مقدمـــــــة

الحمد لله رب العـالمين، والصلاة والسـلام على أشرف المـرسلين، خليل الرحمن، وسيد البشـر أجمعين، نبينا محمد، وعلى آله وصحبـه ومن اهتدى بهديه إلى يوم الدين.

وبعـد، فإن استخـدامـات الإشعـاع الذري لم تـزل في اتسـاع مطـرد منـذ اكتشافه قبل حـوالي قرن من الزمان، ولا يـزال الناس بين مؤيد لـلاستفادة منه دون وعي بمخـاطـره القريبـة والبعيـدة ودون احتـراز منه، أو رافض لـه جملـة وتفصيلاً لارتباطه في أذهانهم بالهلاك والدمار الذي أحدثته القنبلتان النوويتان اللتان ألقـاهما الأمـريكان على مـدينتي هيروشيمـا وناجـازاكي اليابـانيتين في أواخر الحرب العـالمية الثانية، وما يتحدث عنـه الإعلام، بين حين وآخر، من مخـاطر التـرسانـات النوويـة لـدى بعض الدول وبخـاصة أمـريكا وروسيـا، واحتمال نشـوب حرب نوويـة لا تبقي ولاتذر. وبين هؤلاء وأولئك فـريق ثالث يـرى أن التقـانة النـوويـة مثلهـا مثل غيرهـا من ثمـار التقـدم العلمي والتقني الحـديث لهـا محـاسن ومسـاوئ، فإذا مـا استغلت الاستغـلال الصحيح مع الوعي بـالمخاطر وطـرق الوقايـة منها، ومع المـراقبة الدوريـة، أعطت الثمار المرجـوة منها، وأمـا إذا أسيء استخـدامها، وتم تـداولها بطـريقة غيـر واعية لمخاطرهـا ولطرق الوقايـة منها انقلبت وبالاً على مستخدميهـا، وربما طالت من حولهم.

ومن ثم كـانت الحـاجـة ملحـة إلـى كتـاب يمكن أن يتنـاولـه الجميع من متخصصين وغيـر متخصصين يعطي فكرة متكـاملـة عن الإشعاع الـذري من مختلف جوانبـه: المصادر والاستخدامـات، والمخاطـر والتأثيرات، وأسس وطرق الوقاية، ليكون نافعًا للمتخصص وغير المتخصص، حيث يوسع معرفة

الأول بالأفق الرحب للإشعاع الذي خارج نطاق تخصصه ويحذره المخاطر، ويعرفه الوقاية، كما أنه يعطي غير المتخصص الصورة الكاملة عن الإشعاع الذري ليكون في موقع يمكنه من تكوين رأي مستقل قائم على علم ومعرفة.

ولقد تولدت هذه الفكرة لدي قبل سنوات، وساعد على تبلورها عملي مستشارًا غير متفرغ لدى وزارة الصحة في مجال الوقاية من الإشعاع، وكذلك عملي في عدد من اللجان مع كل من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، والدفاع المدني. كل هذا جعلني أشعر بأهمية توافر مثل هذا الكتاب في المكتبة العربية، ولما كان ذلك يحتاج إلى كثير من الوقت والجهد فقد فكرت في البدء بكتابة عدد من المقالات قبل الشروع في وضع هيكل الكتاب، وبالفعل وفقني الله تعالى إلى ذلك فبدأت متوكلاً على الله سبحانه، بجمع المعلومات وكتابة عدد من الدراسات والمقالات نشرتها في عدة مجلات، مما ساعد على تبلور فكرة الكتاب مساعدة كبيرة، فقدمت مشروعًا بذلك إلى عمادة الدراسات العليا بجامعة الملك فهد للبترول والمعادن وتمت الموافقة عليه بفضل الله وتوفيقه.

وعندما بحثت عن المصادر باللغة الإنجليزية وجدت وفرة كبيرة منها يصعب حصرها، فبالإضافة إلى الكتب والدوريات المتخصصة هناك منشورات الهيئات الدولية والوطنية التي تعنى بالأمور المختلفة للإشعاع الذري مثل الوكالة الدولية للطاقة الذرية واللجنة الوطنية (الأمريكية) للوقاية من الإشعاع وغيرها كثير.

بينما هناك القليل من الكتابات العربية الجيدة في هذا المجال التي استعنت بها في كتابة هذا المؤلف، ولكن مما سرني أن الهيئة العربية للطاقة الذرية تصدر نشرة شهرية جيدة بالعربية بعنوان «الذرة والتنمية» تعنى بمختلف نواحي الإشعاع الذري. كما أن لمنظمة الطاقة الذرية العراقية

مجموعة قيمة من الكتب المنشورة، وعند هيئة الطاقة الذرية السورية كتب منشورة أيضًا.

لقد بذلت ما استطعت من الجهد في أن تكون لغة الكتاب ميسرة ولذلك تجنبت المعادلات الرياضية، واستعنت بالرسوم والأشكال البيانية والجداول والصور للإيضاح والتشويق، كما اجتهدت وسعي في الإشارة إلى المصادر التي نقلت عنها أو استقيت منها وقد تم ذلك في أغلب الأحيان بتصرف حسب ما رأيته مناسبًا، راجيًا أن أكون قد وفقت إلى ما أصبو إليه.

وقد وفقت بأخوين كريمين متمكنين هما الأستاذ الدكتور زغلول النجار، والدكتور عادل الشويخ رحمه الله الذين قاما بمراجعة مخطوطة الكتاب بكاملها وأبديا ملاحظاتهما القيمة عليه، كما استفدت من ملاحظات كل من الأخوين الكريمين الدكتور عبد القادر الجبوري والدكتور فلاح أبو جراد وأساتذة آخرين ـ جزاهم الله خيراً، فكان لجميع تلك الملاحظات الأثر الكبير في ظهور الكتاب بهذا المستوى الذي أرجو أن يحظى من القارئ الكريم بشيء من الرضا والقبول.

ولا يفوتني أخيرًا إلا أن أشكر عمادة الدراسات العليا بجامعة الملك فهد للبترول والمعادن التي قامت بدعم مشروع الكتاب، كما أشكر العاملين في مكتبة الجامعة لجهدهم في مساعدتي في الحصول على المصادر التي احتجت إليها.

وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين

محمد بن إبراهيم الجار الله

أستاذ الفيزياء المشارك

بجامعة الملك فهد للبترول والمعادن

والمستشار غير المتفرغ

بوزارة الصحة في مجال الوقاية من الإشعاع

تقديـــــــــم

الحمد لله الـذي علم بالقلم، علم الإنسـان ما لم يعلم، والصـلاة والسلام على خاتم الأنبيـاء والمرسلين سيدنـا محمد النبي الأمين، وعلى آلـه وصحبه ومن تبع هداه ودعـا بدعـوته إلى يـوم الدين، وعلى أنبيـاء الله ورسله أجمعين الذين نؤمن بهم وبرسالاتهم ولا نفرق بين أحد منهم، وبعد:

فإن من أهم الظواهر الكونية تلك الظاهرة المعروفة باسم الإشعاع أو التحلل الإشعاعي للعناصـر، وكان من أوائل من أدركها العالم الألمـاني ولهلم كونراد رونتجن (Wilhelm Conrad Rontgen) الذي اكتشف الأشعـة السينية في سنة ١٨٩٥م، وكان أول من استخدمها في تصوير يد بشرية.

ثم تـلاه الفـرنسي هنـري بيكيـريل (Henri Becquerel) الـذي اكتشف بمحض الصدفة أن عنصر اليورانيوم ومركباته المختلفة تقوم تلقائيًّا بإرسال حزم من الأشعة غيـر المرئية شبيهة في مفعـولها بأشعة رونتجن (الأشعـة السينية). وبعـد ذلك بقليل اكتشفت العالمـة البولنـديـة الأصل الفرنسيـة النشأة «ماريـا اسكلودسكـا» وزوجها الفـرنسي «بيير كوري» (Pierre Curie) أن لعنصـر الثـوريوم نفس الخـاصية التي اقتـرحت تسميتهـا بخاصيـة الإشعاع، وتسميـة العناصر التي لها نفس الخاصية باسم العناصر المشعة.

وقبل نهـاية سنـــــة ١٨٩٨م نجحت السيـدة ماريـا وزوجهـا بيير كـوري (Marie and - Pierre Curie) في اكتشاف عنصـر الراديوم المشع، وعـزله وكـذلك عـزل غيره مـن العناصـر المشعـة، كمـا قـام بيكيريل بعـزل عنصـر الأكتينيوم (Actinium).

وبعد ذلك تم اكتشاف حوالي ستين نواة مشعة معظمها قصيرة العمر وينتج عن تحلل عناصـر مشعة أخرى، أو عن تفـاعلات نووية متبـاينة، وأصبح من

المعلوم اليوم أن جميع العناصر التي يزيد عددها الذري على ٨٢ (أي التي تحتوي نواتها على عدد من البروتونات يزيد على ٨٢) هي عناصر مشعة، والعناصر الثقيلة تلك تنطوي في ثلاث مجموعات مشعة وهي: مجموعة اليورانيوم، ومجموعة الثوريوم، ومجموعة الأكتينيوم، هذا بالإضافة إلى عناصر أخرى خفيفة تتميز أيضًا بخاصية الإشعاع.

وفي سنة ١٩٠٢م تمكن العالمان البريطانيان رذرفورد وسودي (Rutherford and Suddy) من تفسير ظاهرة الإشعاع (Radioactive Decay) على أساس من عملية التحلل الذري (Atomic Disintegration) والتي تنادي بأن العناصر المشعة مثل اليورانيوم والثوريوم تتعرض لتحلل ذري تلقائي بطيء بمعدلات ثابتة لا تتأثر بالظروف المحيطة منتجة في النهاية الرصاص والهيليوم.

ولما كانت معدلات التحلل بالإشعاع هذه بطيئة جدًّا ـ في العادة ـ فقد اتفق العلماء على التعبير عنها بعمر النصف (أي بالمدة اللازمة لكي يفقد وزن معين من العنصر المشع نصفه على هيئة نهايات غير مشعة، وتتبقى له نصف شدته الإشعاعية الأولية).

والذرات التي تحتوي نواة كل منها على نفس عدد البروتونات (الموجبة) أي التي لها نفس العدد الذري (Atomic Number "Z") ولكن تختلف في عدد النيوترونات (المتعادلة) يمكن أن تكون سلسلة من النظائر التي لها نفس الصفات الكيميائية ولكن تختلف في عدد الكتلة الخاص بها (Mass Number "A")، وتختلف كذلك في بعض صفاتها الطبيعية مثل أن تكون مشعة أو غير مشعة، وتتميز كلها بأنها نظائر لعنصر واحد، فعنصر الأوكسجين مثلاً له ثلاثة نظائر معروفة هي($_{8}O^{16}$, $_{8}O^{17}$, $_{8}O^{18}$).

والبروتونات والنيوترونات في نواة الذرة تترابط مع بعضها البعض بقوى

تماسك هائلة، ولذلك فإن النواة إذا شطرت أو تحطمت أدى ذلك إلى انطلاق طاقة هائلة. وعندما تزدحم نواة عنصر ما بأعداد من البروتونات والنيوترونات تكفي للوصل بقوى الترابط بينها إلى أقصى حد يمكنها من إبقائها متماسكة، فإن الذبذبات العادية في داخل النواة قد تتعدى حدود ذلك الترابط فتتطاير أجزاء من النواة بصورة تلقائية وهذا ما يعرف بظاهرة الإشعاع أو التحلل الإشعاعي (Radioactivity or Radioactive Decay).

وفي مثل هذا التحلل التلقائي للنواة فإن الجسيمات المنطلقة غالبًا ما تتكون من اثنين من النيوترونات واثنين من البروتونات (ويُعرف كل واحد من هذه الجسيمات باسم جسيم ألفا)، وبخسارة مثل هذا الجسيم تترك النواة عادة في حالة من عدم الاستقرار مما يؤدي إلى انطلاق أشعة جاما، أو إلى انطلاق إلكترون واحد (مما يعرف باسم جسيم بيتا مع نيوترينو)، وغير ذلك من نواتج التحلل الإشعاعي.

ويقصد بالإشعاع الذري تلك الجسيمات وأكمام الطاقة (أشعة جاما) التي تنطلق تلقائيًا من نواة الذرة، وهي جسيمات وأشعة لها القدرة على التأثير على الذرات التي تتكون منها المادة ومن ضمنها الذرات المكونة لجسد الإنسان وأجسام الكائنات الحية، ولا يمكن أن يخفى خطر ذلك على صحة الإنسان والحيوان والنبات. فعلى سبيل المثال لا الحصر نشير إلى أن كلا من السيدة ماريا كوري وابنتها أيرين قد هلكتا بسرطان خلايا الدم البيضاء نتيجة لتعرضهما لجرعات كبيرة من الإشعاع، وهذا النوع من السرطان ينتج عن استقرار الراديوم المشع في نخاع العظام وهو أحد المراكز المهمة لتخليق خلايا الدم البيضاء في جسم الإنسان، وربما كانت هناك صلة مباشرة أو غير مباشرة بين كثرة انتشار الإصابة بالأمراض السرطانية وغيرها من الأمراض المستعصية والتشوهات الخلقية والوراثية في الآونة الأخيرة وبين التزايد الواضح

في التعرض لـلإشعاع وانتشـار نواتج الإشعاع الـذري في العديـد من الأنشطة الصناعية والزراعية والطبية والعلمية والعسكرية .

من هنـا كـان اهتمـام الأخ الكريـم الدكتـور محمـد بن إبـراهيم الجـار الله بمعالجة قضية الإشعاع الذري : مصادره واستخداماته ، مخاطره وطرق الوقاية منه في عـدد غير قليل من مؤلفاتـه ومنها هذا الكتاب الذي يقع فـي أحد عشر فصلا .

ناقش المؤلف **في الفصل الأول** اكتشاف الإشعـاع الذري متضمنًـا كلا من الأشعـة السينية والنشـاط الإشعاعي الطبيعـي للعناصـر المشعة المنتشـرة في صفحة الكون وفي صخور القشرة الأرضية . وفي **الفصل الثاني** حدد الوحدات المستخدمة في قياس الإشعاع الذري وطرق قياسه .

وتناول في **الفصل الثالث** كلا من الإشعاع الـذري الطبيعي والمصنع بعد أن كثـرت استخـدامـات الإشعاع في المجـالات الطبيـة وفي كثيـر من الأنشطـة الصناعية والزراعية ، بينما وصف في **الفصل الرابع** الإشعاع الذري لغاز الرادون ومخاطره ووسائل التقليل منه مع نماذج لقيـاسات الرادون التي قام بها المؤلف ومعاونوه في بعض البيـوت والمكاتب في عدد من المدن الـرئيسة في المملكة العربية السعودية .

وفي **الفصل الخامس** نـاقش المؤلف قضيـة الإشعاع الـذري والطاقـة ، مع عرض جيد لمصادر الطاقة بصفة عامة ولمصـادر الطاقة الذرية بصفة خاصة ، ولأنواع المفاعلات الـذرية ، ولاستخدامات الطاقة الـذرية في مجالات أخرى مثل تحلية مياه البحـر وتسيير وسائل النقل ، والاعتراضـات على استخدام هذا النوع من الطاقة ، وموقف الأمة الإسلامية منها خاصة بعد امتلاك أعدائها لتلك الطاقـة ، وافتقارهـا إليها بصفة عـامة ، ومـدى التهديد الـذي يتعرض لـه أمنها نتيجة لذلك .

وفي **الفصل السادس** تم استعراض استخدامات الإشعاع الذري في المجالات الطبية المختلفة، مثل التشخيص باستخدام الأشعة السينية، والطب النووي والعلاج الإشعاعي، واستخدام المواد المشعة في الفحوصات الطبية وفي تصنيع اللقاحات وتعقيم الأجهزة والمنتجات الطبية، وغير ذلك، أما **الفصل السابع** فقد تضمن استخدامات الإشعاع الذري في كل من مجالات الزراعة والصناعة والبحث العلمي. وفي **الفصل الثامن** ناقش الدكتور الجار الله تأثير الإشعاع الذري على الإنسان، وهذا الفصل من أهم وأخطر فصول الكتاب لأنه يوجه الأنظار إلى الأخطار التي يمكن أن يتعرض لها الإنسان ــ غافلا أو واعيًا ــ عند تعرضه لجرعات مرتفعة من الإشعاع لفترات قصيرة، أو لجرعات منخفضة ولكن لمدد زمنية طويلة، مما قد يؤدي إلى إصابته بالأورام السرطانية، أو التشوهات الوراثية أو إلى تلف لخلايا جسمه [خاصة الخلايا العصبية والجنسية] وتأثيرات ذلك كله على حاملات الوراثة في جسمه مما قد ينقل تشوهات خلقية مدمرة إلى نسله من بعده.

وفي الفصل التاسع تعرض الكاتب لحوادث تسرب الإشعاع الذري مستشهدًا بحادثتي سرقة أحد المصادر المشعة في البرازيل وانفجار مفاعل تشيرنوبل في روسيا، وبالحوادث التي يمكن أن تتعرض لها المواد المشعة أثناء نقلها بصفة عامة.

وفي فصل مكمل للملاحظات الإنذارية السابق عرضها في الفصلين الثامن والتاسع ناقش المؤلف أسس الحماية من الإشعاع الذري في **الفصل العاشر** وأتبعه بخاتمة **الفصل الحادي عشر** تضمنت عددًا من التوصيات للحماية من الإشعاع الذري بصفة عامة سواء كان ذلك الإشعاع قادمًا من مصادره الخارجية أو الداخلية، أو كان ناتجًا عن الاستخدامات الطبية أو الصناعية بمختلف مجالاتهما

وجاء الكتاب في استعراض سلس ميسر، مما يجعل قراءته متعة لكل من المتخصص وغير المتخصص على حد سواء، ويجعل الفائدة كبيرة في الأخذ بما جاء في ثناياه من توصيات للحماية من مصدر من أخطر مصادر الطاقة في الكون، وهو مصدر شاعت له استخدامات عديدة في زماننا الحاضر بعد تعرف الإنسان على ظاهرة الإشعاع في مطلع هذا القرن.

والكتاب يسد فراغًا كبيرًا في المكتبة العربية، أسأل الله تعالى أن ينفع به المسلمين، وأن يجزي كاتبه حسن الجزاء في الدنيا والآخرة، وأن يعين أمة الإسلام على الأخذ بأسباب التقدم العلمي والتقني حتى تتمكن من اللحاق بالركب ومسايرة العصر، وحتى لا تبقى مهددة بخطر استحواذ الأعداء على هذه الطاقة الهائلة وحرمان الأمة منها، وأن يرشدها إلى عدم التهاون في استخدام الإشعاع بغير احتياط وتحفظ لازمين حتى يسلم الناس من أخطارها.

والله الموفق والمستعان وهو الهادي إلى سواء السبيل، وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين، وصلى الله وسلم وبارك على خاتم أنبيائه ورسله وعلى من تبعه بإحسان إلى يوم الدين، وعلى أنبياء الله أجمعين.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته . . .

زغلول النجار

أستاذ علوم الأرض

بجامعة الملك فهد للبترول والمعادن