مفاهيم كيمياء النانو

تأليف

Ludovico Cademartiri and Geoffreu A. Ozin

ترجمة

أ.د. ناصر بن محمد العندس

قسم الكيمياء-كلية العلوم

جامعة الملك سعود

أ.د. سهام بنت عبدالرحمن العيسى

قسم الكيمياء-كلية العلوم

جامعة الأميرة نورة بنت عبدالرحمن

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

ح) دار جامعة الملك سعود للنشر ، ١٤٤١هـ ، ٢٠١٩م.

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

كاديار ، لودوفيكو

مفاهيم كيمياء النانو./ لودوفيكو كاديار ؛ جيفري أ أوزين ؛ ناصر بن محمد العندس ؛ سهام بنت عبدالرحمن العيسى .- الرياض، ١٤٤١هـ

٤١٤ص؛ ١٧×٢٤سم

ردمك: ٠-٨٠٣-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

١- تقنية النانو أ. اوزين ، جيفري أ. مؤلف مشارك، ب.العندس ، ناصر بن محمد (مترجم). ج. العيسى، سهام بنت عبدالرحمن (مترجم) د. العنوان

ديوي ٥, ٦٢٠ ١٤٤١/١٧٦٥

رقم الإيداع: ١٤٤١/١٧٦٥

ردمك : ٠-٨٠٣-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

هذه ترجمة عربية محكمة صادرة عن مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Concepts of Nanochemistry.
By: Ludovico Cademartiri an Geoffrey A. Ozin.
© WILEY-VCH Verlag GmbH& Co KGaA, Weinheim
وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه الثامن عشر للعام الدراسي ١٤٣٩/ ١٤٤٠هـ المعقود بتاريخ ١٧/ ٨/ ١٤٤٠هـ الموافق ٢٢/ ٤/ ٢٠١٩م.

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يسمح بإعادة نشر أي جزء من الكتاب بأي شكل وبأي وسيلة سواءً كانت إلكترونية أو آلية بما في ذلك التصوير والتسجيل أو الإدخال في أي نظام حفظ معلومات أو استعادتها بدون الحصول على موافقة كتابية من دار جامعة الملك سعود للنشر.

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

مقدمة المترجمين

الحمد لله والصلاة والسلام على نبينا محمد وعلى آله وصحبه ومن والاه إلى يوم الدين .

يحتل علم النانو في وقتنا الحالي حيزا مهماً بين العلوم الأساسية والتطبيقية ،لقد كان تطور هذا العلم منذ لحظة ميلادية في ليلة باردة من ليالي شهر ديسمبر عام ١٩٥٩ حيث ألقى البروفسور ريتشارد فينمان عالم الفيزياء الأمريكي الشهير أول محاضرة عن علم النانو بعنوان "هناك حيز كبير في القاع" There's Plenty of Room at the Bottom ، وكما هي البدايات دائما مرفوضه ، عُدَّ ما طرحه من حقائق وتصور مجرد خيال علمي يتغلب فيه الجانب النظري على الجانب العلمي.

كانت هذه المحاضرة هي نقطة الانطلاق لثورة القرن الحادي والعشرين ولبداية عصر تكنولوجيا القرن الجديد . فرضت هذه التكنولوجيا نفسها وبقوة على المجتمع العلمي لأنها هي التكنولوجيا الوحيدة القادرة على دمج العلوم والعديد من التقنيات مع بعضها ومن ثم كان لها الفضل الكبير في تحقيق الطفرات العملاقة في عالم الاتصالات والمعلومات ، والهندسة الوراثية والطب ، ومجال الطاقة المتجددة ، وتنقية المياه ... إلخ .

سعت كثير من الدول المتقدمة في البدايات على توفير الدعم المالي والبحثي للبحوث في هذا المجال وقد وصل الإنفاق العالمي خلال الفترة من ٢٠٠٠- ٢٠٠٨ إلى حوالي ٣٥ مليار ، وفي عام ٢٠٠٥ نظر البرنامج الإنمائي للأمم المتحدة إلى تقنية النانو كتقنية أولى لتحقيق التنمية وحل المشكلات أو التخفيف من المشاكل الناتجة عن الفقر والمرض و التي عجزت التكنولوجيا التقليدية عن حلها .

حين قررنا ترجمة كتاب يتناول هذا العلم الجديد على المكتبة العربية، كانت هناك خيارات كثيرة في هذا المجال، وهناك العديد مما ترجمه زملاؤنا مشكورين، وكان تساؤلنا ما الجديد الذي سنضيفه،

الخيارات كانت كثيرة، وكان لا بد من البحث عن كتاب يتناول هذه المفاهيم بطريقة مبدعة وغير تقليدية، لذا قررنا اختيار كتاب "مفاهيم كيمياء النانو " للعالم جيفري أوزين وهو من أوائل مؤسسي علم النانو وأساتذته على مستوى العالم وتلميذه المبدع والفيلسوف لودوفيكو كاديماتيري.

الكتاب يحتوي على عشرة فصول تبحث في المفاهيم الأساسية لعلم النانو، وتم تحديد المفاهيم الأساسية وهي: السطح، والحجم، والشكل، والتجميع الذاتي، والعيوب، والنانو حيوي، وحددت المواد التي سيتم تطبيق هذه المفاهيم عليها وهي: السيليكا، الذهب، بولي ميثيل سيلوكسان، سيلينيد الكادميوم، وأكسيد الحديد والكربون، ومن خلال تنقلنا بين كيمياء النانو لهذه المواد الست سنرى كيف سمح تطبيق هذه المفاهيم باكتشاف ظواهر جديدة وإيجاد حلول لكثير من المشاكل البيئية والصناعية والتقنية.

حرصنا أن يحظى الكتاب بثقة القارئ والباحث لذا حرصنا على أن تتم الترجمة عبر قناة لها مركزها وثقلها العلمي بمجال الترجمة وكان تشجيع ودعم مركز الترجمة بجامعة الملك سعود هو الحافز لنا لإتمام هذا العمل، فلهم كل التقدير والشكر والامتنان.

الكتاب هو رحلة في عالم النانو، رحلة علمية عززها د أوزين و رحلة فلسفية وفنية كانت بصمات د. لودفيكو واضحة عليه، لذا كانت هناك كثير من المصطلحات تتسم بصعوبتها ولا تنتمي إلى المصطلحات العلمية، فهي إما فلسفية وإما فنية أضفت قدراً من الجمال والربط بواقع الحياة على المادة العلمية رغم الصعوبات التي وجهناها في ترجمة هذه المصطلحات .

هذا الإنجاز هو ثمرة جهدنا، لقارئنا الكريم وهو ناقدنا الأول، والذي نأمل أن نحظى بملاحظاته القيمة من تصويبات ورؤى مستقبلا، شاكرين مقدما كل من يساهم معنا في هذا العمل.

كما نشكر الأخ الكريم الأستاذ " عبدالرحمن بن سعد الطليحي " جامعة الملك سعود-قسم الكيمياء على جهوده القيمة في الطباعة والصف والإخراج الفني للكتاب حتى يكون بالصورة النهائية التي وهي بين أيديكم

ختاما نحمد الله ونشكره وهو ولي التوفيق.

المترجمان

المحتويات

مقدمة المترجمين..... ط
تمهيد ..... ك
حول المؤلفين ..... م
شكر وتقدير ..... ق
مقدمة ١

الفصل الأول

مقدمة لمفاهيم كيمياء النانو ١٥
١,١ : كيمياء النانو- ما دلالة الاسم ١٥
١,٢ على سطح الأشياء ١٧
١,٣ الحجم هو كل شيء تقريباً ٢٧
١,٤ الشكل ٣٣
١,٥ التجمع الذاتي ٣٩
١,٦ كلمتان حول العيوب ٥٠
١,٧ واجهة النانو الحيوي ٥٤
١,٨ السلامة ٦٥

الفصل الثاني

السيليكا **٧٣**
٢,١ مقدمة ٧٣
٢,٢ السطح ٧٥
٢,٣ الحجم ٨١
٢,٤ الشكل ٨٨
٢,٥ التجمع الذاتي ٩٣
٢,٦ العيوب ١٠٤
٢,٧ النانو الحيوي ١١١
٢,٨ الملخص ١١٤
٢,٩ السيليكا- غذاء نانوي للتفكير ١١٥

الفصل الثالث

الذهب **١٢٥**
٣,٣ مقدمة ١٢٥
٣,٣ السطح ١٢٦
٣,٣ الحجم ١٣٢
٣,٣ الحجم ١٣٩
٣,٣ التجمع الذاتي ١٤١
٣,٣ العيوب ١٤٧
٣,٧ النانو حيوي ١٥٢
٣,٨ الذهب –غذاء نانوي للتفكير ١٥٦

الفصل الرابع

بولي ثنائي ميثيل سيلوكسان **١٦٣**
٤,١ المقدمة ١٦٣
٤,٢ السطح ١٦٥
٤,٣ الحجم ١٧١
٤,٤ الشكل ١٧٩
٤,٥ التجمع الذاتي ١٨٥
٤,٦ العيوب ١٨٩
٤,٧ النانو الحيوي ١٩٣
٤,٨ PDMS–غذاء نانوي للتفكير ١٩٨

الفصل الخامس

سيلينيد الكادميوم **٢٠٣**
٥,١ المقدمة ٢٠٣
٥,٢ السطح ٢٠٥
٥,٣ الحجم ٢١٠
٥,٤ الشكل ٢١٨
٥,٥ التجمع الذاتي ٢٢٧
٥,٦ العيوب ٢٣١
٥,٧ النانو الحيوي ٢٣٥
٥,٨ غذاء نانوي للتفكير ٢٤٢

الفصل السادس

أكسيد الحديد ٢٤٩
٦,١ المقدمة ٢٤٩
٦,٢ السطح ٢٥٠
٦,٣ الحجم ٢٥٨
٦,٤ الشكل ٢٦٦
٦,٥ التجمع الذاتي ٢٧١
٦,٦ النانو الحيوي ٢٧٣
٦,٧ أكسيد الحديد- غذاء نانوني للتفكير ٢٧٩

الفصل السابع

الكربون ٢٨٥
٧,١ المقدمة ٢٨٥
٧,٢ السطح ٢٨٧
٧,٣ الحجم ٢٩٥
٧,٤ الشكل ٢٩٨
٧,٥ التجمع الذاتي ٣٠٢
٧,٦ النانوالحيوي..... ٣٠٧
٧,٧ الخاتمة ٣١١
٧,٨ الكربون غذاء نانوني للتفكير ٣١١

الفصل الثامن

حالات نانو كيميائية ٣١٥
٨,١ مقدمة ٣١٥

٨,٢ الحالة رقم ١ ..... ٣١٨
٨,٣ الحالة رقم ٢ ..... ٣٢٧
٨,٤ الخاتمة ٣٤٠

الفصل التاسع

كيمياء النانو التوصيفية (التشخيصية) **٣٤١**
٩,١ المراجع الدورية ٣٤١
٩,٢ تقنيات المجاهر ٣٤٢
٩,٣ تقنيات الحيود ٣٤٦
٩,٤ التقنيات الطيفية ٣٤٧
٩,٥ التقنيات المغناطيسية ٣٥٢
٩,٦ طرائق الفصل ٣٥٢
٩,٧ التقنيات الحرارية ٣٥٣
٩,٨ تقنيات الامتزاز ٣٥٣
٩,٩ التقنيات الالكترونية ٣٥٤

الفصل العاشر

التحديات في كيمياء النانو ٣٥٥
١- التشخيصات ٣٥٨
٢- علاج الأمراض ٣٥٨
٣- الحفز ٣٥٨
٤- الخلايا الشمسية ٣٥٨
٥- المركبات النانونية ٣٥٩
٦- الكشف الكيميائي ٣٥٩

٧- المعالجات البيئية ٣٥٩
٨- مواد للخزن الآمن للغازات ٣٥٩
٩- التنقل النانوي ٣٥٩
١٠- مواد معلومات الكم ٣٥٩
١١- علم السمية النانوي ٣٥٩
١٢- تقنيات الفصل ٣٦٠
ثبت المصطلحات **٣٦١**
أولاً: عربي – إنجليز ي ٣٦١
ثانياً: إنجليزي – عربي ٣٨٤
كشاف الموضوعات **٤٠٧**

مقدمة

لماذا الاهتمام بكيمياء النانو؟

هناك أوقات في التاريخ تمثل نقلة نوعية ومسؤولة بصورة رئيسة عن تغييرات كبيرة في المجتمع: يمثل الحديد، والمحركات، والترانزستور، والألياف البصرية، وشبكة الإنترنت. أمثلة أكثر وضوحاً وشهرة. حدثت هذه الاكتشافات لأننا وضعنا بعضاً من افتراضاتنا التي تعايشنا معها موضع تساؤل فتغلبنا عليها فأدت إلى تحول واضح في ثقافتنا وحضارتنا.

توصف تكنولوجيا النانو بأنها قلب النقلة المقبلة والثورة الصناعية القادمة. ويعتقد بأن السيطرة على إمكانياتها ستكون مفتاحاً لمستقبل القدرة التنافسية للدول، ولكن ما الوعد الذي تعدنا به تكنولوجيا النانو؟ وكيف ستعمل على تحسين حياتنا وتخلق فرصاً تجارية، وتحل أي مشكلة كبيرة تواجه كوكبنا؟!.

يعتقد العديد من العلماء أنها ستُمكِّن الدول من إيجاد حلول لمشاكلهم بأقل تكلفة مؤدية لحياة أكثر صحة وأطول عمراً لشعوبها، وأنها ستقدم أفضل الخلايا الشمسية، وأصغر وأسرع جهاز حاسب آلي وحلولاً كمعالجات بيئية والعلاج القادم للسرطان، والكثير يؤمن بمساعدتها على حل مشكلة الاحتباس الحراري.

من المهم بالنسبة لك فهم أنه بجانب ذلك ثمة ضجيج وتخوف من بعض العواقب الذي يحيط بها هناك العديد من الاكتشافات الممتعة، وهناك شيء فريد من نوعه حول تكنولوجيا النانو

يجعلها نقلة نوعية حقاً: إنها ليست مجرد اكتشاف أفضل لحل مشكلة أو طريقة أكثر ذكاءً لمعالجة قضية، ولكنها طرق جديدة للتفكير في الحلول، ومجموعة جديدة أوسع نطاقاً لقواعد اللعبة.

من المؤكد أن إحدى النتائج المترتبة على هذه الضجة هي القلق بشأن سمية المواد النانوية. ولا تزال ذكرى الاسبستوس (أنها مادة نانوية) حية في أذهاننا، كما لا يزال المجتمع يدفع كلفتها الجذب المتزايد لاهتمام الحكومات، التي زادت الآن تمويل بحوث سمية المواد النانوية، خصوصاً أن أهم التطبيقات الواعدة للنانو برزت في التشخيص والعلاج الطبي.

يبدو أن الحكومات في جميع أنحاء العالم تفهم الإمكانات لتكنولوجيا النانو من منظور خلق فرص عمل جديد. ففي كل نقلة نوعية في التاريخ تكون مؤسسات ذلك الوقت في الغالب غير قادرة على التكيف مع قواعد اللعبة الجديدة التي يتم التفوق عليها من قبل المشاريع الصغيرة الجديدة الأكثر قدرة على التكيف والمتميزة بدقة تصميمها. ومن هنا يمكننا الفهم بأنه لا أحد يرغب بتفويت هذه المرحلة التي من شأنها تمهيد الطريق لسنوات عديدة قادمة.

إن سعي تلك الحكومات بإدخال مقدمة عن تكنولوجيا النانو في المناهج الأكاديمية مفاجأة. بدأت الدرجات العلمية في هندسة النانو وتكنولوجيا النانو وعلوم النانو في الانتشار في جميع أنحاء العالم، وتيرة هذا التحول يدفع ضريبتها أعضاء هيئة التدريس ؛ فهم في معظم الأحيان غير مدربين على وجه التحديد في علوم النانو. هذه الضروريات المتغيرة خلقت طلباً على موارد التدريس في كل مستوى من مستويات الخطط الدراسية وفي كل التخصصات: أما الموضوعات التقليدية فهي محدودة الأفق، لأن النانو متعدد التخصصات ويعبر الحدود بين الكيمياء والفيزياء والبيولوجيا والطب وعلم المواد والهندسة.

هناك دوافع كثيرة لتدريس علوم النانو في المراحل المبكرة من المناهج الدراسية، فمن المهم تزويد الأجيال الجديدة بمفاهيم علوم النانو وجعلها تعتاد عليها، ومن ناحية أخرى، ومن وجهة نظر تربوية أكثر فإن تدريس علم النانو لطلاب السنة الأولى في الجامعة يؤثر بعمق على عقلية متلقيها. الحقيقة المُتَّفَق عليها على نطاق واسع بأن السنوات الأولى من دراسة الطالب الجامعية تحدد عقليته العلمية في كثير من الأحيان يرسخ ما تعلمه طالب الكيمياء في السنتين الأوائل من دراسته

الجامعية في ذهنه وإلى الأبد أنه كيميائياً وعلى الأقل في أسلوب حله للمشاكل الخاصة به. يفسر هذا لماذا يواجه الكثير من حملة درجة دكتوراه الكيمياء صعوبات في الدخول إلى كيمياء النانو، ولماذا يسهل في كثير من الأحيان للكيميائي التفرع في مجالات مختلفة من الكيمياء على الدخول في تخصص ليس فرعي مرتبط به في الفيزياء.

تدريس علوم النانو في السنوات الأولى للطالب الجامعي يعطي الطلاب الأدوات اللازمة لمعالجة هذا الموضوع وبطريقة أكثر فعالية ومتعددة التخصصات.

أثناء إعداد بناء طريقة التفكير في الاتجاه الصحيح هناك بالتأكيد أهداف مهمة لواضعي السياسات والمربين على الأرجح هناك تحدٍّ أكبر يتمثل في ماهية علوم النانو التي يمكنها المساعدة. في عالم يصارع نحو منهج تقوده المعرفة إلى الأعمال وتكوين الثروات، فالتغيرات كبيرة في عادات الناس واحتياجاتهم ستولد الحاجة لمراعاة هذه التغيرات، وسيكون تأثير قلة ميل الطلاب للمشاركة في التخصصات العلمية مدمراً. هذه المشكلة أصبحت واحدة من الأولويات في أمريكا الشمالية، وهو ما دفع شركات التكنولوجيا الكبيرة للتوظيف من الخارج لملء صفوفها وحاجاتها.

إن الأمل المعقود على نطاق واسع في أن إدخال علوم النانو في مناهج المراحل الأولى من المرحلة الجامعية سيساعد على زيادة اهتمام الطلاب بمجال العلوم لفترة طويلة جداً. ويفسر النقص في أعداد المسجلين في أقسام العلوم على أساس "أن العلوم الصعبة صعبة" وهو ما يدفع الطلاب للتهرب منها. ومن المحتمل أن التخمين الأصح هو أن الطلاب لا يرون في العلوم الصعبة وسيلة لإحداث تغيير بعد الآن، إنما يريدون الحصول على وظيفة تسمح لهم بإنقاذ الأرواح أكثر من اكتشاف المواد التي تنتج أفضل كاثود للبطاريات. اليوم نقدم ونولي الكثير من الأهمية لمكاننا في المجتمع. ويعرف الطلاب بأنهم سيُسألون من قبل أقرانهم عما يدرسون أو فيم يعملون؟ هم يريدون أن يكونوا قادرين على الإجابة عن هذه الأسئلة بصوت عال وليس بحياء أو بصوت منخفض. وفي سياق مماثل من المرُجَّح أن الطلاب لديهم المفهوم الذي يفضل الوظيفة ذات العائد العالي، ومن ثم ستمنحهم حياة مريحة لهم ولأسرهم بدلاً من الوظيفة المتدنية الأجر.

يعد هذا الكلام من العموميات. بعض زملائنا أنقذ الملايين من الأرواح من خلال اكتشافاتهم، وبعضهم الآخر أصبح من أصحاب الملايين. ولكن الاختباء خلف الاستثناءات لا يحل المشكلة مطلقاً.

إذا كنت طالباً يقرأ هذا الكتاب سترى في الصفحات التالية أن هناك ما يكفي من الوعود في علوم النانو وكيمياء النانو لإبقائك مشغولاً وسعيداً لفترة طويلة من الزمن. فمن خلال المعرفة والبحث، يمكنك أن تقرر معالجة أهم المشاكل التي تواجه كوكب الأرض بدءاً من ظاهرة الاحتباس الحراري إلى إصلاح البيئة، ومن تقليص نسبة (CO_2) وإعادة تدوير المواد الهيدروكربونية إلى السيارة التي تعمل بالطاقة الهيدروجينية، ومن زيادة متوسط العمر المتُوقَّع في الدول النامية إلى علاج السرطان، ومن تجديد أي جرح إلى اكتشاف أصل الحياة. يمكنك فعل ذلك، وعليك أن تقرر فقط أي قضية تريد محاربتها وحلها؟ عليك أن تقرر كيف تريد قضاء وقتك؟ عليك أن تقرر أين يجب أن تكون توقعاتك. فأنت من يحدد المرحلة.

يمكننا قول الكثير عن العديد من التخصصات العلمية الأخرى المماثلة، مثل الكيمياء والفيزياء التقليدية. الفرق هو أن علوم النانو هي اللعبة الجديدة الكاملة، التي تفتح مجموعة كاملة من الاحتمالات لعدد محدود فقط من الناس القادرين على اللعب، ويمكن أن تكون أنت من بين تلك القلة من الناس المشاركة في لعب دور يؤدي إلى الجهة المطلوبة.

في حال قرارك اختيار علم النانو، تأكد بأنه سينمي فيك عقلاً تستطيع الاعتماد عليه متى وأين ما احتجت له هناك حاجة إلى خبراء النانو في الوقت الحاضر في مكاتب المحاماة، والشركات، المشاريع التجارية، ووسائل الإعلام، وبنوك الاستثمار، والمستشفيات، والقطاع الحكومي، فالكل يريد معرفة ما يجري في مختبرات الكيمياء المجنونة تلك حيث تسجل الكيمياء الرائعة تأثيرها هناك.

متسلحون بهذه الدوافع قُمنا بوضع أقدامنا على هذه الطرق غير المكتَشفة بكتابة كتاب عملي مخصص للطلاب الجدُد. بدأنا في البداية بمباشرة هذا الموضوع بطريقة تقليدية، بدءاً بما اعتقدنا أنها الأساسيات، الذرات والتركيب الشبكي والعلاقة بين التركيب البنائي والخواص وهلم جرا ثم انتهينا إلى شيء يبدو كثيراً بأنه نسخة مصغرة من كتاب كيمياء الحالة الصلبة.

لقد كان واضحاً في تلك المرحلة بحصولنا على شيء خاطئ هناك الكثير من مواضيع كيمياء النانو مثل بوليمرات الكتلة والتي من الصعوبة تقديمها في هذا الكتاب، لأنها ليست جزءاً من كيمياء الحالة الصلبة التقليدية. بالإضافة إلى أنه يفترض كون الكتاب صالحاً لأي خلفية علمية،

وليس حكراً على الكيميائيين : سيكون من الصعب على علماء الأحياء رؤية أهمية المرور على شبكات برافيه إذا كان يريد معرفة ما يمكنه القيام به مع الليبوزومات ونقاط الكم الغروية للكشف عن خلايا السرطان. وعلى نفس المنوال فإن عدداً قليلاً جداً من الكيميائيين يرى أهمية معرفة تفاصيل انقسام الخلية إذا كان اهتمامهم بالكيفية التي يمكن استخدام عصا الذهب النانونية في الكشف الجزيئي الأحادي. المزيد من المحاولات الأخرى لتصحيح المشروع انتهت في أول الأمر إلى تضخم لا يمكن السيطرة عليه من الخطوط العريضة لاحتوائه على عدد متزايد من الحقائق والتفسيرات.

كان لدينا في تلك المرحلة رغبة للقيام بالبحث عن الذات. اعتقادنا أنه من الممكن تعليم مبادئ كيمياء النانو والتدريب في حوالي (٣٠٠) صفحة بطريقة تشعرنا بالكمال.

واتضحت الحقيقة بعد النظر في طريقة عملنا بكيمياء النانو في مختبراتنا، يوما بعد يوم. فهمنا أن ما تتم مناقشته في كثير من الأحيان خلال جلسات العصف الذهني أو اجتماعات الغذاء في مختبرنا هو على مستوى المفاهيم وليست بالكيمياء، ولا الفيزياء، أو الهندسة في حد ذاتها، بل هي كيمياء النانو. يمكن للطلاب الذين لديهم خلفية بسيطة في الكيمياء المشاركة بشكل سريع ومثمر في نقاشاتنا، لأن هناك العديد من المفاهيم الأخرى التي يُستند عليها في منطقنا الجماعي.

هذه المفاهيم هي التي تحدد النواة الأساسية لكيمياء النانو وذلك بالإرشادات الثابتة في تصميم حلول كيمياء النانو، والمصادر غير المحدودة لتطوير الأفكار الجديدة، هذه المفاهيم هي جوهر هذا الكتاب، وتشتمل على أهم الجوانب التي تحتاجها لفهم كيمياء النانو.

ما كيمياء النانو؟.

تمثل كيمياء النانو جانباً من علوم الكيمياء المختصة بعلم النانو، حيث تدخل الكيمياء ملعب النانو. وفي الحقيقة إن علم النانو ينبغي أن يكون متعدد التخصصات ويلغي الفوارق والتقسيمات بين كيمياء و فيزياء النانو، وأحياء النانو، وهندسة النانو، ومن الممكن أن يكون هناك مستوى معين من التصنيفات ذو فائدة في هذا الأمر. سبب ذلك هو أن المفاهيم الأساسية لكيمياء النانو هي نفسها لا تتغير، سواء كانت في كيمياء النانو، أم فيزياء النانو، أم هندسة النانو، ولكن الاختلاف يكمن في

الطريقة التي يتم بها استخدام تلك المفاهيم ودراستها وتطبيقاتها وربطها مع بعضها البعض للحصول على نتيجة.

كيمياء النانو بطريقة أو بأخرى ضحية لسوء التوصيف الذي وقع على جميع علوم النانو في بداية ثورة تكنولوجيا النانو. أعطى التعريف الأولي عندما أدرك العلماء حدوث أشياء غريبة لمواد حجمها يقع ضمن مقياس النانومتر. يُعرف النانو على أنه العلم الذي تدرس فيه طرق التحضير والتغيرات الكيميائية في مقياس النانو عندما تعتمد التأثيرات على الحجم.

تبع ذلك نقاش حول أين ينبغي وضع بداية تحديد الحجم الذي يمكن عنده تحديد خصائص المواد كنانو أم غيره؟ وكان لذلك تداعياته، خصوصاَ أن التمويل يذهب إلى أي شيء له علاقة بالنانو، ولكن يبدو أن قلة من العلماء لديهم فكرة واضحة عما إذا كانت أبحاثهم حقاً نانو أم لا سميت المعقدات المعروفة سابقاً باسم المعقدات الجزيئية ، بمعقدات النانو الجزيئية.

وضعت العتبة بعد ذلك عند(١٠٠) نانومتر بشكل تعسفي، وقد اقترحنا تعريفاً أكثر مرونة عند(١٠٠٠) نانومتر، ومنذ ذلك الوقت أصبح العديد من موضوعات النانو في طي النسيان. وبالرغم من وجود عدد متزايد من أوراق البحوث في مجال النانو، والتي بدأت في دفع تلك الحدود إلى البقاء، وإلى تولد شعور غريزي لدى الجميع للحكم على بقاء كيمياء النانو.

هنالك اعتبار بسيط يمكنه المساعدة على تعريف أي شيء على أساس مقياس الطول. الأطوال مستمرة ولا يوجد حل للاستمرارية في الانتقال من (1) نانومتر إلى(١٠٠٠٠) نانومتر. فالتغير سلس ويشمل جميع القيم التي بينهما، فقوانين الطبيعة لا تعرف القفز.

عندما نتحدث عن تأثير التقييد الكمي من التجربة يتأثر CdSe (المركب الأكثر تدليلاً في علم النانو) عند حوالي(٥) نانومترات، غير أن PbSe يتأثر عند حوالي(٤٠) نانومتراً . لكن هذه الظواهر متشابهة وجميعها ظواهر نانونية. تمثل الخاصية الشعرية لمسافات طويلة، ولكنها أيضاً تمثل واحداً من العناصر الرئيسة للتجمع الذاتي على مقياس النانو. وينبغي التمييز بين الأنواع المختلفة من القوى الشعرية لمعرفة أي منها نانوية أو غير نانوية؟ هذا، لا يبدو ذكياً أليس كذلك؟

إن ضعف هذا التعريف الذي بني على أساس مقياس الطول في كيمياء النانو يتمثل في جموده

وصرامته وافتقاره للتشعب، وعدم قدرته على تمثيل تعدد الأبعاد للظاهرة، وهو يشبه تعريف كانداف في فيلم سيد الخواتم بأنه الرجل ذو القبعة المدببة.

يمكن إيجاد تعريف أكثر إرضاءً وشمولية من خلال المفاهيم الأساسية لكيمياء النانو. وتأسيس التعريف على المفهوم يعطيه الانفتاح مما يجعله أكثر ملاءمة لمثل هذا المجال المتنوع والمتعدد التخصصات.

نجد أن المفاهيم التي اخترناها تجسد كل جانب من جوانب كيمياء النانو يمكن التفكير فيها بدون إسهاب، أو إفراط، أو غرابة، بل تسمح لنا بتأطير كل إنجازات كيمياء النانو بعبارات بسيطة في إطار متماسك ومُحكَم. وهذه المفاهيم إذا أخذت منفردة لا تُعرِّف كيمياء النانو بالصورة المطلوبة، ولكن بتجميعها، وتفاعلها، وتأثيرها على بعضها بعضاً يمكنها تعريف كيمياء النانو، وهي تمثل شبكة من هذه المفاهيم التي تحدد هذا المجال ككل وتُميِّز تفكير كيميائي النانو.

هذه المفاهيم هي : السطح، والحجم ، والشكل ، والتجميع الذاتي، والعيوب، والنانو حيوي، عنونت جميع هذه المفاهيم بشكل فردي في فصل مقدمة المفاهيم، وبتعريفها وشرحها يمكن معرفة دور كل منها بكيمياء النانو.

تشييد البُنى النانونية الجديدة دائما ما يشمل على كيمياء أسطحها، حجم وشكل وحدات البناء، وكيفية انسجام السطح والشكل لتشكيل الوحدات البنائية في التجمع الذاتي لهياكل ذات وظيفة، ومن الممكن احتواؤها على عيوب وظيفية قد تكون حلولاً لمشاكل إلكترونية، أو فوتونية، طبية أو تحليلية حيوية. حقيقة أن يكون الحجم حاضراً دائماً رغم صغره لأهميته في كيمياء النانو، لذا فليس هناك حاجة لتحديد مقياس الطول بشكل صارم في إطار هذا العمل.

وبمجرد إدراكنا بأن المفاهيم ستكون صلب كتابنا فقد حاولنا وضع الخطوط العريضة للكتاب حول هذه المفاهيم، ولكن وجدنا أنفسنا عالقين مرة أخرى وكان منهجنا يؤدي إلى فصل قوي شاسع بين المفاهيم، بدلاً من بناء شبكة تربط بين المفاهيم والتي ينبغي أن تكون هدفنا.

وبعد قيامنا بالمزيد من المراجعة، تذكر واحد منا كتاباً قديماً جداً عن كيمياء الحالة الصلبة للكاتب: ولتر مور Walter Moore بعنوان: (الحالات السبع للمادة الصلبة)[1]. هذا الكاتب

معروف بكتابه: " الكيمياء الفيزيائية" الذي أصبح كتاباً مرجعياً لمدة (30) عاماً[2]، استخدم في كتيبه الصغير هذا عن الحالات السبع، نهجا غير مسبوق لموضوع صعب تدريسه، فبدلاً من الذهاب من الأسفل إلى الأعلى ومن الألف إلى الياء بدءاً من شبكة برافيه (BravaisLattics) والتماثل والمضي قدما لشرح البنى الإلكترونية وما إلى ذلك. قام بمزج حالات تاريخية مع المنهج التقليدي للتدريس. ويشتمل الكتاب على سبعة فصول: وكل منها يركز حصرياً على مادة واحدة مثل (NaCl) أو (Si) وأخذه كحالة لتوضيح كيمياء وفيزياء قسم كامل من أقسام المواد الصلبة. كتاب رائع يعطيك الإحساس أنك تتعلم شيئاً جديداً عن شيء تعرفه وتراه في كل يوم. عرض بشكل يوضح جماليات الكيمياء والفيزياء وقدرتها على العثور على الجوانب المدهشة للمواد اليومية مثل (NaCl) أو (Si) وكان كل ذلك في شكل كتاب دراسي أبهر العالم بجمال الطبيعة.

ومن ثم قررنا اتباع هذا المنهج من خلال تحديد المواد التي من خلالها نتمكن من توضيح القوة التحويلية لكيمياء النانو من جميع جوانبها. أردنا التأكد من عدم ترك أي من المجالات المهمة ومواضيع كيمياء النانو دون إيضاح، وهذا ينطوي على بحث طويل جداً لمجموعة صغيرة من المواد.

الحالات الست لكيمياء النانو هي : السيليكا، الذهب، بولي ميثيل سيلوكسان، سيلينيد الكادميوم، وأكسيد الحديد والكربون. كل هذه المواد، وربما باستثناء سيلينيد الكادميوم (CdSe) وبولي ثنائي ميثيل سيلوكسان (PDMS) هي أسماء مألوفة بالنسبة لك،ومن خلال رؤية الطريق التي يمكن من خلال كيمياء النانو تحويلها إلى شيء مدهش وعليك التعود على الاحتمالات التي لم تكتشف بعد.

في كل فصل سترى الفصول الفرعية التي تعالج كافة المفاهيم الأساسية بالتفاصيل، وكيف سمح تطبيق ذلك المفهوم على المواد للعلماء بإيجاد حل جديد تماماً أو اكتشاف ظاهرة غير مألوفة.

وسوف ترى كيف يمكن تشكيل أكسيد الحديد (الصدأ) بواسطة كيمياء النانو كعامل تباين يعتبر الأكثر فعالية للتصوير بالرنين (MRI)، مع إمكاناته الفريدة للكشف عن السرطان واحتمال القضاء عليه في مراحله المبكرة؛ وسوف نرى كيف يمكن لهندسة السيليكا (الزجاج) السيطرة على تدفق الضوء واعتراض مساراته؛ وسنرى كيفية استخدام PDMS (السيليكون) لإنشاء دوائر

للموائع والتي ستسمح للبلدان النامية بالحصول على نفس إمكانات الكشف عن مسببات الأمراض في العالم المتقدم؛ وسوف نرى كيف يمكن للكربون التَّشكُّل في أي صورة وربما يصبح الاختيار القادم لأجهزة المواد الإلكترونية.

ومن خلال هذا المنهج نأمل أن نعرفك ونعرض عليك كيمياء النانو بشكل وبصورة مختلفة عن غيرها من فروع الكيمياء الأخرى، لكن ذلك لن يكون عن البُنى الذرية ولا عن تركيب المادة، إنما هو عن الكيفية التي تقوم من خلالها مفاهيم كيمياء النانو بالسماح لك بتحويل حتى أكثر المواد تواضعاً إلى حلول لأي مشكلة أو لغز، في حين أن الكيمياء حتى الآن تعمل معظمها من خلال "درجات الحرية" التي يقدمها الجدول الدوري، وستقوم كيمياء النانو الآن بفتح الباب على مصراعيه لست "درجات حرية "أكثر تُمكننا من التَّحكُّم في سلوك المواد، تماماً بما يكفي لإبقاء الجميع مشغولاً ومتحمساً ولفترة طويلة من الوقت.

وعليه فاقتراحنا لتعريف كيمياء النانو أن يكون في هذا السياق: كيمياء النانو هي فرع من الكيمياء التي تتعامل مع التحضير والتجميع الذاتي لوحدات البناء مشاركة مع السطح، والحجم، والشكل، والخواص المعتمدة على العيوب، وعلى استخداماتها المحتملة الكيميائية والفيزيائية، وفي علوم المواد، والهندسة، والتطبيقات الحيوية والطبية.

تعليمات الاستخدام لهذا الكتاب

السؤال الأول الذي نجد أنفسنا مجبرين للإجابة عنه هو "ماذا سأحصل من هذا الكتاب"؟

من هذا الكتاب ستحصل على رؤية واضحة وشاملة لكيمياء النانو، في جميع ممارساتها واكتشافاتها الأكثر تقدماً، وذلك من خلال النظر عبر عدسة مفاهيم كيمياء النانو. وستفهم من خلال قراءة هذا الكتاب الكيفية التي تتضافر من خلالها المفاهيم المختلفة لإيجاد حلول ملموسة.ستدرك مخاطر تطوير تكنولوجيا النانو دون مراقبة وتحقق، وستدرك الفرص من وراء كونك جزءاً من الأشخاص الذين سيعملون على التَّحقُّق من ذلك. وسترى كيفية تطبيق مبادئ كيمياء النانو بسهولة في مجالك، سواء كان الكيمياء، أو الفيزياء، أو علوم المواد، أو الهندسة وعلم الأحياء، أو الطب. ستكون قادراً على التمييز بين الدعاية والحقائق، وعلى قراءة أي ورقة علمية في

مجال كيمياء النانو، وعلى فهم معظم استنتاجاتها وإلى أي طيف من مجالات كيمياء النانو تنتمي. سوف تكون قادراً على رؤية وفهم الاتجاهات التي تتجه إليها كيمياء النانو. وستكون مُحفَّزاً باستمرار مع الأفكار والأسئلة الاستفزازية المُصمَّمة لفتح آفاق عقلك لفهم الإمكانيات المذهلة لهذا المجال، وستتاح لك الفرصة للرجوع إلى أكثر المصادر البارزة والمرموقة في حال قررت تعميق معرفتك في أحد المواضيع التي تقوم بتغطيتها. وسوف تكون قادراً على دخول مختبرات البحوث في مجال كيمياء النانو والانطلاق للعمل بنشاط وقوة.

ولكن الأهم من ذلك إذا كنت طالباً فستحصل على قاعدة قوية وثابتة في معظم المفاهيم التي تبنى عليها مناهج علوم النانو والمعرفة، وإذا كنت أستاذاً فستكون نقطة انطلاق لإعداد وتطوير المحاضرات في مجال كيمياء النانو، مع الاستعانة بالأشكال التي يمكن استخدامها على الفور كشرائح عرض بفصول الفيزياء، إضافة إلى الكيمياء، والتكنولوجيا الحيوية، والهندسة، والطب وعلوم المواد.

ربما يلاحظ المعلمون أن هذا ضئيل إلى حد ما من حيث عدد الصفحات لتغطية طيف كيمياء النانو كله. ولكن أولئك الذين يعرفون كتابنا المتقدم قد يلاحظون حتما الفرق بين الحجم والوزن.

هذا الكتاب ليس ملخصاً لكتابنا المتقدم بل العكس تماماً، هو كتاب مُصمَّم للطلاب الجدد، حيث يتم فيه إعطاؤهم وزناً أكثر أهمية للمفاهيم والأفكار التي يحتاج المبتدئون إلى فهمها بأي تكلفة كانت. لأن المفاهيم ستسمح لهم بقراءة وفهم المقالات المتُخصِّصة، وتبين لهم أين موقعهم داخل نطاق كيمياء النانو الفسيح. وسوف تظهر المفاهيم الموضحة في هذا الكتاب: أين تكمن الروابط الرئيسة بين المواضيع؟ أما الكتاب المتقدم فقد كان للذين يشاركون بالبحث ويريدون بقاء معلوماتهم حديثة على الدوام في هذا المجال، وهذا الكتاب البديل الذي من خلاله ستحصل على أوسع وأقوى قاعدة تمكنك من إرساء العمل الأساسي الخاص بك.

نحن ندرك عدم وجود تفاصيل كثيرة في هذا الكتاب وسيبقى كذلك. لاعتقادنا أن التفاصيل تأتي بعد أن يتم فرش ووضع أرضية للمفاهيم للبناء عليها، فدراسة وتعلُّم كل التفاصيل

حول المواضيع المختلفة (وفي البداية) والتي تبدو غير ذات صلة بعلم الكيمياء النانو ستبدو للطلاب بلا معنى أو جدوى. وسوف يفكرون ويعتقدون أن كل ما يدرسونه ما هو إلا فضول وليس جزءاً من إطار أكبر من المعرفة.

ما هو وارد هنا في هذا الكتاب كمقرر دراسي هي مادة يمكن أن تكون في ثماني محاضرات أو ست عشرة محاضرة من حيث طول المحتوى (محاضرة واحدة أو اثنتان للفصل الواحد) أو حتى دورة مصغرة يتم فيها تحديد فصول معينة بالكتاب. ونحن نقترح أيا كان المنهج المستخدم فمقدمة المفاهيم ينبغي قراءتها، وذلك لأنها تحدد أفكار الكتاب، وتوضح معنى المفاهيم التي تجسدها كيمياء النانو.

في كل فصل من فصول هذا الكتاب ستجد بعض صناديق النانو التي يتم فيها شرح بعض المصطلحات التي سيصعب شرحها بشكل كبير في تسلسل النص، أو أنها ملخص للتحضيرات.

وفي نهاية كل فصل ستجد (غذاء نانوياً فكرياً) لتحفيز الأفكار، والذي يتكون من سلسلة من الأسئلة التي تستهدف التفكير وتحفيز الفضول الخاص بك. وليس من المفترض أن يتم استخدامها كأسئلة امتحان، لأنها غالباً ما تتطلب البحث المكتبي من مصادر مستقلة. هي فرصتك للتفكير الخلاق حول المشاكل المتعلقة بكيمياء النانو، ومعرفة ما إذا كان يمكنك الخروج باقتراح للتوصل إلى حل باستخدام الأدوات التي تعلمتها. وعليك عدم الانزعاج أو الحزن إذا لم تكن قادراً عن الإجابة عن هذه الأسئلة، لأنه أحيانا لا يوجد لها حل حتى الآن. فهي فرص لك لإطلاق ملكاتك الإبداعية، والتوصل للأفكار المجنونة، وتَعلُّم الشعور بالحرية، والتَّخلُّص من القيود أو الحدود خلال العصف الذهني .

الجزء الصعب من ممارسة التعلُّم ليس تحديد الفكرة الجيدة بل الحصول عليها. وأفضل وسيلة للحصول عليها ، كما قال (لينوس باولينج Linus Pauling) هو في الحصول على العديد منها. ونحن بدورنا نود الإضافة بتواضع من أجل الحصول على العديد من الأفكار، فإنك في حاجة للشعور بالسماح لك بالتعبير عنها. وأن توقف تصفيتها عندما تقفز إلى ذهنك وعقلك. وقد قال زميلنا اللامع (ألبرت اينشتاين Albert Einsein)"الخيال أهم من المعرفة". لذلك ينبغي علينا التَّخُّيل.

إن آخر ثلاثة فصول لا تنطوي على مواد محددة، ولكنها لا تقل أهمية عنها. فالفصل الخاص بحالات نانوية يوضح لك حالتين تاريخيتين من أحدث الأدبيات العلمية الأخيرة، والتي تمثل مثالين رائعين عن الكيفية التي يمكن أن يتم بها بحث بكيمياء النانو. وسيظهر لك منطق ومفهوم كل فكرة، وكل خطوة من ذلك العمل، وكيف ترتبط معا لخلق شيء لم يكن موجوداً من قبل. هذا هو الترابط بين الأفكار التي من خلالها يتدفق الإبداع، والتفكير الخلاق، والتوصل إلى النجاح الكبير من العمل الشاق، وسيظهر لكم من خلال هذه الحالات كيف يمكن لكيميائي النانو من الدرجة الأولى أن يطور أبحاثه إما من خلال دافع الفضول، أو من خلال منهج حل المشاكل. يمكنك أيضاَ معرفة كيف يمكن حل مشكلة علمية من خلال تفكيكها إلى قطع أصغر، بحيث يمكن التعامل معها وتقييمها على السبورة مع علماء آخرين. دائما كيميائي النانو الجيد لا يعمل وحده، ورؤيته لهذا كنعمة من الله.

في الفصل التالي سوف تجد ما يمكن تسميته ورقة مرجعية لتقنيات التوصيف لمواد النانو، لن تجد فيزياء أو هندسة محددة وراء تلك الأجهزة، لكن فقط نوعية المعلومات التي يمكن الحصول عليها بشكل مثالي. هي ورقة مرجعية تمكنك من تعرف ماذا يمكنك تعلمه من أي تقنية بهذه الطريقة، ستعرف أين تضع نظرك عندما تكون في حاجة إلى قياسات كمية.

يختتم الكتاب بوجهة نظر حول تحديات النانو التي ستواجه الجيل القادم من كيميائي النانو، ومن سيقرأ هذا الكتاب قد يتساءل ماذا تبقَّى لهم للقيام به؟

إنهم بحاجة إلى أن يسألوا أسئلة تحقيقية مثل: " ما الخطوة التالية؟" و إلى أين نحن ذاهبون ؟ للمساعدة في توجههم من خلال غابة من الفرص تنتظرهم، بيَّنا تصورنا بين ما نعده حالة طوارئ وحالة النضج الراهنة لكيمياء النانو كحقل من العلوم. وقد أوردنا فيه بعض الأسئلة الصعبة، مثل: هل تحقَّقت مساحة الوعود العلمية والتقنية؟. أو هل كان الأمر أكثر من بدعة أخرى قد رُوِّج لها؟ ونحن نقول بأن كيمياء النانو لم تهز فقط الحدود بين المدارس العلمية التقليدية فقط، ولكن يمكنها أن تكون وسيلة رئيسة لتقديم حلول التحديات العلمية الهائلة في المستقبل.

وفي الختام نأمل أن تستمتع بهذا الكتاب التجريبي الذي تمتزج فيه اللهجة الخطابية مع المفاهيم الرئيسة الصعبة. ونحن نعرف على وجه اليقين بأن إتقانك ما هو مكتوب هنا سوف تسبق به بسنوات طلاباً يكافحون لتتبع كل تفاصيل النهايات غير المنجزة لكيمياء النانو لربطها بعضها مع البعض. وأنت تعرف بأن وقتك لا يُقَّدر بثمن أليس كذلك؟

المراجع

1- Moore, W. J. (1967) Seven Solid States, W. A. Benjamin.
2- Moore, W. J., (1962) Physical Chemistry, Prentice–Hall.