نظرة مستقبلية للعقول الرقمية في عصر النانو تكنولوجى

دكتور :- منتصر عثمان صادق هلال

المقدمة :

يقف العالم اليوم على أعتاب ثورة علمية هائلة لا تقل اهمية عن الثورة الصناعية التي نقلته إلى عصر الآلات وعصر الصناعات، أو الثورة التكنولوجية التي نقلته إلى عصر الفضاء، وهي ثورة النانو تكنولوجى Nanotechnology تلك التي تقوم على استخدام الذرات في صناعة كل شيء بمواصفات جديدة وفريدة، ان صناعة التعليم فى عصر النانو سوف تشهد طفرات مذهلة ربما تفوق ما يتوقعة الانسان ورغم ما ستحققه تكنولوجيا النانو من تقدم وتطور ورفاهية للإنسانية إلا أنها تمثل تحدياً حقيقاً للأنظمة التعليمية ، والنانو هو تعبير مشتق من كلمة نانوس الإغريقية وتعنى القزم أو الشيء الصغير جدا. وهي أصغر وحدة قياس طولية يعرفها عالم اليوم حتى هذه اللحظة فهي رياضيا تعادل «٠,٠٠٠٠٠٠٠٠١» م ، أى واحد على البليون من المتر . فحجم النانو أصغر ١٠٠ ألف مرة من قطر شعرة الرأس، وقد أدرجت، بلدان كثيرة تقنية النانو فى برامجها الوطنية، ويعتقد كثير من العلماء الآن أن النانو سيسعد البشرية في حل المشاكل العالمية وإيجاد تقنيات معلوماتية ممتازة، وتعتمد تكنولوجيا النانو على التنسيق بين العلوم البيولوجية والفيزيائية والكيمائية والميكانيكية والإلكترونية وتقنية المعلومات، ويعتبر عام ١٩٩٠م هو البداية الحقيقية لعصر النانو تكنولوجي، ففي ذلك العام تمكن الباحثون فى شركة IBM من كتابة أحرف IBM باستخدام ٣٥ ذرة من عنصر الزينون، ومن هنا تنبأ العلماء بمستقبل واعد لهذه التقنية إذ أمكن التحكم فى الذرة وبناء المكونات الذرية «الجزيئات» بترتيب مختلف مما يغير من خواص المادة(1).

ومع النجاحات التي تحققت في مجال النانوتكنولوجي والتي يمكن من خلالها زيادة السعة الخزينة لذاكرة أجهزة الحواسيب الرقمية بقدر يفوق آلاف المرات مما هي عليه الآن، دون أن يكون هناك زيادة في حجمها الأمر الذي سيسهل على الشركات المصنعة من تجهيزها بنظم تشغيل فائقة السرعة مع الكثير من التطبيقات والبرامج التي تؤهلها لكى تحتوي على كم هائل من المعلومات في بيئة متعددة الوسائط ، ومع أن هذا الانجاز لم يتحقق بشكله النهائي ، إلا أن من واجبنا كمتخصصين في مجال تكنولوجيا التعليم أن نهيئ أنفسنا لاستقبال القادم الجديد ونؤسس

لقاعدة معرفية يتم من خلالها تحديد الدور المستقبلي لأخصائي تكنولوجيا المعلومات ونحدد مجالات الإفادة والاستثمار التي يمكن أن تتحقق منها، فضلا عن تقديم تصوراتنا عن شكل ومضمون خدمات المعلومات المرشحة لتقديمها للمستفيدين (٢).

ان وجود خارطة طريق لصناعة معرفية تعززها تكنولوجيا النانو يلزمها البدء بنشر ثقافة النانو في الأوساط العلمية وأوساط صناع القرار والتعريف بأهميتها وحتمية دورها وتطبيقاتها في مجالات العلوم المختلفة وذلك من خلال متابعة المختصين كل في مجال اختصاصه (٣).

مشكلة البحث :-

عالجت بعض الدراسات على المستوى العربي مشكلة الاستفادة من تكنولوجيا المعالجات الرقمية ومشتقاتها من اجهزة محمولة وهواتف نقالة وحواسيب وغيرها وكان معظم المشكلات التى تعلقت بها هو كيفية زيادة قدرات المعالجات الرقمية وزيادة حجم الزاكرة العشوائية لتتماشى مع المطلوب فى تطوير العملية التعليمية لذا يطرح الباحث فكرة تأثير تكنولوجيا النانو على صناعة المعالجات الرقمية ، خاصة تلك التي ترتبط بالانجازات المتحققة في مجال النانوتكنولوجي وكيفية الاستفادة منها لحل المشكلات التى تعترض التعلم بواسطة التقنية الرقمية ، وتطبيقات تكنولوجيا النانو فى المجالات العلمية و دور التعليم العام في تعليم ونشر ثقافة العلوم النانوية و واقع الجوانب التدريبية والتعليمة للعلوم النانوية

الأهداف :-

يهدف البحث إلى دراسة مجال النانوتكنولوجي لكونه تقنية المستقبل والتعرف على الانجازات المهمة التي تحققت فيه، خاصة تلك التي لها علاقة مباشرة بتقنيات المعالجات الرقمية ودورها فى خزن ومعالجة واسترجاع المعلومات ، وإمكانية الإفادة منها في تطوير الخدمات التعليمية المتعلقة بتكنولوجيا التعليم و المعالجات الرقمية

اسئلة البحث :-

١- ما المقصود بتكنولوجيا النانو؟
٢- ما هى تطبيقات تكنولوجيا النانو فى المجالات العلمية ؟
٣- ما هو تأثير تكنولوجيا النانو على صناعة المعالجات الرقمية ؟
٤- ما دور التعليم العام في تعليم ونشر ثقافة العلوم النانوية؟

٥- ما هو واقع الجوانب التدريبية والتعليمة للعلوم النانوية ؟

منهجية البحث :-

يتبع الباحث الأسلوب الوصفي التحليلي في جمع الآراء والمعلومات والحقائق والمفاهيم المتعلقة بمحاور الدراسة، من اجل بناء منظومة معرفية متكاملة، تتضح فيها مشكلة الدراسة وخلفيتها وأهدافها .

خطة البحث: بعد الحديث عن ومشكلت البحث والاهداف والاسئلة ، فإن البحث يسير في خمسة محاور رئيسة هي :

المحور الاول: ما هى تكنولوجيا النانو.

المحور الثاني: تطبيقات تكنولوجيا النانو فى المجالات العلمية

المحور الثالث: تأثير تكنولوجيا النانو على صناعة المعالجات الرقمية

المحور الرابع: ما دور التعليم العام في تعليم ونشر ثقافة العلوم النانوية

المحور الخامس :- واقع الجوانب التدريبية والتعليمة للعلوم النانوية

مصطلحات البحث :

علم النانو: هو دراسة المبادئ الأساسية للجزيئات والمركبات التي لا يتجاوز قياسه الـ١٠٠ نانو مترفالنانو هو أدق وحدة قياس مترية معروفة حتى الآن ، ويبلغ طوله واحد من بليون من المتر أي ما يعادل عشرة أضعاف وحدة القياس الذري المعروفة بالأنغستروم ، و يعد النانو أصغر بحوالي ٨٠,٠٠٠ مرة من قطرشعرة الانسان ، وكلمة النانو تكنولوجي تستخدم أيضاً بمعنى أنها تقنية المواد المتناهية في الصغر أو التكنولوجيا المجهرية الدقيقة أوتكنولوجيا المنمنمات ، ويتعامل العلماء والمهندسون مع المادة في هذا المقياس على مستوى دقيق جدا أي على مستوى الذرات والجزيئيات النانونية.

مقياس النانو: يشمل الأبعاد التي يبلغ طولها نانومترا واحدا إلى غاية الـ١٠٠ نانو متر

المحور الاول: ما هى تكنولوجيا النانو.

تعد تكنولوجيا النانو تكنولوجيا المستقبل كما اتفق عليه غالبية المختصين والخبراء. ونشأت فكرة النانو منذ عقود خلت عندما خامرت فكرة التحكم بذرات المادة من حيث فصلها

وتجميعها في أشكال مختلفة علماء الفيزياء والرياضيات والكيمياء. وتهدف تكنولوجيا النانو لصنع آلات وأدوات ومواد في سمك النانو متر أي جزء من مليار متر، وبشكل أساسي تستند تكنولوجيا النانو إلى التنسيق بين علوم مختلفة هي علوم الرياضيات، والفيزياء، والبيو تكنولوجيا ، والكيمياء .وتتلخص تكنولوجيا النانو بالتحكم في الذرات والإمساك بها ثم تجميعها وفق برنامج محدد ثم يتبع ذلك استنساخ الأجهزة والأدوات النانوية.

النانوتكنولوجي تقنية المستقبل

يعد الفيزيائي الأمريكيRichard Feynman أول من استخدم مفهوم النانوتكنولوجي حتى قبل ظهور هذا المصطلح (Nanotechnology). في النتاج العلمي العالمي. وذلك في لقاء عقدته الجمعية الأمريكية للفيزياء بتاريخ ٢٩ ديسمبر ١٩٥٩، إذ وصف فيمان العملية بأنها القدرة على التعامل مع الذرات والجزيئات المنفردة والمكونة للمواد باستخدام الأدوات الدقيقة لبناء وتشغيل مجموعة اصغر من المواد ثم تكرار العملية وصولا إلى الحجم المطلوب، ويعد الياباني Norio Taniguchi من جامعة طوكيو أول من عرف المصطلح في بحث له عام ١٩٧٤، بقوله أن النانوتكنولوجي هي التقنية التي يمكن من خلالها معالجة مكونات المواد على مستوى الذرة والجزئية بشكل منفصل وإعادة تجميعها لتكوين مواد معدلة بخصائص و مواصفات أفضل(٤)، وتعرف تقنية النانو اليوم على إنها تطبيق علمي يتولى إنتاج الأشياء عبر تجميعها من مكوناتها الأساسية، مثل الذرة والجزيء، وما دامت كل المواد المكونة من ذرات متراصة مع بعضها وفقا لتركيب معين، فإننا نستطيع أن نأخذ أي ذرة ونصفها إلى جانب أخرى بطريقة مختلفة عما هي عليه في الأصل، ليصبح بمقدورنا صناعة مواد جديدة، أو تعديل خصائص المواد الموجودة ، حتى عام ١٩٨٦ لم تتحقق دراسات أو بحوث علمية مهمة تنقل هذا العلم الناشئ إلى مصاف العلوم الأخرى. ولم يحظى بالاهتمام المقدر له إلا أن نشر عالم الرياضيات الأمريكي اريك دريكسلر كتابا عام ١٩٨٦ أسمة محركات التكوين Engines of Creation والذي يعد البداية الحقيقية لعلم النانوتكنولوجي، لذلك يرى البعض من إن اريك دريكسلر هو المؤسس الفعلي لهذا العلم وفي عام ١٩٩١ اكتشف الباحث الياباني سوميو ليجيما الأنابيب النانوية المؤلفة فقط من شبكة من الذرات الكربونية و بالقياس تم الحصول على مقاومة شد أعلى من مقاومة شد الفولاذ بعشرة مرات و أكثر صلابة و استقراراً من الماس بمرتين على الأقل. ومنذ عام ١٩٨٦ تنام الاهتمام العالمي بتكنولوجيا النانو إذ رصدت العديد من الدول ميزانيات ضخمة للأبحاث

والتجارب في مجال النانوتكنولوجي ، رغبة منها في تحقيق السبق العلمي وامتلاك قاعدة التصنيع في هذا المجال الحيوي، ولقد أصبحت هناك قناعات مؤكدة لدى العديد من دول العالم أن القرن الواحد والعشرين هو قرن النانوتكنولوجي، أن قراءة بسيطة في حجم الأموال المخصصة لتجارب النانو تعكس مدى الاهتمام الدولي بهذه التقنية الواعدة ، فالطلب على المنتجات النانوية آخذاً بالازدياد و النمو ، ففي عام ٢٠٠١ بلغ معدل الإنفاق العالمي على المجال النانوي حوالي 54 مليار يورو. هذا و تشير التوقعات بأن هذا المبلغ سوف يتضاعف أربعة مرات حتى عام ٢٠١٠ . وفي عام ٢٠٠٤ وصل معدل الإنفاق في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها إلى حوالي ١٠٧٠ مليون يورو و في اليابان حوالي ٨١٠ مليون يورو و حوالي ١١٥٠ مليون يورو في أوروبا و ٢٥٠ مليون يورو في ألمانيا ، هذا و يوجد في ألمانيا اليوم حوالي ٥٠٠ شركة و مركز بحث و التي تهتم بتطوير و دراسة و تطبيق وإنتاج و تسويق هياكل غاية في الدقة و تقديم الخدمات النانوية و يبلغ عدد العاملين في القطاع النانوي حوالي ٢٥٠٠٠ عامل و عاملة(٥)، وفي السنوات الخمس الأخيرة دخلت الصين بثقلها إلى مضمار التنافس، ولعل التجربة الصينية والانجازات التي تحققت على مستوى الأبحاث والابتكارات، يجعلنا نتمنى على الدول العربية أن تدخل ميدان المنافسة بشكل مبكر خاصة وهي تمتلك المقومات العلمية والمادية لتحقيق انجازات مهمة في هذا المجال، ويكفي أن نشير إلى أن رائد علم النانوتكنولوجي هو من أصل عربي وهو عالم الفيزياء الأمريكي منير نايفة الأستاذ في جامعة ايلينوي الأمريكية، الذي رشح لنيل جائزة نوبل في الفيزياء على جهوده المتميزة في مجال النانو .

إن صعوبة التقنية النانوية تكمن في مدى إمكانية السيطرة على الذرات بعد تجزئة المواد المتكونة منها، كما أن صعوبة التوصل إلى قياس دقيق عند الوصول إلى مستوى الذرة يعد اعتراضا آخر يواجه هذا العلم الجديد الناشئ. فمقياس النانو: يشمل الأبعاد التي يبلغ طولها نانو متر واحداً إلى غاية الـــ١٠٠ نانو متر(٦)

المحور الثاني: تطبيقات تكنولوجيا النانو في المجالات العلمية

يمكن القول أن استخدام تكنولوجيا النانو تصلح للتطبيق في مختلف المجالات العلمية والهندسية والطبية والعسكرية وعلوم الفضاء وتصنيع الملابس والأغذية...الخ. لكن المجالات

المتاحة للإفادة الكاملة من هذه التقنية قد تختلف من بلد إلى آخر، تبعا لتوجهات وأهداف ذلك البلد، وهنا سنركز على المجالات التي تكاد تكون مثار اهتمام اكبر عدد من الدول :

١. مجال الطب. أن فكرة صناعة روبوت متناهي الصغر يمكن حقنه في جسم الإنسان لغرض حقن الخلايا المصابة بالعقارات الطبية دون تعريض الخلايا السليمة، يعد انجاز طبيا مهما، تتنافس عليه العديد من دول العالم اليوم من خلال التجارب المختبرية على الحيوانات. ويمكن لهذا الانجاز أن يحقق تقدما في معالجة الخلايا السرطانية بشكل مباشر. كما أن هذه الروبوتات يمكن أن تؤدي دور المستكشف لجسم الإنسان من خلال توجيهها باستخدام حواسيب متطورة لغرض الكشف المبكر عن الإمراض وإعطاء تقارير عن الوضع الحالي لخلايا الجسم، لكن بالرغم من النجاحات التي تحققت على مستوى التجارب المختبرية على الحيوانات باستخدام تقنية النانو، تواجه هذه الانجازات تحديات تعيق تقدمها، منها قوانين منع استخدام الجسم البشري لاختبارات من هذا النوع، وذلك لان العلماء لم يتمكنوا الى الآن من استنتاج الطريقة التي يمكن لجسم الإنسان أن يعامل بها مع هذه الروبوتات و مع ان هناك انجازات تحققت فعلا خاصة في مجال التصوير الإشعاعي والنواظير الدقيقة (٧) .

٢. مجال الفضاء. يعد الفضاء مجالا حيويا لتطبيقات النانوتكنولوجي ، إذ تخصص وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) أكثر من ٤٠ مليون دولار سنويا لتنفيذ أبحاث وتجارب تهدف إلى استخدام تكنولوجيا النانو في مجال الرحلات الاستكشافية للفضاء الخارجي، وهناك معدات نانوية استخدمت فعلا خاصة بالأجهزة ومكونات الأقمار الصناعية ومعدات رواد الفضاء ومن المؤمل أن تتم الإفادة من هذه التقنية بمجالات بناء الروبوتات صغيرة الحجم، وزيادة قدرة أجسام المركبات الفضائية على تحمل درجات الحرارة العالية (٨) .

٣. مجال التسليح والصناعات الحربية. واحدة من ردود الفعل السلبية على تكنولوجيا النانو هو إمكانية توظيفها في المجالات العسكرية، وظهور سباق تسلح جديد على مستوى الأسلحة النانوية، وبالفعل بادرت بعض الدول منها على وجه الخصوص الولايات المتحدة الأمريكية و إسرائيل بتخصيص ميزانيات ضخمة لمشاريع بحوث وتصنيع بهدف تطوير معدات نانوية تستخدم للأغراض العسكرية، منها على سبيل المثال صناعة طائرات بحجم (الدبور) مجهزة بأجهزة مراقبة واستشعار وكاميرات دقيقة جدا يمكنها، تعقب الأشخاص والقطاعات العسكرية وإرسال تقارير إلى مقرات القيادة، فضلا عن إمكانية تسليحها بأسلحة دقيقة جدا قادرة على تدمير

أهدافها بدقة متناهية، وهناك الكثير من السرية والغموض الذي يحيط بتجارب الدول على استخدام هذه التكنولوجيا في المجالات العسكرية(٩).

المحور الثالث: تأثير تكنولوجيا النانو على صناعة المعالجات الرقمية

مجال الحواسيب ووسائط خزن المعلومات تتنافس الشركات الكبرى المتخصصة في تصنيع الحواسيب، على تحقيق انجازات مهمة في هذا المجال بالاعتماد على تكنولوجيا النانو، ويمكن تحديد الاتجاهات التطويرية على الحواسيب في ثلاث اتجاهات رئيسية هي:

- زيادة سرعة المعالجات بالاعتماد على الموصلات الضوئية وخفض معدل استهلاك الطاقة والانبعاث الحراري.
- زيادة السعة التخزينية لذاكرة الوصول العشوائي RAM مع قدرتها على الاحتفاظ بالبيانات حتى بعد انفصال مصدر الطاقة.
- زيادة معدل الاحتفاظ بالطاقة لبطاريات أجهزة الحاسب .
- إنتاج وسائط خزن بيانات بسعات خزنيه تفوق ما موجود منها الآن.

والجدير بالذكر إن زيادة القدرة على إيصال المعلومات في الدوائر الكهربائية، هي أحد أكبر التحديات التي تواجه مصممي الدوائر الكهربائية ؛ فالرغبة المستمرة في زيادة معدلات السرعة غالبا ما تؤدي إلى زيادة الناتج الحراري بسبب ازدياد مرور الإلكترونات في الدوائر الكهربائية ، الأمر الذي قد يؤدي إلى «احتراق» الدائرة بكاملها إذا لم يتم تبريدها بشكل مدروس، وأحد أكبر المشاكل التي تحد من تطور المعالجات والذاكرة في الحاسوب هي ظاهرة انتقال الإلكترونات من مسارها إلى مسار آخر عند تقليص حجم الدائرة الكهربائية ، فالتقنيات المستخدمة اليوم تعتمد على معدل تصغير تبلغ ٦٥,٩٠ نانو متر في التصميم ، مع هذا يواجه المصممين ظاهرة انتقال الإلكترونات من مسار ما إلى آخر بسبب التنافر الكهربائي بينها وبين إلكترونات أخرى قريبة ،لذا فان إمكانية التصغير ممكنة لمعالجات الحواسيب لكن استخدام الموصلات الكهربائية تقف عائقا أمامهاوعليه تتجه التجارب اليوم إلى محاولة استبدال الموصلات الكهربائية بأخرى ضوئية إلا إن السرعة الفائقة للضوء يصعب التحكم بها ولا يمكن الإفادة من الضوء في عملية تناقل البيانات ما لم يتم التحكم بسرعته. ويبدو إن هذا الانجاز يمكن أن يتحقق إذ استطاع باحثون يعملون في شركة (IBM) وهم (يوري فلاسوف، ومارتن أوبويل، وهيندريك هامان، وشاري

مكناب) بالعمل على برنامجها "إبطاء وتخزين ومعالجة الضوء" (Slowing, Storing and Processing Light) من الاقتراب أكثر من حلم استبدال الكهرباء بالضوء في إيصال سيل المعلومات بين أجزاء الدوائر وهذا الأمر سيؤدي إلى تطورات جذرية في أداء الحاسب الآلي وكل الأنظمة الإلكترونية الأخرى، والاستغناء تماما عن الأسلاك في الحاسوب، فالباحثون استطاعوا إبطاء سرعة الضوء إلى واحد على ٣٠٠ من سرعته المعتادة، عن طريق تمريره في قنوات من السليكون المصنع بعناية بالغة، يسمى موجه الموجات (PCW) Photonic Crystal Waveguide وهي شريحة رقيقة من السليكون «منقطة» بمجموعات من الثقوب تكسر أو تغير من مسار الضوء المار بها، هذا التصميم للقنوات يسمح بتغيير سرعة الضوء عن طريق تمرير تيار كهربائي لموجه الموجات والجدير بالذكر أن فكرة إبطاء الضوء كانت قد تحققت سابقا في ظروف مختبريه؛ إلا إن الجديد في الموضوع هو انه أصبح بالإمكان التحكم بسرعة الضوء على شرائح سليكونية باستخدام وسائل تصنيعية تعتمد على تكنولوجيا النانو. وحجم هذا الجهاز الذي استطاع العلماء تصنيعه صغير جدا، ويمكن استخدام المواد شبه الموصلة فيه وهي المواد التي تُستخدم عادة في تصنيع الدوائر الكهربائية، ولها القدرة على التحكم بسرعة الضوء أو إبطائه، في هذه الحالة تجعل بالإمكان لهذه التقنية أن تصنع الدوائر الضوئية (Optical Circuits) والتي يتوقع لها أن تكون في غاية الصغر مقارنة بالدوائر الالكترونية الحالية وأكثر استقراراً، ولتحقيق هذا الانجاز تتجه الأبحاث اليوم إلى إنتاج تقنيات نانوية توفر تحكما كاملا بإشارات الضوء على أن تبقى كلف تصنيعها قليلة نسبيا فضلا عن صغر حجمها، ويعد استخدام موجهات موجات الكريستال الفوتوني، البديل الأمثل كونها تحتوي على معامل انحراف للضوء عال بسبب وجود أنماط من مجموعات الثقوب فيها فكلما ازداد معامل الانحراف قلت سرعة الضوء الخارج منها وبزيادة حرارة موجهات موجات الكريستال الفوتوني عن طريق تمرير تيار كهربائي فيها يتم تغيير معامل الانحراف الأمر الذي يغير من سرعة الضوء الخارج من الثقوب باستخدام قدرة كهربائية قليلة جدا، ومن أهم الانجازات التي تحققت في هذا المجال إنتاج شركة Nantero جيل جديد من ذاكرة الوصول العشوائي (RAM) Random Access Memory. أطلق عليها اسم (NRAM)Nonvolatile Random Access Memory . وهذه الذاكرة حسب وصف مخترعها Dr. Thomas Rueckes ستكون أسرع من (DRAM) Dynamic Ram واقل استهلاك للطاقة ، ولها القدرة على تحمل مختلف الظروف البيئة مثل الحرارة والبرودة العاليتين

أو التأثيرات المغناطيسية، والاهم إنها ذاكرة غير متطايرة إذ تحتفظ بالمعلومات المسجلة عليها حتى مع انفصال مصدر الطاقة عنها، وهذه الذاكرة مرشحة للاستخدام في أجهزة الحاسوب و الروبوتات، وتساعد كثافتها العالية على استخدامها في خزن ملايين المقطوعات من التسجيلات الصوتية بخاصية MP3. كما يدعي الباحثون أن بإمكانهم إنتاج معالجات وأماكن لحفظ المعلومات ذات سعات عالية جدا بحجم النانو، لذلك لا تتعجب عندما تسمع عن حواسيب ضوئية تختلف عن حواسيب اليوم في السرعة الفائقة والسعات العالية وصغر حجمها إذ يتوقع أنها ستكون في حجم القلم(١٠)، فضلا عن إمكانية استخدامها في أجهزة الهاتف المحمول، ويمكن الإفادة من سعتها الخزنية الهائلة في خوادم الشبكات(١١) .

المحور الرابع: دور التعليم العام في تعليم ونشر ثقافة العلوم النانوية :-

تكنولوجيا النانو تمثل أرضية مشتركة لعلوم الهندسة ، والأحياء، والفيزياء ، والطب، والكيمياء، ولقد بدأ توظيف واستخدام تكنولوجيا النانو في تطوير هذه العلوم واستخدام عناصر هذه المجالات في بناء العلوم الدقيقة والتطبيقية برؤية جديدة تمثل نقلة نوعية في العلوم النانوية وما يتصل بها من علوم أخرى ؛ ولكي تبلغ تكنولوجيا النانو أقصى قدراتها الكامنة لتسهم في بناء المجتمعات الحديثة تحتاج للقوى العاملة والمدربة في أبحاث النانو وتطوير الصناعات المتصلة بها؛ لكن إعداد وتوفير الموارد البشرية في مجال تكنولوجيا النانو والتعليم والتدريب المستمر يواجه صعوبات وتحديات متعددة، يلخصها **فوناش** (٢٠٠١) Fonash (12)بأن **التحدي الأول** يمثل ببساطة القدرة على جذب الطلاب للبرامج التعليمية والتدريبية المتعلقة بتكنولوجيا علوم النانو التي توصف بأنها في طور الولادة ولازالت تمر بمرحلة التطوير لتمثل الثورة الصناعية القادمة. **والتحدي الثاني** يتمثل في تصميم البرامج التعليمة والتدريبية المطلوبة في مجال تكنولوجيا النانو. وفي ذات السياق يلفت النظر وبشكل مركز إلى أن المكونات الأساسية الضرورية لتهيئة القوى العاملة في تكنولوجيا النانو هي معرفة المعلمين والطلاب وأولياء أمورهم على حد سواء ماذا يجرى خلف التطبيقات التكنولوجية المختلفة مثل الكمبيوتر والهاتف النقال كيف تعمل من الناحية التكنولوجية؟ ليس كيفية استخدامها فحسب، إضافة إلى معرفة الدور الذي ستلعبه تكنولوجيا النانو في المستقبل ولتحقيق ذلك لابد من إعادة صياغة وتطوير النظام التعليمي خصوصا التعليم العام.

لذا يتضح أن أي مبادرة تسعى جادة لتطوير الجوانب التعليمية والتدريبية لتكنولوجيا النانو لابد أن تجعل من التعليم قاعدة أساسية للانطلاق وتحديداً التعليم الثانوي الذي تتشكل فيه اتجاهات الطلاب عادة نحو التعليم الجامعي، هذا من جهة ومن جهة أخرى رفع مستوى الوعي العام وثقافة المجتمع بماهية تكنولوجيا النانو وما ستتيحه من فرص متعددة على كافة المستويات وخصوصا بناء الاقتصاد المعرفي وتعزيز حضور الدول النامية في عصر العولمة و التنافسية الاقتصادية ، وفي محاولة تطوير وإصلاح التعليم لمواكبة الثورة النانوية ومواجهة التحديات المستقبلية في إعداد الموارد البشرية التي تلبى احتياجات متطلبات العرض المتنامي للقوى العاملة عالية الكفاءة والتدريب في مجال تكنولوجيا النانو، لابد من اتخاذ تدريس العلوم ركيزة محورية لإحداث النقلة النوعية المأمولة و لابد من الإشارة لبنية مقررات العلوم الحالية في المرحلة الثانوية وخصوصاً الرياضيات ، والفيزياء، والكيمياء، والأحياء التي عادة ما تقدم وتدرس بشكل مواد تخصصية منفصلة لا تربطها أسس ومفاهيم مشتركة الأمر الذي يتنافي مع النظرة الحديثة القائمة على دمج وتكامل هذه العلوم تمهيدا لتدريس وتعليم العلوم النانوية الذي يرتكز على أنه مجال يجمع فروع العلوم المختلفة بشكل متكامل وهذا ما أكده ستيفنز وآخرين (٢٠٠٧) Stevens et al.(13) بأن دمج مفهوم العلوم النانوية مع مفاهيم فروع العلوم الطبيعية الأخرى سيعزز من فهم وتعليم العلوم النانوية لطلاب المرحلة الثانوية، كما أشاروا للدور الذي تبناه المركز الوطني للتعليم والتدريب في مجال العلوم النانوية National Centerfor Learning and Teaching In Sciences(NCLT nano-scale) حيث تركز دوره في تأهيل وتدريب طلاب المرحلة المتوسطة والثانوية كذلك المرحلة الجامعية بهدف توطين المفاهيم النانوية في الفصول الدراسية. وفي ذات الوقت أصبح من الأهمية بما كان تكامل التعليم والبحث في إعداد أجيال الباحثين القادمة للتعاون في كافة التخصصات والثقافات، ومن هنا نشأ برنامج جديد يعرف بالمدرسة العالمية للدراسات المتقدمة في تكنولوجيا النانو(٢٠٠٦)(14) Studies GlobalSchool for Advanced (GSAS)، ويهدف البرنامج لبناء شراكة قوية بين الباحثين الجدد وتطوير مهارات القيادة مبكراً في حياتهم المهنية، وحتماً أن أي مبادرة لتطوير تدريس العلوم وفق هذه الرؤية تعتمد بشكل جوهري على تطوير وتدريب المعلمين جنباً إلى جنب مع النظرة التكاملية لتدريس فروع العلوم الطبيعية كوحدة متكاملة في إطار دمج العلوم النانوية وتهيئة الطلاب في مرحلة ما قبل التعليم الجامعي وهذا ما أكدته توصيات الاتحاد الأوربي

(٢٠٠٥)(15) من خلال ورش العمل والأبحاث التي قدمت في تطوير الموارد البشرية في تكنولوجيا النانو، بضرورة تدريب المعلمين في مجال تكنولوجيا النانو وتنمية خلفيتهم العلمية فيما يتعلق بالعلوم النانوية

المحور الخامس :- واقع الجوانب التدريبية والتعليمية للعلوم النانوية:

شهد العالم في العقد الماضي حراكاً متنامياً وثورة حقيقة في تكنولوجيا النانو وما يتصل بها من العلوم النانوية وعلى وجه التحديد يقود هذا التوجه الجديد كل من الولايات المتحدة الأمريكية التي تستثمر ملايين الدولارات سنويا في تكنولوجيا النانو لتحقيق التنمية المستدامة والتنافسية الاقتصادية (16) Palma Healy and، إضافة لليابان ودول الاتحاد الأوربي، وتركزت جل هذه المبادرات في العديد من الدراسات التي تناولت واقع الجوانب التعليمية والتدريبية لتكنولوجيا النانو والعلوم النانوية التي شخصت الواقع وحددت معالم المستقبل لما ينبغي عليه جانب التعليم والتدريب وما يعول عليه في إعداد الموارد البشرية التي تلبي الاحتياج المتزايد في هذا المجال على مختلف الأصعدة بدءاً بالتعليم الثانوي ، والباحثين ، والتقنيين ، والقوى العاملة في القطاع الصناعي ، تبنت الولايات المتحدة الأمريكية في عام(٢٠٠٠) (17) المبادرة الوطنية لتكنولوجيا النانو Nanotechnology Initiative National (NNI)، والذي تركز أحد أهدافها على بناء قاعدة قوية لمصادر التعلم المتعلقة بتكنولوجيا النانو والعلوم النانوية كما تبنت أيضاً برنامج تحت رعاية Sciences Foundation National (NSF) ، المعروف ببرنامج شبكة البنية التحتية الوطنية للتعليم لتكنولوجيا النانو(NNIN)(Nanotechnology The National Programs Education-Infrastructure Network. (٢٠٠٧) (18) ومن خلال هذا البرنامج تربط هذه الشبكة أكثر من ثلاثين جامعة حول أمريكا ويركز البرنامج لتطوير القوى العاملة لمقابلة الاحتياج المتنامي في مجال تكنولوجيا النانو إضافة لتثقيف العامة بما يعرف بالتنور النانويnano-literate . كما تضمنت هذه المبادرات مبادرة أخرى تعرف بالتعليم في الوقت المحدد(٢٠٠٦) (JITE) education Just in-time كما أشار إلي ذلك لاختاكيا (19) ، ويهدف لدمج العلوم التكنولوجية والإنسانية في مرحلة ما قبل التعليم الجامعي بغية تطوير مفاهيم مشتركة بين المختصين في العلوم التكنولوجية والعلوم النانوية في المستقبل وذلك بتكوين لغة مشتركة تتعامل مع المواضيع الاجتماعية، والأخلاقية ، والقانونية، والسياسية التي تتكشف عن تطوير تكنولوجيا النانو، وغير بعيد عن هذه المبادرات عقدت المنظمة الأوروبية

European Commission ورشة عمل في (٢٠٠٥)(20) لبحث مبادرة لتطوير الموارد البشرية في تكنولوجيا النانو والعلوم النانوية حيث حددت المواضيع التدريبية والبحثية لتطوير تصور لإمكانية متابعة المبادرة على مستوى الاتحاد الأوربي وخلصت إلى توصيات مهمة تلخصت بشكل مركز في أن الجوانب التدريبية لتكنولوجيا النانو متعددة التخصصات ليس متعلقة بالعلوم الطبيعية فحسب بل تتطلب مهارات في العلوم الإنسانية والفلسفية لذا تطوير الموارد البشرية بحاجة لنطاق واسع من التدريب في جميع التخصصات المشار إليها. ورغم هذه المبادرات والجهود الجادة في مواكبة ثورة تكنولوجيا النانو والعلوم النانوية، إلا إن الدراسة التي أجراها بوترألسكا وآخرين (٢٠٠٧) Poteralska et al.(21) حول تطوير نظام التعليم والتدريب في مجال تكنولوجيا النانو أشارت للحقائق التالية:

- المناهج التعليمية المختارة والمقدمة في تكنولوجيا النانو في كل من الولايات المتحدة واليابان ودول الاتحاد الأوروبي لا تتضمن جميع مجالات النانو.
- عدم وجود تعاون وتنسيق بين مراكز أبحاث تكنولوجيا النانو والقطاع الصناعي في إعداد التقنيين والمختصين في مجال تكنولوجيا النانو بما يلبي حاجة سوق العمل.
- الرؤية التعليمية التي تدمج بين العلوم النانوية وتقنية النانو مقتصرة فقط على دراسات مرحلة الدكتوراه.
- النقص الملحوظ في المختصين كذلك الجامعات المتخصصة في مجال تكنولوجيا النانو.

وهذا يؤكد بأن الجوانب التعليمية والتدريبية في مجال تكنولوجيا النانو والعلوم النانوية رغم الجهود الحثيثة التي تبنتها الدول الرائدة في هذا المجال لم ترقى للطموح ولازالت بحاجة للمزيد من الجهود، وبات من الضروري أن تتزامن وتتضافر المبادرات التعليمية مع آليات الدعم والتمويل المالي بالإضافة إلى إنشاء مؤسسات بحثية بشراكة مع قطاع الصناعة لضمان تماشي المبادرات التعليمية مع التطبيقات الصناعية في مجال تكنولوجيا النانو وفي هذا الإطار عكفت دول الاتحاد الأوربي على وضع إستراتيجية طموحة للتعليم والتدريب في تكنولوجيا النانو والعلوم النانوية (٢٠٠٧) (22) مثلت خارطة طريق لتحديد الاحتياجات التدريبية المستقبلية لتكنولوجيا النانوية لتوجيه مسار الأنشطة التدريبية وتطوير التدريب، وتتمحور هذه الإستراتيجية حول زيادة الوعي العام من خلال زيادة كفاءة فاعلية التدريب وتعزيز التعاون بين مراكز الأبحاث، كذلك تقديم برامج قصيرة تلبي الاحتياج الصناعي إضافة لدمج التكنولوجيا الإلكترونية مع تكنولوجيا النانو في البرامج

التدريبية ، ولتحقيق أقصى ما يمكن من فاعلية للجوانب التدريبية والتعليمية لتكنولوجيا النانو والعلوم النانوية لابد من تضافر الجهود والمبادرات العالمية لاسيما من الدول الرائدة في هذا المجال ، وذلك بتكثيف التعاون العالمي على كافة المستويات لتحديد التحديات المهمة في تعليم تكنولوجيا النانو والعلوم النانوية وذلك بتطوير منظور جديد لتطوير وتصميم أدوات تعليمية لمفهوم العلوم النانوية متعددة التخصصات.

الخاتمة والتوصيات

ان صناعة التعليم فى عصر النانو سوف تشهد طفرات مذهلة ربما تفوق ما يتوقعة الانسان ورغم ما ستحققه تكنولوجيا النانو من تقدم وتطور ورفاهية للإنسانية إلا أنها تمثل تحدياً حقيقاً للأنظمة التعليمية في الدول الرائدة في هذا المجال كذلك الدول التي لازالت في بداية الطريق ولاشك أن تطوير وإصلاح التعليم يعد أولوية قصوى وذلك بإحداث نقلة نوعية وحقيقة في طرق واستراتيجيات التعليم ان توظيف تكنولوجيا التعليم واستثمارها بشكل كبير في تعليم العلوم والمفاهيم النانوية وتقريب مفاهيمها. وعلى الجانب الآخر والذي لا يقل أهمية عن سابقها تثقيف العامة وتوطين العلوم النانوية على كافة الأصعدة مما سينمي ويجذب الأجيال القادمة نحو تعلم العلوم النانوية ، كما يجب التنويه لأهمية دور القطاع الصناعي وما يجب أن يضطلع به من دور في عقد شراكات مع المراكز البحثية والتخصصية والاستثمار وتمويل الأبحاث في مجال تكنولوجيا النانو كذلك البرامج التعليمية والتدريبية المبنية على احتياج القطاع الصناعي ، كما يجب على التعليم الجامعي التوسع في تقديم البرامج التعليمية والتدريبية في شتى مجالات النانو وتقديم الدرجات العلمية التخصصية وتبني الشراكات مع المؤسسات التعليمية الرائدة كوسيلة هامة في استقطاب الخبرات العالمية.

وقد تبنى الباحث خمسة محاور رئيسية هى :

المحور الاول: ما هى تكنولوجيا النانو.

المحور الثاني: تطبيقات تكنولوجيا النانو فى المجالات العلمية

المحور الثالث: تأثير تكنولوجيا النانو على صناعة المعالجات الرقمية

المحور الرابع: ما دور التعليم العام في تعليم ونشر ثقافة العلوم النانوية

المحور الخامس :- واقع الجوانب التدريبية والتعليمة للعلوم النانوية

المراجع :-

1- http://rs.ksu.edu.sa/20749.html نشر فى ٣٠ اكتوبر ٢٠١٠

٢- طلال ناظم الزهيري النانوتكنولوجي أفاق مستقبلية لبناء المكتبات الرقمية على الهاتف المحمول بحث منشور في المجلة العراقية لتكنولوجيا المعلومات المجلد الثالث – العدد الاول – ٢٠١٠

٣- تطبيقات النانوتكنولوجيا في علوم الأغذية - ومدى الوعي بهذه التكنولوجيا -محمد عاشور الكثيري ٢٠١٠

4- .N. Taniguchi (1974). On the Basic Concept of 'Nano-Technology. Proc. Intl. Conf. Prod. London, Part II British Society of Precision Engineering..in http://en.wikipedia.org/wiki/Nanotechnology

٥- علي دريوسي. الحوار المتمدن. العدد: ١١٣٠ -٢٠٠٥ على الرابط
http://www.ahewar.org/debat/show.art.asp?aid=33013 :

٦- يعادل كل نانومتر ١/ ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠. من المتر

٧- متاح على الرابط http://www.plasma-sy.com/node/8870

8- Nanotechnology: Scientists Pin Big Hopes on a Small Scale : على الرابط .
http://www.space.com/businesstechnology/technology/nanotech_space_041222.html

9- . David HAY. , MILITARY APPLICATIONS OF NANOTECHNOLOGY : CHALLENGES FOR ARMS Control. Available on http://www.ipb.org/newsletters/docs/MilApplicat%20NanoTech.pdf

١٠- http://rs.ksu.edu.sa/20749.html نشر فى ٣٠ اكتوبر ٢٠١٠

١١- متاح على الرابط http://www.nantero.com/mission.html

12- Fonash, S. (2001) Education and training of nanotechnology workforce. Journal of Nanoparticle Research. 3, pp. 79-82.

13- Steven, S., Shank, P., Sutherland, L., and Krajcik , J. (2007) Big Ideas in Nanoscience .Unpublished document. University of Michigan. http://www.hice.org/project/nano/index.html.

14- Global School of Advanced Studies (2006) Available: inwww.globalnanotechnologynetwork.org.

15- European Commission (2005) Communication from the commission: Towards a European Strategy for Nanotechnology. European Commission: Available http://www.cordis.lu/nanotechnology.

16- Healy. N. and Palma،D.(2007) Development and Implementation of a Comprehensive Nano-education Program. International Conference on Engineering Education. Coimbra, Portugal، ٧-٣September 2007.

17- National nanotechnology Initiative (2000) The initiative and its Implementation Plane. National Science and Technology Council Committee on Technology, Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering and Technology.

18- The National Infrastructure Network-Education programs(2007) Available :www.education.nnin.org.

19- Lakhtakia, A. (2006) Priming Pre-University education for nanotechnology .Current Science, 90(1), pp.37-40.

20- European Commission (2005) .مرجع سابق

21- Poteralska, B., Zielinska, J. and Mazurkiewicz, A (٢٠٠٧) .The Development of Education and Training Systems in The Field of Nanotechnology. Journal of College Teaching and Learning. 4(6), pp. 7-16.

22- Vision 2020-Nanoelectronics at the center of change(2007) A farsighted strategy for Europe: Report of high level Group : available www.eniac.eu