المحاضرة الثانية عشر التلوث بالمواد المشعة المواد ذات النشاط الاشعاعي انواع الاشعاعات مصادر التلوث بالمواد المشعة الاثار الحيوية الناتجة عن التلوث

تلوث التربة بالمواد المشعة Soil Pollution With Radioactive Materials

الاشعة المرئية (Visible Light) هي عبارة عن اشعة كهربائية مغناطيسية ولكن اطوالها الموجبة اقصر من المرئية ويأتي خطر التعرض لفترة طويلة لأشعة الشمس من وجود الاشعة فوق البنفسجية U.V(Ultra-Violet)، اذ تقوم على تنشيط وظائف الجلد والغدد الصماء والدم والجملة العصبية وتكوين فيتامين دي (D) وهو مفيد جداً للجسم هذا في حال استغلالها بشكل منتظمة اما الاستخدام غير المنضبط والتعرض لأشعة الشمس لفترة طويلة فان ذلك يؤدي الى اضرار بالغة، ويرتفع خطر الاشعة مع قلة طولها الموجي خصوصا تلك التي تصدر بصورة عشوائية من المواد المشعة الملوثة للبيئة. يتسبب التلوث الاشعاعي عن استغلال المواد المشعة الطبيعية والصناعية من قبل الانسان. وخلال العقود الاخيرة من القرن الماضي ازداد انتشارها وعظمت اثارها في الهواء والماء والتربة واضحت تشكل خطر على الكائنات الحية وبعد اكتشاف النشاط الاشعاعي في املاح اليورانيوم والراديوم انطلقت مرحلة متطورة وجديدة من التلوث بالإشعاع الذري ودق ناقوس الخطر عام 1945 حينما تم اكتشاف القنبلة الذرية والقنبلة الهيدروجينية بعد اجراء تجارب الاسلحة النووية واستخدام الطاقة النووية في توليد الكهرباء وفي البحوث العلمية والتطبيقية.

❖ المواد ذات النشاط الاشعاعي

تتألف المواد او المركبات الرئيسية لها من عناصر و كل عنصر يتكون من وحدات متشابهة وذات حجم متناهي في الصغر تسمى الذرات وتتكون الذرة من

1- النواة: وهو الجزء الاكثر اهمية تتضمن على البروتونات ذات الشحنة الموجبة(P+) والنيترونات المتعادلة الشحنة (N).
2- المدارات: والتيمسارات او طرق تدور فيها الالكترونات ذات الشحنة السالبة (e-)، لتصبح الذرة متعادلة كهربائياً اذ ان عدد البروتونات الموجبة في النواة يساوي عدد الالكترونات السالبة في المدارات والتي تدور حول النواة ولكل ذرة عدد ذري وعدد كتلي

العدد الكتلي (m)= مجموع البروتونات والموجبة والنيترونات المتعادلة

العدد الذري (a)=مجموع عدد البروتونات .

لذا فان رمز اي عنصر يكون (X^a_m) وتحوي نواة العنصر الواحد على نفس العدد من البروتونات (a) الا انها تحوي اعداد مختلفة من النيترونات وهذا يعني ان العدد الذري للعنصر الواحد لا يتغير انما يتغير العدد الكتلي (m)، ويقال عندها أن للعنصر عدة نظائر

د.ياسر حمود عبرس الجنابي

مثلاً عنصر الهيدروجين له ثلاث نظائر وهي (H_1) الهيدروجين و(H_2) الديتريوم و (H_3) التريتيوم وللأوكسجين ثلاث نظائر هي (O_{16}) (O_{17}) (O_{18}) والاوكسجين O_{16} هو الاكثر وفرة في الطبيعة اذ تصل نسبته الى 99.762% يوجد لكل عنصر عدد من النظائر يصل في بعض العناصر الى خمسون نظير وتكون نواة بعض هذه العناصر غير ثابتة ولا تتفكك في حين يكون البعض الاخر قابل للتفكك العناصر ذات النوى القابلة للتفكك تكون نشطة اشعاعياً (Radioactive).

❖ النشاط الاشعاعي (Radioactivity):

وهو عبارة عن تفكك نواة النظير الاشعاعي تلقائياً الى نواة اصغر وتصدر بذلك اشعاعات بشكل جسيمات الفا او بيتا وتعرف النظائر التي يحدث لها هذا التفكك باسم النظائر المشعة (Radioactinite isotopes)، ويعبر عن سرعة تفكك النظائر بمصطلح عمر النصف (Half Life). وهو الوقت الكلي اللازم لتحول نصف العدد من الذرات النشطة في نموذج او عينة لمادة مشعة الى ذرات غير نشطة اشعاعياً ويختلف عمر النصف باختلاف النظائر فهناك نظائر لا يتعدى عمر النصف لها اجزاء من الثانية واخرى يصل عمر النصف لها الى عشرات بل مئات والاف السنين مثلاً يبلغ عمر النصف للكاربون المشع حوالي 5600 سنة

❖ انواع الإشعاعات الذرية

تتميز نوى العناصر الثقيلة اثقل من الرصاص بعدم استقرارها لذا تميل الى التفكك الى نوى اخف واكثر استقراراً وينتج عن ذلك اصدار انواع مختلفة من الاشعاعات وهي :

- اشعة الفا (alpha) تختصر (α)

تُعرف أشعة ألفا بانها نواة ذرة الهيليوم المكونة من بروتونين ونيترونين وتكون سرعتها بطيئة نسبياً (20000 كم \ ثا) ولا يتجاوز مسارها في الهواء بضع سنتيمترات ونفوذها في المادة والانسجة لا يتجاوز جزء من المليمترات وتقوم بتأيين ذرات المادة من خلال انتزاعها الالكترونات المدارية لتلك الذرات. ينتج عن هذا الاضمحلال او الانشطار ذرة تملك عدداً ذرياً أقل من الذرة الأساسية، وعدداً كتلياً أقل بأربع مرات من الذرة الأساسية، كما ينتج عن هذا الاضمحلال طاقة كبيرة جداً. وتعتبر هذه الأشعة بالغة الضرر بالخلايا الحية للإنسان والكائنات الحية الاخرى.

- اشعة بيتا(Beta) (β)

وهي اشعة اخف وزناً من اشعة الفا وتقسم الى نوعين من الجسيمات وهي الالكترونات السالبة والبروتونات وهي تشابهه الالكترون من حيث الكتلة ولكن شحنتها موجبة ولان جسيماتها اصغر من الفا فان قدرة نفوذها داخل الانسجة الحية اكثر من اشعة الفا وتصل الى 2سم باستطاعتها اختراق صفائح الالمنيوم بسمك 2ملم وتقطع مسافة في الهواء تصل الى 2م لكنها منخفضة من حيث قدرتها على تأين الالكترونات وتكون قدرتها على الاختراق أكبر بمقدار 100 ضعف من جسيمات ألفا، حيث يمكنها اختراق اللحم البشري بمقدار 1 سم. والذرة التي تطلق جسيم بيتا يتحوّل فيها أحد النيوترونات إلى بروتون، وبالتالي يزداد العدد الذري بمقدار واحد، وتبلغ سرعة جسيم بيتا 90% من سرعة الضوء.

د. ياسر حمود الجنابي

- اشعة كاما Gamma Rays(γ)

تعد أشعة كاما أشعة كهرومغناطيسية تمتلك طاقة مرتفعة، بالمقارنة مع الاشعة الضوئية وقصيرة جدا وسرعتها تقارب سرعة الضوء (300000 كم \ ثا) قدرتها على التأين منخفضة جداً اقل من اشعة بيتا والفا، وعلى العكس من أشعة ألفا وأشعة بيتا فإن الذرة التي تُطلق أشعة غاما لا يحصل فيها تحول في مكونات النواة، ولكنها تفقد جزءاً من طاقتها، وهي عادةً ما تأتي مرافقةً عند إطلاق أي من أشعة ألفا أو أشعة بيتا، ومن النادر أن تُطلق الذرات أشعة غاما وحدها. وتمتاز بقدرة كبيرة على اختراق الانسجة الحية ومسارها في الهواء فائق الحد ولا يوقفها بشكل كامل الا كتلة من الرصاص سمكها 22 سم.

❖ سبب انطلاق الأشعة من الذرات

يعود السبب في انبعاث أشعة ألفا وبيتا وغاما إلى النشاط الإشعاعي (Radioactivity:)؛ فالبروتونات هي جسيمات ذات شحنة موجبة داخل النواة، وتتنافر فيما بينها، ويطلق على القوة التي تتغلب على هذا التنافر بالقوة النووية، وعندما تحتوي النواة على عدد كبير جداً أو عدد قليل جداً من النيوترونات والبروتونات، حينها تكون غير مستقرة أي مشعة، و تقوم بإطلاق هذه الأشعة الثلاثة، ولا بدّ من ذكر أنّ النشاط الإشعاعيّ قادر على الحاق الضرر بالخلايا الحية، مما قد يؤدي إلى الإصابة في مرض السرطان في المنطقة المُعرضة للإشعاع، ويمكن الكشف عن وجود أشعة بواسطة عداد جايجر (Geiger counter).

❖ مصادر التلوث بالمواد المشعة

القشرة الارضية تحوي على بعض المواد المشعة طبيعياً وتنتشر في البيئة بفعل عوامل طبيعية لا دخل للإنسان فيها وهناك مواد مشعة من تحضير الانسان ويتم تسربها الى البيئة بسبب فعاليات الانسان المختلفة والغير منضبطة وعلية يمكن تقسيم مصادر التلوث بالمواد المشعة الى

- **المصادر الطبيعية وتشتمل على**

1- **الاشعة الكونية** وهي اشعة قادمة من الفضاء الخارجي من الشمس وتحوي انواع مختلفة من الاشعاعات المؤينة وهي تتفاعل مع مواد الغلاف الجوي للأرض مكونة جسيمات اقل طاقة من برتونات ونيترونات وجسيمات الفا وفوتونات وهي تتأثر بالمجال المغناطيسي للأرض .

2- **مواد البيئة الارضية** وتشمل

أ- القشرة الارضية وهي صخور تحوي اصداف بحرية ومواد غير عضوية ومن امثلتها (Sr,Th,u) وغيرها.

ب- مواد مشعة موجودة في التربة : وهي مواد مشعة غازية مثل الكاربون المشع (C^{14}) والرادون (Ra^{226}) والنورون (Rn^{222})وهما ناتجان من تحلل اليورانيوم والثوريوم في التربة.

ت- مواد مشعة موجودة في الماء : تحوي المياه تراكيز عالية من نظير البوتاسيوم والثوريوم.

- **المصادر الصناعية** وتشتمل على

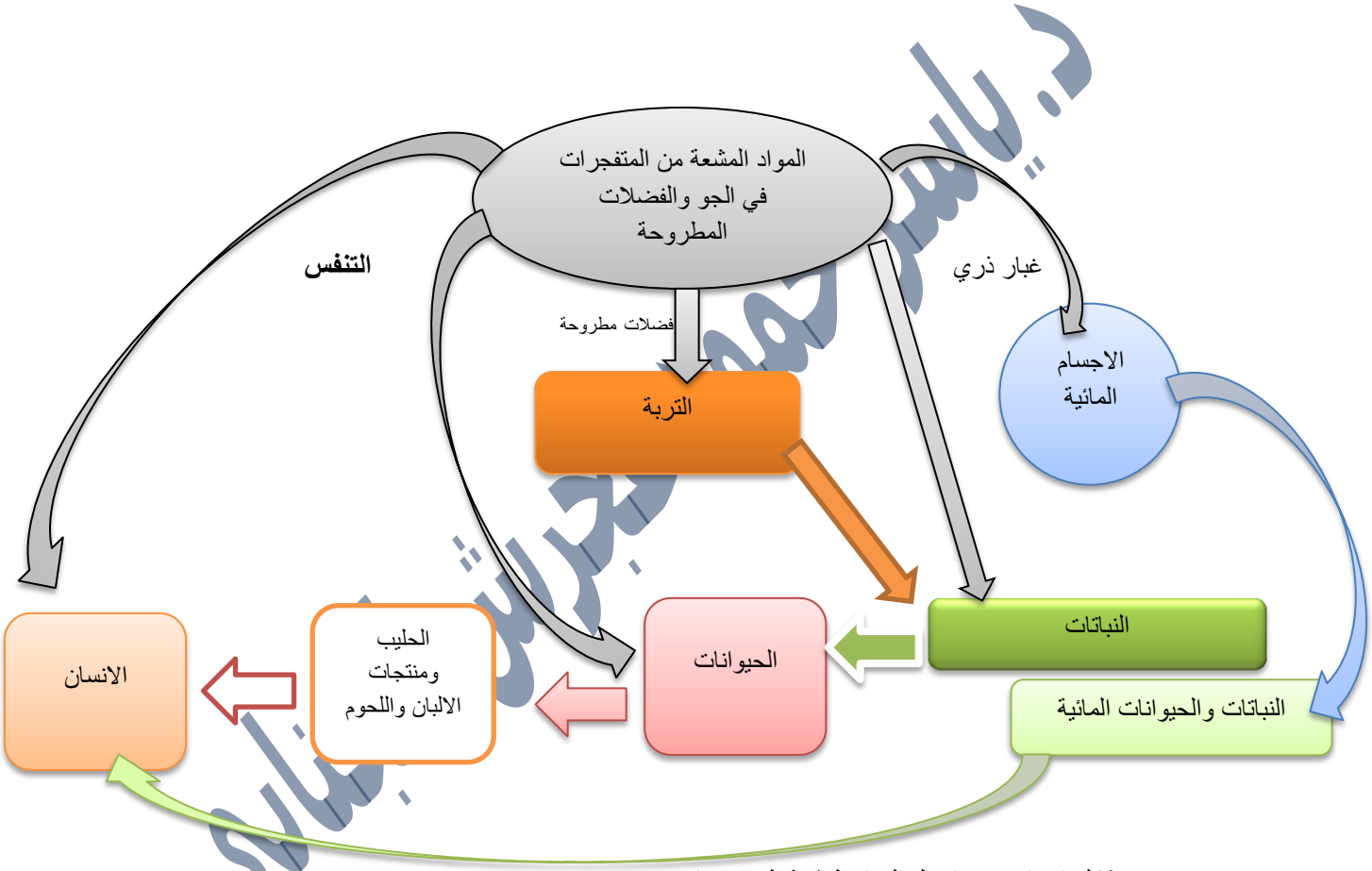
1- التعدين ومعاملة خامات اليورانيوم

تحتوي خامات اليورانيوم الاولية على 1-2 كغم من (U_2O_3) في الطن الواحد لذا يستوجب حفر كميات كبيرة من القشرة الارضية العليا والتربة التي تغطيها للحصول على كمية ذات مردود مناسب بالإضافة الى المخلفات الناتجة من عمليات السحق الطحن التفاعل مع الاحماض والقواعد والترسيب والاستخلاص بالمذيبات والتبادل الايوني وينتج عن جميع تلك العمليات مخلفات هي من اهم المشاكل البيئية التي تلوث التربة والماء كما ان عمليات التنجيم هي مصدر لتكوين تلال من المخلفات.

د. ياسر حمود الجنابي

2- تفجيرات التجارب النووية.

وهي تجارب تجري تحت الارض او فوقها وقد تم تحريم اجراء التجارب في الجو بموجب معاهده 1963 بسبب ما تخلفه من الغبار الذري والذي يقدر في حالة الانفجارات الهائلة بحوالي 50 ميغا طن 50 مليون طن من (TNT) بتكوين كمية هائلة من المطر الصلب المشع (Radioactive Fall out) والذي يدور عدة مرات حول الارض قبل ان يتم نزوله جميعاً الى سطح الارض ويعد الغبار الذري اهم مصادر تلوث البيئة بالمواد المشعة ويفوق المصادر الاخرى. اذ ان النويات المشعة المتسربة الى الجو تصل الى الانسان بعدة طرق سواء بشكل مباشر عند التعرض لها او عن طريق السلسلة الغذائية كما في الشكل الاتي



شكل (14)يوضح انتقال المواد المشعة الى الانسان

3- المفاعلات النووية لتوليد الطاقة الكهربائية

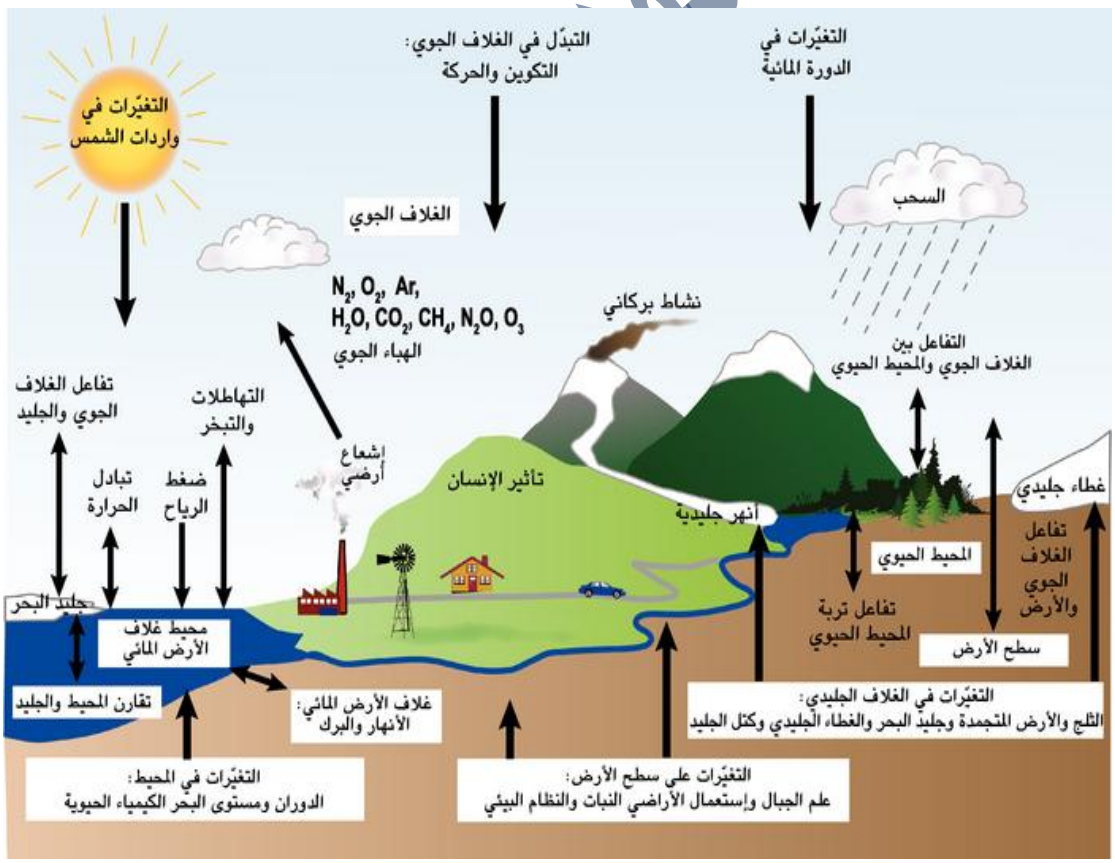
بدافع الحاجة المتزايدة للطاقة وبسبب قلة مصادر الوقود (Fossil Fuels) واستهلاكها المرتفع من قبل الانسان سعى الانسان الى ايجاد مصادر بديلة للطاقة الهائلة التي يمكن تحريرها من استغلال الذرة ولم يتطور هذا المجال بالقدر المطلوب بسبب تأخر تطور تكنلوجيا التخلص من الفضلات النووية المشعة وتكنلوجياً مجابهة اخطار المفاعلات المستعملة للطاقة والحادثة المشهورة تاريخيا حادثة تشير نوبل 1986 ، وما تلاها من احداث التسونامي الذي ضرب الجزر اليابانية ودمر مفاعلات الطاقة النووية وما نتج عنها من تسريبات ومضار بيئية.

4- المواد الاشعاعية المستخدمة في الجواب الطبية والصناعية والزراعية كالتصوير الاشعاعي استعمال ابر الراديوم في الطب تعقيم الاطعمة والادوية المصنوعات الزجاجية تطوير الابحاث العلمية.

❖ الاثار الحيوية الناتجة عن التلوث بالمواد المشعة :

تزداد خطورة المواد المشعة من قابيله انتقالها من الوسط الى الكائنات الحية النباتية والحيوانية مع مصادر الغذاء مع زيادة في تركيزها في كل مرحلة من مراحل انتقالها عبر السلسلة الغذائية اي من كونها ذات طبيعة تراكمية كما في السترونثيوم (Sr^{98}) عمر النص له 28 سنة ويشابه من الناحية الكيميائية السيزيوم (Cs^{137}) عمر النصف له 30 سنة وهو يشبه البوتاسيوم من الناحية الكيميائية ويمكن تلخيص الاثار الحيوية بما يلي:

1- اصابة الدم بأضرار وخاصة جهاز المناعة.
2- اصابة الطحال بأضرار.(Spleen).
3- الاضرار التي تصيب الغدد اللمفاوية (Lymph nodes).
4- خلل وراثي.
5- اضرار تسبب اعتام عدسة العين؟.
6- ما تسببه من اورام سرطانية خبيثة في القصبات والرئة والجلد والجهاز الهضمي.
7- تشوهات عند الاطفال المولودين في مناطق تعرضت الى مصدر اشعاعي كما في اليابان في هيروشيما وناجازاكي.



شكل (15) البيئة وتداخلاتها مع الاغلفة وما يلوثها

(تمت بحمد الله اللهم لك الحمد ولك الشكر)