وتولد أيونات وعناصر حرة تدخل إلى أنوية الخلايا وتؤثر على صناعة البروتين في الخلية، وتحدث عمليات أكسدة لهذه الجسيمات لتساهم بالأضرار آنفة الذكر.

أما الجهاز التنفسي فهو خط الاتصال الأول مع هذه الجسيمات، وحجمها الدقيق يمكنها من المرور عبر المرشحات والشعيرات والأغشية المخاطية المحيطة بالقناة التنفسية لتصل الى الحويصلات الهوائية في الرئتين، فأظهرت دراسة أن استنشاق جسيمات النيكل النانوية (**nickel NPs**) لمدة 13 يومًا قد يسبب الوفاة، وضررًا كبيرًا في الأُنيبيبات الكلوية تزامنًا مع تركيزه العالي في البول، ويسبب أيضًا قُصورًا في أداء الميتوكندريا في الخلايا، كذلك فإن جسيمات أكسيد الزنك النانوية (**zinc oxide NPs**) تسبب تلفًا في الحمض النووي **DNA**، وتحفز إفراز الأنترلوكين.

إن تعريض فئران التجارب لجرعات من جسيمات النحاس النانوية، يزيد من إفراز الدهون الثلاثية وإنزيمات وظائف الكبد مما يدلل على حدوث ضرر في الخلايا الكبدية، كذلك زيادة في مكونات البول من كرياتينين وحمض اليوريا، وتسبب تكون حيوانات منوية غير طبيعية، كذلك تحفيز موت الخلايا الجرثومية (**germ cell apoptosis**)، أما جسيمات الفضة النانوية (**silver NPs**) فلها تأثيرات سامة على خلايا الجنينية السرطانية وجزيئات نانو سيلفر تمنع رائحة القدمين، لكن تبين أن لها عواقب وخيمة على جسم الإنسان.

❖ تضمين تقنية النانو تكنولوجي في المناهج :

احتدم السباق اليوم بين الدول في التنافس على استحواذ مفاتيح علوم تقنية النانو، بعدما كان السباق في العقدين الماضيين للسيطرة على الاتصالات والفضاء وغير ذلك من مجالات التميز والريادة العلمية، حتى غدا الدخول لعصر النانو ضروريًا لأي دولة تسعى إلى المنافسة في العلوم التطبيقية الحديثة، وفتح آفاقًا لاقتصاديات جديدة.

فتقنية النانو تمثل تحديًا حقيقًا للأنظمة التعليمية بما يجعل الحاجة إلى تطوير المناهج وإصلاح التعليم أولوية قصوى لمقاومة الإدراك المتأني لما يحدث من تطورات غيرت مجرى حياة الأمم بتضمين التكنولوجية المعاصرة بالمناهج؛ لتخطى أزمة التعليم الحالية، ونشر الثقافة العلمية على أوسع نطاق، ودمج التكنولوجيا المتطورة في التعليم والحياة العامة، وتحسين مخرجات العملية التعليمية، وتربية أجيال حديثة قادرة على تطوير المجتمع، وحل مشكلاته بطريقة علمية مستنيرة.

فأصبح هناك ضرورة لإنتاج جيلًا جديدًا من العلماء، والمهندسين والعمال المهرة يتسم بالمهارات العامة ومهارات القرن الحادي والعشرين، ويتسم أيضًا بالمرونة، جيلًا متعدد التخصصات لتحقيق أهداف التنمية المستدامة وخلق إستراتيجية وطنية للريادة العلمية، والتقدم العلمي جيل يسعي لرقي الأمة، وذلك من خلال تضافر جهود الدولة في وضع معايير وطنية لمناهج متعددة التخصصات ليس فقط مناهج العلوم والرياضيات والتكنولوجيا التي تتناول تقنية النانو (**nanotechnology**) في مرحلة رياض الأطفال حتى الثاني عشر**K-12**، التعليم الغير النظامي، والتعليم الفني، والمتخصص من خلال المراحل الجامعية والدراسات العليا والتشجيع علي التعليم المستمر وتعليم العلوم الغير الرسمية والتثقيف الشخصي وعمليات التدريب والتطوير المهني.

وذلك بوضع مناهج متعددة التخصصات سهلة ومبسطة خالية من التعقيد خاصة للمراحل التعليمية المبكرة وتطرح تطبيقات النانو تكنولوجي في المجالات المختلفة والحلول السحرية لمعالجة المشكلات التي كانت قديما تعد مزمنة ليس لها حلول أو علاج.

فمع التطور الهائل في العلوم والزيادة في الكم والكيف، لابد من دور بارز للمؤسسات التعليمية من تطوير وإثراء للمناهج الدراسية، حتى لا يشعر الطالب

بفجوة بين الواقع الذي يعيشه وما تقدمه له المدرسة ولابد من مناهج تكسب المتعلمين في كافة المراحل التعليمية تنمية البحث العلمي وتعزيز التفكير الناقد والإبداعي واتخاذ القرارات بناء على الأدلة.

حيث أن تقنية النانو تعتبر ثورة علمية هائلة لا تقل عن الثورات الصناعية التي نقلت الإنسان إلى عصر الفضاء والاتصالات والإنترنت، إن هذه التقنية ستعمل على إنتاج كل ما يتخيله الإنسان بجودة عالية وتكلفة منخفضة.

كما ستعمل على تغيير معالم الحياة بالشكل الذي لا يستطيع الإنسان التنبؤ به في عصرنا الحالي. وعلى الرغم من التنبؤات المتفائلة بما ستحققه تكنولوجيا النانو من تقدم وتطور ورفاهية للإنسانية إلا أن الأمر يتطلب من الأنظمة التعليمية أن تكون مواكبة لهذه التقنية، بحيث تحتل أولوية مهمة إلى جانب أولويات التعليم الأخرى.

إنَّ تكنولوجيا النانو تمثل أرضية مشتركة لعلوم الهندسة، والأحياء، والفيزياء، والطب، والكيمياء، ولقد بدأ توظيف و استخدام تكنولوجيا النانو في تطوير هذه العلوم واستخدام عناصر هذه المجالات في بناء العلوم الدقيقة والتطبيقية برؤية جديدة تمثل نقلة نوعية في علوم النانو وما يتصل بها من علوم أخرى، كما يتطلب إحداث نقلة نوعية وحقيقية في طرق واستراتيجيات تعليم العلوم والرياضيات خصوصا في مراحل ما قبل التعليم الجامعي مع التركيز على تعزيز تعليم المفاهيم المشتركة بين التخصصات المختلفة.

وعقد من أجل ذلك العديد من المؤتمرات والتي نادت بضرورة تضمين مفاهيم تقنية النانو في المناهج الدراسية.

❖ الاهتمام العربي بتقنية النانو تكنولوجي :

ونستعرض في هذا الجانب الدول التالية: