مؤسسة الطاقة الذرية

مركز القياسات الإشعاعية والتدريب

من إصدارات مركز القياسات الاشعاعية والتدريب

نشرة القياسات الإشعاعية والتدريب

نشرة علمية ثقافية اخبارية السنة الأولى العدد (2) ديسمبر 2013

- الكواشف الإشعاعية (كاشفات أشباه الموصلات)
- التحليل بالتنشيط النيوتروني الآلي
- الموصلية الفائقة (مفهومها وخواصها ومستقبل استخداماتها)
- السلامة المهنية

((بسم الله الرحمن الرحيم))

الرَّحْمَنُ (1) عَلَّمَ الْقُرْآنَ (2) خَلَقَ الْإِنْسَانَ (3) عَلَّمَهُ الْبَيَانَ (4) الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ بِحُسْبَانٍ (5) وَالنَّجْمُ وَالشَّجَرُ يَسْجُدَانِ (6) وَالسَّمَاءَ رَفَعَهَا وَوَضَعَ الْمِيزَانَ (7) أَلَّا تَطْغَوْا فِي الْمِيزَانِ (8) وَأَقِيمُوا الْوَزْنَ بِالْقِسْطِ وَلَا تُخْسِرُوا الْمِيزَانَ (9) " صدق الله العظيم "

من أهداف النشرة:

تهدف النشرة الي نشر الثقافة العلمية في أوساط الشرائح العلمية والمهنية المختلفة وتشجيع الباحثين والاختصاصيين على البحث والاستقصاء في المجالات العلمية الدقيقة والمعالجة العلمية القابلة للتطبيق.

- زرع روح الابداع والمثابرة الخلاقة ومد جسور التعاون بين الباحثين لتبادل الراي العلمي المثمر بين المهتمين بالبحث والتطوير.

شروط النشر:

- تقبل بالنشرة المقالات العلمية والمهنية التي تبحث في قضايا أو ظواهر علمية دقيقة ومحددة في مجالات العلوم الهندسية والتطبيقية وبالأخص مجالات الكيمياء والقياسات الاشعاعية والعلوم الإدارية. تقبل كذلك نتائج وملخصات البحوث والدراسات العلمية المنشورة مسبقاً.

- لغة النشر هي اللغة العربية، ويجوز أن تكون المصطلحات والأسماء بلغات اجنبية.

- يسلم المقال كنسخة الكترونية ببرنامج تحرير النصوص (وورد) بحجم خط (12) على قرص مرن وأن يدون اسم الكاتب ووظيفته ودرجته العلمية وعنوانه البريدي والمراجع العلمية في نهاية المقالة.

- يجب ألا يزيد عدد الصفحات لكل مقالة عن اربع صفحات .

محتويات العدد

- الكواشف الإشعاعية (كاشفات أشباه الموصلات)
- التحليل بالتنشيط النيوتروني الآلي.
- الإشعاعات المؤينة وتأثيرها على صحة الانسان.
- الموصلية الفائقة (مفهومها وخواصها ومستقبل استخداماتها . الجزء الثاني).
- آثار المواد الكيميائية على بيئية الاطفال .
- السلامة المهنية (الجزء الأول)

المعلومات العلمية والفنية والمهنية يتحمل الناشر مسؤولية صحتها ومصدرها، كما أن الآراء في هذه المقالات لا تعبر بالضرورة عن رأى أسرة التحرير.

مؤسسة الطاقة الذرية

مركز القياسات الاشعاعية والتدريب

نشرة القياسات الاشعاعية والتدريب

نشرة علمية ثقافية اخبارية

اسرة التحرير

رئيس لجنة التحريـــر

د. جمال مصطفى غرسة

أعضاء لجنة التحرير

أ. محمد الصغير القزلة

م. عبدالفتاح الكانوني الاحرش

م. أكرم صالح نصر

المشرف العـــــام

م. عبدالله عماره العماري

مدير المركز

للمراسلة:
مركز القياسات الاشعاعية والتدريب.
العنوان: خلة الفرجان كم 8
هاتف: 218217155626 +
بريد الكتروني : info@armtc.ly

الافتتـــــاحية

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على رسول الله الصادق الأمين وعلى آله وصحبه أجمعين.

تلعب المعلومات اليوم الدور الرئيسي في مختلف العمليات سوى التعلمية أو البحثية أو الانتاجية ويعتبر الحصول على المعلومة هدف للفرد أو المؤسسة على السواء، والعالم اليوم يعاني من مشكلة انفجار المعلومات ذلك أن كميتها هائلة وسرعة تجمعها وانبعاثها فاقت كل التقديرات في جميع مجالات العلم والمعرفة وضرورة الحصول عليها بطريقة سهلة أصبحت حتمية، حيث أن التقنية الالكترونية وفرت وبعدة أشكال تجميع وتبويب المعلومات في عدة صور ابرزها النسخ الالكترونية على شاشات الحواسيب بالإضافة الى النسخ الورقية على الجرائد والمجلات والنشرات.

وحيث أن الحصول على المعلومات بطريقة سهلة وميسرة هو مصلحة تفيد مختلف شرائح المجتمع وبالتالي فهي مسئولية كل الجهات العامة لتكتيف الجهود والمزيد من العطاء المتواصل في سبيل توفير المعلومات بأي وسيلة كانت الكترونية أو ورقية وتسهيل وصولها لكل من يبحث عليها سواء الطالب أو الباحث أو المثقف.

ومن هنا جاءت فكرة هذه النشرة التي هي بين يديك فنأمل من السادة القراء عدم البخل في اعطاء ما اكرمكم الله به من علم ليستفيد منه الاخرين بمشاركاتكم في كتابة مواضيع علمية ومساهمتكم في استمرار هذه المطبوعة واتساع نشرها بين فئات المجتمع. وفي الحديث الشريف ((**غهوؤةلآ ولآتي ز ظيبـً غهوؤه زشوحبـً ضمي الله عليه وسلم قال: إدا مات ابن آدم انقطع عمله إلا من ثلاث : صدقة جارية، أو علم ينتفع به أو ولد صالح يدعو له**)) هعكيفقظ اذ هـ فك لئمسئيلإمزئم غى حياته الدنيوية من علم في أي صورة كانت وانتفع بها المسلمون وتعلموا منه.

ومجتمعنا اليوم في أمس الحاجة الى استمرار تدفق المعلومة التي هي نتاج البحث العلمي والتقنيات الحديثة وتبويب هذه العلوم والمعلومات ونشرها في الدوريات العلمية لتعم الفائدة كل فئات المجتمع.

والله ولي التوفيق

مدير المركـــز

الكواشف الإشعاعية
(كاشفات أشباه الموصلات)

اعداد: المهندسة نجاة أحمد الشريف، الفزيائية مسعودة محمد فرج
إدارة القياسات الاشعاعية

تتفاعل الإشعاعات المنبعثة عن النويدات المشعة أو عن غيرها من مصادر الإشعاع مع المادة (غازية – سائلة – صلبة) محدثة تأين أو إثارة للذرات والجزيئات في المادة كما يمكن إحداث تأثيرات جماعية عينية مثل التغيرات الكيميائية والانبعاث الحراري . وتستغل هذه التأثيرات في مختلف طرق كشف وقياس النشاط الإشعاعي ففي التصوير بالأشعة على سبيل المثال يكشف عن الإشعاعات المؤينة بتأثيرها على أفلام التصوير أو المستحلبات النووية.

يعتمد مبدأ الكشف عن الإشعاعات المؤينة في معظم الكواشف على تأيين أو إثارة الإشعاعات المؤينة لذرات أو جزئيات مادة الكاشف عند مرور الإشعاعات المؤينة فيها.

عند حدوث التأين في الكواشف الغازية يتم إنتاج الأزواج الإلكترونية الأيونية حيث يتم تجميع هذه الايونات الناتجة عن الإشعاعات بطرق مباشرة أو غير مباشرة على أقطاب مشحونة . بينما تحدث الثغرة الطاقية في أشباه الموصلات. بالنسبة للكاشفات الوميضية تلعب الإثارة (وفي بعض الأحيان التفكك الجزئي) مقترنة بالتأين دورها في إحداث الوميض (انبعاث الفوتونات الضوئية في نطاق الضوء المنظور أو أشعة فوق البنفسجية) .

ويعتمد عدد الأزواج المتكونة في الكواشف على:-

* نوع مادة الكاشف .
* طاقات الإشعاعات الساقطة.

وسنتناول في هذا المقال نبذة مبسطة عن الكواشف من نوع أشباه الموصلات (الجرمانيوم والسيليكون).

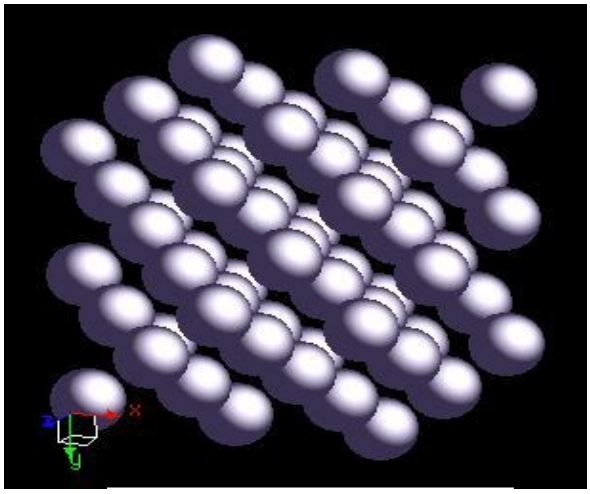
كاشفات أشباه الموصلات (-: semiconductor detector)

يطلق على هذا النوع من الكاشفات أحياناً كاشفات الجوامد وهي عبارة عن بلورات تتغير خواص توصيلها الكهربي عند امتصاصها للإشعاعات. وهي أحد أنواع كاشفات الجسيمات الأولية المشحونة التي تستخدم شبه موصل مثل السيليكون أو الجرمانيوم ويوجد منها أنواع متعددة لقياس الفوتونات. يتكون الكاشف من دايود واحد يسمى كاشف دايود شبه موصل (semiconductor diode detector)، أو يتكون من عدة أشباه موصلات وفي هذه الحالة تكون له إمكانيات ووظائف متعددة.

استخدامات كاشفات أشباه الموصلات :-

استخدمت كاشفات أشباه الموصلات في تطبيقات كثيرة في العقود الأخيرة منها:

* قياس أشعة جاما والأشعة السينية .
* ككاشفات للجسيمات الأولية.
* عدة قياسات وذلك لتميزها بمقدرة عالية على التفريق بين طاقات الجسيمات الساقطة .



Germanium: crystal structure

* البحوث العلمية مثل التحليل الفلوري للأشعة السينية ، دراسة طيف الأشعة تحت الحمراء.
* دراسة الجسيمات الأولية وفي المجسات الضوئية (CCD–Sensor) وعدادات بيكسيل.
* الكاميرات الرقمية حيث يمكن تصنيع عدة ملايين منها في 1 سنتيمتر مربع .
* التصوير التلفزيوني وفي كاميرات التصوير الفلكية.

طريقة عمل كاشفات أشباه الموصلات:-

تنتقي وتُعد أشباه الموصلات إعداداً مناسباً لاستخدامها في الكشف عن الإشعاع بحيث لا يحوي نطاق التوصيل أية نواقل للشحنة. ويتوقع أن تخلق هذه النواقل فقط عند مرور الإشعاع في شبه الموصل.

ويتم تكوين زوج (إلكترون – ثقب) عندما تنتقل طاقة الإشعاع إلى شبه الموصل إذ يسبب ذلك رفع إلكترون من نطاق التكافؤ الممتلئ إلى نطاق التوصيل شبه الفارغ تاركاً مكانه ثقباً . وتبلغ الطاقة اللازمة لخلق زوج

(إلكترون–ثقب) حوالي (0.73ev للجرمانيوم و 1.2ev بالنسبة للسيليكون).

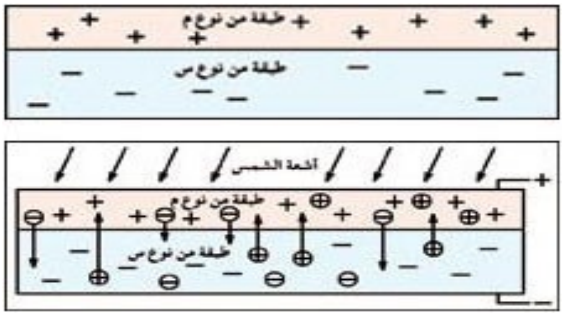
يتضح هنا تميز كاشفات الجوامد عن الكاشفات الغازية إذا ما قورنت الطاقة اللازمة لخلق زوج (إلكترون– ثقب) بتلك اللازمة لتأين جزيئات الغاز والتي تبلغ حوالي 30ev. هذا يعني أن عدد الشحنات الناتجة عن أشباه الموصلات يزيد على عشرة أمثاله في حالة الكاشفات الغازية وللسيليكون في درجة حرارة الغرفة (10^{10} زوج لكل سم^3) وهذا يمثل عدداً هائلاً من جسيمات التوصيل مما يجعله دون معالجة خاصة غير صالح للاستخدام ككاشف للإشعاع وتزداد الموصلية الكهربية مع صغر قيمة الثغرة الفاصلة بين نطاقي التكافؤ والتوصيل. كما تنتج اهتزازات النسق البلوري في بعض الأحيان أزواجاً من الالكترونات والثقوب عن طريق تكسير الروابط التساهمية (المشتركة) بين الالكترونات ورفعها إلى نطاق التوصيل. بالإمكان التقليل من الموصلية الكهربية للسيليكون أو الجرمانيوم إلى درجات منخفضة جداً تجعلها مادة مناسبة للاستعمال في الكشف. ويتم ذلك بإضافة كميات ضئيلة من الشوائب وتكوين ما يعرف ببلورات من النوع السالب أو النوع الموجب، حيث أن كلاً من الجرمانيوم والسيليكون رباعي التكافؤ فإن إضافة كمية ضئيلة من عنصر خماسي التكافؤ مثل الفوسفور أو الزرنيخ كشائبة تسهم بأربع روابط تساهمية في النسق البلوري ويظل الإلكترون الخامس طليقاً وهذا ما يدعى بالنوع السالب الذي تمثل فيه الالكترونات نواقل الشحنة .

أما النوع الموجب فيتم الحصول عليه بإضافة شائبة من عنصر ثلاثي التكافؤ مثل الالومنيوم أو البورون وبذلك تسهم الشائبة بثلاث روابط تساهمية في النسق البلوري ويبقى ثقب وهذا ما يدعى بالنوع الموجب الذي تمثل فيه الثقوب نواقل الشحنة.

- **الوصلة الموجبة–السالبة (الوصلة م–س)p–n junction**

لبيان عملية تصنيع كاشف شبه موصل فأننا نبسط العملية بتوضيح ما يعرف بكاشف الوصلة الموجبة– السالبة.

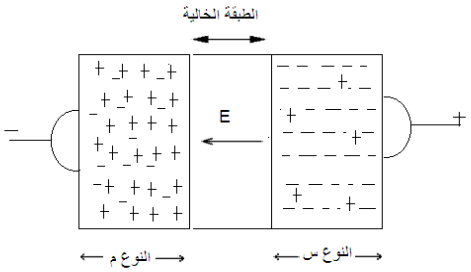
يبين الشكل (1.1) رسماً توضيحياً لوصلة السيليكون فالجهة (المطعمة بالفوسفور) لديها فائض من الالكترونات التي تعمل كنواقل للشحنة السالبة، في حين تعمل الثقوب كنواقل للشحنة



الشكل (1.1) رسم توضيحي للوصلة م– س

الموجبة في الجهة (المطعمة بالبورون).

يبين الشكل (1.2) نفس الوصلة م– س التي في بالشكل السابق، وقد وضعت تحت تأثير فرق جهد كهربي عكسي تتحرك الثقوب في النوع الموجب نحو القطب السالب في حين تتجه الالكترونات الطليقة في النوع السالب نحو القطب الموجب وينتج عن هذا طبقة أو منطقة تتوسط الوصلة الخالية من أية شحنات حرة الحركة تدعى بالمنطقة الخاوية التي تسلك



الشكل (1.2) الوصلة م– س تحت تأثير فرق الجهد الكهربي

سلوك العازل ولها الخواص المطلوبة للكاشف من حيث خلوها من نواقل الشحنة، ونمثل في حقيقتها الحجم الفعلي الحساس للكاشف وتبلغ سماكة الطبقة حوالي 1 ميكرون ويمكن تغيير هذه السماكة بتغيير الجهد الكهربي الخارجي المؤثر على الوصلة.

ويفقد الإشعاع المؤين طاقته في الحجم الحساس بخلق أزواج (الإلكترون– ثقب) ثم يتم سحب هذه الشحنات عن طريق الالكترودات مناسبة عند طرفي الوصلة وتستخدم الشحنة المجمعة خلال دائرة خارجية في قياس الإشعاع.

للحصول على كاشف مناسب يجب اختيار شبه موصل ذي عدد ذري مناسب وتحضير حجم حساس يتناسب مع مدى الإشعاع المراد قياسه ومن أفضل أشباه الموصلات المعروفة والمستخدمة في الكاشفات النووية:

عنصر السيلكون(Z=14) والجرمانيوم (Z=32) ويفضل الجرمانيوم عن السيليكون في الكشف عن إشعاعات جاما بطاقات < 100 kev بسبب كبر عدده الذري مقارنة بالسيليكون حيث أن احتمالية الظاهرة الكهروضوئية (عملية الامتصاص الكلي للطاقة) تتناسب مع Z^{4-5}.

من ناحية أخرى يفضل السيليكون عن الجرمانيوم لان سعة الثغرة المحظورة للسيليكون (1.2ev) اكبر من مثيلتها للجرمانيوم (0.7ev) مما يجعل السيليكون اقل حساسية لتأثيرات درجات الحرارة من الضجيج الحراري. وتتميز كاشفات أشباه الموصلات بالتبيين العالي للطاقة.

- **أنواع كواشف أشباه الموصلات :–**

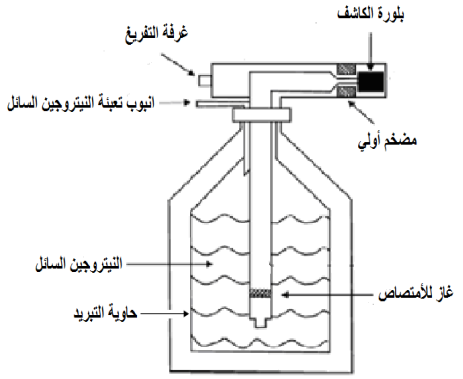
1. كاشف الجرمانيوم والسيليكون المطعمة بالليثيوم (Lithium Drifted Detector):–

على الرغم من الانتشار الواسع والنجاح الذي حققته كل من كاشفات الحاجز السطحي وكاشفات وصلة الانتشار في التطبيقات الخاصة بالجسيمات المشحونة إلا أنها غير مناسبة بالنسبة للفوتونات ومرد ذلك صعوبة الحصول على طبقات خاوية عميقة.

قدمت طريقة دفع الايونات الحل العملي الذي من خلاله تصنع كاشفات مطعمة بالليثيوم والتي يشار إليها بالمختصر Si(Li) و Ge(Li) ذات الحجوم الكبيرة النشطة.

تتلخص عملية التصنيع بداية بدفع الليثيوم خلال احد أوجه البلورة النوع الموجب وبالتالي تأخذ ذرات الليثيوم في الازدياد بالنسبة لذرات النوع الموجب الأصلية وهكذا تتكون على الوجه طبقة من النوع السالب وبالتالي فإننا نحصل على وصلة (م- س).

توضع بعد ذلك الوصلة تحت تأثير فولطية عكسية وترفع في الوقت نفسه درجة البلورة وذلك لإثارة حركية الليثيوم ، ومن ثم تأخذ ايونات الليثيوم في الانسياق ببطء خلال النوع الموجب تحت تأثير الجهد الكهربي ويزداد عداد الايونات هذه حتى يقترب تركيزها من تركيز الشائبة الأصلية. وقد يحتاج هذا الأمر إلى بضعة أيام أو أسابيع عند درجة حرارة تقارب 40 درجة مئوية. بذلك يمكن الحصول على مناطق متعادلة تمثل الحجم الحساس بالنسبة للكاشف وتمتد إلى أعماق تتراوح بين 8-10 سم. نظراً لكبر حركية ايونات الليثيوم في الجرمانيوم عند درجة حرارة الغرفة فان الأمر يستلزم حفظ البلورة عند درجة حرارة منخفضة بمجرد الانتهاء من تكوين المنطقة المتعادلة، وإذا لم يتحقق ذلك فان حرارة الغرفة كافية لتحرك ايونات الليثيوم



وإعادة توزيعها في البلورة ومن تم إتلاف الكاشف ، ويستخدم عادة النيتروجين السائل ($196\ C^{o}$-) لغرض التبريد. أما بالنسبة لكاشف السيليكون فان حركية ايونات الليثيوم صغيرة بدرجة تسمح معها بتخزينها وأحيانا يتم تشغيل كاشفات السيليكون عند درجة حرارة الغرفة. يستخدم كاشف الجرمانيوم Ge(Li) في القياسات الطيفية لأشعة جاما نظراً للكبر النسبي لعدده الذري بينما يستخدم كاشف السيليكون Si(Li) في القياسات الخاصة بالفوتونات منخفضة الطاقة (سواء جاما أو الأشعة السينية) ويستخدم في الكشف عن الالكترونات.

2- كاشفات الجرمانيوم عالي النقاوة High Purity Germanium Detector

مع تقدم التقنية أمكن تحضير بلورات من الجرمانيوم عالية النقاوة والمستخدمة في تصنيع كاشفات (HPGe) التي يمكن تخزينها عند درجة حرارة الغرفة وذلك لعدم احتوائها على الليثيوم أما بالنسبة للتشغيل فيستحسن أن يتم التشغيل عند درجات حرارة قد تصل إلى 150- 180 كلفن، ويمكن تكرار استخدام هذه الكاشفات وإعادة تخزينها عدة مرات دون حدوث تأثيرات سلبية على الكاشف.

يتم تصنيع الكاشف بتحضير بلورات من الجرمانيوم عالية النقاوة (أي أن تركيز الشوائب منخفض جداً) التي تميل إلى تكوين نوع موجب تم يغطى بطبقة رقيقة من الليثيوم على احد أوجه البلورة لتكوين طبقة من النوع السالب التي تستخدم كتوصيلة كهربية ثم ترفع درجة الحرارة قليلاً بحيث يسمح لأيونات الليثيوم بالانتشار داخل بلورة الجرمانيوم وتحت تأثير الجهد العكسي يخلق الحجم الحساس للكاشف.

تمتاز كاشفات الجرمانيوم عن الكاشفات الوميضية في مطيافية جاما بالتبيين العالي للطاقة. .....يتبع.

المراجع:-

1) د. مريم مختار عتيق النظائر المشعة بين الدراسة والتطبيق، منشورات جامعة طرابلس 1998.

2) د. مريم مختار عتيق و د. محمد الدغمة، دليل المعمل في العلوم النووية. منشورات جامعة طرابلس 1992.

3) منتدى الفيزياء التعليمي.

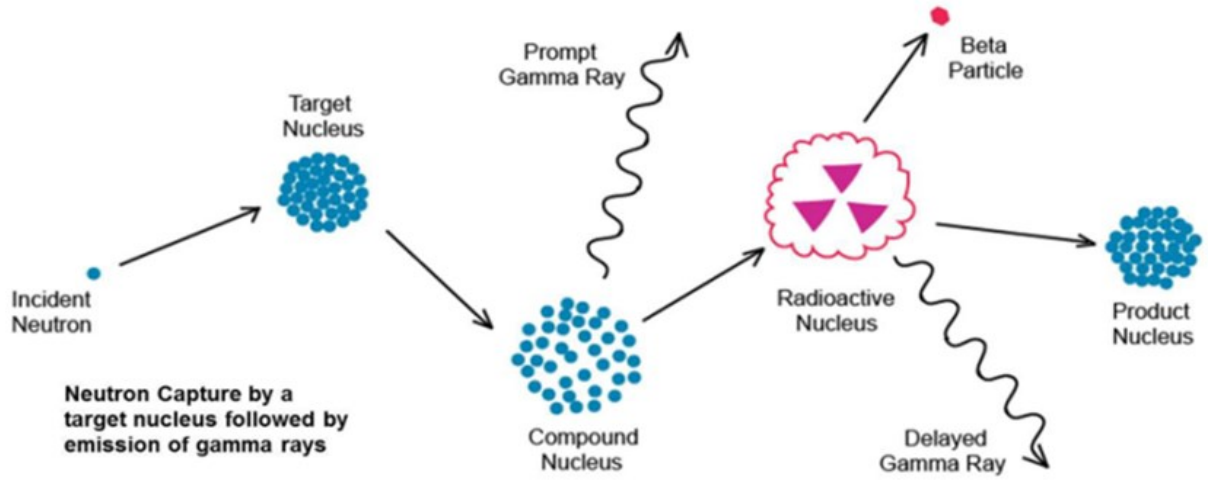
4) www.ar.wikipedia.org

التحليل بالتنشيط النيوتروني الآلي

Instrumental Neutron Activation Analysis

إعداد / الكيميائية انتصار مسعود الرقيعي، إدارة التدريب والمختبرات

منذ أن بدأ الانسان في رحلته نحو عالم أفضل وهو يحاول باستمرار تطوير مهاراته وايجاد الطرق الأفضل والأسرع والأكثر دقة في انجاز مهامه وكذلك حال البحاث والعلماء في كل يوم لهم جديد، ان عمليات التحليل وطرق البحث تخضع دائمًا للتطوير وعلى الباحث اختيار الطريقة التي تعطيه أدق النتائج، هنا ومعًا سنتعرف على طريقة للتحليل بالتنشيط Instrumental Neutron Activation Analysis (INAA) وهي ليست بالجديدة فقد بدأ الاستعمال الواسع لها منذ النصف الثاني من عام 1943م لكشف مقادير صغيرة جداً من الشوائب في المركبات الكيميائية والمعادن والسبائك المعدنية، واحدة من أكثر المواضيع إثارةً التي تمت دراستها بهذه الطريقة هي دراسة شعر رأس نابليون، التي تم فحصها ودراستها بسبب محتواها الزرنيخي.



يتلخص مبدأ هذا التحليل في جعل العينة المراد تحليلها نشطه إشعاعيًا ثم تعيين هُوية العناصر المشعة المتكونة من المركبات أو الشوائب الموجودة في العينة أي بالإمكان تعريف هذه العملية بأنها جعل عنصر (أو عناصر) موجود في مادة ما نشط إشعاعياً radioactive بتشعيعه irradiation بالنيترونات، أي بتعريض هذه المادة لتيار نيتروني يتدفق من خلالها، فعند إطلاق أشعة من النيوترونات خارج الأجسام فإن هذا يؤدي إلى تنشيطها إشعاعياً، هذا النوع من التنشيط للنظائر المستقرة لصنع نظير مشع هو أساس التحليل بالتنشيط النيوتروني neutron activation analysis فعندما يصطدم نيوترون حر مع نواة هدف، تأسر النواة النيوترون، وينتج عنها أثارة مكانية (أي تنشيط). من أجل العودة إلى الحالة المستقرة، ينبعث من نواة الهدف طيف فوري لأشعة جاما.

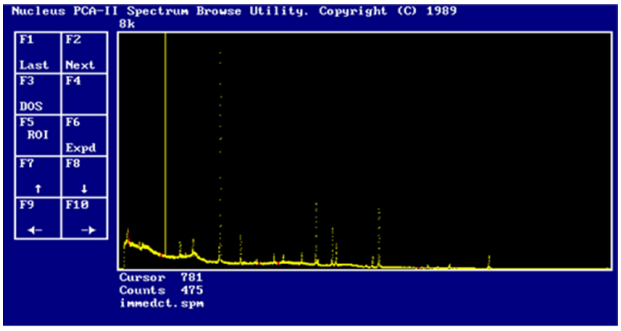
النواة الناتجة تبقى غير مستقرة، ولا تزال تنبعث منها أشعة جاما، وأشكال أخرى من الإشعاع المؤين عن طريق الاضمحلال الإشعاعي. الحث والاضمحلال لأشعة جاما لديها طاقات متميزة لكل عنصر من النظائر المشعة وبالتالي يحدد العنصر الكيميائي من نواة الهدف. علاوة على ذلك، عدد أشعة جاما المنبعثة من نويدة مشعة معينة يتناسباً مع مقدار النظير الأصل في نموذج العينة. هذه التقنية التحليلية مبنية على المبادئ النووية، ولها درجة عالية من الدقة في وصف العناصر التي تشكل العينات وتحديد تركيز تلك العناصر.

يسمى النشاط الإشعاعي للعنصر الناشئ بهذه العملية نشاطاً إشعاعياً أو مسْتحثًا induced، ويقال أيضاً إن العنصر الذي خضع للتنشيط قد نشط وبعد إعداد العينة وتشعيعها وقياس **أشعة جاما** لقد تم تحديد هويتك . عكس لقد تم تحديد هويتك بعد تحليل عناصر ونظائر مختلفة كمياً لتقدير التركيزات المختلفة لهذه المكونات، وقد تم التأكد من دقة وحساسية هذا الأسلوب في التحليل إلى درجة عالية من الحساسية ، حيث يوضح الطّيف على شكل منحني نشاط للعنصر الذي تحويه العينة قيد التحليل وهو منحني التنشيط (بدلالة) الزمن الذي جرى التشعيع خلاله ولهذا المنحني نهاية عظمى تقابل التشبع. لجعل العينة مُشعة (نشطة إشعاعياً) توضع غالباً في مفاعل نَووي، فتتعرض لتدفق نيتروني.

وتسمح المفاعلات العاملة حالياً بالحصول بسهولة على تدفق يقع بين ($1010 - 1410 - n/cm^2s$)معظم عمليات التشعيع النيترونى لعينات التربة تم فيها استخدام المفاعل كمصدر للنيترونات، هذا ليس فقط لغزارة الفيض النيترونى الناتج منه، والذى يصل إلى ($1410\ n/cm^2.s$)، والذى يرفع ليس فقط من حساسية الطريقة، وإنما أيضاً لانتظام عملية التشعيع نظرًا لتجانس الشعاع النيترونى الناتج من المفاعل.

العوامل المؤثرة في عملية التشعيع : -

* **مصدر النيوترونات:** لم يكتشف آ م يقهم يك لشخذ يكخؤش بالنيوترونات ذو طاقة منخفضة كلما أمكن ذلك، لأن احتمال حدوث التفاعل يكون أكبر في النيترونات ذات الطاقة المنخفضة مما يزيد من حساسية الطريقة، ولأن زيادة الطاقة تزيد من احتمال حدوث تفاعلات أخرى مما يزيد من التداخل في تقدير عنصر ما نتيجة زيادة النشاط الإشعاعي بواسطة تفاعل نيترونى آخر لعنصر آخر .



Gamma-ray spectrogram (raw data)

صورة لطيف اشعة جاما

* **الزمن:** ضرهك غقذ يكةسيظ (الزمن المستغرق لتشعيع العينة) وبالتالي زمن الانحلال قبل القياس (زمن التبريد).

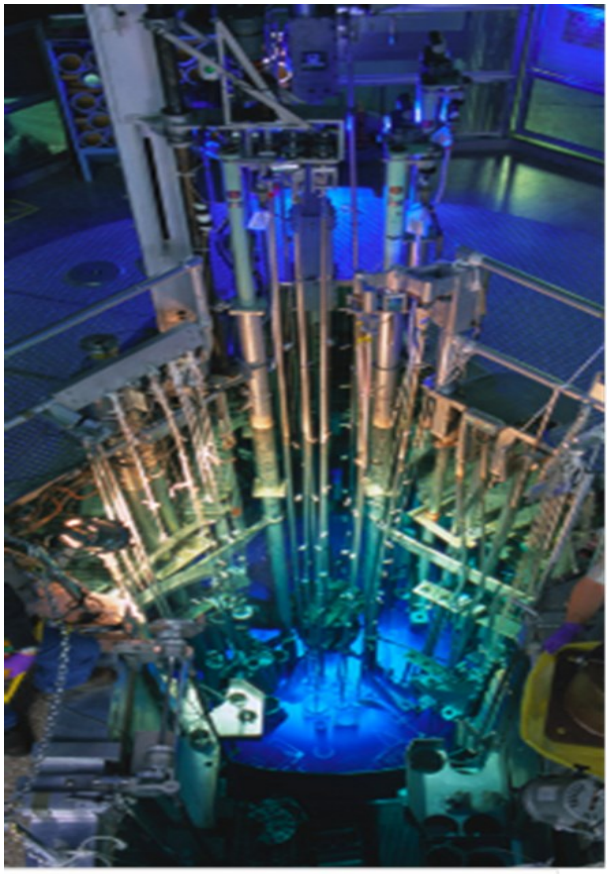
* **الكاشف:** فيذ زضري . جذ لئيالى عئج ائزةخجل قئسد يالى عكي ذ عن كل ما يحيط به تماماً حيث لا يتعامل إلا مع اشعة جاما المراد قياسها والخارج من العينة محل التحليل، ويجب تحديد مكان الكاشف بالنسبة للعينة التي غالباً ما يتم وضعها في وضع هندسي معين متماثل بالنسبة للكاشف الذي يحقق كل هذه الاعتبارات، وعادة ما يستخدم الرصاص المبطن بطبقات من الكادميوم والنحاس والألومنيوم لامتصاص الأشعة السينية الناتجة من الرصاص والعوازل الأخرى، والتي تتعرض للتشعيع أثناء العمل.

إن للإشعاع المؤين دور مهم في البحوث العلمية، البحثية منها والتطبيقية حتى أنه قد تكونت له فروع متخصصة في مجالات عديدة مثل الفيزياء والكيمياء والأحياء وعلوم الأرض. فطريقة التحليل بالتنشيط الإشعاعي الصناعي بالنيوترونات أصبحت تستخدم على نطاق واسع جداً في التجارب الرتيبة والحديثة معاً نظراً لسهولتها ولدقتها المتناهية في الكشف عن آثار العناصر المختلفة في العينات السائلة منها والصلبة.

اهم مميزات طريقة التنشيط الإشعاعي:

* تعتبر طريقة اقتصادية عند الحاجة لتحليل العديد من العناصر للعينة الواحدة و مناسبة جداً لعمليات ميكنة ومعالجة البيانات.

* حساسية الطريقة عالية جداً للعديد من العناصر المهمة في دراسات تغذية النبات والحيوان، في دراسات السمية المتعلقة بالبيئة.



قلب المفاعل النووي تتم فيه تشعيع العينات

* تجنب تلوث العينات بالعناصر النادرة نتيجة استخدام المواد الكيميائية أثناء عملية التحضير والطرق الكيميائية لتحضير العينة لا تختلف عن طرق التحليل التقليدية الأخرى، كما يمكن تجنب اضمحلال بعض العناصر المراد معرفة كميتها الكلية دون فقد.

* يتم التعامل مع نواة العنصر مباشرة وليس مع الكترونات التفاعل في المدارات الخارجية لذرات العناصر كما هو متبع في طرق التحليل الطيفي (الامتصاص الذرى والانبعاث الذرى والانبعاث الفلورسنتي) وهي الأكثر استخداما في التحاليل الكيميائية وبالتالي يمكن تجنب مشاكل التداخل Interference .

* إمكانية إجراء التحليل اللاإتلافيه وهذه نقطة مهمة في حالة القطع الصغيرة.

وبالرغم من المميزات العديدة لهذه الطريقة فإنه يجب علينا أن نذكر عيوبها والتي يمكن إيجازها في التالي :-

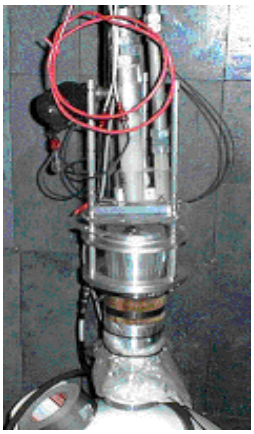
* تقتضى طبيعة واقتصاديات تشعيع العينة ألا يزيد وزنها عن جرامات قليلة ، ويفضل الأقل ، ومن هنا تظهر مشكلة اختيار العينة الممثلة للتحليل، وخاصة عند التعامل مع مادة غير متجانسة مثل عينات البيئة من مياه وتربة والعينات البيولوجية.

* للحصول على مدى واسع من العناصر المراد تحليلها يجب أن يكون مصدر التشعيع مفاعل نووي، وهذا غير متوفر بالقدر المناسب أو الكافي، كما تظهر مشكلة عدم تيسر وسائل تشعيع مناسبة للعناصر ذات فترة نصف عمر تمتد ثوان أو ساعات.

* الحاجة للعديد من التقنيات المتقدمة الغالية لأن تحضير العينات القياسية يصاحبها غالباً بعض العوامل التي تؤثر على النتيجة ، وكذلك هناك تأثير سلبى لعدم انتظام الفيض النيترونى واختلاف الأوضاع الهندسية النسبية بين الشعاع والعينة ، كل هذا يحتاج إلى تقنيات ذات تصميم جيد وثابت وقابل للتكرار للحصول على نتائج دقيقة.

الدراسات التي أجريت باستخدام تقنية التحليل بالتنشيط النيتروني:

في العشرين سنة الأخيرة تمت العديد من الدراسات الأساسية باستخدام التشعيع النيتروني لعدد من أنواع التربة المختلفة، ودراسة نشاط جاما المستحث منها ، ولكن هذه الدراسات ركزت على تقديم تفاصيل عملية التشعيع والأجهزة المستخدمة وتحليل طيف جاما، ولم تقدم معلومات كافية عن تطبيقات هذه التقنية في مختلف مجالات البحوث ، وفي عام 1971م وضع نظام Salmon and Creevy تطور للكواشف ومع ظهور الجرمانيوم-ليثيوم والبرامج الحاسوبية أصبحت الخطوات أبسط واسرع للتعامل مع عينات الهواء والماء والتربة ، والتي تم تعريضها للتنشيط النيتروني، وفى مصر سنة 1973م استخدمت نيترونات فوق حرارية في التنشيط النيترونى مع استخدام مرشح من



كاشف جرمانيوم عالي النقاوة للكشف عن الأشعة المؤينة

الكادميوم أمكن التعرف على أحد عشر عنصر وأمكن تقديرها بنجاح تام منها Fe, Co, Sb, Cs, Ba, Ce, Eu, Tb, Ta and Th وفي مجال دراسات تلوث البيئة ومدى تلوث التربة وبتوسع في المناجم ومعامل التكرير وتنقية المعادن وإلقاء المخلفات الصناعية، ومن حين إلى آخر تتم كثير من الدراسات على الغلاف الجوي أو المائي باستخدام هذه التقنية بهدف التحديد الدقيق للواقع البيئي لأى نشاط إنساني (زراعي –صناعي – بيئي). أوضحت النتائج أن تقنية التنشيط النيوترونى ذات فائدة عالية في الكشف عن العناصر النادرة في الأرض للتقييم البيئي كما تم دراسة الملوثات البيئية سنة 1996م في بعض المجاري المائية مثل مجرى النيل وبعض الترع والمصارف عن طريق نبات ورد النيل وفيها تم أخذ عينات من ورد النيل من ثلاث مجارى مائية مختلفة من مجرى النيل وذلك لتقدير مستويات بعض العناصر الضارة للنبات والعناصر الأرضية النادرة .

التطبيقات:

يمكن تطبيق تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني (NAA) لعدد كبير من أنواع العينات دون أي معالجة مسبقة للعينة. وتشمل هذه التطبيقات الآتي:

* **المواد الصلبة مثل:** الفحم، المعادن، الرواسب، الخامات، الأنسجة، العظام، الألياف الاصطناعية والسبائك، الرصاص، البلورات والأحجار الكريمة، الزجاج، الشعر، بقايا طلقات نارية، عينات من القمر، جراثيم القمح والخشب وأوراق الأشجار، الإبر، الأفلام البلاستيكية، الصخور، الأملاح، القذائف، الجلد، التربة، السكر، الأسنان، المعادن، النيازك، الزجاج البركاني الأسود، رواسب الأكاسيد بالمحيطات، الأظافر.

* **السوائل مثل:** الدم، البنزين، نفايات التصنيع، النفط، الماء.

* **الغازات مثل:** ئ‌لآذجهـ م ّ‌ك‌فكهـ ذ ّ‌ك‌فكهـ ذ.

* **المعلقات والعجائن مثل:** حمأة الصرف الصحي، مياه الأنهار، الأطعمة، عينات الأنسجة البيولوجية، العينات الحيوانية، المواد الكيميائية، المركبات الكيميائية، المحاليل الكيميائية، التتبع الكيميائي ، الطلاء، الأسماك، الإنزيمات.

المراجع :

1. استخدام تقنية التنشيط النيوترونى في دراسات وبحوث البيئة وحدة تلوث المياه والتربة – الطاقة الذرية – مصر
www.aun.edu.egarabicsocietypdfajoes20_article3.pdf

2. مبادئ الاشعاعات المؤينة نشرة علمية متخصصة صادرة عن اللجنة الدائمة للوقاية من الاشعاع جامعة الملك سعود / السعودية.

3. http://www.marefa.org/index.php

4. موقع ويكيبيديا http://www.ar.wikipedia.org

الإشعاعات المؤينة وتأثيرها على صحة الانسان

اعداد/ نجمة محمد عمران أبوقربوعة

إدارة القياسات الاشعاعية

تتفاعل الأشعة عند مرورها بأي وسط مع ذراته بطرق مختلفة تعتمد على نوع الاشعاع المار وقد تفقد كل طاقتها أو جزءا منها مسببة في إيداع جرعة إشعاعية بالوسط الدي مرت به وتستخدم الكميات والوحدات الأتية للتعبير عن الجرعات التي يتم التعرض لها .

- .التعرض الاشعاعي: يعرف لأشعة جاما والأشعة السينية كمقياس لفيض الفوتونات ومرتبط بمقدار الطاقة المنتقلة من مجال الأشعة السينية أو أشعة جاما إلى وحدة كتلة من الهواء ووحدة التعرض عبارة عن كمية أشعة جاما أو الأشعة السينية التي تنتج في الهواء أيونات تحمل شحنة مقدارها 1كولوم لكل كيلوجرام من الهواء واستخدم الرونتجن في السابق للتعبير عن التعرض الاشعاعي (1كولوم /كيلوجرام=3881روتنجن).
- الجرعة الممتصة: هي عبارة عن كمية الطاقة الممتصة من أي نوع من أنواع الأشعة لكل وحدة كتلة من أي مادة ،ويستخدم الجراي (Gray) للتعبير عن الجرعة الممتصة ويعادل امتصاص طاقة إشعاعية مقدارها 1 جول لكل كيلوجرام .
- الجرعة المكافئة : هي مجموع حاصل ضرب متوسط الجرعات الممتصة من كل نوع من أنواع الأشعة وعامل وزن الأشعة (عامل النوعيةRadiation weighting factor) ويعبر عنها بوحدة السيفرت (Sievert).
- الجرعة الفعالة : وهي مجموع حاصل ضرب الجرعة المكافئة لكل عضو من أعضاء الجسم وعامل المخاطرة المحتملة (Tissue weighting factor) .

تفاعلات الاشعاع مع النسيج الحي:

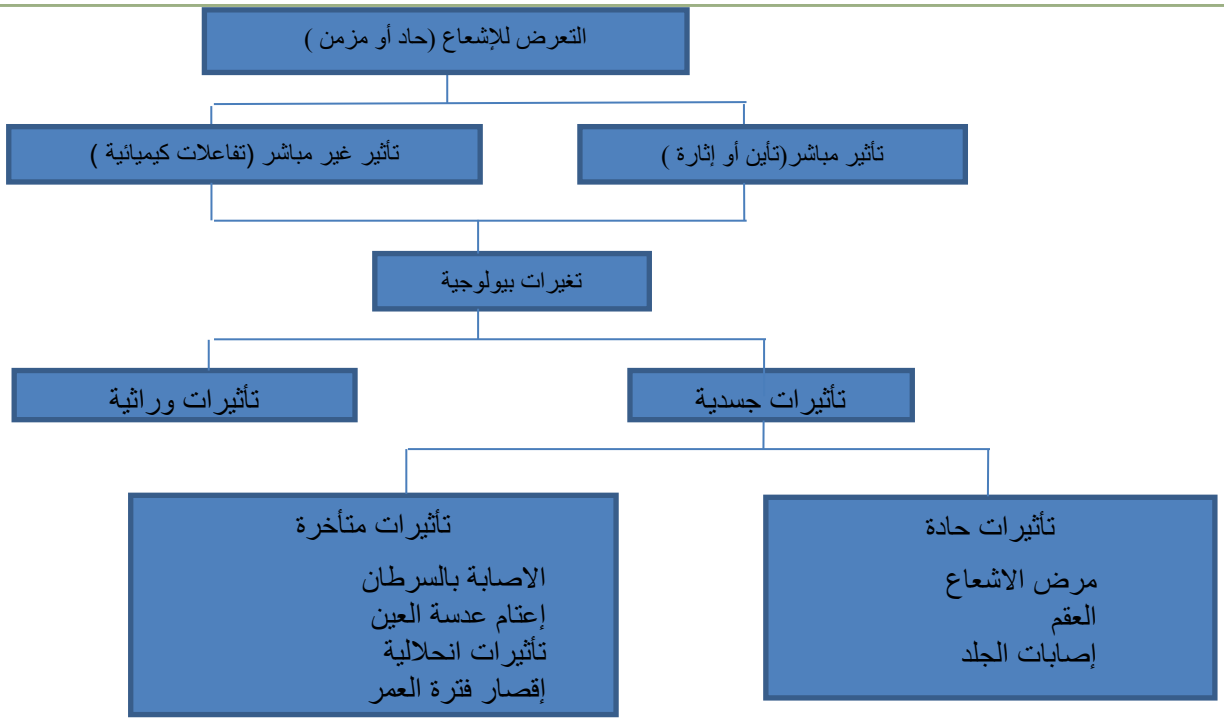
تتكون الخلايا الحية البشرية من الماء بنسبة 70–80% وبروتين بنسبة 10–20% وحوالي 10% مواد سكرية و2–3% دهون، وتحدث أغلب تفاعلات الاشعاع مع النسيج الحي في جزيئات الماء لأنه يشكل الجزء الأكبر من الخلية وتبدأ التأثيرات الإشعاعية عندما تتفكك هذه الجزيئات إلى أجزاء أو تنحل كيميائيا بسبب الاشعاع نتيجة لانتقال طاقته إلى جزيئات الماء أثناء عملية التفاعل، تحدث عملية التفاعل إما مباشرة بين الاشعاع والخلية أو بطريقة غير مباشرة بين نواتج التفاعل المباشر والخلية ويوضح الجدول (1) الاطار الزمني للتأثيرات الإشعاعية المباشرة وغير المباشرة .

جدول (1)الاطار الزمني للتأثيرات الإشعاعية

الفترة الزمنية	الحدث
المرحلة الفيزيائية أقل من 10–15 ثانية	تكون أيون الماء وجزئ الماء المتأين والإلكترونات غير قادرة على إحداث التأين في مكان موضعي أقل من 0.1 ميكروميتر
المرحلة ما قبل الكيميائية من 10–15 ثانية إلى 10–12 ثانية	HO,H3O– تكون الشقائق (الجدور) الحرة
المرحلة الكيميائية من 10–12 ثانية إلى 10–8 ثانية	HO,H3O–,eaq,H– الشقائق (الجدور) الحرة
المرحلة البيولوجية أقل من 10–3 ثانية.	انتهاء تفاعلات الشقائق الحرة مع جزيئات البيولوجية
أقل من ثانية واحدة	تغيرات كيميائية حيوية
دقائق	تتأثر عملية انقسام الخلايا
أيام	تغيرات في الجهاز المعدي المعوي والجهاز العصبي المركزي
أسابيع	نشوء تليف رئوي
سنوات	ظهور اسوداد العين والسرطان والتأثيرات الوراثية في النسل

يوضح الشكل (1) رسما تخطيطيا للتأثيرات الاشعاعية المختلفة وتنقسم التأثيرات البيولوجية للإشعاع إلى قسمين رئيسين هما التأثيرات الجسمية (الجسدية). ويقصد بها التأثيرات التي تصيب الشخص المتعرض للإشعاع والتأثيرات الوراثية ويقصد بها التأثيرات التي تصيب الأجيال التالية وتنقسم التأثيرات الجسمية إلى قسمين رئيسين هما :التأثيرات الحادة والتأثيرات المتأخرة.

التأثيرات الحادة : ميكن أن تحدث عندما يتعرض جزء كبير من الجسم لجرعة إشعاعية كبيرة في فترة زمنية قصيرة ويؤدي دلك إلى إلحاق الضرر بشكل متزامن للعديد من الانسجة والأعضاء الحيوية. تسمى الأمراض الناتجة عن التأثيرات الحادة للإشعاع بمرض الاشعاع ويلخص الجدول (2) الامراض المتوقعة



الشكل (1) رسما تخطيطيا للتأثيرات الاشعاعية المختلفة

جراء تعرض جسم الانسان بأكمله لجرعات مختلفة من أشعة جاما (نظرا لقدرتها الاختراقية العالية فإنها تشع الجسم بشكل متجانس تقريبا).

وتتميز أعراض التأثيرات الحادة للإشعاع بأربع مراحل متلاحقة هي :

- المرحلة الأولى وتستمر لمدة 48 ساعة بعد ساعة بعد التعرض ويشعر فيها الشخص المصاب بالتعب والغثيان وفقدان الشهية والتعرق .
- المرحلة الثانية وتستمر من 24 ساعة بعد التعرض إلى حوالي أسبوعين أو ثلاثة أسابيع وهي مرحلة كمون يشعر فيها المصاب بنوع من التحسن .
- المرحلة الثالثة تتراوح ما بين سنة إلى ثمانية أسابيع بعد التعرض وهي مرحلة ظهور الأمراض حيث تظهر فيها بعض الأعراض في فترة زمنية قصيرة .

جدول (2)أمراض الاشعاع الحادة نتيجة التعرض لأشعة جاما

الجرعة الجراي	الاعراض	ملاحظات
0.25-0	لا شيء	لا توجد تأثيرات مهمة من الناحية الطبية.
1-0.25	لا توجد أعراض في الغالب ولكن تظهر بعض الاعراض على بعض الافراد مثل الغثيان وفقدان الشهية.	تضرر النخاع العظمي ، تنافص في عدد كرات الدم البيضاء والحمراء والصفائح ،إلحاق الأذى بالغدد الليمفاوية والطحال ، تناقص عدد الكرات الليمفاوية.
3-1	غثيان بسيط إلى خطير ،توعك في الصحة فقدان الشهية والتهابات	تضرر أشد بمكونات الدم وهناك احتمالية للشفاء ولكنها ليست مؤكدة
6-3	تأثيرات خطيرة كالسابقة ،نزف دموي ،إسهال ، عقم مؤقت.	حدوث وفيات بين الأفراد المتعرضين لجرعات أكبر من 3.5 جراي والدين لم يتلقوا علاجاً
6>	ظهور نفس الأعراض السالفة الذكر إضافة إلى الجهاز العصبي المركزي والعجز عند جرعات أكبر من 10 جراي.	جرعات مميتة

- المرحلة الرابعة في حالة نجاة الشخص المصاب تبدأ المرحلة الرابعة وهي فترة النقاهة وتستمر إلى عدة أسابيع وأشهر أخرى .

التأثيرات المتأخرة: تنتج عن التعرض لجرعات إشعاعية حادة أو لجرعات قصيرة وعلى امتداد فترة زمنية طويلة تأثيرات متأخرة وتؤدي إلى الإصابة ببعض الأمراض التي تظهر بعد فترة زمنية طويلة من عمر التعرض ، ومن أمثلة هده الامراض ما يلي :

- ♦ الإصابة بمرض السرطان: لا يؤدي الضرر الاشعاعي في كل الأحيان إلى موت الخلية ولكن إلى إحداث تبديلات أو تعديلات بها بشكل أو بأخر وتؤثر هده التعديلات في جهاز التحكم بالخلية ويؤدي دلك إلى انقسامها بشكل أسرع من المعتاد وإلى زيادة إنتاج عدد من الخلايا الشادة ، وعندما تغزو الخلايا الشاده الأنسجة العادية تسمى خلايا ورمية ويؤدي هدا إلى الإصابة بالسرطان ولا تحدث الإصابة بالسرطان مباشرة بعد التعرض للإشعاع ولكن بعد فترة كمون تتراوح ما بين سنتين في حالة سرطان الدم وثلاثين سنة أو أكثر في حالة الأورام الصلبة .
- ♦ إقصار فترة العمر المتوقعة: تؤدي الاصابة بمرض السرطان نتيجة للتعرض لجرعة إشعاعية كبيرة إلى إقصار فترة العمر المتوقعة كما يؤدي التعرض إلى الجرعات الاشعاعية العالية

إلى زيادة معدل التقادم الفسيولوجي والدي لوحظ على حيوانات التجارب وبالرغم من أن عملية إقصار العمر لوحظت على حيوانات التجارب فإن مثل هده التأثيرات لم تلاحظ بشكل أكيد على الناجين من التفجيرات النووية في اليابان .

- ♦ اسوداد العينين: يؤدي كل من التعرض الحاد والمزمن للإشعاع إلى اسوداد العينين إد يمكن أن تصبح عدسات الأفراد المتعرضين للإشعاع معتمة بعد فترة زمنية طويلة من التعرض وبشكل أسرع من بقية الناس ويقال عن الشخص المصاب في هده الحالة أنه مصاب باسوداد ناتج عن الاشعاع ولوحظ ارتفاع معدل الاصابة باسوداد العينين بين الفيزيائيين الدين اشتغلوا في معامل مسرعات السيلكترون الدين تعرضت أعينهم لجرعات مختلطة من أشعة جاما والنيترونات لفترة زمنية طويلة .

التأثيرات الانحلالية من بين التأثيرات المتأخرة للإشعاع زيادة الاصابة بأعراض انحلالية في أعضاء الجسم المختلفة نتيجة الفشل الخلايا المتعرضة في الانتاج بالشكل المظلوب ويؤدي هدا إلى إضعاف دائم لوظائف العضو ويعتقد أن هدا راجع إلى الضرر الكبير الدي تسببه الجرعات الاشعاعية الكبيرة للأنسجة والاعضاء .

- ♦ التخلف العقلي تعتبر الانسجة السريعة التكاثر والتمايز من أكثر الأنسجة حساسية للإشعاع وبالتالي فإن تعرض الأجنة للإشعاع قد يؤدي إلى مشاكل تطويرية وخصوصا في الدماغ المتطور وبالتالي

إلى تخلف عقلي ومشاكل عصبية أخرى ونقص في حجم الدماغ وتتسبب في ولادة أطفال بأوزان منخفضة عند الولادة .

- ♦ **التأثيرات الوراثية** :لكل ةلاإحط آى ةآقيثة هيفقي بـ مقي ج بطكةقع نص للإشعاع في أي مجتمع بشري تعرض لجرعات إشعاعية تراوحت من جرعات إشعاعات الخلفية إلى الجرعات التي تعرض لها الناجون من التفجيرات النووية في اليابان ومن الصعب جدا ملاحظة التأثيرات الوراثية لأن هناك معدل تلقائي في الأطفال، يمكن للمعلومات الوراثية أن تتغير بفعل عوامل فيزيائية وكيميائية تسمى المطفرات والتي تسبب خللا في التسلسل القاعدي لجزيء الحامض النووي فإدا ما اختلطت المعلومات الوراثية لخلية جسمية فإن الخلايا الناتجة عن انقسامها سوف تظهر نوعاً من الشدود وإدا ما تغيرت المعلومات الوراثية في خلية تناسلية ويتبعها تخصيب للخلية فان الشخص الجديد سوف يحمل عيوباً وراثية ، وتسمى مثل هده الطفرات بالطفرات النقطية لأنها ناجمة عن ضرر في نقطة ما في جينة .

الخاتمة:

تظهر التأثيرات الحادة للإشعاع فقط عندما يتعرض الجسم بأكمله وبشكل متجانس لجرعة إشعاعية كبيرة، ويختلف الحال وبشكل كبير جدا عندما يتعرض جزء فقط ونظام معين من الجسم للإشعاع كما هو الحال عند استخدام الاشعاع لأغراض علاجية. فمثلا تتسبب جرعة إشعاعية مقدارها 5 جراي يتعرض لها الجسم بأكمله في الوفاة وتتسبب نفس الجرعة للجلد في فقدان الشعر وتختلف مقدار الخلايا على إصلاح الضرر الناتج عن امتصاص كمية من الاشعاع بشكل كبير وتعتمد التأثيرات البيولوجية للإشعاع على عدة عوامل مثل: شدة التأين ومعدل الجرعة.

المراجع:

1. J.k.Turner, Atoms, Radiation and Radiation Production second edition, John Wiley & Sons, Inc,1995.
2. John R.Lamarsh, Introduction To Nuclear Engineering, Addison Wesley.
3. H.Cember, Introduction to Health physics, Third edition,McGrawhill.1999.

الموصلية الفائقة
مفهومها وخواصها ومستقبل استخداماتها (الجزء الثاني)

الاستاذ: محمد موسى

المستشار العلمي بالمركز

الموصلية الفائقة عند درجات الحرارة المرتفعة:

منذ اكتشاف الموصلية الفائقة والعلماء يحاولون الحصول على موصلات فائقة تكون درجاتها الحرجة مرتفعة. وكانت أعلى درجة حرجة أمكن الوصول إليها لموصل فائق حتى عام 1986م هي 23.2 كلفن وكانت لمادة (Nb3Ge) النيوبيوم –جرمانيوم. وفى هذا العام تقدم بدنورز ومولر باكتشاف مركب اللانثام والباريوم وأكسيد النحاس La2 Ba1 Cu O4 . يرفع الدرجة الحرجة إلى 30 كلفن. في عام 1987م أعلن مجموعة من العلماء بجامعة هيوستن توصلهم لموصل فائق من طور مختلط يحتوى على مواد الإيتريوم والباريوم والنحاس والأكسجين الذي له موصلية فائقة تصل لدرجة 92 كلفن و لما كانت الدرجة الحرجة لهذه المادة أعلى من درجة غليان النيتروجين السائل (77 كلفن) لذلك فإن وجود مبرد رخيص وفى متناول الكثيرين كالنيتروجين السائل فتح أبواب البحث في موضوع الموصلية الفائقة على مصراعيه خاصة بعد أن أصبحت طريقة تحضير هذا الموصل الفائق معروفة للجميع. ويعود السبب في اهتمام العلماء في هذه الأيام بالبحث العلمي لاكتشاف المزيد من الموصلات الفائقة عند درجات الحرارة المرتفعة للعوامل التالية:

سهولة الحصول على أكاسيد الفلزات وتحضيرها.

لهذه المواد درجات حرارة حرجة تزيد في بعض الحالات عن 100 كلفن كما أن لها مجالا مغناطيسيا حرجا مرتفعا.

لا يزال موطن الموصلية الفائقة في المركب– كذلك ميكانيكية التوصيل وخواصه المختلفة تحتاج للمزيد من الدراسة والمعتقد حاليا أن موطن الموصلية الفائقة يكمن في طبقات (النحاس – أكسجين) في المركب وزيادة كثافة هذه الطبقات ترفع من الدرجة الحرجة للمركب.

التوقعات التكنولوجية الهامة والتطبيقات المحتملة عند الحصول على موصل فائق يعمل على درجة حرارة الغرفة أي تكون درجة حرارته الحرجة أعلى من ذلك . وعندئذ سوف يتغير تماما شكل جميع التكنولوجيا الكهربائية المستخدمة حاليا في الحياة ويخدر بالذكر أنه في أوائل التسعينيات أمكن للعلماء رفع الدرجة الحرجة للموصل الفائق التوصيل إلى 125 كلفن. ويبين الجدول رقم (1) المواد فائقة التوصيل ودرجة حرارة التحول الخاصة بها.

أهمية خاصة للموصلات الفائقة عالية الحرارة:

1– سهلة التحضير ويستطيع جميع المهتمين بالحصول عليها بيسر

2– رخيصة الثمن حيث إن أكبر مكوناتها هو النحاس والباريوم

والكالسيوم وهي رخيصة ومتوفرة.

3– تتحول فوق درجة غليان النيتروجين وهو رخيص الثمن ومتوفر في كل مكان وسهل النقل والحمل ويبقى لفترات طويلة مقارنة بسلفه الهليوم المسال.

جدول (1): درجة حرارة التحول للموصلات الفائقة المعروفة حاليا

Transition temperatures of well-known superconductors (Boiling point of liquid nitrogen for comparison)			
Transition temperature (in kelvin)	Transition temperature (in celsius)	Material	Class
195	78-	point of Dry Ice Sublimation	
133	140-	$HgBa_2Ca_2Cu_3O_x$	Copper-oxide superconductors
110	163-	$Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10}$(BSCCO)	
90	183-	$YBa_2Cu_3O_7$ (YBCO)	
77	196-	Boiling point of liquid nitrogen	
55	218-	SmFeAs(O,F)	Iron-based superconductors
41	232-	CeFeAs(O,F)	
26	247-	LaFeAs(O,F)	
20	253-	Boiling point of liquid hydrogen	
18	255-	Nb_3Sn	Metallic low-temperature superconductors
10	263-	NbTi	
9.2	263.8-	Nb	
4.2	268.8-	Boiling point of liquid helium	
4.2	268.8-	Hg (mercury)	Metallic low-temperature superconductors

4- الفرق بين درجات تحولها ودرجة الوسيط المبرد (النيتروجين) كبير (في حالة مركبات الزئبق تفوق الخمسين درجة) مما يجعلها أكثر استقراراً، حيث إن ذلك الاستقرار يزيد بتزايد الفرق بين درجة حرارة العمل ودرجة حرارة التحول.

5- يسهل تشكيلها بأشكال مختلفة مثل الرقائق والأفلام أو المواد المكدسة وكذلك وحيدة التبلور.

تطبيقات واستخدامات المواد فائقة التوصيل:-

ان اكتشاف مواد فائقة التوصيل للكهرباء عند درجات حرارة مرتفعة نسبيا سوف يجعلها تدخل في تركيب الكثير من الاجهزة والمعدات ذات العلاقة باحتياجاتنا الحياتية سواء كان ذلك في الصناعة او المواصلات او الصحة او الخدمات وغيرها. ان اول التطبيقات هو الحصول على وسيلة غير مكلفة لنقل التيار الكهربائي، بالمقارنة مع التكاليف المرتفعة المترتبة على نقل التيار عبر اسلاك النحاس والتي تتسبب في فقد كبير للطاقة على شكل حرارة مبددة بسبب مقاومة الموصلات المصنوعة من النحاس. كما ان هذه المواد لها تطبيقات عديدة في مجال الالكترونات لما تمتاز به من قدرة عالية في فتح واغلاق الدارات الكهربائية لتمرير التيار ومنعه، وهو ما يشكل العنصر الاساسي في بنى الكمبيوتر والبحث جار لإدخال هذه المواد في صناعة السوبر كمبيوتر. اما في المجال الطبي فقد تم صناعة اجهزة ذات حساسية عالية جدا للمجالات المغناطيسية المنخفضة الشدة، وتستخدم الان كبديل للمواد المشعة المستخدمة في تشخيص الامراض التي قد تصيب الدماغ. كما يمكن ان تستخدم في البحث عن المعادن الدفينة في باطن الارض وعن مصادر المياه والنفط لانها تحدث تغيرا طفيفا في المجال المغناطيسي للأرض وهذا التغير يمكن التقاطه بواسطة تلك الاجهزة.

لقد فتحت التجارب في السنوات الاخيرة مجالا واسعا للتعرف على اكثر من 30 عنصرا ومئات من المركبات التي تصلح لان تكون موصلات فائقة عند درجات حرارة حرجة.

1. **جهاز سكويد :**

يتركب جهاز سكويد لقياس شدة التمغنط من حلقة من الموصل الفائق مكونة من وصلتين من المواد فائقة التوصيل تسمي وصلات جوزيف صن . يتمكن جهاز سكويد من رصد التغير في الفيض المغناطيسي في ضوء الجهد المتردد الناتج أثر التغير في الطور بين أزواج كوبر عبر الوصلتين. ويتميز جهاز سكويد بحساسية عالية جدا لقياس الفيض المغناطيسي تصل إلى حوالي 10^{-14}تسلا . هذه المجالات تعتبر أقل من المجال المغناطيسي للأرض بمقدار 10^{11} مرة علي الأقل. وبالتالي فقد أستطاع الباحثون استخدام جهاز سكويد في رصد المجالات المغناطيسية الناتجة عن أعضاء جسم الإنسان مثل القلب والمخ والجهاز العصبي والتي كان من الصعب رصدها بالأجهزة المعتادة حيث أنها كانت تتطلب حساسية عالية جدا في القياس نظرا لأن المجال المغناطيسي الناتج عن هذه الأعضاء يكون محدود جدا ويحتاج لدقة وحساسية عالية في القياس، على سبيل المثال المجال المغناطيسي للقلب يكون في حدود10^{-10} تسلا وعن المخ يكون في حدود 10^{-13} تسلا.

2. **كابلات القدرة : Power cables**

لقد وجد أن المواد الفائقة تتحمل تيارات كهربية عالية مما أدي الي تصنيع كابلات من المواد الفائقة بحيث تتمكن هذه الكابلات من حمل تيارات كهربية تصل إلي خمسة أضعاف ما يتحمله كابل من النحاس بنفس الأبعاد والمواصفات . وبالتالي تتمكن هذه الكابلات من نقل الطاقة من مكان لأخر بدون أي فقد يذكر مما سوف يساهم في نقل خطوط الطاقة بين الدول المختلفة إذا ما توفر الدعم اللازم لذلك.

3. **المغناطيس الفائق :Superconducting magnets**

تستخدم المواد فائقة التوصيل في تصميم المغناطيس الفائق بحيث يتم تبريد المغناطيس الفائق في الهليوم السائل بحيث تكون المقاومة الكهربية للملفات مساوية للصفر مما يجعل الطاقة المفقودة مساوية للصفر حتى عن تسخين الأسلاك .

ومن هنا فإن مصدر تيار منخفض يكون مناسب لمرور التيار بشرط المحافظة على درجة حرارة الهليوم السائل . وبالتالي فإنه يمكن الحصول علي مجالات مغناطيسية تفوق المغناطيس المصنوع من الموصلات بعشرات المرات.

4. **أجهزة الرادار : Radar apparatus**

لتصور هذه المشكلة يمكنك مراقبة ما يحدث لجهاز التلفاز عندما يتم تشغيل جهاز كهربائي بالقرب منه. إن الصورة سوف تصاب بالتشويش نتيجة المجالات المغناطيسية المجاورة والتي تؤثر على حركة الإلكترونات المسئولة عن تكوين الصورة. وهذا بالفعل ما يحدث مع أجهزة الرادار بالضبط ولكنها تكون أكثر حساسية حيث تتأثر بالمجالات الخارجية. وللتغلب علي ذلك تم استعمال الدروع المغناطيسية والتي هي عبارة عن اسطوانات ذات مقاسات مختلفة مصنوعة من المواد الفائقة يوضع بداخلها مصدر الإلكترونات فيحميها من المجالات الخارجية ويجعل صورة الرادار غاية في الوضوح.

5. **القطار الفائق : Superconducting train**

بنيت فكرة تصميم هذه القطارات علي ظاهرة الطرد المغناطيسي بحيث تطفو أو تعوم عجلات القطارات المصنوعة من المواد فائقة التوصيل علي مغناطيس فائق شديد. وبالتالي ينعدم الاحتكاك بين عجلات القطارات والقضبان مما يساعد في زيادة سرعة القطارات ولذا سميت بالقطارات العائمة أو الفائقة. وقد كان الاختبار الحقيقي عام 1986م حيث تم اختبار قطار فائق مكون من ثلاث عربات حيث وصلت سرعته إلي (Km/h) 352.4. ولقد تم البدء في تنفيذ ذلك تجاريا عام 1990م في مشروع قومي مدعم في اليابان أطلقوا علية Maglev. ولقد تمكنت وزارة النقل من تبني الفكرة وتم افتتاح أول

خط سكة حديد من المواد الفائقة واختبارها في إبريل 1997م. في نفس العام ديسمبر 1997م تم تنفيذ عجلات قطار من المغناطيس الفائق أطلقوا عليها MLX01 حيث يتكون القطار من ثلاث عربات سجلت سرعة قدرها (Km/h) 531 وفي شهر مارس من عام 1999م تم تصنيع قطار فائق مكون من خمس عربات حيث وصلت سرعته 548 (Km/h) وفي ديسمبر 2003م وصلت سرعة القطار الفائق إلي 581 (Km/h).

الخلاصة:

بالرغم من هذا النجاح الباهر في مجال الموصلية الفائقة إلاّ أنه ما زالت هناك مشكلات عديدة تتعلق بالمواد الفائقة مثل صعوبة تشكيل هذه المواد في صورة أسلاك أو دوائر كهربية بحيث يمكنها حمل تيارات كهربية عالية غير مسموح بها في الموصلات العادية. ولذا فإن البحث جاري على قدم وساق للحصول علي مواد فائقة عند درجة حرارة الغرفة وفي الوقت ذاته تكون قابلة للتشكل بحيث يمكن بناء أجهزة تدخل في تصميمها دوائر كهربية من المواد الفائقة دون خشية الآثار السلبية المترتبة عن ارتفاع درجة الحرارة أو غير ذلك من آثار تزول بفعل استخدام هذه المواد. إضافة إلي ذلك فإنها سوف تساهم في توليد مجالات مغناطيسية قوية جدا تكون قادرة علي احتواء بلازما الاندماج النووي ذو الحرارة العالية والتي من الصعب حتى الآن إيجاد مواد تتحمل هذه الحرارة العالية. علي الجانب الأخر فإنه يمكن توظيف هذه المجالات المغناطيسية في تطوير أجهزة التشخيص الطبي بالرنين النووي المغناطيسي والتي تمكن من الحصول علي صور تشريحية مفصلة ودقيقة لأي عضو من أعضاء جسم الإنسان. علاوة علي ذلك فإنه يمكن استخدامها في تطوير وسائل النقل مثل بناء القطارات العائمة بدون تكاليف باهظة مثلما يحدث الآن . بالفعل سوف يكون حدث علمي غير مسبوق ويفوق الوصف والخيال.

إن التقدم يجري ببطء ولكن تتحقق نسبة من النجاح كل فترة إلاَّ أن غاية الطموح المتمثلة في الحصول علي تركيبية تتحقق فيها الموصلية الفائقة عند درجة حرارة الغرفة لم تتحقق بعد. لكن عندما يتحقق هذا الهدف سوف تدخل الصناعة المعاصرة ثورة تكنولوجية جديدة لم يشهدها التاريخ من قبل وتكون الموصلية الفائقة يوم ذاك هي العمود الفقري للتكنولوجيا الجديدة في جميع المجالات. ولكن المطلوب الآن هو توفير الوسائل الضرورية التي تمكن الباحثين من تصنيع هذه المواد وتشكيلها بالكيفية المطلوبة فقد تكون تلك المواد في صورة أسلاك أو كابلات وقد تدخل في تركيب الشرائح الإلكترونية وقد تكون جزءاً رئيسياً من أجزاء محرك الطائرة وغير ذلك.

المراجع:-

1. ويكيبيديا الموسوعة الحرة.
2. د. احمد صدقي – نبذة عن المواد فائقة التوصيل.
3. م. احسان ضياء البيرماني – بعض التطبيقات الهامة للمواد فائقة التوصيل.
4. د. ناصر بن صالح الزايد _ المواد فائقة التوصيل وتطبيقاتها.

آثار المواد الكيميائية على بيئة الاطفال

إعداد / الكيميائية سكينة محمد مادي، إدارة التدريب والمختبرات

هذه المقالة هي مقدمة موجزة لقضية معقدة للغاية وحساسة، وهي مدى تأثير هذه المواد على بيئة الطفل ومدى تفاهم هذه المشكلة في العقود الأخيرة حيث **إذ** تعرض الأطفال للمواد الكيميائية على نحو مستمر وبمستويات منخفضة إلى عدد من النتائج الضارة حتى إذا كان التعرض بمستويات صغيرة نسبياً ويمكن أن يتسبب التعرض المستمر الى آثار وخيمة على الرغم من الغموض الذى يلف أثار المواد الكيميائية البيئية والمخاطر المحتملة على الجنين والطفل والدور الذى يمكن ان تقوم به الأم لتقليل تعرض طفلها للمواد الكيميائية. ومن أسباب تفاقم التعرض للمواد الكيميائية للأطفال الاستخدام غير الامن للمواد الكيميائية وزيادة التلوث والاستخدام غير المنضبط للمواد الكيميائية والجهل بمخاطر هذه المواد. أجهزة معينة من الجسم مثل الجهاز العصبي المركزي، الاجهزة التناسلية، الجهاز المناعي، الرئتين أكثر عرضة للمواد الكيميائية ولكن الضرر يحدث في مراحل مختلفة من النمو.

تعرض ئ لآ لـ ئ ك لعصر ك لهـ خ ك ق ي ل ئ ي ب هـ لإخ ي بي لـ ق م آ مي ق هـ م ك هـ ئ أثار ضارة على الجنين والطفل وتؤدى إلى آثار سلبية على المدى الغير منظور، حيث تتعرض الامهات الحوامل للمواد الكيميائية في المنزل، المدرسة، مدينة الالعاب، الشارع، كما أن المواد السامة موجودة في المنتجات المنزلية، مواد البناء، غبار المنازل، المستحضرات الصيدلانية، مستحضرات التجميل والنظافة الشخصية، الألعاب، أماكن العمل، الملوثات العضوية الثابتة في البيئة (Persistent Organic Pollutants)، المواد الكيميائية ذات الاصل الطبيعي– الزرنيخ والفلوريد في المياه الجوفية، الإصابات وحالات التسمم، تصريف مخلفات مياه المجاري السيء.

تأثير المواد الكيميائية على الأطفال:

الأطفال لديهم طرق مختلفة للتعرض للمواد الكيميائية البيئية بما في ذلك التعرض عن طريق المشيمة واستهلاك حليب الام للرضيع. كما أن تعرض الأطفال غالباً ما يكون أعلى منه لذى الكبار وكذلك توقيت التعرض قد يكون حاسم. عند التعرض تحدث اضطرابات في نمو السلوك العصبي للأطفال خصوصاً في البلدان الصناعية. موصوفة بأرقام تصل إلى **15**٪ ل م ئ لآ ف ك لة لتكـ ب غى هـ جـ هـ خ صعوبات في التعلم، تأخر في النمو، نقص الانتباه، فرط النشاط، ومرض التوحد، وانخفاض الذكاء والشلل الدماغي....وغيرها من الأمراض.

تشكيل ك هـ شلإ ت ك ع شلي ب لي م ك خ لإ ئ ك ع شلي ب غى ك ج هـ ئ ر ك ع شاى المركزي قد تتأثر سلبا من الايثانول والرصاص وميثيل الزئبق، مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور، ومضادات السيروتونين، والإيثانول، ميثيل الزئبق، والألمنيوم.

المستحضرات الصيدلانية والمبيدات تستهدف أنظمة عصبية محددة كما أن العوامل الاجتماعية والثقافية، التغذية، الرعاية قبل الولادة، التعليم، الحصول على الرعاية الصحية، (Intelligence IQ Quotient) الأمهات، العرق، الجنس، الثقافة، شبكات الدعم، نوعية

التربية للأطفال لها مؤثرات سلبية على نمو الأطفال في حالة اهمالها وعدم توفر توعية كافية لتفادي عواقبها.

أظهرت ك خ ئ ز ئ ة هـ جـ هـ خ ئ ت ق ط ش لي م ئ ف ق ئ ظ لـ ز هـ ه ك ذ ش ئ ش غى خ ل الحبل السري للأطفال ومؤشر النمو العقلي في عمر السنتين لديهم. كما أن تعرض الأمهات للزئبق الميثلى من المحتمل أن يؤدى إلى اختلالات عصبية تظهر عند بلوغهم السبع سنوات، خلل في اللغة، الذاكرة، الاختلالات الفيزيولوجية العصبية في سن الرابعة عشر، حيث أن الشكل الأكثر شيوعا من التعرض قبل الولادة هو استهلاك الأمهات كميات من الأسماك.

لوحظ كذلك وجود علاقة مهمة بين المنغنيز عند الولادة والمؤشرات الحركية العامة، ووجود ارتباط محتمل بين مرض التوحد وتركيزات المعادن في جسم الأم.

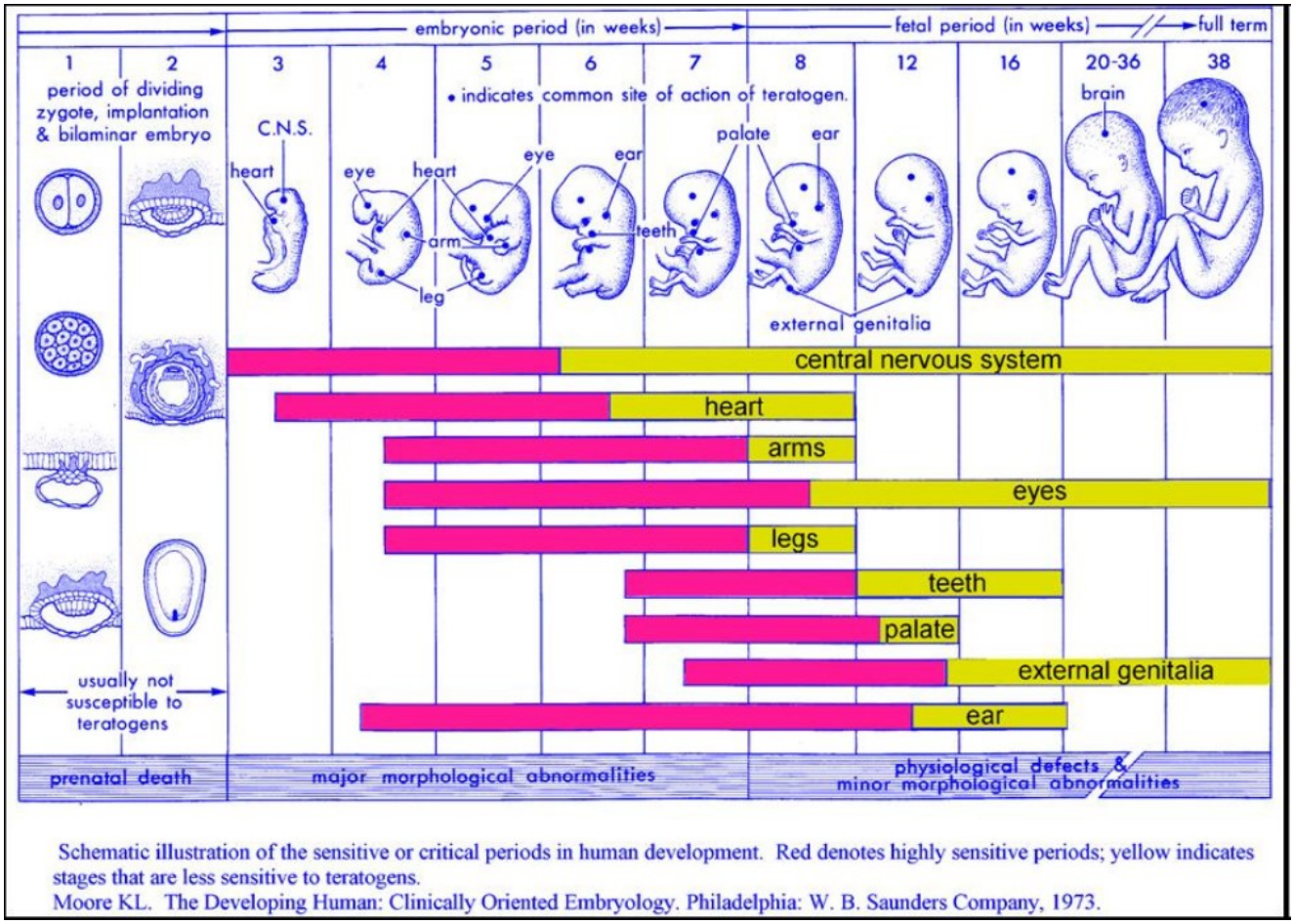
العديد من مبيدات الآفات الحشرية تستهدف الجهاز العصبي بسبب التشابه في الكيمياء الحيوية في الدماغ، الدراسات التجريبية المخبرية باستخدام مركبات نموذجية تشير إلى أن العديد من المبيدات المستخدمة حاليا في أوروبا – بما في ذلك الفوسفات العضوية، الكربامات، مبيدات الأعشاب يمكن أن تسبب تسمم في جهاز النمو العصبي. كذلك آثار سلبية على نمو الدماغ يمكن أن تكون شديدة ولا رجعة فيها. لذا ينبغي أن تكون الوقاية من أولويات الصحة العامة.

التعرض لهذه المواد الكيميائية أثناء نمو الجنين في وقت مبكر يمكن أن يسبب إصابات الدماغ في جرعات أقل بكثير من تلك التي تؤثر على وظيفة الدماغ لدى الكبار.

سوء نوعية البيئة في الأماكن المغلقة في المدارس لديها تأثير كبير على أداء الطلاب. التعرض للملوثات في مثل هذه البيئات المغلقة

يؤدي بالأطفال إلى عواقب صحية وخيمة كما أنهم أكثر عرضة لملوثات الهواء من البالغين لحصولهم على كميات أكبر من الهواء بالنسبية لأجسامهم وأوزانهم. تزايد الانبعاثات الصناعية، وارتفاع نسبة احتمالية الاصابة بأورام سرطانية في النسل لديها.

الجدول رقم (1) يوضح بعض المواد الكيميائية وتأثيراتها على البيئة والإنسان.



Schematic illustration of the sensitive or critical periods in human development. Red denotes highly sensitive periods; yellow indicates stages that are less sensitive to teratogens.
Moore KL. The Developing Human: Clinically Oriented Embryology. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1973.

محروقات وسائل النقل والمواصلات والانبعاثات الصادرة مثل الرصاص، المنجنيز، ثاني اكسيد الكربون وانطلاقها في الهواء أدت إلى سوء نوعيته وقلق متزايد خلال العقود الماضية من نتائجه.

مرض سرطان لدى الأطفال يعتبر في الماضي من الأمراض النادرة ولكن يجدر بنا أن نتذكر إحصائياً أن حوالي واحد من بين ستة مائة طفل سوف يتعرضون للإصابة بالسرطان قبل سن الخامسة عشر، على الرغم من التحسن في التشخيص والعلاج المبكر في العقود الأخيرة، ولكن السرطان هو السبب الرئيسي للوفاة بين الأطفال خلال السنة الأولى من اعمارهم بعد الولادة.

المواد الكيميائية البيئية التي تؤثر على الأجنة بما في ذلك المعادن (الكادميوم، الزرنيخ، النيكل، الكروم، الزئبق الميثيلى)، ملوثات الهواء، الكربون الأسود، والبنزين، المواد السامة مثل ثنائي الفينول، والملوثات العضوية الثابتة، الديوكسين). اجريت في السنوات الاخيرة العديد من التجارب على (إناث الحيوانات الحوامل) لمعرفة مدى تأثيرها على الأجنة، حيث أظهرت النتائج مدى خطورتها

المراجع :

- 3rd Euro-Asian Conference on Hazardous Waste & Human Health Istanbul, Turkey[CHILDREN AND CHEMI-CALS].
- Children's Health and the Environment WHO Training Package for the Health Sector World Health Organization [CHILDREN AND NEURODEVELOPMENTAL BE-HAVIOURAL INTELLECTUAL DISORDERS (NDBID)].
- EPA/600/R-06/096F | September 2008 [Child-Specific Exposure Factors Handbook].
- Susana Marta Almeida a,*, Nuno Canha a, Ana Silva a, Maria do Carmo Freitas a, Priscilla Pegas b, Célia Alves b, Margarita Evtyugina b, Casimiro Adrião Pio, Children ex-posure to atmospheric particles in indoor of Lisbon primary schools , Atmospheric Environment xxx (2010) 1-6].

جدول: يوضح بعض المواد الكيميائية وتأثيراتها على البيئة والإنسان

المادة لكيميائية	الاستخدام	مواقع التعرض	الآثار الصحية الرئيسية
الرصاص	يستخدم في السباكة، الطلاء، إضافات الغازولين.	محلات السباكة، الطلاء (المنازل أقدم من 1978م)، الغبار الملوث، مواقع النفايات الخطرة .	إذا لم يكتشف مبكراً في مستويات عالية ممكن أن يعانوا من: * أضرار في الدماغ والجهاز العصبي . * مشاكل في السلوك والتعلم مثل (فرط النشاط والحركة). * بطء النمو. * مشاكل سمعية وصداع .
الزئبق	الأجهزة الطبية المتنقلة، الترمومتر، حشوات الأسنان.	ا- الزئبق الميثيلى: الأسماك (خاصة الانواع المفترسة).	التأثيرات على الأجنة والرضع من الأطفال: * ضعف النمو العصبي. * تأثيرات على التفكير الإدراكي، والذاكرة، الانتباه، اللغة، الحركات الدقيقة، المهارات المكانية البصرية .
		ب- الزئبق العنصري: الفحم، أماكن الرعاية الصحية، المدرسة (المعامل) المنازل (الترمومترات، منظفات الحرارة ،التخلص من السيارات.	* التغيرات العاطفية (مثل تغيرات المزاج، العصبية)، الأرق، الاضطرابات العصبية العضلية مثل (ضعف نمو العضلة، الرعشة)، اضطرابات في الأعضاء الحسية. * التعرض العالي قد يؤثر على الكلية.
المنجنيز	إضافات الغازولين، صناعة الحديد، المبيدات الحشرية.	بعض أنواع الصخور، جزيئات الغبار المحمولة جوا، ذائب في الماء، من احتراق السيارات، مواقع النفايات الخطرة .	عنصر ضروري للإنسان (حوالى 1- 10 mg) في اليوم . *السمية العصبية.
ثنائي فينيل متعدد الكلور PCBS	الكهربائيات، ناقلات الحرارة، الأجهزة الهيدروليكية: الملينات في الطلاء، البلاستيك، الأصباغ، ورق النسخ الخالي من الكربون.	مواقع النفايات الخطرة، إطلاقات المحارق، مواقع دفن النفايات، السمك الملوث.	* قد يخمد نظام المناعة ، ربما له تأثيرات تناسلية (وزن مولود منخفض عند الولادة ، عمر المولود الحى أقل) . * قد يسبب الخلل العصبي (التعلم والنشاط). * يرتبط بمستويات نقص هرمون الغدة الدرقية . * ارتفاع ضغط الدم .
Bisphenol A	مستعمل أساسا لصنع بلاستيك poly carbonate ومطاط epoxy، هو يستعمل أيضا في معوقات اللهب وكيميائيات المطاط ومبيد الفطريات .	الأجهزة الرقمية (CDs)، الأجهزة الإلكترونية والكهربائية، أجهزة السلامة الرياضية، حاوية الطعام والشراب القابلة للاستخدام مرة أخرى .	الاتصال المباشر ممكن: * حروق على الجلد والعيون . * حساسية البشرة . * أدلة محدودة فقط تقول أنه ممكن ان يؤثر على الجنين .
PERC (tetrachoroethylene)	الغسيل الجاف وإزالة الدهون المعدنية .	اجهزة التلطيف الجاف وعلى الملابس، الانبعاثات الصناعية، مصدات المياه، المواد اللاصقة، مزيلات البقع، المنظفات الخشبية.	* على المدى القصير: الصداع، النعاس، الارتباك، الغثيان، وصعوبة في التنفس والمشي، فقدان الوعى. * على المدى الطويل: قد يكون مسرطن بشري.

السلامة المهنية (الجزء الأول)

اعداد: المهندس الصادق صالح البريكي ، المهندس محمد عياد العجمي

إدارة السلامة المهنية

مقدمة تاريخية عن السلامة المهنية:

بداء الاهتمام بالسلامة والصحة المهنية مع بداية الحضارة من قوانين حمو رابي (ملك بابل في القرن 18 قبل الميلاد). كما عرف المصريون القدماء السلامة والصحة المهنية. حيث دلت الرسوم الفرعونية والنقوش والكتابات على ورق البردي وجدران المقابر والمعابد على ذلك. والتي تناولت بالوصف العديد من الأمراض الصناعية مثل الربو الشعبي الذي كان يصيب صناع الأسلحة نتيجة استنشاقهم ذرات الغبار من أحجار الجرانيت التي كانت تصنع منها الأسلحة والمعدات، وإصابات العمود الفقري للعازفين على الآلات الموسيقية الكبيرة في المعابد وأيضا إصابة الحمالين بالبصاق الدموي وغيرها من الأمراض المهنية الأخرى. كما عرف الإغريق وعلماء الرومان أمراض الصحة المهنية من البصاق الدموي والتشوهات التي كان يصاب بها العمال وغيرها من الأمراض الصناعية الأخرى.

في انكلترا بدء ظهور قوانين العمل والسلامة عام 1802م وتزايد الاهتمام بالسلامة نتيجة الحوادث والكوارث ونشأ مفهوم الأمن الصناعى وتطور ليصبح مفهوما أشمل وليس مقتصرا على الصناعة فقط بل على جميع انشطة العمل في السلامة والصحة المهنية . مؤسسة العمل الدولية انشئت عام 1919م لوضع معايير دولية لحماية العمال وتقديم المعلومات العلمية حول المشاكل المرتبطة بعالم العمل. من اتفاقيات مؤسسة العمل الدولية الاتفاقية رقم (1)عام 1919م والتى تنص على ان ساعات العمل لا يجوز ان تتجاوز8 ساعات في اليوم و48 ساعة في الاسبوع الاتفاقية رقم (14) لعام 1921م حول العطلة الأسبوعية في القطاع الصناعي.

مفهوم السلامة والصحة المهنية:

يتركز مفهوم السلامة والصحة المهنية على توفير ظروف عمل مناسبة وآمنة لكل من العامل وأداة العمل، وتعني مفاهيم الصحة والسلامة الأداء الآمن في بيئة ومكان العمل والذي يضمن عدم وقوع الحوادث أو الإقلال منها قدر الإمكان وإلى المستوى الأدنى أثناء التعامل مع الآلات المختلفة.

اصابة العمل: مىئلإ شئا بـ مقيج بـ حتخت هفظكككمئك آتمئ؟ ةآخي بـ العمل أو بسببه.

حادث العمل: يعرف حادث العمل بأنه حدث مفاجئ يقع أثناء العمل وبسببه، وقد يؤدي الحادث إلى أضرار بالمنشأة أو وسائل الإنتاج دون إصابة أحد من العاملين. أو قد يؤدي إلى إصابة عامل أو أكثر بالإضافة إلى تلف في المنشأة ووسائل الإنتاج.

حادث السير في الطريق للعمل:

يقصد بها الحوادث التي تقع في الطريق المعتاد الذى يسلكه العامل المصاب من والى العمل دون انحراف والتي قد تؤدى الى الوفاة او الاصابة البدنية.

المرض المهني: المرض المهني هو المرض الذي ينشأ بسبب التعرض لعوامل البيئة المصاحبة للعمل مثل العوامل الفيزيائية أو الكيميائية أو الفيزيولوجية الخطرة أو المضرة بالصحة وبمستويات ولفترات تعرض تزيد عن الحدود المسموح بها مما قد يؤدى إلى الوفاة أو الإصابة بأمراض مزمنة.

أنـواع المخـاطر:

تنقسم المخاطر الى: المخاطر الفيزيائية – المخاطر الهندسية – المخاطر الكيميائية – المخاطر البيولوجية – مخاطر العنصر البشرى – مخاطر الطبيعة.

في هذه المقالة سوف نتحدث عن المخاطر الفيزيائية على أن نستكمل بعون الله التحدث عن بقية المخاطر في الحلقات القادمة.

أولاً: المخاطر الفيزيائية:

وتنقسم الى: الضجيج – الاهتزاز – الإضاءة – الحرارة – البرودة – الرطوبة – التهوية – الضغط الجوي – الأشعة.

الضجيج:-

الضجيج: هو الصوت المرتفع الغير المرغوب فيه.

تصنيف الضجيج: يمكن تصنيف الضجيج المهني إلى عدة أنواع أساسية وذلك حسب مستوى الضجيج:

1- الضجيج المستمر: ويكون مستوى الضجيج ثابت أو أن التغيرات فيه خلال فترة المراقبة شبه معدومة، مثل محرك المولدات الكهربائية.

2- الضجيج النبضي: ويكون مستوى الضجيج على شكل دفعات متكررة الحدوث، كما في المطرقة الهيدروليكية.

3- الضجيج المتقطع أو النادر حدوثه: ويرتفع هنا مستوى الضجيج فجأة ثم ما يلبث أن يعود للوضع الطبيعي دون تكرار، مثل صوت تفجير الصخور في مقلع حجري.

قياس الضجيج:

يقاس الضجيج بوحدة دولية تسمى الديسيبل (dB Decibel) وهي عبارة عن واحدة لوغارتمية لقياس التفاوت بين قدرتين.

معايير التعرض للضجيج:

وهي الحدود التي يمكن للإنسان الطبيعي ان يعمل بها دون أن تترك تأثيرات صحية سيئة على السمع.

جرعة التعرض اليومي: عندما يكون التعرض للضجيج خلال اليوم على فترات (فترتين أو أكثر بحيث تكون قياسات الضجيج بها مختلفة)، يتم حساب التأثير التراكمي للضجيج وليس التأثير الفردي لأحد مستويات الضجيج منها.

التأثيرات الصحية للضجيج:

فقدان السمع المؤقت أو الدائم — التأثير على نفسية العامل وسلوكه — اضرابات النوم

كما دلت بعض الدراسات على وجود تأثير للضجيج على ارتفاع ضغط الدم وإمكانية تأثر القلب.

السيطرة على الضجيج:

- اختيار التصميم الصحيح: اختيار موقع المنشأة بحيث لا يكون هناك ضجيج خارجي مرتفع ووضع مولدات الكهرباء في غرفة خاصة بعيدة عن المنشأة.
- شراء آلات ذات ضجيج منخفض.
- السيطرة من المصدر: يتم تحديد مصدر الضجيج وإصلاح العطل في حال وجوده أو تعديل الآلة بحيث يتم تخفيض الضجيج كتزييت أماكن الاحتكاك.
- استبدال أطراف جهاز الحدف في آلات النسيج بمواد مطاطية بدلاً من البيكاليت.

العزل والاحتواء: عرك ئيك بطةى ة شخذ ضجيج في غرفة خاصة بعيدة عن صالة العمل وعند عدم إمكانية عزلها يتم احتواء الآلة أو جزء الآلة الذي يصدر الضجيج بواسطة حاجز.

المواد الماصة للضجيج: إن تغطية الجدران بمواد ماصة للضجيج مثل المطاط يمكن أن يخفف الضجيج بمقدار 7 ديسيبل.

واقيات السمع: وتعتبر خط الدفاع الأخير المتوجب استخدامه عند استحالة السيطرة على الضجيج وفيما يلي أمثلة عنها:

* سدادات الأذن تخفض بحدود 10 ديسيبل.
* كاتمات الضجيج القوسية تخفض بحدود 30 ديسيبل.
* الخوذة الواقية للضجيج تخفض بحدود 45 ديسيبل.

الاهتـــــزاز:

تعبر الاهتزازات الناتجة عن الارتجاجات (التذبذبات) التي تولدها الآلة ويشعر بها الانسان. ويمكن لهذه الاهتزازات أن تؤثر:

عن طريق يد العامل فقط : هو الاهتزاز الذي يدخل الجسم عن طريق الأيدي (المخارط – الفارزات – ...) أي عندما تهتز القطعة المشغولة أو الآلة فقط بيد العامل.

على كامل جسم العامل : يحدث عندما يستند العامل على أرض مهتزة (كمقعد على آلة تصدر اهتزاز مثل الآليات بكافة أنواعها – العمل جانب بعض الآلات كالمطارق الهيدروليكية).

قياس الاهتـــــزاز:

يقاس الاهتزاز عادة بجهاز توصيل بين الجسمِ والجهاز. ويمكن أن يعبر

عن الاهتزاز بالإزاحة الترددية التي يتعرض لها الجسم حيث تتناوب

الحركة أولاً في اتجاه ثم يليها حركة في الاتجاه المعاكس ويعني هذا التغير من السرعةِ بأنّ الجسم يكتسب تسارعاً بشكل ثابت.

ويمكن قياس الاهتزاز بالإزاحة التي يسببها أو من خلال التسارع أو من خلال التردد والعلاقة بينهما.

تأثير الاهتزازات:

تشير معظم المنظمات الدولية إلى تأثير الاهتزاز الضار على جسم الانسان مثل:

* تأثر الروابط الفقرية: حيث أنه للاهتزاز على كامل الجسم الأثر الشديد على العمود الفقري والجملة العصبية لدى تعرض العامل لاهتزاز يتراوح بين 4 – 5 هرتز.

* تأثر الأحشاء الداخلية بالاهتزاز على كامل الجسم لاهتزاز يتراوح بين 4 – 5 هرتز وتتأثر الجمجمة عند الوصول إلى اهتزاز يتراوح بين 20 – 30 هرتز مما قد يسبب القدرة على التركيز والرؤية الجيدة.

* إضطرابات الأوعية الدموية: ويحدث هذا الأمر بشكل واسع للعمال الذين يمسكون بأداة مهتزة وخاصة إذا ما تجاوزت فترة مسك القطعة لأكثر من 15 دقيقة دون راحة.

* تأثر العظام: حيث يؤثر الاهتزاز على العظام والمفاصل ويضعفها وخاصة عظام المفصل لدى التعرض لاهتزاز الأيدي

* إضطرابات عضلية نتيجة الجهد الذي تبذله العضلات للسيطرة على القطع المهتزة وتأذي الأنسجة الرقيقة

السيطرة على الاهتزازات:

- الاعتماد على مخمدات الحركة الجيدة النوعية لتخميد الاهتزاز على كامل الجسم: مثل استعمال مخمدات أصلية لكل نوع من الآليات أو استعمال مخمدات هوائية للمطارق الهيدروليكية.

- الصيانة المستمرة للآلات لضمان عملها بشكل جيد مما يخفف الاهتزازات.

♦ استعمال قفازات واقية ذات نوعية جيدة يخفف من تأثير الاهتزاز على الأيدي.

عند عدم إمكانية تخفيف الاهتزاز:

أ- تهيئة خريطة حيث هناك بالتالي يكون هناك ضرر على الجسم بالحالة المثلى.

ب- وجود فترات راحة كافية.

ج- إجراء بعض الحركات الرياضية الخفيفة للجزء المعرض للاهتزاز.

الإضاءة:

الضوء: هو عائد عملية جزيئية لذلك لم يعرف. كيفه لغوي

بنفسجية الذي تتحسس له العين لترى الأشياء من حولها.

وهذا المجال من الطيف يقع بين الأشعة تحت الحمراء والفوق ألوان الطيف المرئي هي : البنفسجي – الأزرق – الأخضر – الأصفر – البرتقالي – الأحمر وهو ما اكتشفه العالم اسحق نيوتن بتمرير الضوء من خلال موشور فتحلل إلى الألوان السابقة.

وحدات وكميات قياس الضوء:

* الشمعة CANDEL: وتساوي 60/1 من الضوء الذي يولده (1 سم2) من

سطح معدن البلاتين المستوي في درجة حرارة تصلبه (2046 كالفن) في الاتجاه العمودي لهذا السطح .

* اللومن Lm: وحدة قياس التدفق الضوئي وهو مقدار الضوء الصادر عن شمعة معيارية يسقط فوق سطح قدم مربع واحد من مسافة تساوي قدم واحد.

* التدفق الضوئي LUMINOUS FLUX: وتعرف هذه الكمية بأنها مقدار الضوء مقدراً باللومن.

منسوب الإضاءة: هناك لمزيد من التفاصيل زيارة موقع ويب لئ لم آى مصدر لماع (شمس – مصباح) وواحدة قياس منسوب الإضاءة هي اللوكس Lux العلاقة بين اللومن واللوكس : 1 Lx = 1 Lm / m2 وقديماً كانت تستعمل وحدة (شمعة قدم ft.c) وهي شدة الإضاءة فوق سطح مساحته قدم مربع واحد توزع عليه بانتظام تدفقاً ضوئياً قدره لومن واحد 1 Lx = 0.0929 ft.c واللوكس هي الواحدة الأساسية الآن لتقييم فعالية ومنسوب الإضاءة وهناك أجهزة تقيسها بشكل مباشر تعتمد مبدأ الخلية الضوئية.

تصميم الإضاءة :

تصمم كثير من الشركات نظام الإضاءة لديها لتوفير استهلاك الطاقة وهذا يؤدي في معظم الأحيان إلى تأثيرات جانبية مثل:

* الاقلال من انتاجية العامل لعدم شعوره بالراحة.

* الاجهاد العيني وألم الرأس كون العين تعمل بجهد أكبر في أجواء الإضاءة غير الطبيعية.

* امكانية حدوث الاصابات نتيجة عدم الرؤية الجيدة لمواطن الخطر.

* وينبغي ألا يفهم مما سبق أن الإضاءة الخفيفة فقط هي التي تسبب المشاكل بل يمكن تجاوز ذلك بتصميم نظام إضاءة جيد نابع من دراسة:

مستوى الإضاءة المطلوب – طبيعة الإضاءة المطلوبة – التباين وسطوع أسطح العمل.

1. مستوى الإضاءة:

تحدد كمية الإضاءة المطلوبة تبعاً لطبيعة العمل ضمن كل غرفة من غرف المنشأة

2. طبيعة الإضاءة:

أ- لـ شخذلكصه؟ هةنقون:

اختيار مصدر إضاءة مناسب لطبيعة العمل حيث تقسم الإضاءة من حيث مصادرها إلى:

إضاءة طبيعية: رغم أن الإضاءة الطبيعية مجانية وصحية إلا أنها لا تكون منتظمة أكثر الأحيان مما يؤثر على الأعمال التي تتطلب دقة معينة.

– إضاءة صناعية: عن طريق أجهزة الإضاءة. ويمكن تقسيم الإضاءة الصناعية المستخدمة في المنشآت إلى:

أ- إضاءة عامة : وهي عادة ما تشمل كافة أرجاء الصالة وتكون منتظمة التوزيع، وذلك عندما تكون طبيعة العمل عادية.

ب- إضاءة متركزة: وهي عبارة عن زيادة المصابيح في منطقة محددة لدعم الإضاءة العامة لتخدم العمل، كتركيز الإنارة في بعض الأماكن التي تحتوي على أخطار لتمييزها كالممرات بين اللآلات.

ت- إضاءة موضعية: وتقع على منطقة محددة صغيرة لتزيد الإضاءة في موقع محدد من الصالة مثل طاولة تجميع قطع صغيرة

ب- لون الضوء:

يلعب لون الضوء المناسب دوراً مهماً في تحسين مردود العمل وتحقيق أفضل ظروف السلامة المهنية وتأمين الراحة البصرية وتقسم المصابيح من حيث اللون إلى :

* لون ذوون مظهر دافئ: وهو الأبيض المحمر ويفضل استخدامه في المنازل

* لون ذوون مظهر متوسط الحرارة: وهو البيض العادي ويستخدم في معظم أماكن العمل

لون ذوون مظهر حراري بارد: وهو الأبيض المزرق وينصح باستخدامه في الأعمال التي تتطلب درجة عالية من الإنارة. كما يمكن الاستفادة من الألوان لتمييز أماكن الخطر كوضع مصباح أحمر على الأماكن الخطرة.

3. التباين وسطوع أسطح العمل:

إن وجود أسطح لماعة في بيئة العمل قد يسبب انعكاس للضوء على عين العامل مما يسبب تأذيها وخاصة عند العمل في بيئات ذات إضاءة معتدلة وفجأة عند نظر العامل إلى نقطة معينة يكون هنالك ضوء مبهر منعكس عن سطح ما مثل: جدران لماعة – جدران ناصعة البياض تتباين مع أرض داكنة اللون – سطوح عاكسة لطاولات أو أجزاء مصقولة من الآلة.

هذا ما يدفعنا للتأكيد على ضرورة اختيار اللون والمادة المناسبة في تصميم الجدران والمعدات تخفف السطوع لتقليل نسبة التباين في منطقة العمل وتنصح الدراسات بالنسب التالية للعاكسية:

المنطقة – السقف 80 – 90 – الجدران 40 – 60 - الآلات والمعدات 30 – 50 – أرض الغرفة 20 - 40% .

الحرارة في بيئة العمل:

الحرارة هي إحدى أشكال الطاقة ويمكن أن تنتج الحرارة في بيئة العمل من مصادر طبيعية مثل أشعة الشمس أو صناعية مثل الأفران وغيرها. حيث يتم تبادل الحرارة بين هذه المصادر والأجسام الموجودة في حيز العمل بطرق تبادل الحرارة المعروفة (إشعاع – توصيل – حمل) وسنرى لاحقاً بأن الإنسان يتبادل الحرارة بهذه الطرق بالإضافة إلى أمور أخرى خاصة. ولكن هل يكفي تحديد مصادر الحرارة وطرق التبادل لمعرفة كمية الحرارة التي يتعرض لها الإنسان بالطبع لا فهناك عوامل أخرى تؤثر على التوازن الحراري.

العوامل المؤثرة على التوازن الحراري:

يعتبر التوازن الحراري حالة شخصية وتعبر عن الحياد اتجاه الشعور بالحرارة أو البرودة وتؤثر عدة عوامل على تحقيق التوازن الحراري وهي:

1- مستويات الحرارة بـ:

– درجة حرارة الهواء وتسمى بدرجة الحرارة الجافة DB.

– درجة الحرارة الإشعاعية GT.

– درجة الحرارة الرطبة WB وتفسر نسبة رطوبة الهواء.

2- الاستقلاب M وحريرات العمل W:

إن الإنسان بطبيعته ينتج الحرارة وإنتاج هذه الحرارة يزداد نتيجة الفعاليات المهنية التي يمارسها العامل وتسمى هذه العملية بالاستقلاب وهي نتيجة صرف الحريرات. والتي يتم تحديدها بشكل واقعي بعد الأخذ بالاعتبارات التالية: – تحديد قيمة الاستقلاب الأساسي للإنسان. والتي تحسب للشخص المرجعي: بـ 90 ك كالوري / ساعة.

– تحديد حريرات الفعالية المهنية الإضافية (حريرات العمل) . والتي تحسب بعدة طرق تعتمد بشكل أساسي على تحديد الاستقلاب الناجم عن كل من: وضعيات العمل – إجهاد الفعالية ونمط العمل.

المراجع:

1- المركز العالي للسامة والصحة المهنية.

2- شبكة المهندسين العرب.

3- شبكة المعلومات الدولية.

أخبار ونشاطات المركز

التعاون في مجال التدريب:

في اطار التدريب والرفع من مستوى كفاءة العاملين بالمركز، تم توقيع عقد تدريب بين المركز والمركز الدولي للتدريب والتنمية لتنفيذ برنامج تدريبي في مجال الرخصة الدولية لقيادة الحاسوب ICDL يتم اقامتها بمقر مركز القياسات الاشعاعية والتدريب بحيث يستهدف بها كل العامليين بالمركز على دفعات لما تمثله أجادة استخدام الحاسوب وتطبيقاته البحث والتطوير وتحسين جودة وواقع العمل مما يزيد في الكفاءة والإنتاجية وكسب الوقت.

قام بتوقيع العقد السيد/ مدير مركز القياسات الاشعاعية والسيد/ مدير عام المركز الدولي للتدريب والتنمية.

البرامج والدورات التدريبية:

- **دورة تدريبية في مجال الوقاية من الاشعاع:**

ضمن نشاطات المركز في مجال تثقيف العاملين به في مجال الوقاية من الاشعاعات واستخدامات الاشعة المؤينة قامت ادارة القياسات الاشعاعية بالتنسيق مع ادارة التدريب والمختبرات بتنفيذ برنامج تدريبي توعوي استهدف فئة الخدمات العاملين بالمركز تحت عنوان استخدامات الاشعة المؤينة والوقاية منها وذلك خلال الفترة 1-2 / 9 /2013 م تم فيه تسليط الضوء على الاشعة المؤينة وأخطارها واستخداماتها وطرق الوقاية منها.

- **دورة تدريبية في مجال الرخصة الدولية لقيادة الحاسوب ICDL**

ظمن الرفع من مستو المهارات الفنية للعاملين بالمؤسسة والمراكز التابعة لها وتعزيز خبراتهم في مجال الحاسوب وتقنية المعلومات والاستخدام الامثل لتطبيقات الحاسوب في جميع التخصصات ، انطلقت الدورة التدريبة الأولى في مجال الرخصة الدولية لقيادة الحاسوب ICDL بتاريخ 2013/11/5م والتي اشملت على برامج لمعالجة الملفات والنصوص والجداول الالكترونية وقواعد البيانات، والعروض الضوئية.

- **الدورات التدريبية في مجال السلامة المهنية:**

ضمن التعاون التدريبي في مجال السلامة المهنية بين مركز القياسات الاشعاعية والتدريب ومركز تدريب السلامة العالمي المالطي ISTC سجلت احصائيات التدريب لسنة 2013م وفق تقارير لجنة متابعة أعمال الشركة بأن عدد الدورات في مجال السلامة وإطفاء الحرائق والاسعافات الأولية التي اقيمت داخل المركز لسنة 2013م بلغت 48 دورة تدريبية وعدد المستفيدين من هذه الدورات 507 متدرب من شركات نفطية متعددة.

النشاطات العلمية والفنية:

- عقدت اللجنة الاستشارية الخاصة بالمركز والمشكلة وفق قرار السيد رئيس مجلس إدارة مؤسسة الطاقة الذرية رقم (254) لسنة 2013م اجتماعها العادي الأول يوم الثلاثاء الموافق 2013/12/10م بقاعة الاجتماعات بالمركز وكان من ابرز بنود الاجتماع وضع خارطة طريق للمركز للجانب العلمي والتدريب تماشياً مع أهداف مؤسسة الطاقة الذرية.

- قدمت لجنة التدريب تقريرها الختامي بتاريخ 2013/12/12م بخصوص الأعمال والنشاطات التي أنجزتها خلال اجتماعاتها المنعقدة. قدمت بعدها رسال شكر وتقدير من قبل رئيس وأعضاء مجلس إدارة المؤسسة لرئيس واعضاء اللجنة تقديراً للجهود التي بذلت في أداء المهمة مثمنين النجاح والتوفيق للجميع.

اكتشافات وحقائق علمية

مصادم الهدرونات الكبير

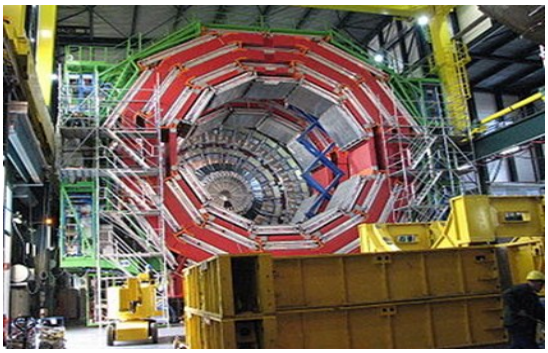
يقصد بـ مصادم الهدرونات الكبير (Large Hadron Collider) (LHC) بأنه أضخم مُعجِّل جسيمات وأعلاها طاقة وسرعة ويستخدم هذا السينكروترون لمصادمة جسيمات دون ذرية وهي البروتونات بطاقة تصل إلى 7 تيرا إلكترون فولت (1.12 ميكروجول). يعجّل فيض من البروتونات في دائرة المعجل

إلى سرعة قريبة من سرعة الضوء تصل طاقة حركتها 3.5 تيرا (1 تيرا $=10^{12}$) إلكترون فولت TeV، وفي نفس الوقت يقوم المعجل بتسريع فيض آخر من البروتونات في الاتجاه العكسي (في أنبوب دائري آخر موازي للأول) إلى سرعة قريبة من سرعة الضوء أيضا بحيث تصل طاقة حركته 3.5 تيرا إلكترون فولط. تحافظ على بقاء البروتونات المعجلة في أنبوب دائري يبالغ طوله 27 كيلومتر يحوي مغناطيسات قوية جدا تستهلك طاقة كهربائية عالية وتبرد بواسطة الهيليوم السائل ذي درجة حرارة نحو 4 كلفن أي نحو 270 درجة تحت الصفر المئوي.

بعد تسريع فيضي البروتونات إلى سرعة 3.5 تيرا إلكترون فولط في اتجاهين متضادين، يسلط فيضي البروتونات عند نقاط معينة للالتقاء والتصادم ببعضهما البعض، وتصبح طاقة التصادم بين كل بروتونين 7 تيرا إلكترون فولط. خصصت 4 نقاط لتصادم البروتونات على دائرة المعجل الكبرى البالغ محيطها 27 كيلومتر. وأنشئت عند تلك النقاط مكشافات (عدادات) لتسجيل نواتج التصادمات، ومن المتوقع أن تحتوي نواتج الاصطدام على جميع الجسيمات دون الذرية المعروفة لنا منها إلكترونات ومضاد الإلكترون وبروتونات ونقائض البروتونات وكواركات وغيرها، ويأمل العلماء اكتشاف جسيمات أولية جديدة لا نعرفها.

مصطلح هادرون يشير إلى أن الجسيمات التي تحتوي على الكواركات منها جسيمات البروتون والنيوترون. تمتلك البروتون شحنة كهربائية موجبة وتمتلك النيوترون شحنة كهربائية متعادلة. لهذا السبب يمكن تعجيل البروتونات في المعجل أو المصادم بواسطة تسليط مجال كهربائي متواصل عليها عبر دائرة المعجل، هذا يعني أن مصادم الهدرونات الكبير ما هو إلا معجل للبروتونات، ويسمى الكبير لأن دائرته يصل قطرها 27 كيلومتر على الحدود بين سويسرا وفرنسا بالقرب من مدينة جينيف وهو مبني 100 متر تحت الأرض بحيث لا تصل إليه أشعة كونية تشوش على قياساته.

تبنت المنظمة الأوروبية للبحث النووي (CERN) بناء مجمع مصادم الهادرونات الكبير، وذلك لشدة الشغف على ما يمكن تحصيله من



اكتشافات عن الجسيمات الأولية، من خلال البحث العلمي للجسيمات عند السرعات العالية، وبصفة خاصة التحقق من وجود بوزون هيغز الافتراضي والعائلة الكبيرة من الجسيمات الجديدة التي تنبأ بها التناظر الفائق. يقوم بتمويل مصادم الهدرونات الكبير المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية، وتعاون على بنائه أكثر من 10,000 فيزيائي ومهندس من 100 دولة ومئات من الجامعات والمختبرات. وتتعلق الاكتشافات التي سوف يحققها مصادم الهدرونات الكبير بالإجابة على مسائل أساسية في مجال الطبيعة، يخص الفيزيائيين منها قوانين التأثر بين القوى المختلفة المؤثرة على الجسيمات الأولية، وكيفية بناء الكون من تلك الجسيمات

والزمان والمكان، وتأثير ميكانيكا الكم والنظرية النسبية، حيث أن ما توصل إليه العلماء حتى الآن من نظريات لا يزال غامضا في مجمله. ذلك لأن كل من تلك النظريات يستطيع تفسير ركن من أجزاء الطبيعة ولا يستطيع تفسير أركان أخرى أوسع.

لوحة من المركز