيذ بحث لتحديد أثر وضع أشياء مصنوعة من مواد مختلفة فى مسار شعاع ضوئى.**
- **استخدام المواد والأدوات اللازمة لتصميم وبناء جهاز يستخدم الضوء أو الصوت لحل مشكلة الاتصال عبر مسافات بعيدة.**

1-LS1 FROM MOLECULES TO ORGANISMS: STRUCTURES AND PROCESSES

- **استخدام مواد لتصميم حل الإنسان عن طريق محاكاة كيف أن النباتات والحيوانات تستخدم أجزاءها الخارجية لمساعدتها فى البقاء على قيد الحياة وفى النمو ولتلبية احتياجاتها.**
- **قراءة النصوص والاستعانة بوسائل الإعلام لتحديد أنماط سلوكيات الوالدين التى تساعد الذرية فى البقاء على قيد الحياة.**

1-LS3 HEREDITY: INHERITANCE AND VARIATION OF TRAITS

- **إجراء ملاحظات لإنشاء حساب قائم على الأدلة عن أن النباتات والحيوانات الصغيرة تشبه أباءها ولكن ليس بالضبط.**

1-ESS1 EARTH'S PLACE IN THE UNIVERSE

- **القيام بملاحظات للشمس والقمر والنجوم لوصف الأنماط التى يمكن التنبؤ بها.**

- **إجراء ملاحظات فى أوقات مختلفة من السنة لربط كمية ضوء النهار بالوقت خلال العام.**

توقعات الأداء فى الصف الثانى الابتدائى: **مساعدة التلاميذ على صياغة إجابات عن أسئلة مثل: كيف تتغير الأرض؟ وما بعض الأشياء التى تسبب هذا التغيير؟ ما الأنواع المختلفة للأراضى والمسطحات المائية؟ كيف تتشابه المواد مع بعضها وكيف تختلف عن بعضها البعض؟ كيف أن خواص المواد ترتبط باستعمالاتها؟ ماذا يحتاج النبات لينمو؟ كم عدد أنواع الكائنات الحية التى تعيش على الأرض؟ وتشمل توقعات الأداء ما يلى:**

2-PS1 MATTER AND ITS INTERACTIONS

- **تخطيط وتنفيذ بحث لوصف وتصنيف أنواع مختلفة من المواد التى يمكن ملاحظة خواصها.**
- **تحليل البيانات التى تم الحصول عليها من اختبار مواد مختلفة لتحديد المواد التى لديها خواص تناسب الغرض المطلوب.**
- **إجراء ملاحظات لإنشاء حساب قائم على الأدلة لكيف أن الشيء المصنوع من مجموعة قطع صغيرة يمكن تفكيكه وصنع شيء جديد منه.**
- **إجراء مناقشة بالأدلة حول بعض التغيرات الناجمة عن الحرارة والبرودة التى يمكن عكسها والتى لا يمكن عكسها.**

2-LS2 ECOSYSTEMS: INTERACTIONS, ENERGY, AND DYNAMICS

- **تخطيط وتنفيذ بحث لتحديد ما إذا كانت النباتات تحتاج إلى أشعة الشمس والماء للنمو.**
- **تصميم نموذج بسيط يحاكى وظيفة الحيوان فى نثر البذور وتلقيح النباتات.**

2-LS4 BIOLOGICAL EVOLUTION: UNITY AND DIVERSITY

- **إجراء ملاحظات على النباتات والحيوانات تنوع الحياة مع اختلاف البيئات.**

2-ESS1 EARTH'S PLACE IN THE UNIVERSE

- **استخدام معلومات من مصادر متعددة لتوفير أدلة على أن الأحداث الأرضية يمكن أن تحدث ببطء ويمكن أن تحدث بسرعة.**

2-ESS2 EARTH'S SYSTEMS

- **قارن بين عدة حلول مصممة لإبطاء أو منع الرياح أو المياه من تغيير شكل سطح الأرض.**

- **تصميم نموذج لتمثيل أشكال وأنواع الأراضى والمسطحات المائية فى المنطقة.**
- **البحث عن المعلومات لتحديد أماكن وجود المياه على الأرض وهل كانت صلبة أم سائلة.**

K-2-ETS1 ENGINEERING DESIGN

- **طرح الأسئلة وإجراء الملاحظات وجمع المعلومات حول موقف الناس الذين يريدون التغيير وتحديد المشكلات البسيطة التى يمكن حلها عن طريق تحديث أو تحسين شيء أو أداة.**
- **رسم شكل مبسط أو نموذج فيزيائى لتوضيح كيف أن شكل الأشياء يساعدها فى الوظيفة التى نحتاجها فيها لحل مشكلة معينة.**
- **تحليل البيانات من شيئين تم تصميمهما لحل نفس المشكلة ومقارنة جوانب القوة وجوانب الضعف فى أداء كل منهما.**

توقعات أداء تلاميذ الصف الثالث الابتدائى: **مساعدة التلاميذ على صياغة إجابات عن أسئلة مثل: ما الطقس المثالى فى أجزاء مختلفة من العالم وخلال أوقات مختلفة من السنة؟ كيف يمكن الحد من تأثير المخاطر المرتبطة بالطقس؟ كيف تختلف الكائنات الحية فى صفاتها؟ كيف أن النباتات والحيوانات والبيئات فى الماضى تتشابه أو تختلف عن النباتات والحيوانات والبيئات الحالية؟ ماذا يحدث للكائنات الحية عندما تتغير البيئات المحيطة بها؟ كيف أن القوى المتساوية وغير المتساوية الواقعة على شيء تؤثر فى هذا الشيء؟ كيف يمكن استخدام المغناطيسات؟ وتشمل توقعات الأداء ما يلى:**

3-PS2 MOTION AND STABILITY: FORCES AND INTERACTIONS

- **تخطيط وتنفيذ بحث لتقديم أدلة على تأثير القوى المتوازنة وغير المتوازنة على حركة الأشياء.**
- **إجراء ملاحظات أو قياسات على حركة الأشياء لتقديم الدليل على أن النمط يمكن استخدامه للتنبؤ بالحركة فى المستقبل.**
- **طرح أسئلة لتحديد علاقات السبب والنتيجة بالنسبة للتفاعلات الكهربية والمغناطيسية بين شيئين غير متصلين ببعضهما البعض.**
- **تحديد مشكلة بسيطة يمكن حلها بتطبيق الأفكار العلمية حول المغناطيس.**

3-LS1 FROM MOLECULES TO ORGANISMS: STRUCTURES AND PROCESSES

- **إعداد نماذج لوصف أن الكائنات الحية لديها دورة حياة فريدة ومتنوعة ولكنها عامة من الميلاد، النمو، التكاثر، والوفاة.**

3-LS2 ECOSYSTEMS: INTERACTIONS, ENERGY, AND DYNAMICS

- **الانخراط فى مناقشة حول أن بعض الحيوانات تشكل مجموعات لمساعدة أعضائها فى البقاء على قيد الحياة.**

3-LS3 HEREDITY: INHERITANCE AND VARIATION OF TRAITS

- **تحليل وتفسير البيانات لتقديم الدليل على أن النباتات والحيوانات لديها صفات موروثة من الآباء، وأن الاختلاف فى هذه الصفات يوجد فى مجموعة متماثلة من الكائنات الحية.**
- **استخدام أدلة تدعم التفسير القائل بأن الصفات يمكن أن تتأثر بالبيئة.**

3-LS4 BIOLOGICAL EVOLUTION: UNITY AND DIVERSITY

- **تحليل وتفسير البيانات عن الحفريات لتقديم أدلة على الكائنات الحية والبيئات التى عاشت فيها فترة طويلة.**
- **استخدام الأدلة وبناء التفسيرات حول كيف أن التنوع فى الاختلاف فى الخصائص بين الأفراد من نفس النوع يوفر مزايا البقاء والزواج والتكاثر.**
- **الانخراط فى مناقشة بالأدلة حول أن هناك مواطن أو أماكن معينة يمكن أن تعيش فيها الكائنات الحية بشكل أفضل، وأن هناك مواطن أو أماكن معينة لا يمكن أن تبقى فيها الكائنات الحية على قيد الحياة.**
- **رفع دعوى عن جدارة لحل مشكلة ناتجة عن تغير البيئة وأن أنواع النباتات والحيوانات التى تعيش فيها ستتغير.**

3-ESS2 EARTH'S SYSTEMS

- **تمثيل البيانات فى جداول ورسوم بيانية لوصف الأحوال الجوية العادية المتوقعة خلال موسم معين.**
- **الحصول على المعلومات وجمعها لوصف المناخ فى مناطق مختلفة من العالم.**

3-ESS3 EARTH AND HUMAN ACTIVITY

- **رفع دعوى عن جدارة لحل مشكلة الحد من أو منع المخاطر الناجمة عن الطقس.**

توقعات أداء تلاميذ الصف الرابع الابتدائى: **مساعدة التلاميذ على صياغة إجابات عن أسئلة مثل: ما الموجات؟ وما الأشياء التى يمكن أن تعملها؟ كيف يمكن للمياه والجليد والرياح والنباتات أن تغير الأرض؟ ما الأنماط الأرضية المتميزة التى يمكن تحديدها باستخدام الخرائط؟ كيف يعمل الهيكل الداخلى والخارجى على تدعيم البقاء والنمو والسلوك والتكاثر فى النباتات والحيوانات؟ ما الطاقة ، وكيف أنها ترتبط بالحركة؟ كيف يتم نقل الطاقة؟ كيف يمكن استخدام الطاقة فى حل مشكلة؟ وتشمل توقعات الأداء ما يلى:**

4-PS3 ENERGY

- **استخدام الأدلة لبناء التفسيرات المتعلقة بسرعة شيء وطاقة هذا الشيء.**
- **القيام بملاحظات لتقديم أدلة عن أن الطاقة يمكن نقلها من مكان إلى آخر عن طريق الصوت والضوء والحرارة والتيارات الكهربية.**
- **طرح أسئلة والتنبؤ بالنتائج حول التغيرات فى الطاقة التي تحدث عند اصطدام الأجسام.**
- **تطبيق الأفكار العلمية لتصميم واختبار جهاز لتحويل الطاقة من شكل إلى آخر.**

4-PS4 WAVES AND THEIR APPLICATIONS IN TECHNOLOGIES FOR INFORMATION TRANSFER

- **إعداد نموذج للموجات لوصف الأنماط فى مصطلحات ، السعة والطول الموجى وأن الموجات يمكن أن تحرك الأشياء.**
- **إعداد نموذج لوصف أن الضوء يسقط على الأجسام وينعكس على العين فتبصر.**
- **توليد ومقارنة الحلول التى تستخدم الأنماط فى نقل المعلومات.**

4-LS1 FROM MOLECULES TO ORGANISMS: STRUCTURES AND PROCESSES

- **الانخراط فى مناقشة حول أن النباتات والحيوانات لديها هيكل داخلى وهيكل خارجى وأن وظيفته تدعيم البقاء والنمو والسلوك والتكاثر.**
- **استخدام نموذج لوصف أن الحيوانات تستقبل بعض المعلومات عن طريق حواسها ومعالجة المعلومات فى الدماغ والاستجابة للمعلومات بطرق مختلفة.**

4-ESS1 EARTH'S PLACE IN THE UNIVERSE

- **تحديد الأدلة من أنماط التكوينات الصخرية والحفريات فى الطبقات الصخرية لتدعيم تفسير التغيرات التى حدثت فى المناظر الطبيعية مع مرور الزمن.**

4-ESS2 EARTH'S SYSTEMS

- **إجراء الملاحظات أو القياسات لتقديم أدلة على تأثير العوامل الجوية ومعدل التآكل بواسطة المياه والجليد والرياح على الغطاء النباتى.**
- **تحليل وتفسير البيانات من الخرائط لوصف ملامح أنماط الأرض.**

4-ESS3 EARTH AND HUMAN ACTIVITY

- **البحث عن المعلومات وجمعها لوصف أن الطاقة والوقود تستمد من المصادر الطبيعية وأن استخداماتها تؤثر على البيئة.**
- **توليد حلول متعددة ومقارنتها للحد من آثار العمليات الطبيعية الأرضية على البشر.**

توقعات أداء تلاميذ الصف الخامس الابتدائى: **مساعدة التلاميذ على صياغة إجابات عن أسئلة مثل: عندما تتغير المادة، هل يتغير وزنها؟ ما كمية المياه التى يمكن العثور عليها فى أماكن مختلفة على الأرض؟ هل يمكن خلق مواد جديدة من خلال الجمع بين مواد أخرى؟ كيف تكون دورة المادة فى النظم الأرضية؟ أين تكون الطاقة فى الطعام الذى نتناوله، وفيم تستخدم؟ كيف يكون طول واتجاه الظل، أو الطول النسبى لليوم وتغير الليل من يوم إلى آخر؟ كيف يتغير منظر بعض النجوم فى المواسم المختلفة؟ وتشمل توقعات الأداء ما يلى:**

5-PS1 MATTER AND ITS INTERACTIONS

- **إعداد نموذج لوصف أن المادة تتكون من جزيئات صغيرة جدًا كما يبدو.**
- **قياس وتسجيل الكميات للإثبات بالدليل أنه بغض النظر عن نوع التغير الذى حدث عند تسخين وتبريد وخلط المواد، فإن الوزن الكلى للمادة كما هو.**
- **القيام بملاحظات وقياسات لتحديد المواد اعتمادًا على خواصها.**
- **إجراء بحث لتحديد ما إذا كان خلط مادتين أو أكثر ينتج عنه تكوين مادة جديدة.**

5-PS2 MOTION AND STABILITY: FORCES AND INTERACTIONS

- **تدعيم الحجة التى تقول بأن قوة الجاذبية التى تمارسها الأرض تجذب الأشياء فى الاتجاه إلى أسفل.**

5-PS3 ENERGY

- استخدم نماذج لوصف الطاقة من الغذاء الحيوانى (الذى يستخدم فى بناء الجسم وفى النمو والحركة والمحافظة على درجة حرارة الجسم) ونموذج لوصف الطاقة من الشمس.

5-LS1 FROM MOLECULES TO ORGANISMS: STRUCTURES AND PROCESSES

- دعم حجة أن النباتات تحصل على المواد التى تحتاجها للنمو من الهواء والماء خاصة.

5-LS2 ECOSYSTEMS: INTERACTIONS, ENERGY, AND DYNAMICS

- إعداد نموذج لوصف حركة المادة فيما بين النباتات والحيوانات والتحلل والبيئة.

5-ESS1 EARTH'S PLACE IN THE UNIVERSE

- دعم حجة أن اختلافات البريق الظاهر للشمس مقارنة بغيرها من النجوم ترجع إلى المسافة النسبية بين الأرض والشمس.
- تقديم البيانات فى عرض بالرسوم لإظهار أنماط التغيرات اليومية فى طول واتجاه الظل بالنهار وبالليل وفى موسم ظهور بعض النجوم فى السماء ليلاً.

5-ESS2 EARTH'S SYSTEMS

- إعداد نموذج باستخدام الأمثلة لوصف المحيط الأرضى، والمحيط الحيوى والغلاف المائى.
- صف بالرسم البيانى كمية ونسبة المياه والمياه العذبة فى مختلف الخزانات لتوفير الدليل حول توزيع المياه على الأرض.

5-ESS3 EARTH AND HUMAN ACTIVITY

- البحث عن المعلومات وجمعها حول الأفكار العلمية التى تستخدمها المجتمعات لحماية موارد الأرض والبيئة.

3-5-ETS1 ENGINEERING DESIGN

- حدد مشكلة بسيطة تعكس الحاجة إلى معايير محددة للنجاح وأيضًا القيود والتى تتمثل فى المواد والوقت والتكلفة.
- توليد ومقارنة حلول متعددة محتملة لمشكلة معينة على أساس أنها تستوفى المعايير وتراعى القيود.

- **تخطيط وتنفيذ اختبارات عادلة للمتغيرات المخطط لها ونقاط الفشل التى توضع فى الحسبان لتحديد جوانب النموذج المبدئى التى يجب تحسينها.**

الفيزياء فى المدرسة المتوسطة: **يستمر التلاميذ فى المدرسة المتوسطة فى تنمية فهمهم لأربعة أفكار محورية فى العلوم الفيزيائية، توقعات أداء التلاميذ فى الفيزياء تبنى على ما درسة التلميذ فى المدرسة الابتدائية فى الصفوف من (K-5) من أفكار وما نما لديه من قدرات تساعده فى شرح وتفسير الظواهر محور الفيزياء وأيضًا علوم الحياة وعلوم الأرض والفضاء. توقعات الأداء فى الفيزياء كما يلى:**

MS-PS1 MATTER AND ITS INTERACTIONS

- **تطوير نماذج لوصف التركيب الذرى لجزيئات بسيطة ومركبة.**
- **تحليل وتفسير البيانات على خواص المواد قبل وبعد التفاعل لتحديد ما إذا كان حدث تفاعل كيميائى.**
- **جمع المعلومات لوصف المواد المركبة التى تأتى من موارد طبيعية وتأثيرها فى المجتمع.**
- **تطوير نموذج للتنبؤ ووصف التغيرات فى حركة الجزئيات ودرجة حرارتها وحالة مادة نقية عند إضافة طاقة أو إزالتها.**
- **تطوير واستخدام نموذج لوصف كيف أن العدد الكلى للذرات لا يتغير فى التفاعل الكيميائى وبالتالى فالكتلة كما هى.**
- **تصميم مشروع لبناء واختبار وتعديل الجهاز الذى يعمل على امتصاص أو انبعاث الطاقة الحرارية خلال العمليات الكيميائية.**

MS-PS2 MOTION AND STABILITY: FORCES AND INTERACTIONS

- **تطبيق القانون الثالث لنيوتن لحل مشكلة تصادم جسمين معًا.**
- **تخطيط بحث لتقديم الدليل على أن التغير فى حركة الأجسام يعتمد على مجموع القوى المؤثرة على الجسم وأيضًا على كتلة الجسم.**
- **طرح أسئلة حول البيانات لتحديد العوامل التى تؤثر على القوة الكهربية والقوة المغناطيسية.**
- **بناء وتقديم الحجج باستخدام الأدلة لتدعيم الادعاء بأن التفاعلات الجاذبة تتوقف على كتلة المواد المتفاعلة.**

- إجراء بحث وتقييم التصميم التجريبى لتقديم الدليل بأن المجالات الموجودة بين الأجسام تبذل جهدًا على كل منها على الرغم من أن هذه الأجسام غير متصلة ببعضها البعض.

MS-PS3 ENERGY

- تمثيل البيانات بالرسوم لوصف العلاقات بين طاقتى الحركة وكتلة الجسم وسرعته.
- تطوير نموذج لوصف أنه عند ترتيب الأجسام المتفاعلة فإن المسافة تتغير ويتم تخزين كميات من الطاقة الكامنة فى النظام.
- تطبيق المبادئ العلمية لتصميم وبناء واختبار جهاز لنقل الطاقة الحرارية.
- تخطيط بحث لتحديد العلاقات بين الطاقة المنقولة ونوع وكتلة المادة والتغير فى متوسط الطاقة الحرارية للجزيئات المقاسة بدرجة حرارة العينة.
- بناء واستخدام حجج لدعم الادعاء بأنه عندما تتغير طاقة الحركة لجسم، فإن الطاقة تنتقل من الجسم وإليه.

MS-PS4 WAVES AND THEIR APPLICATIONS IN TECHNOLOGIES FOR INFORMATION TRANSFER

- استخدام تمثيلات رياضية لوصف نموذج بسيط للموجات التى تتضمن كيفية ارتباط سعة الموجة بطاقتها.
- تطوير واستخدام نموذج لوصف انعكاس الموجات وامتصاصها وانتقالها خلال المواد المختلفة.
- التكامل بين المعلومات العلمية والتكنولوجية لدعم الادعاء بأن الإشارات الرقمية طريقة موثوق فيها أكثر لترميز ونقل المعلومات عن الإشارات التناظرية.

MS-LS1 FROM MOLECULES TO ORGANISMS: STRUCTURES AND PROCESSES

- إجراء بحث لتقديم أدلة على أن الكائنات الحية تتكون من خلايا، إما خلايا من نوع واحد أو من عدة أنواع من الخلايا.
- تطوير واستخدام نموذج لوصف وظيفة الخلية ككل، والطرق التى تشارك بها للقيام بهذه الوظيفة.
- استخدام حجة مدعمة بالدليل على أن الجسم نظام يتكون من أنظمة فرعية تتكون من مجموعات من الخلايا.

- **استخدام حجة قائمة على أدلة تجريبية وعلى المنطق العلمى لتدعيم تفسير سلوك الحيوانات والنباتات يؤثر فى نجاح عملية التكاثر والاستنساخ.**
- **إنشاء تفسير علمى يستند إلى الأدلة على كيفية تأثير العوامل الوراثية والبيئية على نمو الكائنات الحية.**
- **إنشاء تفسير علمى يستند إلى الأدلة حول دور عملية التمثيل الضوئى فى دورة حياة المادة وتدفق الطاقة من وإلى الكائنات الحية.**
- **تطوير نموذج لوصف كيف أن الغذاء يعاد ترتيبه خلال تفاعلات كيميائية تحوله إلى جزيئات جديدة تدعم نمو الجسم وتعمل على انطلاق الطاقة لاستمرار حياة الكائن الحى.**
- **البحث عن المعلومات وجمعها حول المستقبلات الحسية التى تستجيب للمؤثرات عن طريق ارسال الرسائل إلى الدماغ للقيام بسلوك فورى أو تخزينه فى الذاكرة.**

علوم الحياة فى المدرسة المتوسطة: **تلاميذ المدرسة المتوسطة يتم تنمية فهمهم للمفاهيم الأساسية لمساعدتهم على الشعور بعلوم الحياة، ويبنى فهم الطلاب هذا بناءً على ما درسة التلاميذ فى الصفوف السابقة من K-5 من أفكار محورية وممارسات علمية وهندسية ومفاهيم شاملة، إضافة إلى خبراتهم فى الفيزياء وعلوم الأرض. وتشمل توقعات الأداء ما يلى:**

MS-LS1 FROM MOLECULES TO ORGANISMS: STRUCTURES AND PROCESSES

- **إجراء بحث لتقديم دليل على أن الكائنات الحية تتكون من خلايا من نوع واحد أو من عدة أنواع من الخلايا.**
- **تطوير واستخدام نموذج لوصف وظيفة الخلية ككل أو وظيفة كل جزء من أجزائها.**
- **استخدام حجة مدعمة بالدليل حول كيف أن الجسم يعد نظامًا يتكون من عدة أنظمة متفاعلة تتكون من مجموعات من الخلايا.**
- **استخدم حجة مستندة إلى أدلة تجريبية ومنطق علمى لدعم تفسير كيف أن سلوك الحيوان وتركيب النبات يؤثر على احتمال نجاح التكاثر على التوالى.**
- **بناء تفسير علمى يستند إلى أدلة حول كيفية تأثير العوامل البيئية والوراثية على نمو الكائنات الحية.**

- بناء تفسير علمى يستند إلى أدلة عن دور عملية التمثيل الضوئى فى دورة حياة المادة وانطلاق الطاقة داخل وخارج الكائنات الحية.
- تطوير نموذج لوصف كيف يعاد ترتيب الطعام عن طريق العمليات الكيميائية وتحوله إلى جزيئات صغيرة جديدة تمده بالنمو وانطلاق الطاقة لاستمرار حياة الكائن الحى.
- جمع وتركيب المعلومات حول استجابة المستقبلات الحسية للمؤثرات عن طريق إرسال الرسائل إلى الدماغ لإصدار سلوك فورى أو تخزينها فى الذاكرة.

MS-LS2 ECOSYSTEMS: INTERACTIONS, ENERGY, AND DYNAMICS

- تحليل وتفسير البيانات لتقديم أدلة عن أثر توافر الموارد على الكائنات الحية فى النظام البيئى.
- بناء تفسير حول التنبؤ بأنماط التفاعلات بين الكائنات الحية عبر الأنظمة الحيوية المتعددة.
- تطوير نموذج لوصف دورة حياة المادة وانطلاق الطاقة بين الأجزاء الحية وغير الحية فى النظام البيئى.
- بناء حجة مدعمة بالأدلة التجريبية عن أن التغير فى المكونات المادية أو البيولوجية فى النظام البيئى تؤثر على السكان.
- تقييم الحلول المصممة للتنافس حول الحفاظ على التنوع البيولوجى والنظم الحيوية.

MS-LS3 HEREDITY: INHERITANCE AND VARIATION OF TRAITS

- تطوير واستخدام نموذج لوصف لماذا تغير تركيب الجينات (الطفرات) الموجودة على الكروموسومات قد يؤثر على البروتينات ويمكن أن يؤدى إلى آثار ضارة أو نافعة أو محايدة لترميب ووظيفة الأعضاء.
- تطوير واستخدام نموذج لوصف نتائج نسل التكاثر اللاجنسى المتطابقة فى المعلومات الوراثية ونتائج نسل التكاثر الجنسى مع الاختلاف الجينى.

MS-LS4 BIOLOGICAL EVOLUTION: UNITY AND DIVERSITY

- تحليل وتفسير البيانات عن أنماط فى السجل الأحفورى التى توثق وجود التنوع والانقراض وتغيير شكل الحياة طوال تاريخ الحياة على سطح الأرض فى ظل افتراض أن القوانين الطبيعية اليوم تعمل كما فى الماضى.

- **تطبيق الأفكار العلمية لبناء تفسير أوجه التشابه والاختلافات التشريحية بين الكائنات الحديثة وبين الكائنات الحديثة والحفريات لاستنتاج علاقات التطور.**
- **تحليل البيانات الموجودة فى عرض مرئى لمقارنة أنماط التشابه فى التطورات الجنينية عبر أنواع متعددة لتحديد العلاقات غير الواضحة فى علم التشريح.**
- **بناء تفسير يستند إلى أدلة تصف الاختلافات فى الصفات الوراثية فى السكان تزيد من احتمال بعض الأفراد فى البقاء على قيد الحياة والتكاثر فى بيئة معينة.**
- **جمع وتركيب البيانات حول التقنيات التى غيرت طريقة البشر فى التأثير على الصفات الوراثية المرغوبة فى الكائنات الحية.**
- **استخدام تمثيلات رياضية لدعم تفسير كيف أن الانتخاب الطبيعى قد يؤدى إلى زيادة أو نقصان فى صفات محددة لدى السكان مع مرور الزمن.**

علوم الأرض والفضاء فى المدرسة المتوسطة: **يستمر التلاميذ فى المدرسة المتوسطة فى تنمية فهمهم لثلاثة أفكار أساسية فى علوم الأرض والفضاء، توقعات الأداء فى علوم الأرض والفضاء تبنى على ما درسه التلاميذ فى المدرسة الابتدائية من أفكار ومهارات تسمح لهم بشرح وتفسير الظواهر بعمق أكثر وليس باستخدام علوم الأرض والفضاء فقط ولكن أيضًا باستخدام علوم الفيزياء وعلوم الحياة. وهذه التوقعات:**

MS-ESS1 EARTH'S PLACE IN THE UNIVERSE

- **تطوير واستخدام نموذج الأرض- الشمس- القمر لوصف أطوار القمر وخسوف الشمس والقمر والفصول الأربعة.**
- **تطوير واستخدام نموذج لوصف دور الجاذبية فى الحركات داخل المجرات والنظام الشمسى.**
- **تحليل البيانات وتفسيرها لتحديد خواص الكائنات فى النظام الشمسى.**
- **بناء تفسير علمى يستند إلى أدلة من طبقات الصخور لكيفية استخدام المقياس الزمنى الجيولوجى لتنظيم تأريخ الأرض البالغ من العمر 4,6 مليار سنة.**

MS-ESS2 EARTH'S SYSTEMS

- **تطوير نموذج لوصف دورة مواد الأرض وانطلاق الطاقة خلال هذه العملية.**
- **بناء تفسير علمى يستند إلى أدلة لكيف أن العمليات الجيولوجية غيرت من**

سطح الأرض والمقاييس المكانية مع مرور الزمن.

- **تحليل البيانات وتفسيرهاحول توزيع الأحافير والصخور والأشكال القارية وهياكل قاع البحر لتقديم الدليل على حركة الصفائح التكتونية فى الماضى.**
- **تطوير نموذج لوصف دورة الماء فى الطبيعة خلال الأنظمة الأرضية المدفوعة بالطاقة من الشمس وقوة الجاذبية.**
- **جمع البيانات لتقديم دليل على كيف أن الحركة والتفاعلات المعقدة لكتل الهواء تنتج تغيرات فى أحوال الطقس.**
- **تطوير واستخدام نموذج لوصف كيف أن الحرارة غير المتساوية ودوران الأرض تسبب أنماط من الضغط الجوى وانتشار واسع للمناخ الإقليمى.**

MS-ESS3 EARTH AND HUMAN ACTIVITY

- **بناء تفسير علمى يستند إلى أدلة لكيفية التوزيع غير المتكافئ للمعادن الأرضية والطاقة ومصادر المياه الجوفية وذلك نتيجة لعمليات جيولوجية سابقة وحالية.**
- **تحليل وتفسير البيانات حول المخاطر الطبيعية والتنبؤ بالأحداث المستقبلية الكارثية وتطوير تكنولوجيات حديثة للحد من آثارها.**
- **تطبيق المبادئ العلمية لتصميم وسيلة لرصد وتقليل أثر الإنسان على البيئة.**
- **بناء حجة مدعمة بالأدلة لكيفية زيادة عدد السكان ومتوسط استهلاك الفرد من الموارد الطبيعية يؤثر على الأنظمة الأرضية.**
- **طرح الأسئلة لتوضيح الدليل على العوامل التى تسببت فى ارتفاع درجات الحرارة فى العالم خلال القرن الماضى.**

التصميم الهندسى فى المدرسة المتوسطة: **بمرور الوقت وصل التلاميذ إلى المدرسة المتوسطة وكان ينبغى أن يكون لديهم خبرات فى التصميم الهندسى، الهدف من التصميم الهندسى فى المدرسة المتوسطة، هو أن يقوم التلاميذ بتحديد أدق للمشكلات وإجراء عمليات دقيقة لاختبار الحلول واختيار أفضلها والوصول للتصميم المثالى فى النهاية. وتوقعات الأداء فى التصميم الهندسى كما يلى:**

– تحديد معيار وقيود التصميم بالنسبة للمشكلة بدقة كافية لضمان الوصول إلى أفضل الحلول، مع الأخذ فى الاعتبار المبادئ العلمية ذات الصلة والتأثيرات المحتملة والبيئة الطبيعية التى قد تحد من الحلول الممكنة.

– تقييم الحلول المصممة المنافسة باستخدام عملية منهجية منظمة لتحديد مدى استيفائها للمعايير وقيود المشكلة.

– تحليل البيانات من الاختبارات لتحديد أوجه التشابه والاختلاف بين عدة حلول مصممة لتحديد أفضل الخواص التى يمكن دمجها فى حل جديد لتحقيق أفضل معيار للنجاح.

– إعداد نموذج لتوليد البيانات للاختبار المتكرر واقتراح التعديلات على الأشياء أو الأدوات أو العمليات للوصول إلى الحل الأمثل.

العلوم الفيزيائية بالمدارس الثانوية: **يستمر الطلاب فى المدارس الثانوية فى تطوير فهمهم للأفكار الأساسية الأربعة فى العلوم الفيزيائية، وتشمل هذه الأفكار معظم المفاهيم الأساسية فى الفيزياء والكيمياء، ولكن المقصود هو ترك مجال للتوسع فى دراسة مستويات أعلى فى هذه المقررات فى المدرسة الثانوية. توقعات أداء طلاب المدرسة الثانوية فى العلوم الفيزيائية بنيت على أساس الأفكار والمهارات التى تم دراستها فى المدرسة المتوسطة والتى تسمح للطلاب بتفسير أكثر عمقًا للظواهر ليس فقط المرتبطة بالعلوم الفيزيائية وإنما بعلوم الحياة وبعلوم الأرض والفضاء أيضًا. توقعات الأداء فى العلوم الفيزيائية كما يلى:**

HS-PS1 MATTER AND ITS INTERACTIONS

- استخدام الجدول الدورى وعمل تنبؤات بالخواص النسبية للعناصر على أساس أعداد الإلكترونات فى مستوي الطاقة الخارجى للذرة.

- إنشاء ومراجعة تفسير ناتج تفاعل كيميائى بسيط على أساس حالة الإلكترونات الخارجية فى الذرة ثم التوجه إلى الجدول الدورى لمعرفة الخواص الكيميائية.

- تخطيط وتنفيذ بحث لجمع الأدلة لمقارنة تركيب المواد للاستدلال على قوة القوى الكهربية بين الجزيئات.

- تطوير نموذج يوضح أن انطلاق أو امتصاص الطاقة من نظام تفاعل كيميائى يعتمد على التغير فى كمية الطاقة الكلية.

- تطبيق المبادئ العلمية والأدلة لتقديم تفسير حول أثر التغير فى درجة الحرارة أو تركيز الجزيئات المتفاعلة على معدل حدوث التفاعل.
- صمم نظام كيميائى عن طريق تحديد التغير فى الشروط التى تنتج المزيد من الكميات المتوازنة.
- استخدام تمثيلات رياضية لدعم الادعاءات بأن الذرات وبالتالى كتلها تكون ثابتة أثناء التفاعل الكيميائى.
- تطوير نماذج لتوضيح التغيرات فى تكوين نواة الذرة والطاقة المنطلقة أثناء عمليات الانشطار والانصهار والتحلل الإشعاعى.

HS-PS2 MOTION AND STABILITY: FORCES AND INTERACTIONS

- تحليل البيانات لدعم الادعاء بأن القانون الثانى للحركة لنيوتن يصف العلاقة الرياضية بين القوة الواقعة على جسم وكتلته ومقدار التسارع.
- استخدام تمثيلات رياضية لدعم الادعاءات بأن القوة الدافعة الكلية تظل ثابتة طالما لم توجد قوة تؤثر على نظام الجسم.
- تطبيق الأفكار العلمية والهندسية لتصميم وتقويم وتحسين الجهاز الذى يقلل من القوة الواقعة على الجسم فى حالة التصادم.
- استخدام التمثيلات الرياضية لقانون الجاذبية وقانون كولوم لوصف والتنبؤ بالقوة الجاذبية والقوة الألكتروستاتيكية بين الأجسام.
- تخطيط وتنفيذ بحث لتقديم أدلة على أن التيار الكهربى يمكن أن ينتج مجال مغناطيسى وأن المجال المغناطيسى المتغير يمكن أن ينتج تيارًا كهربيًا.
- نقل المعلومات العلمية والتقنية حول لماذا مستوى التركيب الجزيئى يعد مهمًا فى تصميم المواد.

HS-PS3 ENERGY

- إنشاء نموذج بالكمبيوتر لحساب التغير فى الطاقة لمكون واحد فى نظام عندما ينتقل التغير فى الطاقة إلى مكون آخر وتنطلق الطاقة فى داخل النظام أو خارجه.
- تطوير واستخدام النماذج لتوضيح أن الطاقة يمكن حسابها من خلال جمع الطاقة المرتبطة بحركة الجسيمات والطاقة المرتبة بالوضع النسبى للأجسام.

- تصميم وبناء وتحسين جهاز يعمل ضمن قيود معينة لتحويل صورة من صور الطاقة إلى صورة أخرى.
- تخطيط وتنفيذ بحث لتقديم أدلة على أن نقل الطاقة الحرارية يتم عند يجتمع عنصران مختلفان فى درجة الحرارة ويتحدان معًا فى نظام مغلق وتكون النتيجة توزيع أكثر اتساقًا للطاقة بين مكونات النظام (القانون الثانى للديناميكا الحرارية).
- تطوير واستخدام نموذج لشيئين يتفاعلان خلال المجال الكهربى أو المغناطيسى لتوضيح القوة بينهما والتغير فى الطاقة نتيجة هذا التفاعل.

HS-PS4 WAVES AND THEIR APPLICATIONS IN TECHNOLOGIES FOR INFORMATION TRANSFER

- استخدام تمثيلات رياضية لدعم الادعاء بالنظر للعلاقات بين التردد وطول الموجة وسرعة الموجات عبر الأثير فى مختلف وسائل الإعلان.
- تقييم الأسئلة حول مزايا البث الرقمى وتخزين المعلومات.
- تقييم الادعاءات والأدلة والأسباب وراء فكرة أن الإشعاع الكهرومغناطيسى يمكن وصفه إما عن طريق نموذج لموجة أو نموذج لجسيم.
- تقييم مدى صحة ومصداقية الادعاء بتأثير المواد المنشورة مختلفة الترددات من الإشعاع الكهرومغناطيسى عندما تمتص عن طريق المادة.
- التوصل للمعلومات التقنية حول كيفية استخدام بعض الأجهزة التكنولوجية لمبادئ سلوك الموجة وتفاعلات الموجة داخل المادة لإرسال والتقاط المعلومات والطاقة.

فهم طلاب المدرسة الثانوية للمفاهيم الأساسية سوف يساعدهم على الشعور والإحساس بعلوم الحياة، وهذا الفهم يبنى على أساس فهم الطلاب للأفكار الأساسية والممارسات العلمية والهندسية والمفاهيم الشاملة التى درسوها فى السنوات السابقة. وتوقعات أداء طلاب المدرسة الثانوية فى علوم الحياة كما يلى:

HS-LS1 FROM MOLECULES TO ORGANISMS: STRUCTURES AND PROCESSES

- بناء تفسير يستند إلى أدلة حول كيف أن تركيب الحمض النووى يحدد تركيب البروتينات التى تضطلع بالمهام الأساسية للحياة من خلال أنظمة من الخلايا الخاصة.

- تطوير واستخدام نموذج لتوضيح التنظيم الهرمى للأنظمة المتفاعلة التى تقوم بوظائف معينة داخل الكائنات الحية عديدة الخلايا.
- تخطيط وتنفيذ بحث لتقديم أدلة حول آليات التغذية المرتدة للحفاظ على التوازن.
- استخدام نموذج لتوضيح دور الانقسام الخلوى (الميتوزى) والتمايز فى إنتاج والحفاظ على الكائنات الحية المعقدة.
- استخدام نموذج لتوضيح كيف أن عملية التمثيل الضوئى تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية مخزنة.
- إنشاء تفسير يستند إلى أدلة حول كيف أن الكربون والهيدروجين والأكسجين فى جزيئات السكر قد تتحد مع عناصر أخرى لتشكيل الأحماض الأمينية أو غيرها من الجزيئات الكبيرة القائمة على الكربون.
- استخدام نموذج لتوضيح ان التنفس الخلوى عملية كيميائية يتم فيها تقسيم جزيئات الطعام وجزيئات الأكسجين إلى أجزاء صغيرة ينتج عنها مواد جديدة وتنطلق الطاقة.

HS-LS2 ECOSYSTEMS: INTERACTIONS, ENERGY, AND DYNAMICS

- استخدام تمثيلات رياضية أو كمبيوترية لتدعيم تفسير العوامل التى تؤثر على القدرة الاستيعابية للنظم الحيوية على مختلف المستويات.
- استخدام تمثيلات رياضية لتدعيم وإعادة النظر فى التفسيرات التى تستند إلى أدلة حول العوامل التى تؤثر على التنوع البيولوجى والبشرى والنظم الحيوية فى مناطق مختلفة.
- إنشاء وتنقيح التفسيرات الميتندة إلى أدلة حول دورة حياة المادة وانطلاق الطاقة فى الظروف الهوائية واللاهوائية.
- استخدام تمثيلات رياضية لتدعيم الادعاء حول دورة حياة المادة وانطلاق الطاقة فيما بين الكائنات الحية فى النظام البيئى.
- تطوير نموذج لتوضيح دور عملية التمثيل الضوئى وعملية التنفس الخلوى فى دورة الكربون فيما بين الغلاف الجوى والغلاف المائى والغلاف الأرضى.

- تقييم الادعاءات والأدلة والأسباب بأن التفاعلات المعقدة فى النظم البيئية تحافظ على أعداد متماسكة نسبيًا وأنواع من الكائنات الحية فى ظروف مستقرة ، لكن الظروف المتغيرة تنتج نظام بيئى جديد.
- تصميم وتقييم وتحسين الحلول للحد من تأثير الأنشطة البشرية على البيئة والتنوع البيئى.
- تقييم الأدلة حول دور سلوك المجموعة على فرصة الفرد فى البقاء والتكاثر.

HS-LS3 HEREDITY: INHERITANCE AND VARIATION OF TRAITS

- طرح الأسئلة لتوضيح العلاقات حول دور الحمض النووى والكروموسومات فى ترميز التعليمات للصفات الوراثية التى تنتقل من الآباء إلى الأبناء.
- الدفاع عن الادعاء المستند إلى أدلة بأن الاختلافات الجنينية القابلة للتوريث تنتج عن: مجموعات جنينية جديدة من خلال الانقسام الميوزى، احتمال حدوث أخطاء أثناء النسخ، الطفرات التى تسببها العوامل البيئية.
- تطبيق مفاهيم الإحصاء والاحتمالات لتفسير التباين فى الصفات وتوزيعها.

HS-LS4 BIOLOGICAL EVOLUTION: UNITY AND DIVERSITY

- التوصل إلى المعلومات العلمية حول الأصل العام والتطور البيولوجى المدعم بعدة سطور من الأدلة التجريبية.
- إنشاء تفسير يستند إلى أدلة على أن عملية التطور تنتج على أربعة عوامل: احتمال وجود أنواع لزيادة العدد، اختلاف الجينات الموروثة فى الأفراد فى الأنواع يسبب الطفرات والتكاثر الجنسى، التنافس على الموارد المحدودة، وانتشار تلك الكائنات التى لديها القدرة على البقاء والتكاثر فى البيئة.
- تطبيق مفاهيم الإحصاء والإحتمات لتدعيم تفسير أن الكائنات الحية التى لديها صفات وراثية متميزة تميل إلى زيادة نسبة الكائنات الحية التى تفتقر إلى هذه الصفات.
- إنشاء تفسير يستند إلى أدلة على كيف أن الانتخاب الطبيعى يؤدى إلى تكيف الإنسان.

- **تقييم الأدلة التى تدعم الادعاءات بأن التغير فى الظروف البيئية قد يؤدى إلى زيادة فى عدد الأنواع فى بعض الأفراد، ظهور أنواع جديدة مع مرور الوقت، وانقراض أنواع أخرى.**
- **إنشاء محاكاة لاختبار حل للحد من الآثار السلبية للنشاط البشرى على التنوع البيولوجى.**

علوم الأرض والفضاء بالمدارس الثانوية: **يستمر الطلاب فى الدراسة بالمدرسة الثانوية لتنمية فهمهم للأفكار الأساسية فى علوم الأرض والفضاء. توقعات أداء طلاب المدرسة الثانوية فى علوم الأرض والفضاء بنيت على أساس ما درسه الطالب من أفكار ومهارات فى الصفوف السابقة، والتى تساعده فى تفسير أكثر عمقا للظواهر ليس فقط التى ترتبط بعلوم الأرض والفضاء وإنما بعلوم الفيزياء وعلوم الحياة أيضًا. توقعات أداء طلاب المدرسة الثانوية فى علوم الأرض والفضاء كما يلى:**

HS-ESS1 EARTH'S PLACE IN THE UNIVERSE

- **تطوير نموذج مستند إلى أدلة لتوضيح أهمية الشمس للحياة، ودور الاندماج النووى فى مركز الشمس فى انطلاق الطاقة التى تصل فى نهاية المطاف إلى الأرض فى شكل من أشكال الإشعاع.**
- **بناء تفسير لنظرية الانفجار الكبير بناء على أدلة فلكية من أطياف الضوء، وحركة المجرات البعيدة وتكوين المادة فى الكون.**
- **نقل الأفكار العلمية حول شكل النجوم خلال دورة الحياة وإنتاج العناصر.**
- **استخدام التمثيلات الرياضية أو الكمبيوترية للتنبؤ بحركة الأجسام السماوية فى النظام الشمسى.**
- **تقييم الأدلة على الحركات السابقة والحالية للقشرة القارية والمحيطية والصفائح التكتونية لتوضيح أعمار صخور القشرة الأرضية.**
- **تطبيق المنطق العلمى والأدلة على مواد الأرض فى العصور القديمة والنيازك وأسطح الكواكب الأخرى لإنشاء حساب لتشكيل الأرض فى التاريخ المبكر.**

HS-ESS2 EARTH'S SYSTEMS

- **تطوير نموذج لتوضيح كيف تمت العمليات فى داخل الأرض وعلى سطحها فى نطاق مكانى وزمنى مختلف لتشكيل القارات وقاع المحيطات.**

- **تحليل بيانات علم الجيولوجيا لعمل ادعاء بأن أى تغير واحد فى سطح الأرض يمكن أن يكون له صدى ينتج عنه تغيرات فى أنظمة الأرض الأخرى.**
- **تطوير نموذج لباطن الأرض يصف دورة حياة المادة من خلال الحمل الحرارى.**
- **استخدام نموذج لوصف كيف أن التغيرات فى انطلاق الطاقة داخل وخارج أنظمة الأرض تؤدى إلى التغيرات المناخية.**
- **تخطيط وتنفيذ بحث حول خواص الماء وتأثيرها على مواد الأرض والعمليات المرتبطة بالسطح.**
- **تطوير نموذج كمى لوصف دورة الكربون فى الغلاف المائى والغلاف الجوى والأرضى والمحيط الحيوى.**
- **بناء حجة مستندة إلى أدلة حول التطورات التى تحدث فى نفس الوقت وتؤثر فى أنظمة الأرض وفى الحياة على الأرض.**

HS-ESS3 EARTH AND HUMAN ACTIVITY

- **بناء تفسير يستند إلى أدلة حول كيف أن توافر الموارد الطبيعية ووقوع الكوارث الطبيعية والتغيرات فى المناخ قد أثرت على النشاط البشرى.**
- **تقييم حلول مصممة للمنافسة لتطوير وإدارة واستغلال الطاقة والموارد المعدنية على أساس معدل التكلفة والفائدة.**
- **إنشاء محاكاة كمبيوترية لتوضيح العلاقة بين إدارة الموارد الطبيعية واستدامة المجتمعات البشرية والتنوع البيولوجى.**
- **تقييم الحل التكنولوجى للحد من تأثير الأنشطة البشرية على النظم الطبيعية.**
- **تحليل البيانات والنتائج الجيولوجية من النماذج المناخية العالمية لعمل أدلة مستندة إلى التنبؤ بالعدل العالمى الحالى أو تغير المناخ المحلى والعالمى والتأثيرات المستقبلية على نظم الأرض.**
- **استخدام التمثيل بالكمبيوتر لتوضيح العلاقات بين أنظمة الأرض وكيف أن تلك العلاقات يمكن تعديلها بسبب النشاط البشرى.**

التصميم الهندسى فى المدارس الثانوية: **على مستوى طلاب المدارس الثانوية يتوقع أن يشارك الطلاب فى قضايا عالمية تواجه العلوم والتكنولوجيا والبيئة والمجتمع، تتطلب**

الاستفادة من أنواع التفكير التحليلى والإستراتيجى الذى تم التدريب عليه فى السابق والذى من المحتمل أن يكون قد نما أكثر لدى الطلاب. وكما هو الحال فى المستويات السابقة، فإن هذه القدرات تشمل: تحديد المشكلة، ووضع الحلول الممكنة، وتحسين التصميمات. والتوقعات كما يلى:

- **تحليل تحدى عالمى رئيس لتحديد معيار كمى ونوعى وقيود للحلول الموضوعة لاحتياجات إرادة المجتمع.**
- **تصميم حل لمشكلة عالمية حقيقية عن طريق تجزيئها إلى أجزاء أصغر حتى يمكن حلها باستخدام الهندسة.**
- **تقييم حل لمشكلة عالمية حقيقية تستند إلى معيار الأولوية والموازنة بين القيود التى تشمل التكلفة والسلامة والثقة والجمال فضلاً عن الآثار الاجتماعية والثقافية والبيئية المتوقعة.**
- **استخدام المحاكاة الكمبيوترية لنموذج تأثير الحلول المقترحة لمشكلة عالمية حقيقية معقدة من حيث المعايير والقيود على التفاعلات داخل وبين الأنظمة ذات الصلة بالمشكلة.**

تطبيق معايير العلوم للجيل القادم داخل الفصول الدراسية:

يتطلب تطبيق المعايير فى المدارس تغييرات كبيرة فى المعلمين وفى المدارس، فالمعلمون فى حاجة إلى تعلم طرق تدريس جديدة ومهارات جديدة لدعم توقعات الأداء، وكذلك التعمق فى التخصص بشكل يسمح لهم بزيادة معلومات الطلاب ومساعدتهم فى الوصول إلى الفهم المتعمق لما يدرسونه من موضوعات، أما المدارس فستحتاج إلى زيادة التعاون بين إدارة المدرسة والمعلمين وإيجاد سبل لتوفير المزيد من الوقت لتعليم العلوم فى الفصول المدرسية، هذه الاحتياجات تتطلب وسائل جديدة لتدريب المعلمين الحاليين والتنمية المهنية لهم، ومداخل جديدة للمعلمين قبل الخدمة.

وتتكون المهام الصفية فى ضوء المعايير من محتوى مختلط يتكون من الممارسات والمفاهيم الأساسية، ويتعاون المعلمون فى كتابة هذه المهام، وذلك فى ضوء مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات أثناء تدريس العلوم. هذا ويتم

تشجيع المعلم على ادخال أية تعديلات يراها مناسبة لفصوله المدرسية على هذه المهام أو تحسينها، ويمكن تنفيذ ذلك من خلال التواصل عبر الموقع المتاح على الانترنت.

وبسبب تماسك وترابط معايير الجيل القادم أصبح لدى المعلمين المرونة الكافية فى ترتيب الأداءات المتوقعة فى كل صف على حسب الحاجة إليها. واستخدام تطبيقات متنوعة فى العلوم مثل الطب، الأدلة الجنائية، الزراعة والهندسة، من المهم أن يعرف الطلاب كيف أن المبادئ العلمية المتضمنة فى إطار تعليم العلوم وفى معايير الجيل القادم تطبق فى مواقف حياتية متعددة فى العالم الحقيقى.

طبيعة معايير الجيل القادم للعلوم:

تختلف معايير الجيل القادم عن كل المعايير السابقة للعلوم فيما يلى:

1- **مفاهيم العلوم في معايير الجيل القادم مبنية بشكل مترابط ومتماسك من (K-12).**
2- **التكامل بين العلوم والهندسة والتكنولوجيا والرياضيات في الصفوف (K-12).**
3- **التركيز على فهم أعمق للمحتوى وكذلك على تطبيق هذا المحتوى من خلال التركيز على عدد أقل من الأفكار الأساسية القابلة للتعلم، والتي يفترض أن يتعلمها الطلاب بمرور الوقت حتى تخرجهم من المرحلة الثانوية، بدلاً من عدد لا يحصى من الحقائق والتفاصيل المرتبطة بها.**
4- **تطبيق الطلاب للمعارف العلمية في حل المشكلات الحياتية.**
5- **تقديم توجيهات لمعلمى العلوم لما يجب أن يقومون بتدريسه لطلابهم (المحتوى) وبكيفية التدريس (العملية).**
6- **تستهدف أداءات الطلاب المتوقعة وليس المنهج. بمعنى ما يجب أن يكون الطالب قد ألمَّ به من معلومات، وما يجب أن يكون قادرًا على تطبيقه منها فى نهاية الدرس.**
7- **تمكن الطلاب من إتقان المحتوى العلمي والهندسي في المستويات التي يدرسونها.**
8- **التكامل بين الأبعاد الثلاثة أى الممارسة العملية للعلوم والهندسة، الأفكار الأساسية والمفاهيم العلمية الشاملة في كل من التدريس والتقييم، بدلاً من تدريسها منفصلة.**
9- **دروس العلوم متماسكة معًا بشكل مناسب وتنمى الترابطات الداخلية والخارجية بين التخصصات.**
10- **الربط ذو المعنى للمحتوى بحياة الطلاب.**

11- استخدام الطلاب للمعرفة السابقة فى التعلم التالى.

12- التكامل بين الاستقصاء العلمى والتصميم الهندسى فى برنامج العلوم.

13- التكامل بين المصادر الرقمية لتحسين تعليم وتعلم العلوم.

14- التقييم المستمر لتعزيز وتدعيم النمو الثرى والفهم المتعمق لجميع أبعاد التعلم لدى الطلاب، ويشمل التقييم: التقييم القبلى، والتقييم التكوينى، والتقييم النهائى والتقييم الذاتى.

لماذا معايير الجيل القادم للعلوم؟

1- وضعت معايير الجيل القادم في محاولة لبناء معايير موحدة لتعليم العلوم على الصعيد الدولى، تضم المحتوى والممارسات وطرق التدريس، والنمو المهني.

2- معايير العلوم للجيل التالي ليست جزءًا من المعايير المشتركة الأساسية للدولة (CCSS).

3- معايير العلوم للجيل القادم تعد فرصة جديدة لمعلمى العلوم لوضع رؤية واضحة ومشتركة وطنيًا حول لماذا تعليم العلوم لجميع الطلاب؟ وأيضًا فهم كيف يتعلم الطلاب العلوم؟ مما يسمح لهم بإعداد الطلاب حقًا للجيل القادم.

4- علوم المستقبل فى القرن 21 تتضمن التفكير استجابةً للقضايا والمشكلات في العالم الحقيقي. سيقوم الطلاب من جميع الأعمار باستخدام التكنولوجيا والهندسة، والعلوم، والمهارات اللازمة لتحقيق غد أفضل.

5- معايير الجيل القادم ستسمح بالانتقال من تعليم العلوم على شكل حفظ مجموعة من الحقائق إلى تعليم العلوم من خلال ثلاثة أبعاد (الممارسات والأفكار الأساسية، والمفاهيم الشاملة) تستخدم في نفس الوقت. إن فكرة العلوم والهندسة كيانات منفصلة ستختفي.

6- معايير الجيل القادم تعد ثورة فى تعليم العلوم. فلم يعد تدريس المفاهيم العلمية وتقييمها يتم بمعزل عن واقع العلم في العالم الحقيقي وعمل العلماء. بل سيكون تدريس العلوم شاملاً وتعاونيًا، وتعليم الطلاب المهارات التي تنتقل معهم إلى مكان العمل.

7- معايير الجيل القادم لم تركز فقط على المحتوى ولكن أيضا على غرس العادات العقلية في الطلاب.

8- معايير العلوم للجيل التالي تبشر بعهد جديد في تعليم العلوم. ليس فقط في معالجة التغير المستمر فى محتوى التخصصات العلمية، وإنما لأنها تعد نهجًا للتعلم بطريقة سليمة تربويًا.

9- معايير العلوم للجيل القادم تعمل على زيادة عدد القوى العاملة في المستقبل. كما أنها تضمن أن الطلاب يمتلكون المهارات اللازمة والمعرفة اللازمة لها ليكونوا مواطنين ناجحين ومنتجين فى المجتمع.

10- هذه المعايير تؤكد الطبيعة المترابطة للعلوم في العالم الحقيقي بشكل ملموس، وهذا يعني الترابط والتكامل بين الهندسة، والعلوم، واللغة والرياضيات عند دراسة العلوم، هذا التحول يأخذ الطلاب فيما وراء معرفة المعلومات بحيث نتوقع منهم:

- **استخدام الأدوات التكنولوجية.**
- **تصميم البحوث وتنفيذها.**
- **طرح الأسئلة على أساس الملاحظات.**
- **جمع البيانات وتحليلها واستخدامها.**
- **استخدام المعلومات من الملاحظات لدعم التفسيرات.**
- **تصميم حل لمشكلة معينة.**
- **تبادل المعلومات ومناقشة الحلول.**
- **تطبيق المفاهيم الشاملة عبر مجالات متعددة من العلوم.**

11- معايير الجيل القادم تعنى الإنتقال من قائمة المحتوى إلى مجموعة من الأفعال يكتسبها الطلاب، عموما التحول إلى معايير الجيل القادم يفرض تحديات عديدة لكيف تجعل المنهج تجريبى، وكيف تبنى منهجًا يرتبط بالواقع؟.

12- معايير الجيل القادم تهدف إلى ممارسة الطلاب منذ مرحلة التعليم الأساسى البحث العلمى عمليًا وليس نظريًا فقط.

معايير الجيل القادم فى الميزان:

1- يشير ديفيد ل. إيفانز (DAVID L. EVANS) المدير التنفيذى للجمعية الأمريكية لتقدم العلوم (AAAS) إلى أن تدريس العلوم يركز على حفظ الحقائق وتذكرها، وأن هذا النهج يستبعد الجزء الأكثر أهمية فى العلوم وهو الممارسات والتفكير الناقد الذى

يستخدمهما العلماء فعليًا فى عملهم، وأن العلوم أكثر من كونها كتاب مليء بالحقائق. أما فى ظل معايير الجيل القادم فسوف يركز الطلاب على طرح الأسئلة ووضع الفروض واختبار النماذج واتخاذ الأحكام القائمة على الأدلة وتعلم المهارات التى يستخدمها العلماء طوال الوقت.

2- يرى جوناثان أوزبورن (JONATHAN OSBORNE) أستاذ التربية بجامعة ستانفورد والذى ساعد فى إعداد إطار تعليم العلوم، أنه من خلال اشراك الطلاب فى الممارسات، فإن هذا سيضفى تقديرًا أفضل لأهمية العلوم، وأن الإنجازات الكبيرة فى العلوم والتى حققها علماء وردت اسماؤهم فى كتب العلوم مثل أينشتين وداروين هناك حاجة لأن يتعرف الطلاب عليها. وأن النظريات تجمع الحقائق فى هيكل عام وشامل يوفر سياق للمعلومات، وأن ما يحتاج إليه الطلاب هو الشعور بأن العلم عبارة عن مبنى ضخم. وأن ما يحصلون عليه يعد بمثابة قالب طوب فى هذا المبنى.

3- من جوانب القوة فى معايير الجيل القادم أنها تحدد وبوضوح ما الذى يجب أن يعرفه المتعلم فى كل صف دراسى، ويكون قادرًا على القيام به، من خلال التكامل فى الممارسات، كما أنها عرضت الخطوط العريضة بطريقة أضافت لها قيمة كبيرة ولاسيما فى المدرسة الابتدائية التى يتضح فيها التقدم أو التطور فى التعلم من صف إلى آخر، هذا بالإضافة إلى دراسة الطالب لبعض المفاهيم الأساسية فى العلوم.

4- أضاف البعض أن المعلم سيقع تحت ضغط شديد ليس بسبب عدم معرفة ماذا سيدرس ولكن أيضًا بسبب عدم معرفة ما المقصود بالعمق، ومع ذلك فقد أشار أحد معلمى الفيزياء بالمدرسة الثانوية بولاية ميتشجان أنه لم ير أن معايير الجيل القادم تمثل عبئًا على المعلمين، بل على العكس من ذلك فهى تعطيهم مساحة من الحرية للتعمق فى الموضوعات.

5- يأمل واضعو معايير الجيل القادم فى إعداد الكثير من الطلاب المؤهلين للالتحاق بالكليات والمهن ذات الصلة (STEM). وأشارت الدراسات أن 70% من طلاب الولايات المتحدة تخرجوا من المدارس الثانوية وهم غير مؤهلين علميًا للالتحاق بالكليات. ويرى إيفانز أن المهارات العملية المتضمنة فى معايير الجيل القادم سوف

تساعد فى تغيير هذه النتيجة لأنها ستفيد الطلاب سواء تخصصوا فى العلوم أو فى أى مجال آخر، كما أن مهارات التفكير الناقد سوف يكون لها تأثيرٌ خارج مجال العلوم .

6- أما جوانب القصور فى المعايير فتمثلت فى أن بعض الظواهر الطبيعية المتضمنة يمكن للطلاب ملاحظتها والبعض الآخر يصعب ملاحظتها. وأيضًا يصعب فهم كيف أن المفهوم الشامل سوف يساعد الطالب فى إنجاز توقعات الأداء المرتبطة به، كما أن توقعات الأداء ذاتها مكتوبة بطريقة يصعب فهمها أحيانا.

7- النقاد يشعرون بالقلق من قيود المحتوى التى قد تؤدى إلى الإخفاق فى إعداد الطلاب للالتحاق بالكليات العلمية أو لدراسة مقررات العلوم. وأن الطلاب الذين يذهبون لمتابعة الدراسة الجامعية فى تخصصات (STEM) فى حاجة إلى تزويدهم بخلفية معرفية خصوصًا فى الكيمياء والفيزياء التى تفتقر إليها معايير الجيل القادم.

8- يتم تقويم الطلاب بناء على فهمهم الكامل للمحتوى، والممارسات التى تقدم عبر الأداءات المتوقعة، ويجب أن يطور التقويم بطريقة توضح أن الطلاب هم من يبنون معرفتهم وقدرتهم على القيام بهذه الممارسات.

9- إن الإنتقال من الحقائق إلى الممارسات هو مكسب هذه المعايير، هكذا ذكر أورسيلا جودينف (URSULA GOODENOUGH) أستاذ علم الأحياء فى جامعة واشنطن فى سانت لويس وأحد المراجعين، ولكن تبين لهم من المراجعة أن محتوى العلوم المتضمن فى المعايير قد ترك محتوى مهمًا. وأشار دوجلاس باترى (DOUGLAS BUTTREY) أستاذ الهندسة الكيميائية بجامعة ديلاوير وأحد المراجعين إلى أن المعايير تفتقر إلى الكيمياء، فالطلاب لا يتعلمون شيئًا عن العناصر حتى المدرسة الثانوية، عندها يدرسون الجدول الدورى. كما وجد فوردهام (FORDHAM) أن المعايير وضعت حدودًا للتقييم، وهذه الحدود قيدت تعلم الطالب، فمثلاً فى كيمياء المدرسة المتوسطة لا يتعلم الطالب الكتل الذرية والقوى بين الجزيئات، على الرغم من أنها تعد من أساسيات الكيمياء.

خطة تنفيذ معايير الجيل القادم: **لقد تم وضع خطة لتنفيذ معايير الجيل القادم كما يلى**

1- مرحلة الوعى وتعنى نشر المعايير على جميع الأوساط للعلم بها بأهميتها والهدف منها وتستغرق من 2013 إلى 2014م. 2- مرحلة الانتقال ويبدأ تنفيذ المعايير مع استمرار

التقييم عن طريق قياس مستوى تقدم المتعلمين فى الصفوف من الخامس حتى الثامن، وتستغرق من 2015 إلى 2017م. 3- مرحلة التنفيذ الكامل للمعايير فى ربيع 2017 /2018م.

ما موقف تطوير مناهج العلوم فى مصر من معايير الجيل القادم؟

أشار الأستاذ الدكتور الهلالى الشربينى وزير التربية والتعليم والتعليم الفني خلال اجتماعه بخبراء مناهج العلوم والرياضيات بمركز تطوير المناهج والمواد التعليمية، إلى أنه سيتم تطوير مناهج العلوم والرياضيات فى ضوء المعايير العالمية، من خلال مراجعة هذه المناهج في ضوء مناهج عدة دول: سنغافورة، والولايات المتحدة الأمريكية، والمملكة المتحدة، وكندا وألمانيا، وفنلندا وذلك لتقييم وضع مناهجنا وتحديد ما تحتاجه من تغيير، أو تطوير، بعد ذلك عقد اجتماعا آخر ناقش فيه المراحل التي تمت للخروج بالتصور النهائى لتطوير تلك المناهج، حيث بدأت المرحلة الأولى بمقارنة محتوى مناهج العلوم والرياضيات المصرية بمحتواها في بعض الدول المتقدمة في ورشة عمل خلال فبراير 2016م، ضمت 150 من الأكاديميين المتخصصين في مجالى العلوم والرياضيات وباحثين متخصصين ومستشارى المادتين ومجموعة من الموجهين والمعلمين ذوى الخبرة، والتى أوصت في مجملها بتبنى المناهج البريطانية والسنغافورية. وفى المرحلة الثانية تم فيها مراجعة محتوى مناهج العلوم والرياضيات المصرية من قبل فريق متخصص من خبراء منظمة اليونسكو، والذى أوضح أن هناك اتفاقًا فى المحتوى يصل إلى 80%. وأن الفارق الأساسى بين المناهج المصرية ومناهج الدول الأخرى فى طريقة العرض فهذه الدول أكثر نجاحًا فى تقديم المفاهيم العلمية بشكل مبسط داخل المناهج اعتمادًا على استخدام الأنشطة.

وتضمنت المرحلة الثالثة عرض تقريرى اللجان الوطنية ولجنة اليونسكو على رؤساء اللجان الوطنية ومقرريها للخروج برؤية واضحة وخطة عمل لتطوير مناهج العلوم والرياضيات المصرية للمرحلة القادمة، وأوصت بتبنى سلسلة المنهج البريطانى الدولى في المراحل التعليمية المختلفة بما يتوافق مع البيئة المصرية في مناهج العلوم، وكذلك التغيير الشامل لمناهج الرياضيات بالتركيز على مرجعية المناهج والكتب السنغافورية بما يتوافق أيضًا مع البيئة المصرية، وذلك على اعتبار أنهما من أكثر النظم التعليمية تطورًا فى العالم. وأوصت نتائج الورشة بالنسبة لمناهج العلوم بما يلى:

- تعريب المنهج البريطانى (Oxford) للمرحلتين الابتدائية والإعدادية بما يتلاءم مع البيئة المصرية.
- إعادة صياغة المحتوى فى كتب الكيمياء بالمرحلة الثانوية، بحيث تكون المعالجة أبسط ومرتبطة بحياة الطالب.
- تعديل مناهج الفيزياء الحالية، مسترشدين بدرجة أساسية بالمنهجية المتبعة فى منهج سنغافورة.
- تبنى السلسلة الكاملة للمنهج السنغافورى فى الأحياء بالمرحلة الثانوية.

وأوضحت اللجنة أن هناك اتفاقًا كبيرًا بين محتوى مناهج العلوم والرياضيات المصرية ومحتوى المناهج في الدول محل المقارنة، وذلك من حيث المفاهيم الأساسية المعروضة إلا أن المناهج المصرية تحتاج إلى أساليب مختلفة في عرض المفاهيم العلمية والرياضية تعتمد على الاتجاهات التربوية الحديثة في عرض المفاهيم في مجالي العلوم والرياضيات، وكذلك التوجيه من قبل معظم المشاركين بتبنى أساليب العرض المتبعة في مناهج سنغافورة في عرض المناهج المصرية.

بعد ذلك أصدر الوزير قراره بتطوير مناهج العلوم والرياضيات في ضوء التقارير السابقة، وذلك بالتغيير الشامل لمناهج العلوم والرياضيات من خلال تشكيل لجان وطنية تقوم بتبنى مصفوفة للمدى والتتابع (المفاهيم والمهارات) تتناسب مع البيئة المصرية، مع تشكيل عدة لجان لتأليف الكتب وفق معايير معينة من الكفاءة، على أن تكون تلك الكتب على هيئة سلاسل : سلسلة للمرحلة الابتدائية، وسلسلة للمرحلة الإعدادية، وسلسلة للمرحلة الثانوية.

وتعليقًا على ما سبق نقول فخر لنا أن يكون محتوى مناهج العلوم يعادل تقريبًا محتوى مناهج العلوم فى بعض الدول المتقدمة، ونتمنى أن تتم عملية تطوير مناهج العلوم والرياضيات المصرية على أحسن وضع، وأن يتحقق الهدف من هذا التطوير، والذى لم يتضح أساسًا، فكان يجب منذ البداية توضيح الهدف من التطوير وفى هذا الوقت بالذات، وما أوجه القصور فى مناهج العلوم المصرية التى تستدعى التطوير؟ وهل القصور فى المنهج أم فى المعلم أم فى المدرسة وإمكاناتها أم فى الإدارة المدرسية أم فى كثافة الفصول أم ...؟ وهل التطوير سيشمل جميع عناصر المنهج أم المحتوى فقط؟ وهل بمجرد تقديم أو عرض مثير للمعلومات من خلال مجموعة من الأنشطة سيحقق الهدف من التطوير؟ وماذا عن تطبيق

المحتوى فى مواقف الحياة الحقيقية؟ وهل تم تحديد **توقعات الأداء المرجو تحقيقها من الطلاب أثناء تعلم العلوم؟ وهل التطوير سيتم فى ضوء استشراف المستقبل أم ماذا؟ وهل التطوير سيراعى التقدم فى تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وما ارتبط بها من ظهور مهن جديدة تحتاج إلى مواطن كفء متقن للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات ومؤهل لشغل هذه الوظائف والمهن؟ وهل هذا التطوير سيحقق التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات أثناء تدريس العلوم؟ وهل تطرق التطوير إلى ضرورة تنمية مهارات القرن الحادى والعشرين والمتمثلة فى مهارات التعاون والعمل الجماعى والتواصل وتبادل المعلومات والتفكير الناقد وحل المشكلات واستخدام التقنيات الحديثة لدى الطلاب؟ وما موقف التطوير من تنمية مهارات الطلاب فى تخطيط وتنفيذ البحوث والمشروعات؟ وماذا عن مرحلة الوعى بالتطوير لدى أفراد المجتمع المصرى؟ وأخيرًا كان يجب عرض وثيقة المعايير التى سيتم فى ضوئها عملية التطوير حتى نتمكن من معرفة جدوى هذا التطوير. ويفضل من القائمين على التطوير الاطلاع على معايير الجيل القادم للعلوم ومحاولة الاستفادة منها، فهى معايير جديدة وشاملة وتراعى الحاضر وتؤهل للمستقبل وتلبى احتياجات الوظائف والمهن فى عصر تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، العصر الرقمى الذى يغلب عليه الطابع التكاملى بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، هذه المعايير عالجت أوجه القصور فى كل المعايير السابقة، فهى تدمج بين النظرية والتطبيق، والفكر والعمل، إنها خليط من مهارات القرن الحادى والعشرين ومهارات التفكير العليا وعمليات العلم وعادات العقل، إنها تعود المتعلم منذ الصغر على البحث عن المعلومات وعدم تقبل المعلومات بدون تقديم الدليل على صحتها- هذه المعايير وضعت فى ضوء النظرية البنائية- كما تعوده على العمل وتغرس لديه قيمة العمل والانتاج، وتنمى لديه الشعور بالانتماء للوطن من خلال ربط المحتوى بخبرات الحياة الحقيقية، إنها تنمى شعور المتعلم واحساسه بمجتمعه وبمشكلاته ومطالبه وآماله وطموحاته، نحن بحق نحتاج لمثل هذه المعايير.**

المراجع المستخدمة:

وزارة التربية والتعليم (2016). تطوير مناهج العلوم والرياضيات. مركز تطوير المناهج والمواد التعليمية. http://moe.gov.eg/ccimd/news.html

Access the Next Generation Science Standards by Disciplinary Core Ideas (2014). http://ngss.nsta.org/

Austin, John C, Casandra E. Ulbrich, Michelle Fecteau & Pamela Pugh (2015). Michigan K-12 Standards Science. https://www.michigan.gov/

Baker , Carol , Jennifer Smith & Mary Wirth (2015). Next Generation Science Standards. http://www.advanceillinois.org/wp/

Brunsell, Eric, Deb M. Kneser & Kevin J. Niemi (2014). Introducting Teachers + Administrators to the NGSS. Virginia : NSTA Press. from, https://books.google.com.eg/book

Cicerone, Ralph J, Charles M. Vest & Harvey V. Fineberg (2013). Next Generation Science Standards. https://www.nap.edu/read/

DCI Arrangements of the Next Generation Science Standards (2013). http://www.nextgenscience.org/

Dhar, Michael (2013). Next Generation: 5 Ways Science Classes Will Change. http://www.livescience.com/

Dorn, Randy I (2015). Superintendent of Public Instruction. www.k12.wa.us/

Evans, Clarissa B. (2015). PROVIDING NEXT GENERATION K-12 SCIENCE INSTRUCTION. Retrieved September , 2016, from, http://www.discoveryeducation.com/

Fariña, Carmen, Phil Weinberg, Anna Commitante & Linda Curtis-Bey,(2015/2016). NYC Department of Education / 6-12 Science Scope & Sequence. http://schools.nyc.gov/NR/

Gross , Paul R, Douglas Buttrey, Ursula Goodenough, Noretta Koertge, Lawrence Lerner, Martha Schwartz, and Richard Schwartz (2013). Final Evaluation of the Next Generation Science Standards. https://edex.s3-us-west-2.amazonaws.com/

Michaels, Ronald (2015). The Next Generation Science Standards. http://www.sde.ct.gov/

Navarro, Melissa A. (2015). The Introduction to The Next Generation Science Standards. South Regional Cabe Conference. https://go.sdsu.edu/education/

Olson, John (2013). Next Generation Science Standards and Life Sciences. http://www.esa.org/ldc/wp

Physics and the Next Generation Science Standards (2015). https://www.aapt.org/K12/upload/Physics-in-the-NGSS.pdf

The Hunt Institute (2014). Moving Forward: State Engagement with the Next Generation Science Standards. http://www.hunt-institute.org/wp-content/

The Next Generation Science Standards (2013). Development Overview. http://www.nextgenscience.org/development-overview

Willard, Ted (2013). A look at the Next Generation Science Standards. http://nstahosted.org/pdfs/

Winn, Kristen (2013). The Next Generation Science Standards (NGSS): An Overview. San Mateo County Office of Education. Retrieved October, 2016, from, http://www.smcoe.org/assets/