

Alpha

استخدامات الأشعة في البحوث والطب والصناعة والحياة العامة

- ماهيتها

- توليدها

- أنواعها

- استخداماتها

Beta

Gamma

اعداد البحث

المهندس نازاد خسرو غفور

مديرية التقييس والسيطرة النوعية في السليمانية

## المحتويات (Content)

٣	-----	مقدمة	-
٤	-----	نبذة تاريخية	-
٥	-----	اشعة ألفا	-
٦	-----	اشعة بيتا	-
٧	-----	اشعة غاما	-
١٠	-----	الاشعة السينية	-
١٢	-----	الاشعة فوق البنفسجية	-
١٥	-----	الاشعة تحت الحمراء	-
١٧	-----	الموجات الدقيقة (الميكروويف)	-
٢٠	-----	الرنين المغناطيسي النووي	-
٢٥	-----	الليزر	-
٢٨	-----	الموجات فوق الصوتية	-
٣٢	-----	المصادر	-

## مقدمة

في عام (٢٠٠٥) تشكلت لجنة الوقاية من الاشعاعات في حكومة اقليم كردستان /ادارة السليمانية بناء على اتصالات جرت مع الهيئة العامة للوقاية من الاشعاع في بغداد وكان الغرض منها السيطرة على المواد المشعة في جميع انحاء العراق حيث ان هذه المواد كانت منتشرة في العراق نتيجة دخولها في الحرب عدة مرات واستعمال القنابل الذكية الموجهة بواسطة اليورانيوم المنضب بالاضافة الى تدمير المفاعل النووي العراقي ونهب كل كل مافيه ومن ضمنها المواد المشعة، كما ان التسبب الذي كان موجودا على الحدود سمح بدخول مواد ملوثة اشعاعيا بعضها مواد غذائية مثل ما كان يستورد من اوكرانيا والتي فيها نسبة كبيرة من التلوث الاشعاعي بسبب حادثة تشيرنوبل، تشكلت اللجنة السابقة الذكر برئاسة الدكتورة اختر نجم الدين وزيرة التعليم العالي انذاك وبعضوية ممثلين عن جميع الوزارات المعنية كالصحة والصناعة والبيئة بالاضافة الى الجامعة وغيرها وكنت ممثلا لوزارة الصناعة فيها.

وبعد عدة اجتماعات تقرر اقامة ندوة لالقاء محاضرات عن انواع الاشعة واستخداماتها لتوعية المواطنين وبالاخص الاكاديميين ومن ثم تعميم التجربة وقد اقيمت في جامعة السليمانية ندوة عن استعمالات الاشعة ومخاطرها وانتشارها في جميع مرافق الحياة واقيت هذه المحاضرات على طلبة الدراسات العليا وطلبة الصفوف المنتهية في قسمي الفيزياء والكيمياء. وقد قمت باعداد جزء من هذا البحث والمتعلق باستخدامات الاشعة في الصناعة وفوائدها واساليب الوقاية منها وباللقاء محاضرة حولها بتاريخ ٢٠/١٠/٢٠٠٥ حيث ان عدة انواع من الاشعة كان مستخدما في معمل سمنت تاسلوجة وبالاخص اشعة غاما والذي كان يستعمل في الخزانات والسائلوات والسايلونات لتحديد امثلائها وفراغها من المواد الاولية او السمنت او لانذارنا بوجود انسداد في السايلونات وكان النظير المستخدم فيها هو (الكوبالت - ٦٠) ويولد اشعة غاما وهو من انواع الاشعة المؤينة الخطرة على الصحة كثيرا رغم انه كان في حاويات مغلقة ومكبوسة بالاضافة الى استعمال الاشعة السينية (x-ray) في المختبر وذلك لتحليل المواد الاولية مثل التراب وحجر الكلس والمواد المنتجة مثل الكلنكر والسمنت بهدف الحصول على افضل سيطرة نوعية على المنتج بالاضافة الى تقليل الايدي العاملة.

وليس من الصدف القول بان جزء من عملنا هو استعمال الاشعة السينية في دائرتنا الحالية لفحص الذهب والفضة لتحديد نقاوتها وعيارها ونسبة الذهب والفضة والشوائب الاخرى الموجودة فيها وذلك للسيطرة على نوعية الذهب المستورد من الخارج وبالتالي احكام السيطرة النوعية على السوق المحلية .

ان اهمية هذا الموضوع هو ان استخدام الاشعة بات جزءا لا يتجزأ من حياتنا المعاصرة بتغلغلها في كل ناحية منها عبر استخداماتها المكثف في الطب والبحوث والصناعة والحياة اليومية وفي الشارع والاتصالات والكمبيوتر بحيث لا يكاد اي نشاط نمارسه يخلو منها ولهذا السبب اخترت هذا الموضوع لكتابة بحث عنه.

المهندس نازاد خسرو غفور

## نبذة تاريخية

فتح اكتشاف الباحث الفرنسي هنري بيكريل للنشاط الإشعاعي الطبيعي في القرن ١٩ مجالا جديدا في العلم والتكنولوجيا و اساس هذا النشاط هو تحول المواد الموجودة في الطبيعة مثل اليورانيوم والراديوم الى عناصر كيميائية اخرى بدون مؤثرات خارجية مع اشعاع انواع مختلفة من الاشعاعات التي تؤثر على لوحة فوتوغرافية مثل ما تحدثه اشعة الضوء. وكانت الابحاث العلمية والنظرية الاساسية التي قام بها الزوجان بيير وماري كوري والاعمال المكملة التي قام بها رذرفورد الذي كان اول من اجرى تحويلا نوويا اصطناعيا سنة ١٩١٩ ، وصنع جهاز الكشف عن النويدات المشعة بواسطة جايجر ومولر و اكتشاف المكونات الهامة للنواة وهي النيوترون الذي اكتشفه شادويك والبوزيترون الذي اكتشفه اندرسون والطريقة الاساسية لترقيم الذرات او كاشفات الاشعاع التي وضعها بانيث وهفس، واكتشاف النشاط الإشعاعي الاصطناعي اي اماكن انتاج نويدات مشعة لا توجد في الطبيعة بواسطة فريدريك وايرين جولبيت- كوري، والعمل الذي قام به هان وشراسمان وهنز والخاص بانشطار نواة اليورانيوم واخيرا قيام فرمر ومساعديه بتركيب وتشغيل اول مفاعل لليورانيوم في شيكاغو سنة ١٩٤٢، كل هذه الاعمال كانت هي احجار الاساس في تاريخ النشاط الإشعاعي وازداد عدد النويدات المشعة من ٢٠٠ نويدة مشعة في ١٩٣٧ الى اكثر من ١٣٠٠ نويدة مشعة في الثمانينات يتراوح نصف عمرها من اجزاء من المليون من الثانية الى ملايين السنين.

ويشمل حاليا استخدام النويدات المشعة في كل فروع الابحاث في الطب والصناعة والزراعة مثل ابحاث التفاعلات الكيميائية وحل المشاكل المتعلقة بالكيمياء الحيوية و ابحاث الحالة الصلبة في الفيزياء كما تستعمل النويدات المشعة في عدة دول لقياس ومراجعة منسوب السوائل ولقياس الكتلة في وحدة المساحة او ( لقياس السمك) في معامل صنع الورق ومعامل صنع الالواح المعدنية وتعتمد الطريقة على امتصاص الاشعة المارة خلال المواد المراد اختبارها، وتستخدم عادة مشعات بيتا وغامال هذا الغرض ويجب الالتزام بالمسافة المحددة بين المدة المشعة والمادة تحت الاختبار، وتساهم هذه الطريقة في زيادة الكفاءة الانتاجية للعمال وفي تطوير عمليات الانتاج الاوتوماتيكية. وشرح العمليات الحيوية في النباتات والحيوانات والانسان، ومشاكل مقاومة الافات وزيادة المحاصيل الزراعية وتشخيص وعلاج الامراض في الجسم البشري وخاصة التعرف على الاورام الخبيثة وعلاجها ودراسة الظواهر الطبيعية في الارض والماء والجو، وتحديد اعمار التكوينات الجيولوجية والاملاح المعدنية واثار الحضارات القديمة والنيازك القادمة من الفضاء والكشف والاشراف والتحكم والتنظيم في العمليات الصناعية ز الكشف عن التركيب الداخلي للمواد المعدنية والخزفية وحفظ الاغذية والبسترة وتصنيع منتجات لها خواص ممتازة تناسب الاغراض المستخدمة لها عن طريق الاشعاع الصادر من النويدات المشعة. كما انها اصبحت وسائل هامة في تشخيص وعلاج الامراض وتستخدم بنجاح في التحكم بمرض السرطان تخترق اشعاعات الكوبالت ٦٠ خلايا السرطان وتوقف نموه وتحلل خلاياه. (١)

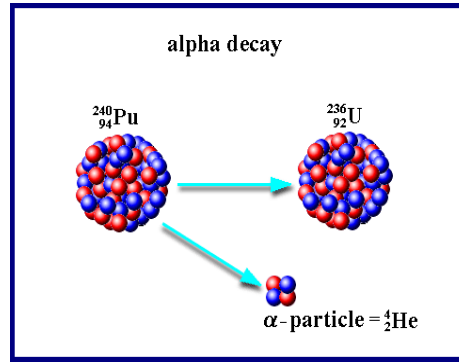
## A-انواع الاشعة Types of Radiation

وتقسم هذه الاشعة الى نوعين وهما:-

## ١- الاشعة المؤينة (Ionizing radiation)

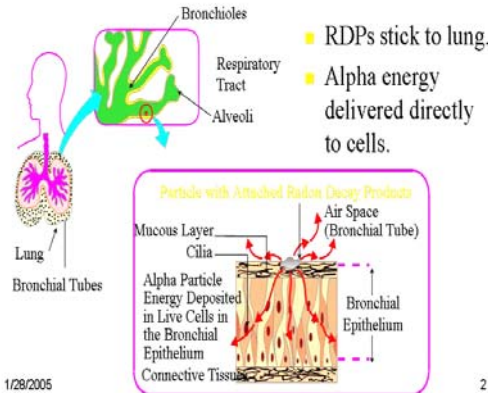
### A- اشعة الفا $\alpha$ (Alpha particles)

وهي شبيهة بنويات هليوم ذات شحنة موجبة مزدوجة وتتكون من بروتونين ونيوترونين متصلة معا ولها طاقة تعادل  $5 \text{ MeV}$  وهي عالية التأين مكونة جزيئة اشعاع وذات قابلية اختراق واطئة. جزيئات الفا  $\alpha$  تقذف من قبل جميع نوى النظائر الكبيرة مثل اليورانيوم، الثوريوم، الاكتينيوم والراديوم وبسبب شحنتها وكتلتها الكبيرة يتم امتصاص اشعة الفا  $\alpha$  بسهولة من قبل المواد وهي تسافر في الهواء لعدة سنتيمترات ويمكن امتصاصها بواسطة ورقة عادية او الطبقات الخارجية من جلد الانسان حوالي  $40 \text{ cm}$  مايكروميتر بعمق عدة خلايا تقريبا وبسبب قصر مدى الامتصاص فهي عادة غير خطيرة على الحياة الا اذا هضمت او دخلت عن طريق التنفس فهي تصبح خطيرة جدا بسبب كتلتها الكبيرة وامتصاصها القوي لأنها الشكل الاقوى للاشعاع المؤين وعندما تدخل جرعة كبيرة الى الجسم فانها تسبب تسمما اشعائيا وتسبب ضررا على الكروموسومات اقوى بـ  $100$  مرة من انواع الاشعاع الاخرى. (١)



الشكل (١): تحلل النظير وتولد جسيم الفا (٤)

### How RDPs Impact Lung Tissue



الشكل (٢): خطورة جسيمات الفا على خلايا الرئة واحتمال اصابتها بالسرطان (٤) [google images]

### تطبيقات اشعة الفا $\alpha$ :

-جميع كاشفات الدخان تستعمل مصدر اشعاع الفا مثل امريكيوم-٢٤١ واشعة الفا تأين الهواء في فجوة صغيرة.(١)

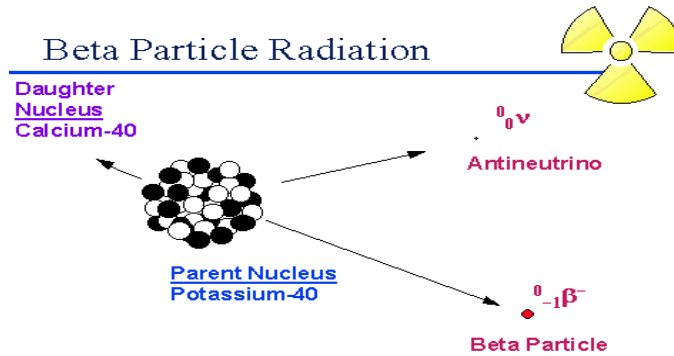
- تحلل الفا يمكن ان يكون مصدر طاقة امينة في مولدات النظائر الحرارية الكهربائية المستخدمة في المجسات الفضائية وفي صناعات نبض القلب (heart pacemakers) وهي تغلف بسهولة اكبر من الاشكال الاخرى للتحلل الشعاعي.

- العازلات الستاتيكية تستعمل البولونيوم-٢١٠ كمصدر بث لاشعة الفا لتأين الهواء.

- العلماء الباحثون يحاولون استعمال الطبيعة التدميرية لجسيمات الفا داخل الجسم بتوجيه كميات قليلة منها الى الاورام(٤).

## B-اشعة بيتا (Beta particles) :

وهي من نوع الاشعاعات المؤينة وتتكون من الكترونات او بوزوترونات عالية السرعة وعالية الطاقة تبث من قبل انواع معينة من نوى النظائر مثل البوتاسيوم-٤٠ وانتاج جزيئات بيتا (Beta particles) وتسمى تحلل بيتا وهناك نوعان من اشعة بيتا وهي:  $\beta^+$  و  $\beta^-$  والتي تولد على التعاقب البوزوترونات والالكترونات.



الشكل (٣): تحلل النظير وتولد جسيمات بيتا(٦) [google images]

## $\beta^+$ decay (القذف البوزوتروني):

نوى ذرات غير مستقرة مع زيادة في البروتونات يمكن ان يحصل فيها  $\beta^+$  decay وتسمى ايضا تحلل بيتا العكسي حيث يتحول بروتون الى نيوترون وبوزترون ونيوترينو شبيه بالالكترون، تحلل بيتا العكسي هو احد خطوات عمليات الاندماج النووي التي تنتج الطاقة في الشمس ولها قوة اختراق متوسطة كما ان جزيئات بيتا التي نحصل عليها من نظائر مختلفة تتغير في طاقتها، اغلب جزيئات بيتا يمكن ايقافها بواسطة عدة مليمترات من الالمنيوم وهي ذات قوة تأيينية اكبر من اشعة غاما(٦).

## $\beta^-$ Decay (القذف الالكتروني):

نوى ذرات غير مستقرة مع زيادة في البروتونات يمكن ان يحصل فيها تحلل بيتا ( $\beta^-$  decay) حيث يتحول نيوترون الى بروتون والكترون والى انتي نيوتريينو الكتروني النوع (الجسيم المضاد للنيوتريينو) وهذه العملية تحدث بسبب التجاذب الضعيف، النيوترون يتحول الى بروتون من خلال انبعاث البوزون  $W^-$  والبوزون الفعلي يتحلل بعدها الى الكترون وانتي نيوتريينو، تحلل بيتا يحدث عادة في منتجات الانشطار العرضية الغنية بالنيوترونات، النيوترونات الحرة تتحلل بدورها ايضا عن طريق هذه العملية(٦).

## استعمالاتها:

- يمكن استعمال جزيئات بيتا في الحالات الصحية مثل علاج سرطان العظام والعيون كما يمكن استعمالها كمواد تعقيم، سترونتيوم-٩٠ هو المادة الأكثر استعمالا لانتاج هذه الجزيئات، جزيئات بيتا تستعمل أيضا في الصناعة للسيطرة النوعية على سمك مادة ما مثل الورق والخارجة من منظومة من الرولات التي يمكن السيطرة على سماكتها عبر السيطرة على حركة الرولات المسيطر عليها بواسطة برنامج كومبيوترى.

- ان تحلل بيتا العكسي لنظير تعقب اشعاعي (Radioactive tracer isotope) هو مصدر البوزوترونات المستعملة في جهاز Emission tomography (PET scan).

- جزيئات بيتا قادرة على اختراق المادة الحية الى مدى محدود ويمكننا تغيير تركيب الجزيئات وفي اغلب الحالات مثل هذا التغيير قد يؤدي الى نتائج خطيرة قد تصل الى حد الاصابة بالسرطان والموت واذا كانت الجزيئة المصابة هي DNA فقد تحدث فيها طفرة واذا كانت هذه الطفرة في الخلايا الجنسية فقد تنتقل الطفرة الى الاجيال التالية.

- والمواد المستخدمة في انتاج اشعة بيتا هي: بروميثيوم ٢.٣ سنة، كربتون ٩.٤ سنة، ثاليوم ٣.٤ سنة، سترونتيوم، يثيريوم ٢٠ سنة، ورثنيوم ٢٩٠ يوما. (١)

### C- اشعة غاما ( GAMMA RAYS )

هي اشعة كهرومغناطيسية ذات طاقة عالية، وهي تنتج من تفاعلات الجزيئات تحت الذرية (Neutral piondecay electron-positron annihilation وتحلل المواد المشعة (radioactive decay) الاندماج (fusion) والانشطار (fission)، اشعة غاما لها ترددات ١٠ هرتز ولذلك لها طاقة فوق ١٠٠ KeV واطوال موجية اقل من ١٠ بيكومتر.

واحدة من اكثر نظائر اشعة غاما بثا واكثرها شيوعا والمستخدمة في الطب النووي هو تيكينيوم-٩٩م وتنتج اشعة غاما بقوة ١٤٠ KeV كالمنتجة بجهاز الاشعة السينية التشخيصي ويمكن التمييز بين اشعة غاما وهي الاشعة التي تبث من النواة بينما الاشعة السينية هي الاشعة التي تبث من الالكترونات خارج النواة وبالنظر للتشابه في طاقتها فلا يزال يتم تعريفهما بواسطة طاقتهم في بعض الحقول العلمية مثل الفلك. (١)

كشكل من اشكال الاشعاع التأبني فاشعة غاما يمكن ان تسبب اضرارا جديدا اذا امتصتها الانسجة الحية ولهذا فهي خطيرة على الصحة، وهذه الخطورة تستعمل دائما لقتل الكائنات الدقيقة في طريقة تعرف ب (irradiation) وتتضمن هذه الطريقة تعقيم الاجهزة الطبية، وازالة البكتيريا المسببة للتحلل من اغذية متعددة او منع الفواكه والخضار من التبرعم للحفاظ على طزاجتها ونكهتها. وبالنظر لخصائصها الاختراقية فاشعة غاما  $\gamma$  تستعمل للعلاج بالاشعة (Radiation therapy) وعلى كل حال لكونها من الاشعة المؤينة فلها القابلية على التغييرات الجزيئية وبالتالي ان تسبب السرطان اذا اصابت الـ DNA. التغييرات الجزيئية يمكن استعمالها لتبديل خواص الاحجار شبه الثمينة وغالبا ما تستخدم لتغيير لون التوباز من الابيض الى الازرق. وبالرغم من ان اشعة غاما قد تسبب السرطان فانها تستعمل لعلاج بعض انواع السرطان بطريقة تدعى عملية سكين غاما (gamma knife) عدة حزم مركزة من اشعة غاما توجه نحو النمو السرطاني لقتل الخلايا السرطانية، وهذه الحزم توجه من زوايا مختلفة موجهة الاشعاع نحو مركز النمو السرطاني مع تقليل الضرر على الانسجة المجاورة. اشعة غاما  $\gamma$  تستعمل ايضا لاغراض تشخيصية في الطب النووي وتستعمل عدة نظائر مشعة للغاما واحدة منها هي تيكينيوم-٩٩م عندما تعطى جرع منها للمريض يمكن استخدام كاميرا غاما لتكوين صورته لانتشار النظير بواسطة الكشف عن بث اشعة غاما وفي الولايات المتحدة تستعمل كاشفات اشعة غاما كجزء للكشف عن ٣٠ حاوية في الساعة وذلك لتفتيش الحاويات التجارية قبل دخولها الى الولايات المتحدة (Container security initiative) (٧)



الشكل (٤): تحلل النظير وتولد اشعة جاما(٧)[google himages]

### التأثيرات الصحية:

فهي الشكل الأكثر خطرا من الأشعة الكهرومغناطيسية الناتجة من انفجار نووي لأنها الأكثر اختراقا وأكثر الأشعة المؤينة طاقة للجرع المكافئة الحادة لكامل الجسم فإن ١٠٠ CSV تسبب تغييرات طفيفة في الدم، ٢٠٠ - ٣٠٠ CSV تسبب الغثيان، فقدان الشعر، النزيف وتسبب الموت بنسبة ١٠ - ٣٥% من حالات تعرض السكان لها، أما جرعة ٥٠٠ CSV فتعرف بـ LD ٥٠ (Lethal dose) الجرعة القاتلة لـ ٥٠% من السكان المعرضين لهذه الجرعة. (٧)

### استعمالاتها:

- الكشف عن عيوب المواد باستخدام اشعة جاما: تعتمد الطريقة على استخدام اشعة جاما (وهي طريقة غير متلفة) على قدرة اشعة جاما ذات الطاقة العالية (مثلها في ذلك مثل اشعة اكس) على اختراق المواد حتى السميكة فيها وتتوهن هذه الاشعة عندما تمر خلال المواد، فاذا قابلت عيوباً مخفية (مثل الفجوات الغازية) فانها تتوهن بدرجة اقل عند هذه النقطة عنها في المواد الخالية من العيوب ويستخدم الفرق في شدة الاشعاع بعد مروره خلال المادة في تسويد مادة التصوير بدرجة مختلفة فتتكون صورة تخطيطية لاشعة جاما تشبه الصورة الفوتوغرافية لاشعة اكس والجدول التالي يبين اهم مصادر الاشعاع للكشف عن عيوب المعادن باستخدام اشعة جاما ولطريقة الكشف هذه اهمية خاصة في المسابك لتحديد اماكن الفجوات او الثقوب. (١)

المعدن	المادة المشعة	عمر النصف	طاقة جاما	مجال الاستخدام
كوبلت	Co - ٦٠	٥.٣ سنة	١.١٧ - ١.٣٣	١٦٠ - ٥٠
سيزيوم	Cs-١٣٧	٣٣ سنة	٠.٦٦	١٠٠ - ٣٠
ايريديوم	Ir-١٩٢	٧٤ سنة	٠.٣ - ١.٠٦	٥٠ - ٨
أشعة أكس			٢٠٠ KeV	حتى ٥٠

الجدول (١): النظائر التي تولد اشعة جاما وانصاف اعمارها (١)

- اختبار التربة باستخدام اشعة جاما: لقياس وتحديد كثافتها وخاصة التربة الرملية او الطمي في الظروف الرطبة وذلك للحصول على بيانات دقيقة عن كثافة التربة اما من سطحها او من اعماقها وتبلغ دقة القياس ١%. (١)

- قياس منسوب سطح السوائل: تتميز هذه الطريقة بفوائد كثيرة خاصة بالنسبة للسوائل القلوية والمتفجرة والتي تعلوها الرغاوي والتي تكون تحت ضغط مرتفع او حرارة عالية او المعادن المنصهرة (الصب المستمر) وتستخدم هذه الطريقة في قياس منسوب المواد الصلبة وفي حالة الاوعية المعلقة والمتحركة.



- قياس البلى والتمزق والتآكل (corrosion): يمكن استخدام هذه الاشعة لقياس الاستهلاك او البلى او التآكل وهي قياسات مهمة للمصمم الذي يهيمه زيادة عمر الاجزاء المتحركة عن طريق تحسين تصميمها او تحسين تركيب المواد المستخدمة.

- قياس كمية الحركة في الانظمة المقفلة: يمكن قياس الكميات المختلفة للحركة مثل سرعة ومعدل التدفق للمواد الصلبة والسائلة والغازية مثل المصانع الكيماوية.

- قياس الرطوبة: تستخدم طريقة تحليل النيوترون لقياس نسبة الرطوبة بدقة عالية في مواد البناء (الرمل والسمنت) والسيراميك والتربة والمواد الاولية المستخدمة في الصناعات المعدنية (الخام والفحم)، وفي هذه الحالة تستخدم كمصادر للنيوترون مخاليط من المواد المشعة لجسيمات الفا (مثل اليورانيوم والبلوتونيوم والامريكيوم) مع مسحوق البريليوم، ولقياسات الرطوبة دور هام في تطوير علوم الزراعة والغابات، كما يمكن قياس درجة اندماج تربة الاساسات، ويمكن ايضا تعيين سرعة المياه الجوفية والمياه المتسربة.

- كما تستخدم في التحليل الكيماوي وتحليل السبائك المكونة من عنصرين او اكثر وتحديد نسب مكوناتها.

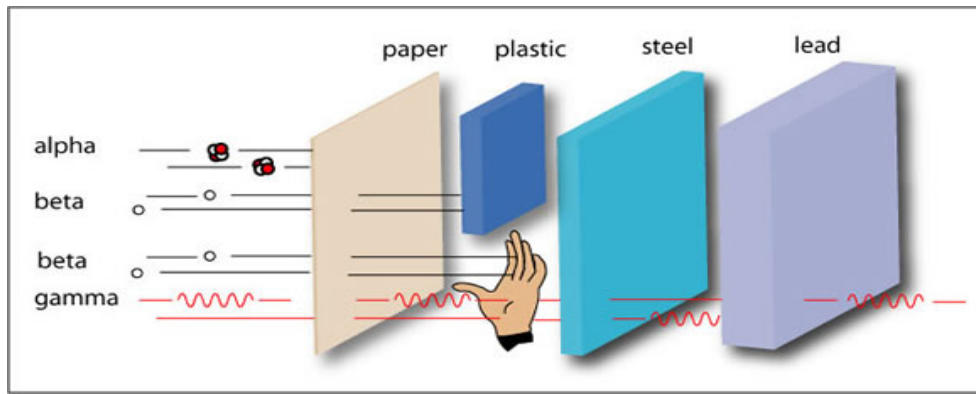
- تتحسن خواص بعض البوليمرات بعد تعرضها لاشعة غاما فمثلا يزداد الثبات الحراري للمواد المصنوعة من البولي ايثيلين فترتفع من ١٠٠ درجة مئوية الى ٣٠٠ درجة مئوية، كما يمكن فلكنة المطاط بدون اضافة الكبريت او البيروكسيدات كما يمكن اجراء العديد من التفاعلات مثل البلمرة والكبريتة والكلورة والاكسدة دون الحاجة الى استخدام عوامل مساعدة. (١)

- وتوجد مجالات جديدة ومشجعة لاستخدام الاشعاعات عالية الطاقة الصادرة من المواد المشعة في حفظ الاغذية وتحسين الخواص الحافظة للفاكهة والخضروات وتعقيم الاجهزة الطبية. (٧)

### مزايا الكشف عن العيوب باشعة غاما:

- ١- يمكن اخذ صور بالاشعة لاجزاء معقدة الشكل مثل اجزاء ذات جدران مختلفة السمك .
- ٢- تمر الاشعاعات خلال جدران من الصلب يصل سمكها الى ٢٥٠ ملم.
- ٣- نظرا لصغر حجم اجهزة القياس فهي لا تعتمد على مصدر للتيار الكهربائي.
- ٤- لا تتأثر اجهزة القياس بالعوامل الميكانيكية.
- ٥- تناسب الاجهزة التصوير الاشعاعي البانورامي.
- ٦- تناسب اجهزة القياس الاستخدامات المختلفة بمواقع البناء.
- ٧- اسعار الاجهزة زهيدة.

ولا تحل طريقة الكشف عن العيوب باستخدام اشعة غاما محل الطرق الاخرى مثل طرق اشعة اكس او الموجات فوق الصوتية او الطرق المغناطيسية. (١)



الشكل (٥): قابلية الاشعة المختلفة على اختراق الحواجز المختلفة (٧) [google images]

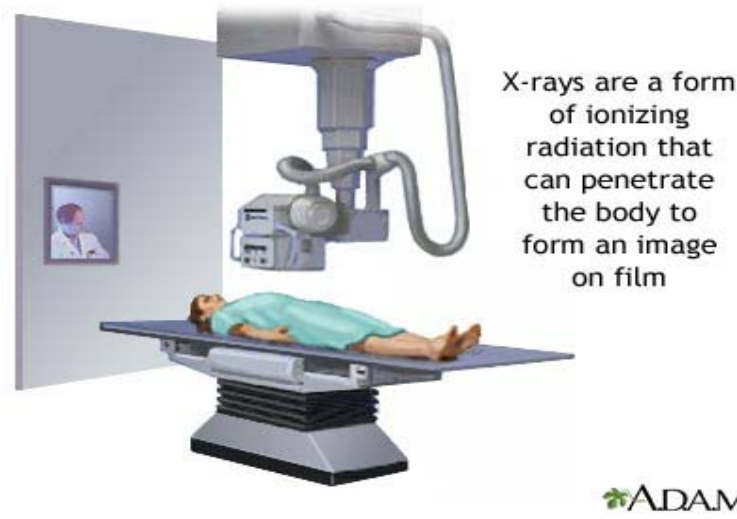
## D-الاشعة السينية (X-ray) (ويسمى ايضا بأشعة رونتكن):

هونوع من الاشعة الكهرومغناطيسية لها طول موجي يتراوح بين (١٠- ٠.٠١)نانو متر وترددات تتراوح بين ٣٠ بيتاهيرتز الى ٣٠ اكساهيرتز وطاقة تتراوح بين ١٢٠eV الى ١٢٠KeV وهي اقصر في طولها الموجي من الاشعة فوق البنفسجية والاشعة السينية تستعمل لاغراض التشخيص (Radiography & Crystallography) وهي من الاشعة المؤينة الخطرة جدا .

ويتولد الاشعة السينية بواسطة انبوب الاشعة السينية وهو انبوب مفرغ يستعمل فولتية عالية لتعجيل الالكترونات المتحررة من كاثود حار الى سرعة عالية، والالكترونات عالية السرعة تصطم بالمعدن الهدف وهو يمثل الانود مولدة بذلك الاشعة السينية، في الاجهزة الطبية يكون المعدن عادة هو التنغستن او سبيكة من الرينيوم ٥% والتنغستن ٩٥% وفي بعض الحالات يستعمل الموليبدنوم ايضا لاستعمالات خاصة جدا مثل حالات تصوير سرطان الثدي (mammography).

منذ اكتشاف هذه الاشعة فانها اصبحت جزءا من الطب التشخيصي (Medical Imaging Radiology) واطباء الاشعة يستعملون التخطيط الشعاعي (Radiography) وطرق اخرى للتصوير التشخيصي وهو الاستعمال الاكثر شيوعا، الا انها تزداد استعمالا في مجالات مختلفة ومنها الصناعة حيث ان هناك الان اجهزة اشعة سينية متخصصة لتحليل المواد الاولية الداخلة في صناعة السمنت او فحص المعادن المختلفة بما فيها الذهب والفضة.

وفي الطب تستعمل الاشعة السينية في تصوير الهيكل العظمي وتصوير الصدر لتحديد امراض الرئتين مثل السل وسرطان الرئة والاحتباس الرئوي (Pulmonary edema) واشعة البطن والامعاء وتصوير حصى المرارة وحصى الكلية ولكنها اقل فائدة في تصوير الانسجة الناعمة مثل الدماغ والعضلات ويستعمل لهذا الغرض بدائل اخرى مثل (Computed axial tomography CAT or CT scan) او الرنين النووي المغناطيسي (Nuclear Magnetic Resonance (MRI) او الموجات فوق الصوتية (Ultrasound)، ومنذ عام ٢٠٠٥ اعتبرت الولايات المتحدة الامريكية كمسببة للسرطان (Carcinogenic). (١٩)



الشكل(٦) جهاز حديث للتصوير بالاشعة السينية(١٩) [google images]

### استعمالات الاشعة السينية:

١- التخطيط الكريستالي (X-ray Crystallography): وبواسطتها يمكن معرفة التركيب الكريستالي للمواد وذلك بتناثر (diffraction) الاشعة السينية حسب تركيبها وهناك طريقة مشابهة لها (fibered diffraction) استعملت لاكتشاف تركيب الـ D.N.A.

٢- X-ray Astronomy: وهو فرع من علم الفلك يتعامل مع انبعاثات الاشعة السينية من جميع انحاء الكون.

٣- التحليل الميكروسكوبي بالاشعة السينية: وتستعمل موجة الاشعة السينية الناعمة لتصوير المواد الدقيقة.

٤- X-ray fluorescence: وهي طريقة يتولد فيها الـ X-ray ضمن نموذج والطاقة الخارجة X-ray يمكن استعمالها لمعرفة تركيب النموذج.

٥- التصوير الشعاعي الصناعي industrial radiography: وتستعمل X-ray كأداة بحث (research tool) لفحص الاجزاء الصناعية مثل المصبوبات المعدنية (metallic castings) واللحام Welds بدون تكسيرها وتحطيمها حيث تظهر بواسطتها العيوب والنواقص ونقاط الضعف والفراغات الهوائية. كما يمكن فحص منتجات صناعية روتينيا بواسطة الاشعة السينية بحيث يمكن عزل المنتجات المعيبة في موقع الانتاج ومن التطبيقات الاخرى كشف المجوهرات المعيبة.

٦- استعمال الـ ultra soft X-ray: لفحص الصور وتحديد اصالة الاعمال واللوحات الفنية او ترميم الاعمال الفنية.

٧- امن المطارات: فاحصات الامتعة والحقائب تستعمل الـ X-ray لفحص ما تحتويها قبل شحنها الى الطائرة لكشف البضائع المهربة او المواد الخطرة.

ومن الجدير بالذكر ان نوعان من الاشعة وهما X-ray و Gamma-ray استعملتا في الصناعة في كوردستان منذ الثمانينات وخصوصا في معمل سمنت تاسلوجة حيث استعملت الاشعة السينية في تحليل التراب وحجر الكلس والكنكر وتحديد مكوناتها ونسبها المثوية وذلك لغرض ضبط السيطرة النوعية على الانتاج. كما تستخدم النظائر المشعة مثل كوبلت ٦٠ الذي ينتج اشعة غاما وهي مكبوسة في حاويات مصفحة وسميكة لمنع تسرب الاشعة في الهوبرات والسايلونات والسايلوات والخزانات لمعرفة امتلائها او فراغها من المواد او لاندازنا بوجود تكلسات للمواد الحارة في السايلونات. ان استخدام المواد المشعة والاشعة السينية هو عامل حاسم في تحديث الصناعة عبر اتمتها (automization) وذلك للحصول على افضل سيطرة على الانتاج والنوعية في مراحل الانتاج المختلفة. (١٩)

الحماية من الاشعاع: يعتبر الحماية من الاشعاع من المتطلبات الهامة قبل تداول المواد المشعة نظرا لان التأثير التآيني للاشعاع الصادر من النويدات (Nuclides) على جسم الانسان يتطلب اجراءات امان خاصة عند تداولها واصدرت منظمة اليونسكو بعد استشارة عدة هيئات دولية توصيات عامة فيما يتعلق بالمحافظة على الصحة واصدرت دول كثيرة قوانين لحماية الاشخاص الذين يتداولون المواد المشعة وقد تم الاتفاق على استمرار التعاون الدولي في ميدان المحافظة على الصحة وذلك باتاحة الخبرات المكتسبة في مختلف البلاد لجميع العلماء حتى يمكن تحسين التوصيات الخاصة بالحماية من الاشعاع، وتزود معامل النظائر بالاجهزة اللازمة للتداول المأمون لمصادر الاشعاع المختلفة المقفلة والمفتوحة. وتقاس الاشعاعات بالبيريكل (Becquerel) [Bq] في الثانية وهذا يعني تحلا وتفككا واحدا في الثانية وتقاس ايضا بالكوري نسبة الى العالم مدام كوري التي حصلت على جائزة نوبل مناصفة مع زوجها. (١)

الخدمات الصحية والتعرض للاشعاع: تعرف الجرعة بانها الكمية التي امتصها الجسم من الاشعاع ويطلق وحدة الجرعة اسم (راد) وهي تساوي ١٠٠ ارج لكل غرام من مادة الجسم وطبقا للتوصيات الدولية يبلغ الحد الاقصى للاشخاص المهنيين الذين يفحصون بصفة دورية:-

- ٠.١ راد في الاسبوع من اشعاعات بيتا وغاما.

- ٠.٠١ راد في الاسبوع من اشعاعات الفا والنيوترونات.

- واما للاشخاص الاخرين فلا تزيد الجرعة عن ٠.١ من الكميات السابقة .

وتقاس جرعة الامتصاص ايضا بال (Gray, Rad, Rem, Sievert). (١)

## E-الاشعة فوق البنفسجية(Ultraviolet rays):

وهي اشعة كهرومغناطيسية بطول موجي اقصر من الضوء المرئي واطول من الاشعة السينية بحدود 10nm-400nm و بطاقة من 3eV- 124eV وقد سميت كذلك لان طيفها يتكون من موجات كهرومغناطيسية بذبذبات اكبر من تلك التي يرى بواسطتها اللون البنفسجي،الضوء فوق البنفسجي يوجد في اشعة الشمس وتبث بواسطة الاقواس الكهربائية (electric arcs) والاضواء الخاصة مثل الاضواء السوداء،وكاشعة مؤينة يمكنها ان تسبب تفاعلات كيميائية وتسبب توهج مواد متعددة،اكثر الناس على علم بتأثيرات الاشعة فوق البنفسجية من خلال حالات الالم في حرقه الشمس(sunburn)ولكن طيف الاشعة فوق البنفسجية لها تأثيرات متعددة مفيدة وضارة على صحة الانسان.وقد اكتشفت هذه الاشعة بسبب تأثيرها على املاح الفضة التي تسود عند تعرضها لاشعة الشمس وفي عام 1801 لاحظ الفيزيائي الالماني جون ويلهلم ريتز ان الاشعة غير المرئية خارج نطاق البنفسجي للطيف المرئي كان مؤثرا بشكل خاص على اسوداد ورق كلوريد الفضة.(15)

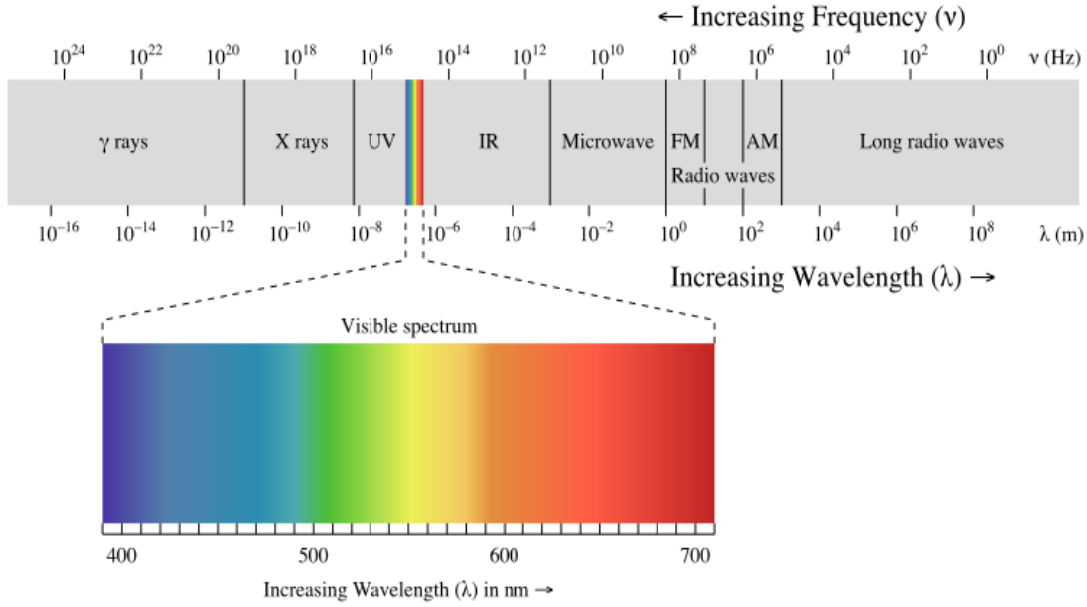
انواع الاشعة فوق البنفسجية: يمكن تقسيم الاشعة فوق البنفسجية الى تقسيمات ثانوية حسب الجدول التالي:(15)

Name	Abbreviation	Wave length range in nm	Energy per photon
UltravioletA,long wave, or black light	UVA	400-320nm	3.10-3.94 eV
Near	NUV	400-300nm	3.10-4.13 eV
UltravioletB,mediumwave	UVB	320-280nm	3.94-4.43 eV
Middle	MUV	300-200nm	4.13-6.20 eV
UltravioletC,shortwave, or germicidal	UVC	280-100nm	4.43-12.4 eV
FAR	FUV	200-122 nm	6.20-10.2 eV
Vacuum	VUV	200-10 nm	6.20-124 eV
Extreme	EUV	121-10 nm	10.2-124eV

الجدول(2):تصنيف الاشعة فوق البنفسجية واطوالها الموجية وطاقة كل صنف (15)

### مصادر الاشعة فوق البنفسجية

- 1-المصادر الطبيعية : يبعث الشمس الاشعة فوق البنفسجية ولكن طبقة الاوزون تمتص حوالي 98.7% من هذه الاشعة التي تصل الى الارض.
- 2-الضوء الاسود او ضوء وود ز: وهو مصباح يبعث اشعاعات فوق بنفسجية طويلة الموجة مع قليل من الضوء المرئي والمصابيح الفلوريسينية السوداء تصنع عادة بنفس طريقة المصابيح الفلوريسينية العادية عدا انها تستعمل فوسفور واحد والغلاف الخارجي يبدل بزجاج ازرق بنفسجي غامق يسمى بزجاج وود ز بدلا عن الزجاج الشفاف.
- 3-المصابيح الفلوريسينية العادية: بدون الطبقة الفوسفورية التي تحول الاشعة فوق البنفسجية الى ضوء مرئي فهذه المصابيح تولد اشعة فوق بنفسجية من جميع الاطوال الموجية.
- 4-الدايودات التي تولد الاشعة فوق البنفسجية: الدايودات البائة للضوء يمكن تصنيعها بحيث تبث الاشعة فوق البنفسجية.(15)

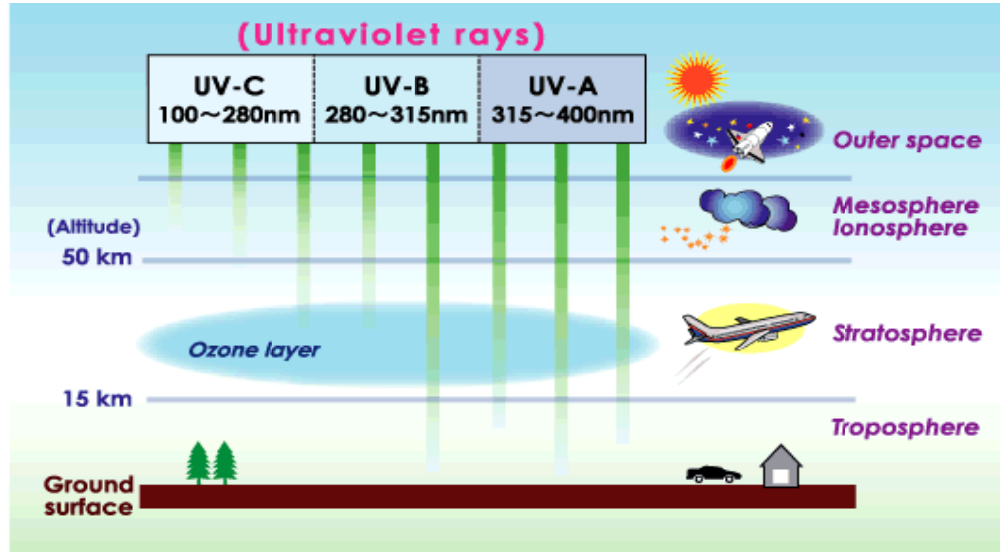


الشكل (٧): الأطوال الموجية للطيف الكهرومغناطيسي موضحة فيها طيف الضوء المرئي (١٥)

الإشعة فوق البنفسجية وتأثيرها على صحة الإنسان:

التأثيرات المفيدة:

-فيتامين D: جو الأرض يمنع وصول الإشعة فوق البنفسجية بنسبة ٩٨.٧% ومن التأثيرات المفيدة للإشعة فوق البنفسجية أنها تحفز فيتامين D في الجلد وقد ثبت أن عشرات الآلاف من حالات الموت المبكر في الولايات المتحدة تحدث سنويا من أنواع من السرطان بسبب نقص فيتامين D، ومن تأثيرات نقص فيتامين D الامتصاص الضعيف للكالسيوم مما يؤدي إلى أمراض العظام وهشاشتها. (١٥)



الشكل (٨): اختراق الإشعة فوق البنفسجية لطبقات الجو المختلفة (١٥) [google images]

ب- علم الجمال Aesthetics: التعرض القليل للأشعة فوق البنفسجية يؤدي إلى نقص في فيتامين D ولكن التعرض الزائد لها يؤدي إلى تلف مباشر في الـ DNA وحرقة الشمس والتعرض المناسب لها (وهذا بحسب لون الجلد) يؤدي إلى تلف محدود في الـ DNA وهذه يمكن احتواءها وإصلاحها من قبل الجسم.

ج- التطبيقات الطبية: يمكن استعمال الأشعة فوق البنفسجية في علاج مرض الصدفية (PSORIASIS) ومرض الوضوح (VITILIGO) وهو من الأمراض الجلدية التي تظهر فيها بقع بيضاء على الجلد.

٢- التأثيرات الضارة: التعرض الزائد لهذه الأشعة يمكن أن يسبب حرقة الشمس وبعض أنواع سرطان الجلد كما يمكن أن تؤدي إلى حالات مزمنة وحادة من التأثيرات الصحية على الجلد والعيون ونظام المناعة بالإضافة إلى سرطان الجلد من نوع ميلانوما (Melanoma) والتي تتسبب عادة من تلف الـ DNA غير المباشر حيث أن هذه الأشعة قد تكون مسببة لسرطان سواء من المصادر الطبيعية أو الصناعية كما أنها تسبب أيضاً التهابات حرقة الشمس المستمر (tanning) والاحمرار (erythema) أو انخفاض المناعة موضعياً أو كلياً. (١٥)

#### تطبيقات الأشعة فوق البنفسجية:

أ- الحالات الأمنية: وذلك باستعمال أصباغ خاصة لطبع صور أو علامات خفية على العملات النقدية وجوازات السفر وإجازات السياقة وكرتات الاعتماد ولا تظهر هذه الصور إلا تحت مصابيح للأشعة فوق البنفسجية وبذلك يمكن تمييزها عن المزورة.

ب- الحالات القضائية Forensics: الأشعة فوق البنفسجية هي أداة تحقيقية في مواقع الجرائم ومفيدة في تحديد مواقع وتمييز سوائل الجسم (السائل، الدم، المرارة... الخ).

ج- المصابيح الفلورسينية: وتنتج أشعة فوق بنفسجية بتأين بخار الزئبق المنخفض الضغط حيث تقوم طبقة من الفسفور داخل الأنبوب بتحويل هذه الأشعة إلى ضوء مرئي.

د- علم الفلك: تقوم الأجسام الحارة جداً ببث أشعة فوق بنفسجية ولكن بسبب امتصاص أغلب هذه الأشعة من قبل طبقة الأوزون، فمعظم الملاحظات والكشوفات يجب أن تكون في الفضاء الخارجي.

هـ- المسوحات البيولوجية والسيطرة على الأوبئة: معظم الحيوانات مثل الطيور، الزواحف، الحشرات مثل النحل يمكن أن ترى الموجات القريبة للأشعة فوق البنفسجية. العقارب تتوهج أو تتلون بالأصفر أو الأخضر عند تعرضها لإضاءة فوق بنفسجية ولهذا تكون عاملاً مساعداً للسيطرة على هذه المفصليات القاتلة، البول والإفرازات الأخرى للحيوانات ومن ضمنها الكلاب والقطط والإنسان أيضاً يمكن تعقبه وكشفه بسهولة أكبر بالأشعة فوق بنفسجية. آثار البول للقوارض يمكن كشفه من قبل خبراء الأوبئة.

و- المقياس الطيفي الضوئي spectrophotometry: تستعمل هذه الأجهزة في الكيمياء لتحليل التركيب الكيميائي وللأنظمة المقترنة.

ز- تنقية الهواء Air purification: باستعمال تفاعل بواسطة عامل مساعد بين أكسيد التيتانيوم وضوء فوق بنفسجي يحدث تأثير تأكسدي قوي على أي مادة عضوية تمر خلالها مثل الجراثيم المرضية، حبوب الطلع، سبورات الفطريات إلى مواد خاملة غير مؤذية.

ح- تحليل المعادن: يمكن استعمالها لتحليل المعادن والمجوهرات.

ط- التعقيم sterilization: مصابيح الأشعة فوق البنفسجية تستعمل لتعقيم مناطق العمل والأدوات المستعملة في مختبرات الأحياء والتجهيزات الطبية.

ي- تطهير مياه الشرب disinfecting drinking water: الأشعة فوق البنفسجية قد تكون فعالة جداً على الفايروسات والبكتيريا وصانعو قناني المياه يستعملون الأشعة فوق البنفسجية لتطهير مياه الشرب.

## ٢- الأشعة الغير مؤينة non-ionizing rays:

### A- الأشعة تحت الحمراء infrared rays: (١٤)

الأشعة تحت الحمراء هي اشعة كهرومغناطيسية وطولها الموجي اطول من الضوء المرئي (٤٠٠-٧٠٠ nm) ولكنها اقصر من اشعة تيراهيرتز Terahertz والتي طولها الموجي (١mm-١٠٠mm) ومن الموجات الدقيقة (microwave) (٧٥٠ nm-١٠٠٠nm). اشعة الشمس المباشرة لها فعالية اضاءة حوالي ٩٣ وحدة اضاءة لكل وات من فيض الأشعة (Radiate flux) والتي تتضمن الأشعة تحت الحمراء ٤٧% من الطيف، الضوء المرئي ٤٦% والأشعة فوق البنفسجية (فقط ٦%).

ضوء الشمس البراق يوفر اضاءة بمقدار (١٠٠٠٠٠) شمعة على المتر المربع الواحد من سطح الارض.

الأشعة تحت الحمراء تستعمل بكثرة للاغراض العسكرية والمدنية، التطبيقات العسكرية تتضمن اصابة الاهداف، المسح، الرؤية الليلية بالاضافة لتحديد المواقع والتعقب، الاستعمالات الغير عسكرية تتضمن تحليل الكفاءة الحرارية thermal efficiency analysis، التحسس الحراري عن بعد remote temp sensing، الاتصال اللاسلكي قصير المدى، التحليل الطيفي spectroscopy، التنبؤ الجوي علم الفلك بالأشعة تحت الحمراء وذلك بالمناطق الغبارية في الفضاء بتلسكوبات حساسة للأشعة الحمراء مثل الغيوم الجزيئية، والكشف عن الاجسام الباردة مثل الكواكب، والتصوير الاجسام او الاشياء من الايام الاولى للكون. الانسان في درجة الحرارة الطبيعية للجسم يبث اشعة تحت حمراء بصورة رئيسية اطوال بحدود (١٠ μm).

اللجنة الدولية للاضاءة international commission of illumination (CIE) اوصت بتقسيم الأشعة الضوئية الى الموجات الثلاثة التالية:

- ١- الأشعة تحت الحمراء A : ٧٠٠nm – ٤٠٠nm.
- ٢- الأشعة تحت الحمراء B : ٤٠٠nm – ٣٠٠٠nm.
- ٣- الأشعة تحت الحمراء C : ٣٠٠٠nm – ١mm.

وفي علم الفلك يستعمل تصنيف آخر:

- القريبة من الأشعة تحت الحمراء Near : (٠.٧-١) الى ٥ μm.
- المتوسطة Mid : ٥ الى (٢٥-٤٠) μm.
- الطويلة long : (٢٥-٤٠) الى (٢٠٠-٣٥٠) μm. (١٤)

#### تطبيقات الأشعة تحت الحمراء:

- ١- مرشحات الأشعة تحت الحمراء يمكن صنعها من مواد مختلفة، واحدها هو بلاستيك البولي سلفون polysulphone والتي تحجب حوالي ٩٩% من طيف الضوء المرئي من مصادر الضوء الابيض. مرشحات الأشعة تحت الحمراء تستعمل لاغراض عسكرية وتطبيق القانون، وتطبيقات صناعية وتجارية، والتركيب الفريد للبلاستيك يسمح باقصى تحمل ومقاومة للحرارة.
- ٢- الرؤية الليلية: تستعمل الأشعة تحت الحمراء في اجهزة الرؤية الليلية عندما لا يكون هناك ضوءا مرئيا كافيا، اجهزة الرؤية الليلية تعمل بواسطة طريقة تتضمن تحويل فوتونات الضوء المحيطة الى الكترونات والتي تضخم عندها بطريقة كيميائية وكهربائية الى الضوء العادي المرئي.
- ٣- استعمال الأشعة تحت الحمراء واجهزة الرؤية الليلية يجب عدم خلطها مع التصوير الحراري thermal imaging. والتي تخلق صوراً تعتمد على الفروقات في درجة حرارة السطح وذلك بتعقب الأشعة تحت الحمراء (الحرارة) التي تنبعث من الاجسام والبيئة المحيطة.

٤-التخطيط الحراري(thermography):الاشعة تحت الحمراء يمكن استعمالها لتحديد درجة حرارة الاجسام عن بعد وهذا ما يسمى (thermography) وفي حالة الاجسام الحارة جدا في الاشعة تحت الحمراء القريبة (near) او الضوء المرئي تسمى (pyrometry) ويستعمل ذلك في المعامل لتصوير المناطق الحارة مثل استعمالها في الافران الدوارة في معامل السمنت لتصوير وتحديد البقع الحمراء (red spots) على غلاف الفرن وبالتالي حمايته من التآكل وذلك بايقاف الفرن وتبديل الطابوق الحراري المبطن، التصوير الحراري يستعمل في تطبيقات عسكرية وصناعية عديدة. كاميرات الاشعة تحت الحمراء في مدى الطيف الكهرومغناطيسي (تقريبا ٩٠٠- ٤٠٠٠ نانوميتر) وتنتج صوراً للأشعاع بما ان كل الاجسام تبتث اشعة تحت حمراء اعتمادا على درجة حرارتها وبما ان كمية الاشعة تحت الحمراء تزداد طبقا لزيادة درجة الحرارة فانه يمكن ملاحظة وتسجيل الفروقات في درجة الحرارة.

٥-التعقب (tracking): وذلك بتعقب الاشعة تحت الحمراء التي تبتث من المقذوفات والصواريخ المعادية اثناء توجيهها الى اهدافها، والصواريخ التي تبتث عن هذه الاشعة تسمى الباحثة عن الاشعة تحت الحمراء او الباحثة عن الحرارة (heat seekers) وبما ان طيف الاشعة تحت الحمراء تقع مباشرة تحت طيف الضوء المرئي وهي تبتث بقوة من الاجسام الحارة ولهذا يمكن تعقب اجسام عديدة مثل الاشخاص والسيارات والشاحنات والطائرات التي تصبح مرئية في الاطوال الموجية للأشعة تحت الحمراء.

٦-التسخين (heating): الاشعة تحت الحمراء تستعمل ايضا كمصدر للحرارة والتسخين كما في ساونا الاشعة تحت الحمراء ولازالة واذابة الجليد عن اجنحة الطائرات بالاضافة لاكتسابها اهمية في العناية الصحية والعلاج الفيزيائي.

٧-الاتصالات (communication): نقل المعلومات بواسطة الاشعة تحت الحمراء كما في اجهزة التحكم عن بعد وذلك باستعمال الدايودات التي تبتث الاشعة تحت الحمراء (infrared light-emiting diode) والتي تتركز بواسطة عدسات بلاستيكية الى حزمة ضيقة تنقل بها المعلومات حيث يستلمها دايمود ضوئي سيليكوني يقوم بتحويل الاشعة تحت الحمراء الى تيار كهربائي وهي مفيدة داخل المنازل حيث انها لا تخترق الجدران وبهذا لا تتداخل الاشارة مع الاجهزة المنزلية الاخرى وهي الطريقة الافضل للسيطرة عن بعد على الاجهزة المنزلية. (١٤)

٨-التحليل الطيفي (spectroscopy): وهو تكتيك يمكن استعماله لتمييز الجزيئات الكيماوية بتحليل روابطها (constituent bonds) حيث ان كل رباط كيميائي في الجزيئة يهتز بذبذبة خاصة بهذا النوع من الرابطة وهذه الطريقة تستعمل في فحص المركبات العضوية.

٩-علم الانواء الجوية (meterology): الاقمار الصناعية للانواء الجوية تستعمل مقاييس اشعة تحت حمراء باحثو التي تنتج صور حرارية او صور تحت حمراء حيث يمكن لخبراء الارصاد الجوية من تحديد انواع وارتفاعات الغيوم وحساب درجات حرارة المياه واليابسة وتحديد اماكن الظواهر على سطح المحيطات، وهذا البحث في مدى (١٠.٣-١٢.٥ μm) ومن اهم منافع هذه الطريقة ان صور الاشعة تحت الحمراء مستمرة ليلا ونهارا مما يتيح دراسة مستمرة للطقس.

١٠-علم المناخ (climatology): يمكن بواسطة الاشعة تحت الحمراء مراقبة التبادل الحراري بين الارض واليابسة وبين الجو وهذه تزودنا بمعلومات على المدى الطويل حول تغييرات مناخ الارض وهي احد العوامل المهمة في دراسة الاحترار المناخي (global warming) مع الاشعاعات الشمسية.

١١-علم الفلك (Astronomy): علماء الفلك يلاحظون اجساما في حيز الاشعة تحت الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي باستعمال اجهزة ومكونات بصرية ومن ضمنها المرايا والعدسات وكاشفات الحالة الصلبة الرقمية، ولهذا فهي تصنف كجزء من علم الفلك البصري، حساسية تلسكوبات الاشعة تحت الحمراء تتأثر كثيرا ببخار الماء في الجو والتي تمتص جزءا من الاشعة تحت الحمراء الواصلة من الفضاء الخارجي.

١٢-تاريخ الفن (Art history): تستعمل الاشعة تحت الحمراء لتصوير الاعمال الفنية للكشف عن الطبقات التحتية مؤرخو الفن يبحثون ويفتشون عن الاختلافات والفروقات بين الطبقات المرئية من اللوحة والطبقات التحتية وما بينها. (١٤)

١٣-الانظمة البيولوجية (Biological systems): بعض الاحياء لها متحسسات للأشعة تحت الحمراء مثل بعض الحشرات وبعض الثعابين والخفافيش.

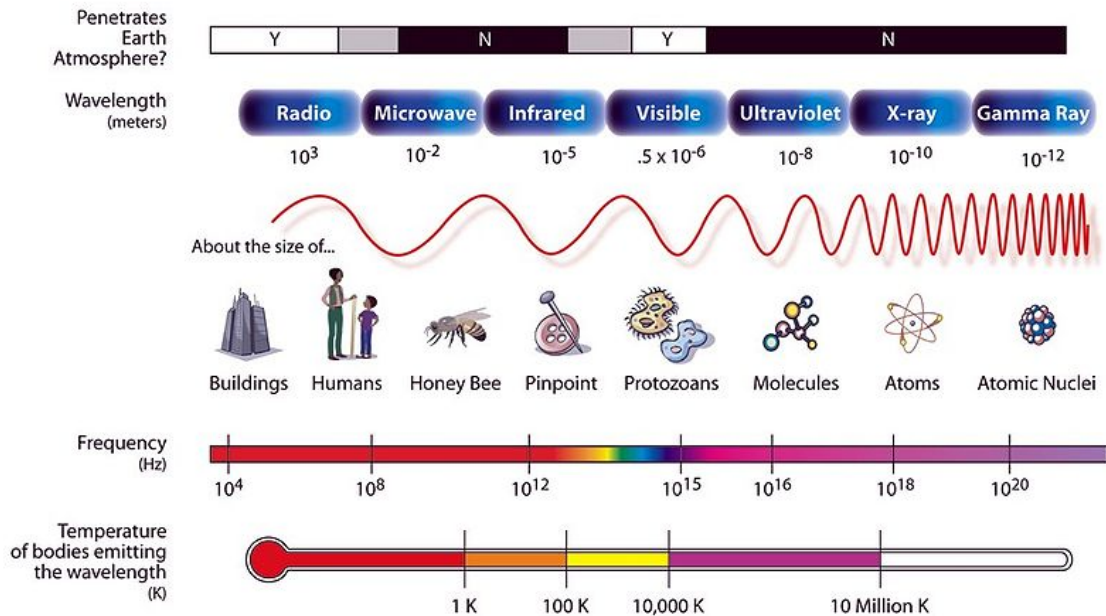


١٤-التعديلات البيولوجية الضوئية (Photo bio modulation): بعض انواع الاشعة تحت الحمراء (Near infrared) تستعمل لعلاج القروح المتولدة من العلاج الكيماوي وعلاج بعض امراض الفيروسات.  
١٥-المخاطر الصحية (Health hazerd): الاشعاعات تحت الحمراء القوية في بعض الصناعات يمكن ان تسبب خطرا على العيون وعلى الابصار ولهذا يجب استعمال نظارات حماية خاصة في هذه الاماكن. (١٤)

## B- الموجات الدقيقة (Microwave):

هي موجات كهرومغناطيسية باطوال موجية تتراوح ما بين ١ متر الى ١ ملم او بصورة مكافئة ذات ترددات تتراوح بين ٠.٣ كيكاهيرتز الى ٣٠٠ كيكاهيرتز، الحدود بين ضوء تحت الحمراء اشعاع تيراهيرتز، المايكروويف وموجات الراديو ذات الذبذبات العالية جدا هي مطلقة نوعا ما وتستعمل بشكل مختلف في حقول الدراسة، كلمة مايكروويف تعود عادة الى اشارات التيار المتناوب ذات الذبذبة التي تتراوح فيما بين ٠.٣ كيكاهيرتز ( $3 \times 10^8$  Hz) و ٣٠٠ كيكاهيرتز ( $3 \times 10^{11}$  Hz) ويمكن تعريف ذبذبات المايكروويف بدءا ب ١ كيكاهيرتز (٣٠سم طول موجي)، الموجات الكهرومغناطيسية(ذبذبة اقل) الاطول من المايكروويف تسمى موجات الراديو، الاشعاعات الكهرومغناطيسية ذات الطول الموجي الاقصر يمكن ان تسمى موجات الميليمتر او (اشعاع تيراهيرتز) او حتى اشعة T.  
ومدى المايكروويف يتضمن الذبذبة فوق العالية UHF (٠.٣ - ٣ كيكاهيرتز)، الذبذبة العالية جدا SHF (٣-٣٠ كيكاهيرتز) والذبذبات المتناهية العلو EHF (٣٠٠-٣٠٠٠ كيكاهيرتز). (١٦)

## THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM



الشكل (٩): طيف الاشعة الكهرومغناطيسية واطوالها الموجية وذبذباتها [google imgs]

مصادر المايكروويف:

الانابيب المفرغة هي ادوات تعمل على الحركة البالسنية للالكترونات تحت تأثير حقول كهربائية او مغناطيسية مسيطرة وتتضمن الماكنترون Magnetron، الكليسترون klystron، وانبوب الموجة المنقلة travelling wave tube (TWT)، والكايروترون gyrotron.

الميزر هو اداة مشابهة لليزر عدا انها تعمل ببذبذبات المايكروويف. (١٦)

### استعمالات المايكروويف:

- ١- قبل ادخال الالياف البصرية معظم المكالمات التلفونية بعيدة المدى كانت تجرى بواسطة المايكروويف.
- ٢- بروتوكولات لان اللاسلكية wireless LAN protocols مثل البلوتوث ومواصفات IEEE ٨٠٢.١١ التي تستعمل موجات مايكرو مختلفة. خدمات مداخل الانترنت اللاسلكية ذات المدى البعيد (٢٥كم) تستعمل منذ عقد تقريبا في بعض الدول في مدى ٤-٣.٤ كيكاهيرتز.
- ٣- شبكات المدن الكبرى مثل (WIMAX) (World Wide Interperability for Microwave Access) وهي مصممة للعمل بين ٢-١١ كيكاهيرتز.
- ٤- مداخل المساحات الواسعة اللاسلكية : الموجات العريضة للموبايل وهي مصممة للعمل بين ١.٦-٢.٣ كيكاهيرتز لاعطاء قابلية الحركة واختراق الابنية مشابهة لتلفونات الموبايل ولكن بكفاءة طيفية اوسع.
- ٥- الانترنت وكابلات التلفزيون: وتستعمل ذذبذبات مايكروية اوطأ وبعض شبكات تلفونات الموبايل مثل GSM تستعمل ايضا الذذبذبات الميكروية الواطئة.
- ٦- راديوات المايكروويف تستعمل في الاذاعات والاتصالات وذلك بسبب طول موجاتها القصيرة فالهوائيات (antenna) تكون اصغر بالاضافة الى وجود عرض موجة اكثر من طيف الراديو. المايكروويف يستعمل في نقل اخبار التلفزيون ايضا وذلك بنقل اشارة تلفزيونية من مكان بعيد الى محطة التلفزيون في عربات مجهزة جيدا.
- ٧- معظم منظومات اتصالات الاقمار الصناعية تعمل في موجات الطيف الميكروي مثل (C, X, Ka, KU bands) وهذه الذذبذبات تسمح بعرض موجة اوسع وتجنب ذذبذبات الـ (UHF) المزدحمة
- ٨- التحسس عن بعد (Remote sensing): الرادار يستعمل اشعاع المايكروويف للكشف عن المدى والسرعة والخصائص الاخرى للاجسام البعيدة، ابتكر الرادار اثناء الحرب العالمية الثانية ولكنه يستعمل الان ايضا في السيطرة على حركة مرور الطائرات، التنبؤ الجوي، الملاحة، والسيطرة على سرعة المركبات على الطريق.
- ٩- فئات الابواب الاوتوماتيكية: استعمل سابقا دايدود (Gunn) للسيطرة على حركة فتح الابواب اوتوماتيكية ولكنه استبدل الان باجهزة تعمل بالموجات فوق الصوتية.
- ١٠- علم الفلك الراديوي يستعمل فيه المايكروويف.
- ١١- التصوير بالمايكروويف.
- ١٢- الملاحة (Navigation): باستعمال الاقمار الصناعية لتحديد المواقع مثل نظام الساتلايت العالمي (GNSS) ومن ضمنها الصينية (Beidou) والامريكية (Global positioning system GPS) والروسية (GLONASS) والتي تستعمل اشارات ملاحة بموجات مختلفة تتراوح بين ١.٢ جيجاهيرتز و ١.٦ جيجا هيرتز.
- ١٣- الطاقة (Power): فرن المايكرو ويف يمرر اشعاعات المايكروويف (بذبذبذبات قرب ٢.٤٥ جيجاهيرتز) خلال الطعام مسببا تسخينها كهربائيا بامتصاص الطاقة من الماء والدهون والسكر الموجود في الطعام.

١٤-التسخين بالميكروويف يستعمل في العمليات الصناعية للتجفيف ومعالجة المنتجات.

١٥-الميكروويف يمكن ان يستعمل لنقل الطاقة لمسافات بعيدة.

١٦-اسلحة غير قاتلة تستعمل موجات المليمتر لتسخين طبقة رقيقة من الجلد بحيث يجبر الهدف على الابتعاد.

١٧-التحليل الطيفي(spectroscopy):اشعاعات الميكروويف تستعمل في( electron paramagnetic resonance)اوEPR وخصوصا في منطقة ال(X-band){تقريبا ٩ جيجاهيرتز}بالاقتران مع حقول مغناطيسية وهذه الطريقة تزودنا بمعلومات عن الالكترونات غير المرتبطة في الانظمة الكيماوية مثل الجذور الحرة وايونات المعادن الانتقالية مثل Cu II. (١٦)

موجات ذبذبات الميكروويف:طيف الميكروويف تعرف عادة بالطاقة الكهرومغناطيسية التي تتراوح ذبذباتها بين ١ جيجاهيرتز الى ١٠٠٠ جيجاهيرتز، اكثر التطبيقات تكون عادة ضمن (١-٤٠ جيجاهيرتز).

Letter designation	Frequency range
L band	١-٢ GHz
S band	٢-٤ GHz
C band	٤-٨ GHz
X band	٨-١٢ GHz
Ku band	١٢-١٨ GHz
K band	١٨-٢٦.٥ GHz
Ka band	٢٦.٥-٤٠ GHz
Q band	٣٠-٥٠ GHz
U band	٤٠-٦٠ GHz
V band	٥٠-٧٥ GHz
E band	٦٠-٩٠ GHz
W band	٧٥-١١٠ GHz
F band	٩٠-١٤٠ GHz
D band	١١٠-١٧٠GHz

الجدول (٣):انواع المايكروويف

حزم ومدى ذبذباتها (١٦)

التاثيرات الصحية: المايكروويف لا يحتوي على طاقة كافية لتغيير كيميائي في المواد عن طريق التاين ولهذا فهو مثال عن الاشعاع غير التايني وهي كغيرها من الاشعاعات الكهرومغناطيسية غير التاينية ليس لها تاثيرات بايولوجية وعلى اقل المستويات، وهذا لا يشمل التعرض بكثافة وشدة عالية جدا لها مما قد يسبب تسخيننا وحرقا مثل اي مصدر حراري.

## C- الرنين المغناطيسي النووي: (Nuclear Magnetic Resonance)

وهي ظاهرة في نوى ذرية مختلفة عندما توضع في حقل مغناطيسي قوي وفيها تمتص هذه النوى الطاقة من موجات راديوية معينة عالية الطاقة، وقياسات العزوم المغناطيسية لهذه النوى وخصوصا الهيدروجين تستعمل في التشخيصات الطبية والابحاث الكيمياوية والافعال الحيوية ولدراسة طبيعة وتركيب المادة. (٩)

### اطياف الرنين المغناطيسي النووي:

يتكون الضوء من اشعة كهرومغناطيسية ويمكن ان يحلل طيف الضوء الى اشعة فوق البنفسجية والمرئية والاشعة الحمراء ولكل من هذه الانواع طول موجي وذبذبات خاصة بها وتحدث هذه الاشعة انتقالات طاقية عندما تتجاذب مع المواد الكيميائية.

عندما نأخذ الكترولنا في نظام كيمياوي في الحالة الاعتيادية يكون الالكترتون مستقرا ويفضل ان يبقى في الطابق الاسفل، وعندما يرتطم هذا الالكترتون بالاشعة البنفسجية فانه يكتسب طاقة ويتميع وبذلك ينتقل الى المستوى المتهيج الاول وبعد ذلك يحاول الالكترتون المتهيج ان يرجع الى حالته المستقرة، حيث يفقد الطاقة الفائضة على شكل اشعة منبعثة ويعود مرة اخرى الى الطابق الاسفل المستقر. ولقد وجد العلماء ان بالامكان استعمال الاشعة الممتصة من قبل الكترولن او المنبعثة منه للحصول على طيف يمكن بواسطته دراسة الكثير من الخواص الالكترونية والفيزياوية للنظام الكيمياوي. (٢)

ان هناك انواع كثيرة من الاشعة التي يمكن استغلالها لدراسة الانظمة الكيمياوية مثل الاشعة السينية والاشعة الراديوية واشعة غاما واشعة الليزر. لقد وجد العالم (باولي) بان طيف الذرات يحتوي على خطوط دقيقة وبين عام ١٩٢٤ بان بعض النوى تمتلك عزما دورانيا (اي ان النواة تولد عزما نتيجة دورانها حول محورها) وبالتالي فان لها عزما مغناطيسيا وهذا يدل ان بالامكان الحصول على طيف مغناطيسي نووي لاي نواة تمتلك عزما مغناطيسيا وذلك بتسليط مجال مغناطيسي خارجي عليها. في عام ١٩٣٦ حاول كورتر (Gorter) ان يحصل على طيف لنواة الليثيوم (٧) وعلى طيف البروتون ١ (اي الهيدروجين ١) الا انه لم ينجح في ذلك، وفي عام ١٩٤٢ بدأت التجارب باستعمال مصدر ذي ذبذبة راديوية للحصول على طيف الرنين المغناطيسي النووي، وفي عام ١٩٤٥ حصل بلوش (Bloch) في جامعة ستانفورد في الولايات المتحدة الامريكية على طيف للبروتون الموجود في جزيئات الماء وفي نفس الوقت حصل بورسيل (Purcell) من جامعة هارفرد على طيف البروتون من نموذج شمع البرافين وحصل الاثنان على جائزة نوبل في ١٩٥٢، بعد ذلك بدأت الشركات بتصنيع اجهزة الرنين المغناطيسي النووي وبدأت بتسويقها اوائل الستينات.

بالنسبة لهذه التقنية فان النموذج يوضع في مجال مغناطيسي خارجي وتسلط عليه ذبذبة راديوية محددة من اجل الحصول على طيف نواة معينة دون غيرها وبعد ذلك يمتص النموذج الاشعة وتنتقل النواة من الطابق الاسفل الى الطابق المتهيج الاول وهناك تبدأ عملية فقدانها لبعض من طاقتها على شكل حرارة اما الى النواة القريبة منها او الى المحيط وتسمى هذه العملية بالاسترخاء ويمكن قياس زمن الاسترخاء الطولي او العرضي، بعد ان تسترخي النواة تبعث اشعة ثم تعود الى الطابق الاسفل. (٣)

يمكن الحصول من طيف الرنين المغناطيسي النووي على العوامل التالية:

١- الازاحة الكيمياوية.

٢- ثابت الازدواج او ثابت التقارن Coupling constant.

٣- زمن الاسترخاء الطولي والعرضي.

## أ- التطبيقات الروتينية والبحثية للرنين النووي المغناطيسي:

### ١- تشخيص تراكيب المواد الكيميائية:

عندما يحصل تفاعل كامل من الكحول الى حامض الخليك فاننا نحصل على الطيف الكيماوي لهاتين المادتين عند بدئ التفاعل للايثانول وعند انتهاء التفاعل لحامض الخليك وللمادة الوسطية الاسيتالدهايد واذا لم يمكن الحصول على الحامض بشكله النقي فسنحصل على طيف معقد هو عبارة عن مزيج من اشارات الكحول والالدهايد والحامض وسيمكننا طيف الرنين النووي المغناطيسي من الحصول على نسبة كل من المواد الثلاثة في المزيج وتستعمل هذه الطريقة لتعيين نقاوة الادوية وكذلك مكونات الادوية من المواد الكيماوية. (٢)

### ٢- دراسات نظرية عن الازاحة الكيماوية:

تمنحنا هذه الدراسات معلومات مهمة عن تغير الكثافة الالكترونية حول البروتونات.

### ٣- دراسة التراكيب التوتيرية:

في بعض المواد الكيماوية يوجد توازن بين اشكال متعددة للمادة الكيماوية وذلك بتغيير ارتباط بعض الذرات في مناطق اخرى ووجودها بأكثر من شكل من ناحية ترتيب الذرات فيها او واحدة منها توتر للآخرى.

### ٤- دراسة الخواص الديناميكية للمواد الكيماوية:

٥- دراسة التراكيب الفراغية: ان للتراكيب الفراغية اهمية كبيرة سواء على الصعيد النظري او التطبيقي اذ ان التأثيرات الحياتية داخل الجسم تتاثر الى حد كبير .

٦- تأثير المذيب: يمكن دراسة المادة الكيماوية اما بشكلها الصلب او مذابة باحدى المذيبات وعادة توضع كمية صغيرة من المادة المراد دراستها في كمية كبيرة من المذيب، والمذيبات المستعملة هي السايكلوهيكسان والكلوروفورم والاسيتون والبنزين ويمكن ان ندرس انواع التجاذب ما بين المذابة والمذيب بواسطة الرنين النووي المغناطيسي، كما يمكن دراسة الاصرة الهيدروجينية بواسطة استعمال مذيبات متعددة او باستعمال مذيب واحد بتركيز مختلفة.

### ٧- دراسة ظاهرة التبادل وهي ظاهرة مهمة جدا في الانظمة الحية.

٨- دراسة المعقدات complex compounds وخصوصا المعقدات في جسم الانسان مثل الهيموكلوبين وتفاعلاتها مع العناصر المختلفة. (٢)

## ب- التطبيقات الصناعية والزراعية:

### ١- دراسة التراكيب الفراغية والتناظرية للبوليمرات:

أ- دراسة تركيب مادة البولي ايسوبرين وتحديد كمية Cis ١.٤ وكمية trans ١.٤ والتي تمتلك نفس عدد ونوعية الذرات ولكن تركيبها يختلف الواحد عن الاخر، وبزيادة نسبة (Cis ١.٤) في الخليط تزداد مطاطية البولي ايسوبرين التي تشبه المطاط الطبيعي لتصل الى ٩٨% Cis وتتم هذه الدراسة عن طريق طيف البروتون (الهيدروجين ١) وذلك بامتصاص مكونات كل واحدة منها في منطقة طيف معينة من الرنين المغناطيسي النووي، ودراسة تركيب البولي بيوتادين عن طريق طيف الكربون ١٣ لتحديد المكونات التناظرية للبوليمر لتحديد نسبة ٢.٣ trans وال ١.٤ trans وال ٢.٣ Cis وال ١.٤ Cis حسب حاجة المصنع وطريقة تحضير هذه البوليمرات.

ب- البولي ستايرين: تحديد التراكيب الفراغية المسماة (syndiotactic, atactic, isotactic) والمرغوب فيه صناعيا هو ال (syndiotactic) ان طيف الكربون ١٣ يعطي معلومات تفصيلية عن التراكيب الفراغية للبوليمر وكذلك يمكن الحصول على معلومات مفصلة عن ديناميكية ذوبان هذا البوليمر في المذيبات المختلفة.

ج- البولي فنائيل: يمكن ان يكون البوليمر ( syndiotactic, atactic, isotactic ) وباستعمال طيف الكربون ١٣ يمكن معرفة نسبة كل من هذه المكونات الفراغية في خليط التوتمر وفي بعض الاحيان يمزج نوعان من المونوميرات ومنهما يتكون الكوبوليمر.

٢- الصناعات النفطية: لقد بدأ استعمال الرنين المغناطيسي النووي في الصناعات النفطية لوجود صعوبات كبيرة فيها فالاسفلت يحتوي على مجموعة كبيرة من المواد الكيميائية وكذلك فإن الكثير من المحاليل النفطية هي عبارة عن مزيج من المركبات الكيميائية فمن الضروري فصل المواد الكيميائية في الاسفلت الى مقاطع مختلفة الاوزان الجزيئية وتحديد نسبة المواد الالفاتية الى المواد الاروماتية وكذلك فإن الرنين المغناطيسي النووي يساعد في تحديد المركبات النفطية عند القيام بأكسدة المنتجات النفطية او تحديد المنتجات النفطية بعد عملية التكسير.

٣- الصناعات الغذائية: يستعمل تقنية الرنين المغناطيسي النووي في تحديد كميات الزيت الموجودة في الحبوب المختلفة من اجل معرفة كمية الزيت وهل يمكن استغلاله اقتصاديا وهو موجود بشكل حر او كسائل مرتبط بخلايا النبات ودون تكسير هذه الحبوب بدلا من الطريقة القديمة والتحليلات الفيزيائية والكيميائية الطويلة والمعقدة وكذلك تحديد نسبة تشبع هذه الزيوت وانواعها او اذا كان الزيت سائلا او صلبا وذلك لتطوير انواع من الحبوب ذات غلة وافرة ونسب عالية من الزيوت النباتية. كما يمكن تعيين نسبة الدهون والزيوت في حبيبات الكاكاو.

أ- اللحوم والبيض: تحديد كمية الماء الحر والمرتبط مع الجزيئات في اللحم بوضعه الطبيعي وبعد تجميده، وتأثير درجة الحرارة والخرن الطويل على اللحم وعلى كمية الماء فيه.

ب- الاسماك: تعيين نسبة الزيوت والدهون المشبعة وغير المشبعة في الاسماك التجارية وهي حية، كما اجريت دراسات حول تأثير التجميد على نسبة الماء الحر المرتبط وتأثير درجة الحرارة ومدة الحفظ على الزيوت والدهون في الاسماك المختلفة وهي طريقة سريعة جدا ودقيقة.

ج- الحليب ومنتجات الالبان: تعيين نسبة الدهن في الالبان وتحديد نسبة الماء في الحليب ومشتقاته وتحديد الدهون الموجودة في الحليب وتأثيرها بعملية الخزن لمدد مختلفة وتأثيرها بدرجات الحرارة ولا تحتاج هذه الدراسات الا لوقت قصير جدا وبناتج دقيقة. ويمكن القيام بدراسات على الحليب المجفف والاجبان المختلفة.

د- صناعة الكاكاو والقهوة: وهي تحتوي على نسبة كبيرة من الدهون والماء بشكله الحر والمرتبط مع الخلايا، وتعتمد عملية سحق الحبوب وتجميعها بالشكل المطلوب على درجات الحرارة ومدة التحميص باستعمال هذه التقنية يمكن تعيين المدة ودرجات التحميص للوصول الى سيطرة نوعية عالية وعلى نسبة الماء والدهون الموجودة في هذه المنتجات.

هـ- الصناعات الكحولية: لقياس الكثافة وتعيين نسبة الكحول في البيرة والنبيذ والمشروبات الكحولية وهي تمتاز بسرعتها وكفاءتها.

٤- صناعة المبيدات: لتعيين التراكيب الفراغية وتعيين التراكيب الكيميائية ودراسة الظروف الاخرى المؤثرة على المبيدات مثل تعرضها لاشعة الشمس مما يؤدي الى تحللها والظروف المختلفة وتحديد سميتها بالنسبة للانسان والمزروعات ووجد بان مركب cis chlordane عند تعرضه للاشعة فوق البنفسجية لمدة طويلة يفقد سميته وتأثيره.

٥- صناعة الاصباغ والمذيبات: لتعيين المذيبات والمواد الكيميائية الموجودة في الاصباغ وتحديد سميتها خاصة ان معظم المذيبات الموجودة في الاصباغ مثل البنزين والتولوين والاسيتون والميثانول والدايكلوروميثان تكون سامة عند زيادة تركيزها.

٦- الصناعات الدوائية: يمكن استعماله للتأكد من نقاوة الادوية المنتجة وكذلك من المركبات الموجودة فيها ونسبها وكذلك تحديد الشوائب الموجودة فيها وتعيين النوعية المنتجة وتطابق المواصفات وقد استعملت هذه الطريقة على ادوية مثل السلفوناميد والسلفاديازين والسلفاثازول والبنسلين والسلفاكواندين وغيرها.

وكذلك يمكن مؤخرا تصوير الفواكه ودراسة التغيرات التي تحدث على خلاياها نتيجة تعرضها لمختلف التغييرات بالاضافة الى التطبيقات الهامة الاخرى في الكيمياء الحياتية والصيدلانية والطب. (٢)

## تطبيقات في الكيمياء الحياتية والصيدلانية والطب:

استعمل جهاز التصوير بالأشعة السينية للتشخيص الطبي اولا ثم تطورت التقنية وربطت وحدة الاشعة السينية بجهاز كومبيوتر وسميت التصوير بالكومبيوتر (Computer tomography) ويقوم هذا الجهاز بتسليط ومضات من الاشعة السينية ثم يقوم بخزن المعلومات على الكومبيوتر الذي يقدمها بشكل تصوير مفصل ومجسم (3D) للمنطقة التي تعرضت للاشعة.

وقد استعمل الجهاز في تصوير الدماغ والعضلات. ثم استعملت اجهزة ال(MRI) للتشخيص الطبي حيث يمكن بواسطته تصوير اي جزء من الجسم ومبدا عمل ال(MRI) هو:

أ- وضع الجسم في مجال مغناطيسي قوي اقوى ب(30000) مرة من المجال المغناطيسي للارض .

ب- تحفيز الجسم بموجات راديوية لتغيير الحالة المستقرة للبروتونات (Steady state orientation).

ج- إيقاف الموجات الراديوية والاستماع الى الجسم (البروتونات بعد اكتسابها الطاقة ثم فقدانها لهذه الطاقة عن طريق فقد الحرارة الى الجسم او الى الخارج).

ويعمل العلماء الان على تطوير تقنية التصوير بالپوزيترون (Positron emission tomography) وتعتمد هذه الطريقة على ضرب المنطقة المراد تصويرها بالپوزيترونات الموجبة الشحنة التي ترتطم داخل الجسم الحي بالالكترونات الموجودة في الخلايا الحية وبذلك تتعادل الشحنات وتسجل هذه العملية كواشف (Pet) وتحول هذه المعلومات الى الكومبيوتر الذي يجمعها ثم يحولها الى صور على شاشة خاصة.

وقد ابتدأ في الثمانينات استعمال الرنين المغناطيسي النووي (NMR) بعد صنع مغناطيس ذي فتحة كبيرة وتتميز هذه الاجهزة وهذه التقنية بما يلي:

١- ان المجال المغناطيسي المستعمل لهذه التجارب غير مضر بالانسان كما ان الاشعة المستعملة وهي من نوع الاشعة الميكروية غير مضر بالانسان ايضا.

٢- هذه التقنية تعطي صورا محددة للتفاعلات الكيميائية داخل الخلايا الحية وبشكلها الطبيعي ويمكن دراسة التأثيرات الجارية على اجزاء من جسم الانسان اثناء تناول الدواء ودراسة تأثير الدواء.

٣- ان معظم المكونات الكيميائية تحتوي على البروتونات والهيدروجين والكاربون والنترجين والفسفور اضافة الى ايونات الصوديوم والبوتاسيوم التي يمكن تعقبها بواسطة NMR.

٤- امكانية دراسة اي جزء من الكائن الحي او الكائن الحي بأكمله.

٥- دراسة التغييرات الفراغية التي تحدث للمواد الكيميائية داخل الخلية ودراسة حركة الجزيئات داخل الخلية واهمها الماء.

٦- تعيين الاسس الهيدروجينية للتفاعلات في الخلية.

١- بعد استعمال تقنية الرنين المغناطيسي النووي في مجالات الفيزياء النظرية والكيمياء العضوية واستعمل بشكل كبير لتعيين تراكيب الكيمياء العضوية بدأ العلماء باستعمال الرنين المغناطيسي النووي الومضي لدراسة بعض الجزيئات الحياتية والتي تشمل الحامض النووي (DNA) والبروتينات والانزيمات والدهون وكذلك المواد الكيميائية والصيدلانية وتأثيرها على الجزيئات الحياتية الموجودة في بنية الانسان والحيوان ومراقبة هذه التأثيرات في المحيط الحركي للانسان الحي وتجاذبا وتفاعلها مع المواد الكيميائية الاخرى الموجودة في الجسم وداخل الخلية الحية ، لمعرفة تأثير هذه المواد داخل الخلية الحية نفسها لان التفاعلات داخل الخلايا تجري في درجة حامضية معينة وبوجود ايونات مثل الصوديوم والبوتاسيوم وبنسبة معينة من الماء وفي درجة حرارة الجسم الطبيعية.

٢- التطور التقني في مجال الرنين المغناطيسي النووي:

بدأت أجهزة الرنين النووي المغناطيسي بدراسة نواة الهيدروجين (البروتون) ذات الحساسية العالية والوفرة العالية ولم يكن بالإمكان تسجيل نوى أخرى عدا الفلور والذي يتصف بحساسيته العالية أيضا وتطور الأمر بإدخال تقنية تحويل فورير، والذي يمكن بواسطته استعمال ومضات راديوية بدل مصدر راديوي مستمر ويمكن بذلك زيادة حساسية أجهزة الرنين ونتج عن ذلك إمكانية قياس نوى ذات حساسية واطئة مثل الكربون 13. (٢)

### ٣- الدراسات الحياتية:

يتكون الكائن الحي من مجموعة كبيرة من المواد الكيميائية مثل الأحماض الأمينية والبروتينات والانزيمات والأحماض النووية، وقد استعمل الرنين المغناطيسي النووي أول الأمر لقياس نقاوة وتركيب الأحماض الأمينية المصنعة وقد أمكن تمييز الأحماض الأمينية والتي يمكن تصنيفها إلى:-

أ- الأحماض الأمينية الأليفاتية: مثل الكلايسين والالانين والسيرين .

ب- الأحماض الأمينية الأروماتية: مثل هرمون الغدة الدرقية الثيروكسين.

ج- الأحماض الأمينية مختلفة الحلقة: مثل التربتوفان .

### ٤- البحوث الصيدلانية:

يمكن بواسطتها تحديد نقاوة الأدوية وتحديد تراكيب الأدوية ودراسة التراكيب الفراغية للمواد الصيدلانية فمواد مثل الكريسول والهيدروكسي تايوفينول يمكن ان تتخذ تراكيب فراغية مختلفة.

### ٥- الرنين المغناطيسي النووي في الطب :

هذاموجز بسيط لدور الرنين المغناطيسي النووي في الحياة الطبية :

أ- التمييز بين الخلايا السرطانية والخلايا الطبيعية: بتحديد زمن الاسترخاء الطولي للماء يمكننا تمييز الخلايا الطبيعية عن السرطانية وذلك لان هذا الزمن اكثر في الخلايا السرطانية من الخلايا الطبيعية.

ب- دراسة طيف الرنين المغناطيسي النووي لنواة الفسفور: بما ان الفسفور جزء من البروتينات والأحماض النووية فان قياس طيفه يمنحنا معلومات كثيرة ومهمة بالنسبة للأنظمة الحياتية.

ج- التصوير بواسطة الرنين المغناطيسي النووي: لعله من اهم استعمالات الرنين المغناطيسي النووي والذي يمكن بواسطته تسجيل جميع التغييرات في جسم الانسان اثناء الفحص وفي حالة الاعمال الحيوية الاعتيادية وبدون اخذ نماذج.

د- الدماغ والجهاز العصبي: لقد أمكن الحصول على تصاوير واضحة تبين الاحتشاء الدماغى في بعض اجزاء الدماغ وتم تحديد المكان والشكل لمختلف انواع المشاكل التي تنجم عن الاحتشاء ،كما يمكن ان يعطينا معلومات مفصلة عن نوع الأورام سواء الخبيثة منها او الاعتيادية وموقع وحجم الاكياس المائية والتغيرات المرضية داخل الدماغ اوفي القشرة الخارجية للدماغ وكذلك تصلب الشرايين والتهاب الفقرات العنقية وتأثيرها على الحبل الشوكي ... الخ .

ه- تصوير القلب: يمكن الحصول على صور تبين كبر الشريان وسمك جدار الوعاء الدموى وتصوير القلب وتجاوبه وسمك جدار القلب.

و- تصوير اجزاء الحوض: يمكن تصوير كل ما يتعلق بالجهاز البولي والتناسلي والرحم والكلية والمثانة والبروستات والمخرج وهذه الصور اكثر توضيحا وتفصيلا من بقية اجزاء الجسم كالقلب والدماغ .

ز- وقد أمكن تصوير الكبد وصورت الأورام السرطانية فيها او حدوث تليف او احتشاء داخلها.

## D- الليزر (LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)



وهو تضخيم الضوء بواسطة البث المحفز للإشعاع، وكلمة الضوء هنا يستعمل بمضمونه العام و الواسع وكناية الى الإشعاع الكهرومغناطيسي لاي تردد وليس الجزء المرئي من الضوء فقط ، حيث ان هناك ليزرات الاشعة تحت الحمراء وليزرات الاشعة فوق البنفسجية وليزرات الاشعة السينية. ان عملية توليد الليزر هي عكس عملية الامتصاص الإشعاعي ، اذ تقوم هذه الظاهرة على قدرة الفوتونات على تحريض انبعاث فوتونات اخرى مماثلة الطول الموجي والاتجاه ووفقا لنظرية الكم فان لدى الذرات والجزيئات مستويات متفرقة من الطاقة وفحوى هذه النظرية ان الذرات والجزيئات يمكنها اكتساب الطاقة ثم فقدها ، وعندما تستحث هذه الذرات او الجزيئات بواسطة شحنة كهرومغناطيسية فإنه يتم امتصاص هذه الشحنة المحرصة وتنتقل الكترونات الذرة الى مدار اعلى من مدارها الطبيعي غير انها سرعان ما تعود الى وضعها الاصلي بفقرات متقطعة متخلصة بذلك من الطاقة الزائدة على هيئة اشعاعات كهرومغناطيسية ذات تردد و طول موجي يتوقفان على نوع الجزيء او الذرة المستثارة. (٣)

### خصائص الليزر: يتصف الليزر بالخصائص التالية:

- ١- انه شعاع ذو اتجاه ثابت ، على نحو يخالف شعاع الضوء العادي والذي ينتشر في جميع الاتجاهات .
- ٢- انه شعاع متماسك ، اي ان الفوتونات في الشعاع الضوئي ترتبط فيما بينها بعلاقات طورية (phase relationship).
- ٣- انه شعاع احادي الطول الموجي وهي عبارة عن حزمة ضيقة جدا من الاشعاعات ذات نفس الطول الموجي. (٣)

### تصميم الليزر:

يتكون الليزر من وسط جامع (gain medium) داخل تجويف ضوئي عاكس بالاضافة الى وسيلة لتجهيز الطاقة الى الوسط الجامع ، الوسط الجامع هي مادة ذات خصائص تسمح بتضخيم الضوء بواسطة البث المحفز. (١١)

### انواع الليزر:

- ١ - الليزرات الغازية: صنعت باستعمال انواع من الغازات واستعملت لعدة اغراض:
  - أ- ليزر الهيليوم - النيون (HeNe): وتبث موجات طويلة مختلفة وتتحدد عند (٩٣٣nm) وهي شائعة في المؤسسات التعليمية لكلفتها القليلة.
  - ب- ليزر ثاني اوكسيد الكربون: يمكن ان تبث مئات الكيلوواتات في ٩.٦ μm و ١٥.٦ μm وتستخدم عادة في الصناعة للقطع واللحام، كفاءتها ١٠%.
  - ج- ليزر أيون الأركون: تبث الضوء في حدود (٣٥nm - ٢٨.٧nm) وهو ليزر غاز رخيص.
  - د- ليزر النتروجين (TEA): وتنتج ضوء اشعة فوق البنفسجية في ٣٣٧.١nm بالاضافة الى انواع اخرى مثل ليزر (الهيليوم- فضة) وليزر (النحاس- نيون).
- ٢- الليزرات الكيمياوية: وتزود بالطاقة بواسطة تفاعل كيمياوي وتصل الى قوة عالية عند استمرارها في الاشتعال على سبيل المثال ليزر الهيدروجين- فلورايد (٢٧٠٠-٢٩٠٠nm) وليزر الديوتيريوم- فلورايد (٣٨٠٠nm).
- ٣- ليزرات Excimer: وتزود بالطاقة من تفاعل كيمياوي يتضمن جزيئة ثنائية مهيجة (Excited dimer) او Excimer او جزيئة ثنائية متعددة مكونه من نوعين مختلفين (ذرتين مختلفتين) على الاقل واحدة منها في حالة الكترونية متهيجة، وهي تنتج ضوءا فوق بنفسجيا وهي تستعمل في (Photo lithography) او في العمليات الجراحية في العيون (LASIK) وبصورة شائعة جزيئة Excimer تحتوي على الفلور (F□) وتبث عند ١٥٧nm ومركبات من الغازات النبيلة (ArF(١٩٣nm)، KrCl(٢٢٢nm)، KrF(٢٤٨nm)، XeCl(٣٠٨nm)، XeF(٣٥١nm).

٤- ليزرات الحالة الصلبة: باستعمال النيودينيوم، والتيريوماورثوفادات (Nd:YVO<sub>4</sub>) واليتريوم ليثيوم فلورايد (Nd:YLF) واليتريوم المنيوم كارنيت (Nd:YAG) كل هذه الليزرات تنتج طاقة عالية من نوع الاشعة تحت الحمراء

(Infrared spectrum) في ١٠٦٤ nm وهي تستعمل في القطع واللحام وتأشير المعادن والمواد الاخرى.

٥- الليزرات ذات الحاوية الليفية(Fiber- hosted lasers) حيث تستعمل الالياف البصرية.

٦- الليزرات الكريستالية الفوتونية(Photonic crystal lasers). (١١)

٧-ليزرات اشباه الموصلات semi-conductors lasers: وهي من ليزرات الحالة الصلبة ولكن لها اسلوب مختلف من حيث اشتغال الليزر والدايودات الليزرية التجارية تبث اطوال موجية من ٣٧٥ nm الى ١٨٠٠ nm، ليزرات ذات القوة الواطئة تستعمل في الطابعات الليزرية ومشغلات DVD,CD والدايودات ذات القوة الاعلى بقوة ١٠ كيلوات (٧٠ dBm) تستعمل في الصناعة للقطع واللحام، او استعمال السليكون لانتاج الليزر مما سيكون لهو اثر كبير في صناعة الكمبيوترات.

٨- ليزرات الاصباغ(dye lasers): وذلك باستعمال اصباغ عضوية كوسط جامع gain medium.(١١)

٩- ليزرات الالكترونات الحرة: ليزر ذات طاقة عالية جدا يتراوح طولها الموجي من الموجات الدقيقة (microwave)، وتحت الحمراء والضوء المرئي الى الاشعة السينية ولها التردد الاوسع من اي نوع آخر من الليزرات.(١١)

٢- استخدامات الليزر: منذ اختراعها في ١٩٦٠ توسعت استخدامات الليزر في جميع المجالات كما في مجال الطب حيث انه عامل يساعد على استمرار الحياة بدون ألم، الاجهزة الالكترونية للمستهلكين، تكنولوجيا المعلومات، العلم، الصناعة، تطبيق القانون، الترفيه، والتكنيك العسكري بالإضافة الى الكمبيوترات واجهزة الطباعة الليزرية و اجهزة ال- VCD DVD، بالإضافة الى استعماله في علم الجريمة والتعرف على الاشخاص من خلال فحص قرنية العين وبالأخص في البنوك وفي مجال تأمين حراسة الودائع المالية او في الاماكن التي يتطلب دخولها حراسة أمنية مشددة ومحدودة جدا. ومن الاستعمالات الاولى لها فاحصات ال(Barcode) في الاسواق المركزية.

بعض استخدامات الليزر في الطب: حقق العلماء نجاحات باهرة وعديدة في المجالين التكنولوجي والطبي بعد ان حسنوا من اجهزة الليزر المستعملة فقد زاد استعمالها في مجال الطب ايضا في معالجة الامراض الخطيرة والفتاكة لمعالجة الاورام السرطانية الخبيثة ووقف النزيف الشديد الذي يحصل في اعضاء الجسم الحساسة كنزيف الكليتين والكبد والامعاء ويستعملها الجراحون في اجراء العمليات الدقيقة والداخلية بواسطة الناظور الذي ثبت عليه جهاز الليزر بواسطة فتح ثقب في الجسم وبدون احداث شقوق في الجسم فهي بكل بساطة تغزو جميع مجالات الطب للعلاج والتخفيف من الالام بعد ان استخدمت في معظم العمليات الجراحية بدءا من العين مروراً بالفم وادق ثنايا الجهاز الهضمي واستعمالها في حالات معالجة السرطان بالإضافة لاستعمالها في ازالة التجاعيد وعلاج حصى الكلية وفي طب الاسنان

استخدام الليزر في جراحة العين: واحدة من اهم استخدامات الليزر الجراحية هي في جراحة العين حيث يستعمل شعاع الليزر في تقويم واصلاح الاجزاء المتضررة من العين والتي ينتج منها ضعف في البصر والعمى الجزئي. واستخدام الليزر في علاج المياه الزرقاء بدون اجراء عملية جراحية وتمتاز هذه الطريقة بسرعة التأثير بالإضافة الى اختصار الوقت والنفقات المادية، واعادة تثبيت شبكة العين وعمليات تصحيح القرنية ومعالجة عمى الشيخوخة.

استخدام الليزر في معالجة تصلب الشرايين: استعمال الليزر في حرق وتبخير الترسبات الدهنية في الشرايين المتصلبة وهي التي يمكن ان تسبب الجلطات الدموية المميتة.

علاجات الجلد بالليزر: مثل علاج البثرات (Acne treatment)، ازالة الشعر من المناطق غير المرغوبة، ازالة الشامات، وازالة التجاعيد.(٣)

بعض التطبيقات الصناعية لتكنولوجيا الليزر:

١- الهولوجرافي يمكن تعريف الهولوجرافي بشكل مبسط على انها عملية تصوير مجسم (ثلاثي الابعاد 3D) للجسام، ولاقت الهولوجرافيا نجاحا واسعا وتعددت تطبيقاتها العملية في مختلف المجالات ففي مجال المجاهر الالكترونية استخدم الاسلوب الهولوجرافي في زيادة قدرة التبيين، ولقياس التداخل الضوئي بطرق مختلفة وفي مجال علوم الحاسب الآلي استخدم الهولوجرافيات في تخزين كميات كبيرة من البيانات.

٢- اللحام بالليزر: يمكن لحام قطعة فولاذية بسبك ١-٤ سم بواسطة جهاز ليزر يستخدم غاز CO<sub>2</sub> وتبلغ الطاقة الصادرة عنه ٣.٥ كيلوواط، وقد لاقت عملية اللحام بالليزر في مجال الالكترونيات والميكروالكترونيات نجاحا واسعا وذلك للقدرة الهائلة التي تتمتع بها حزمة الليزر على لحام الاسلاك المتناهية الدقة، والصفائح المعدنية الرقيقة. وكذلك لحام مناطق يتعذر الوصول اليها بطرق اللحام التقليدية كأجهزة الترانزستور والاجهزة الالكترونية الدقيقة، كما يمكن لحام قطعتين معدنيتين ذات طبيعة مختلفة دون ان يؤثر ذلك على ما يحيط بهاتين القطعتين من معادن.

٣- فتح الثقوب بالليزر: فتح الثقوب في الألواح وفي قوالب سحب الاسلاك، وثقب مختلف المعادن واقسامها، الامر الذي يوفر انكسار المثاقب التقليدية بالاضافة الى التحديد العالي للموقع المراد ثقبه.

٤- القص بالليزر: عند القص بالليزر وخاصة الجهاز الذي يستعمل CO<sub>2</sub> بارسال اشعتها على شكل نبضات ويتم تعديل هذه النبضات لتشكل سلسلة من الثقوب المتداخلة ويمكن زيادة كفاءة القص بالليزر باستعمال منفث غاز ينطبق محوره مع محور حزمة الليزر وغالبا ما يستخدم في هذه العملية غاز شديد التفاعل كالأوكسجين حيث يتفاعل مع المادة بعد ان تسخن بتأثير حزمة الليزر الساقطة عليها مما يؤدي الى احتراقها ويساعد منفث الغاز ايضا على طرد المواد المنصهرة وتستعمل هذه الطريقة في قص مواد كالفولاذ المضاد للصدأ والليل الكاربون، التيتانيوم، ويستخدم القص بالليزر ايضا في صناعة السيارات وفي مصانع القماش والملبوسات وفي اللحام (Welding) والمعالجة الحرارية للمواد وفي تاشير الاجزاء المعدنية كما يستخدم الليزر في كسر المواد الصخرية والرخام الخ... (٣)

٥- الاستشعار عن بعد Remote sensing: من جملة الآلات والاجهزة الليزرية المستخدمة في تقنية الاستشعار عن بعد جهاز الفلورية المستحثة بالليزر Laser-induced fluorescence ومن استعمالاتها:

٦ - مراقبة البقع النفطية وذلك بوصف الانسكابات النفطية وتحديد طبيعتها وخصائص النفط المنسكب وتحمل هذه الاجهزة المكونة من ليزر اشعة فوق البنفسجية وجهاز استقبال مرئي وحساس ومشتت لطيف على طائرة وعلى ارتفاع ١٠٠-١٠٠٠ م فوق سطح البحر.

٧- الكشف عن اليورانيوم: الكشف عن المعادن الحاوية على ايون اليورانيل U<sub>238</sub> باستخدام اساليب الفلورة المستحثة بالليزر ويتواجد ايون اليورانيل المفلور U<sup>2+</sup> في الطبيعة مختلط بمعادن اخرى ثبت تأثرها بجهاز ليزر الاستشعار عن بعد، ويقوم هذا الايون بدور الكاشف السطحي لرواسب اليورانيم المدفونة اذ ان له طيفا مميزا من الاشعة الخضراء عند اثارته بالاشعة المرئية بأطوال موجية زرقاء او فوق بنفسجية.

٨- الليدار: جهاز الليدار هو جهاز رادار ليزري ونظرية هذا الجهاز على درجة عالية من البساطة اذ يقوم جهاز الليزر ثابت التردد بارسال حزمة من الاشعة البصرية باتجاه هدف بعيد وينعكس جزء من هذه الاشعة عند اصطدامه بالهدف وعلى ضوء التأخير في عودة هذه الاشعة والتغيير في ترددها يتحدد بعد الهدف وسرعه (ان كان متحركا).  
تطبيقات اجهزة الليدار: تستخدم في مجال القياس عن بعد، ويستخدم جهاز الليدار المحمول جوا في السبر السريع لاعماق المياه الساحلية وعمق مياه البحر وفي مراقبة الجزيئات المنتشرة في الهواء وفي فعاليات التحكم في تلوث الهواء واجراءات تقادي اصطدام الطائرات. (٣)

تكنولوجيا الليزر في المجالات الاستراتيجية: اثبتت الاسلحة الاستراتيجية التي تعمل على الليزر قدرتها الفائقة بجداره الى حد يجعلها لاتقبل المنافسة وفي الوقت الحاضر يستخدم الليزر لتوجيه الصواريخ والقنابل بدقة شديدة ومتناهية كما انها تستعمل في الكشف عن اماكن وجود العتاد العسكري ومواقع الدبابات والمدفعية والقيام بتدميرها من مسافات بعيدة. (١١)

تطبيقات الليزر في مجال تخزين المعلومات: من ابرز السمات التي يتميز بها عصرنا هو النمو المطرد والمتسارع للعلم والتكنولوجيا والكم الهائل من المعلومات والبيانات مما استوجب توفير وسائل تخزينية للمعلومات على درجة عالية من الكفاءة و قدرة على استيعاب ذلك الكم الهائل ولا بد ان تتميز نظم التخزين المطلوبة بقدرة عالية ونظام يكفل الحصول على البيانات المرغوبة بسهولة وسرعة، وقد اظهرت اجهزة الليزر جدواها في هذا المجال اذ استخدمت في تدوين البيانات على اشربة واقراص مدمجة (CD) ويرجع ذلك الى ما يتمتع به الليزر من شدة وترابط في الطول الموجي. (١١)

استخدام الليزر في عمليات الاتصالات: لعل استخدام الليزر في مجال الاتصالات هو الذي خلق ثورة الكترونية في مجال الاتصالات، فقد اظهر الليزر اداء مدهشا وقدرة هائلة على نقل البيانات والمعلومات عبر الالياف البصرية لمسافات طويلة. (١١)

الدفاع والاستعمالات العسكرية : استخدم الليزر في تحديد وتاسير الاهداف، توجيه القذائف ، الدفاع ضد القذائف (Missile defense)، المقاييس البصرية الكهربائية، وكبدل للرادار بالاضافة الى استعماله كسلاح ذو طاقة عالية كالليزر الغازية الديناميكية. (١١)

## E- الموجات فوق الصوتية (Ultrasound):

هذا النوع من الموجات يختلف عن الموجات السابقة وهي مختلفة عنها، والاختلافات الرئيسية هي في الطبيعة الفيزيائية للموجات ، فالموجات فوق الصوتية مشابهة لموجات الصوت المسموع الاعتيادية فهي تسافر بسرعة الصوت ، وهي تنتقل خلال المواد كموجة طويلة (longitudinal wave) وتحتاج الى وسط (medium) لانتقالها، اما الموجات الكهرومغناطيسية فهي تتألف من موجات كهربائية ومغناطيسية متذبذبة وهي موجات مستعرضة (transverse waves) والموجات الكهرومغناطيسية تنتقل خلال الفراغ ولا تحتاج الى وسط لانتقالها وتساير بسرعة الضوء (٢٠).

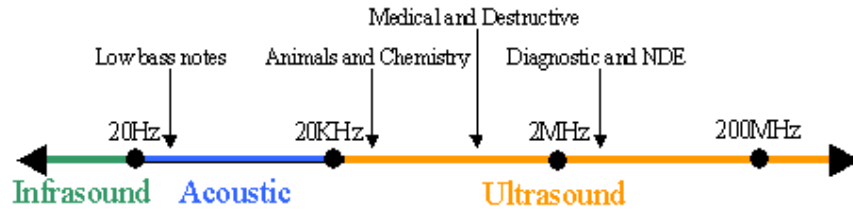
ولعل الجدول التالي يبين الفروقات بين الموجات فوق الصوتية والموجات الكهرومغناطيسية (ممثلة بالاشعة السينية):

نوع الموجة	الموجات فوق الصوتية	الاشعة السينية
موجة ميكانيكية طويلة	موجة كهرومغناطيسية	
تحتاج الى وسط ما دى مرن	لا تحتاج الى وسط	
توتير الوسط (stressing)	تعجيل الشحنات الكهربائية	
تعتمد على الوسط الذي تمر فيه	وهي سرعة ثابتة نسبيا (سرعة الضوء)	
الموجات المشابهة	الموجات الزلزالية ، موجات الصوت المسموع	موجات الراديو، الضوء

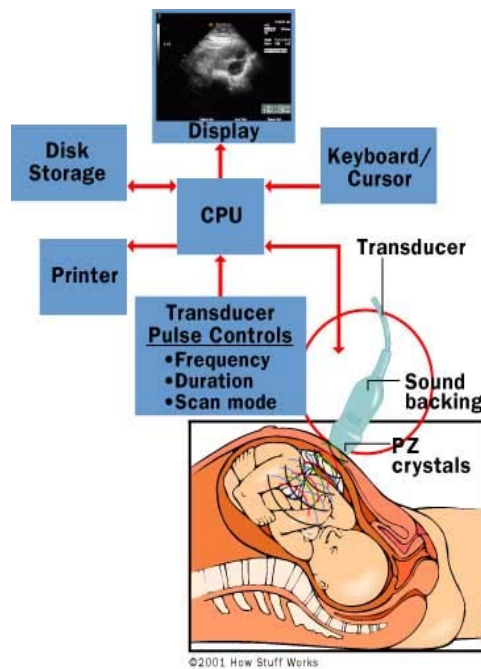
### الجدول (٤): مقارنة بين الموجات فوق الصوتية وموجات الاشعة السينية (٢١)

اما الموجات فوق الصوتية فهي عبارة عن ضغط صوتي دائري بترددات اكبر من الحد الاعلى لسمع الانسان مع ان هذه الحدود تختلف من انسان لآخر فهي تقريبا بحدود (٢٠) كيلوهرتز (٢٠٠٠٠ Hz) في الأشخاص البالغين الاصحاء وذلك في الاذن الوسطى والتي تعمل كمرشح قليل السماح (Low-pass filter) ويمكن ان تسمع الموجات فوق الصوتية اذا غذيت مباشرة الى عظام الجمجمة التي تصل الى قوقعة الاذن (cochlea) بدون العبور من الاذن الوسطى وقد انجزت دراسات علمية مصممة بعناية لتأكيد وتثبيت ما يسميه العلماء بتأثير الصوت المفرط العلو (hyper sonic effect) والتي حتى بدون سماعها بشكل دقيق فان الصوت ذات التردد العالي له تأثيرات على العقل يمكن قياسه. انتاج الـ Ultrasound يستعمل في حقول عديدة وبصورة نموذجية لاختراق وسط ما وقياس اشارة الانعكاس او لتزويد طاقة مركزة، اشارة الانعكاس (Reflection signature) يمكن ان يظهر ويبين التفاصيل حول التركيب الداخلي للوسط والتطبيق المعروف

بشكل جيد لهذه التقنية هو استعمالها في التصوير بالموجات فوق الصوتية (Sonograph) لانتاج صور للاجنة في رحم الانسان، بالاضافة الى عدد من التطبيقات الاخرى.(١٨)



الشكل (١٠) مديات الذبذبات التقريبية المتعلقة بالاشعة فوق الصوتية مع بعض استعمالاتها(١٨)



الشكل(١١)صورة توضح تقنية

التصوير بالاشعة فوق الصوتية(١٨)[google images]

-السونوغراف الطبي (Ultra sonograph): وهي تقنية للتصوير الطبي التشخيصي معتمدة على الموجات فوق الصوتية لتصوير العضلات، اوتار العضلات، وعدة اعضاء داخلية واطهار حجم هذه الاعضاء وتركيبها واية قروح باثولوجية بصور شعاعية طبقية (Tomography) وتجرى الفحوصات بالموجات فوق الصوتية من قبل خبراء التصوير بهذه الموجات، وتستعمل غالبا اثناء الحمل، استعملت الموجات فوق الصوتية لتصوير جسم الانسان لأكثر من ٥٠ سنة وهي من اكثر الاجهزة التشخيصية استعمالا في الطب الحديث، وهذه التقنية رخيصة وسهلة النقل وخاصة عندما تقارن بانواع اخرى مثل التصوير بالرنين المغناطيسي النووي (MRI) او التصوير الشعاعي الطبقي الحاسوبي (Computed Tomography or CT-scan)، الموجات فوق الصوتية ليس لها اية مخاطر معروفة للمريض وهي توصف عادة بالفحص الآمن لانها لا تستعمل الاشعاع المؤين مثل الاشعة السينية واشعة غاما والتي تصاحبها المخاطر مثل احتمال الاصابة بالسرطان وتكسير الكروموسومات، ولكنها على كل حال لها تأثيرين فسيولوجيين فهي قد تزيد تحفيز الالتهابات وقد ترفع حرارة الانسجة الناعمة. طاقة الموجات فوق الصوتية تنتج موجة ضغط ميكانيكي خلال الانسجة الناعمة وهذا بدوره قد يسبب حدوث فقاعات دقيقة في الانسجة الحية وتشوها في جدران الخلية الحية.(١٨)

التصوير بالموجات فوق الصوتية (Sonography) يستعمل بشكل روتيني اثناء الحمل للغايات التالية:

- ١- تحديد موعد الولادة.
- ٢- التأكد من وضع الجنين .
- ٣- تحديد مكان ووضع الجنين .
- ٤- تدقيق مكان المشيمة بالنسبة الى عنق الرحم .
- ٥- تدقيق عدد الاجنة .
- ٦- تدقيق وفحص اية تشوهات جنينية فسيولوجية.
- ٧- مساعدة نمو الجنين .
- ٨- تدقيق حركة الجنين وضربات القلب .
- ٩- تحديد جنس الجنين.

ب-تطبيقات طبية وبيولوجية للموجات فوق الصوتية:

- ١- استعمال الموجات فوق الصوتية في فحص او تصوير البطن (transabdominal) وفحص المهبل للنساء (transvaginal) وفحص المستقيم للرجال (transrectal).
- ٢- معالجة الاورام الحميدة والخبيثة واضطرابات اخرى بواسطة طريقة تعرف بالموجات فوق الصوتية الموجهة بكثافة عالية (high intensity focused ultrasound).
- ٣- تنظيف الاسنان .
- ٤- قد تستعمل مصادر موجات فوق صوتية في علاج بعض امراض العيون .
- ٥- لها القابلية لتحفيز نمو العظام.
- ٦- تستعمل في عمليات ازالة الدهون.
- ٧- الموجات فوق الصوتية قليلة الشدة (low intensity) تستعمل لعلاج الاسنان ونمو العظام.

ج-الموجات فوق الصوتية في الصناعة:

الفحص بالموجات فوق الصوتية هو نوع من الفحوص غير التفسيرية وتستعمل عادة لايجاد العيوب في المواد اولقياس سمك المادة ،اكثر المعادن يمكن فحصها بالاضافة للبلستيك و هياكل الطائرات ،يمكن ان يستعمل موجات فوق صوتية قليلة التردد (٥٠٠-٥٠٠٠ KHz) لفحص المواد الاقل كثافة مثل الخشب والكونكريت والسمنت ،كما يمكن استعمالها للنقل الحراري في السوائل .

د-التنظيف بالموجات فوق الصوتية:

المنظفات فوق الصوتية تستعمل ترددات من (٤٠-٢٠) كيلو هيرتز لتنظيف المجوهرات والعدسات والمواد البصرية الاخرى ،وكذلك الساعات ،اجهزة طب الاسنان ،الادوات والاجهزة الجراحية ،منظفات الغطس ،والاجزاء المصنعة.

ه- الموجات فوق الصوتية والحيوانات: عدد كبير من الحيوانات تستعمل الموجات فوق الصوتية لايجاد طريقها اوللصيد او كحواس فائقة كما في الخفافيش، الكلاب، الدلافين والحيتان، بعض انواع الاسماك، حشرات العث، القورض والحشرات.

#### و-استعمالات الموجات فوق الصوتية في الكيمياء(Sono chemistry)

الموجات فوق الصوتية بقوة (٢٠-١٠٠) كيلو هيرتز تستعمل في الكيمياء وهي لا تؤثر مباشرة في الجزيئات لتحفيز التفاعل لان اطوالها الموجية(بحدود المليمتر)طويلة جدا مقارنة بالجزيئات ولكنها تسبب الحالتين ادناه مما يسرع التفاعل:

-تسبب تجاويف (cavitation) والتي تسبب ارتفاعا موضعيا في الضغط ودرجة الحرارة في السائل مما يسرع التفاعل .

-تكسر المواد الصلبة وتزيل الطبقات الخاملة للمادة الداخلية وتزيد بذلك المساحة السطحية لتسهيل حدوث التفاعل .

-بالاضافة لما سبق فهي تستعمل في الاستخلاص (Extraction) باستعمال ترددات مختلفة.

ز- التحلل او التفكك بالموجات فوق الصوتية(Ultrasonic disintegration): بعض انواع الموجات فوق الصوتية يمكنها ان تفكك او تحلل الخلايا الحية ومن ضمنها البكتيريا ، وهذه الخاصية لها استعمالات في العلوم البيولوجية وفي قتل البكتيريا في مياه المجاري ، كما تستعمل الموجات فوق الصوتية بترددات بحدود (٢٠) كيلو هيرتز لاحداث تجاويف تسهل تفكك الجزيئات او الجسيمات (Particles) وقد استعمل بعض العلماء موجات فوق صوتية لتفكيك جسيمات معجون الذرة لتسهيل التسييل والسكر (Liquification&sacchrification) وبالتالي زيادة نسبة الايثانول المنتج في معامل طحن الذرة الجافة.(١٨)

#### ح-تحديد المسافات بالموجات فوق الصوتية :

من الاستعمالات الشائعة هو تحديد المسافة وهذا ما يسمى بالسونار(Sound Navigation &Ranging)وهو يعمل بشكل مشابه للرادار، وذلك بتوليد نبضة موجة فوق صوتية وتوجيهها في اتجاه معين فاذا كان جسم ما في مساره فان جزء من النبضة اوكلها ستنعكس حيث تستلم من جهاز الاستلام كما في الصدى ،وبقياس الفرق في وقت توليد النبضة واستلام الصدى يمكن حساب بعد الجسم.(١٨)

#### الاستنتاج(Conclusion):

مما سبق ذكره يتبين لنان انواع الاشعة هذه تدخل في كل جزء من تفاصيل حياتنا اليومية باستعمالاتها المتعددة في كل ركن من اركان حياتنا المعاصرة في بيوتنا وفي السوق والمستشفيات والمعامل والمختبرات فمن الذي لا يستعمل اجهزة الموبايل ومن الذي لايشاهد البث الرقمي للتلفزيون عبر الاقمار الصناعية ومن الذي لا يذهب الى المستشفى للاستفادة مما يوفره العلم الحديث من تقنيات حديثة للتصوير والعلاج بالاشعة وكذلك الانترنت وما يقدمه من ادوات بحث هائلة للبحوث العلمية، ان ما نشاهده من معجزات العلم الحديث ما كان ليتحقق لولا الاستعمال الواسع لانواع الاشعة هذه، ان مضار هذه الاشعة لاتعد شيئا امام الفوائد الهائلة التي يوفرها لراحتنا ورفاهيتنا مما يستدعي ان نستفيد من دراستها في الجامعات والمعاهد العلمية في بلدنا عبر مناهج خاصة للتهيؤ لاستعمالها في كل النواحي، ولاشك ان الخطوة الاولى سيكون عبر تشكيل لجان خاصة للاشعة للوقاية والتقليل من مضارها وتوعية الناس عبر اجهزة الاعلام واقامة الندوات عن مضارها وفوائدها الهائلة وكذلك للسيطرة على تداول ونقل المواد المشعة وخصوصا النظائر المشعة لمالها من ضرر مباشر وحاد على الصحة وسلامة الناس .

والخطوة التالية ستكون اقامة معاهد خاصة لتدريس انواع الاشعة والسيطرة على مضارها تحقيقا للصالح العام ولكي نحاول الاستفادة منها اسوة بدول العلم المتقدمة والمتطورة لما لها من فوائد تتعدى الحصر .

#### المصادر(References):

- ١- النظائر في البحوث و الانتاج تأليف مؤسسة لايبزج للنشر ترجمة الدكتور محمد اسماعيل عبد اللطيف .
- ٢-الرنين المغناطيسي النووي تأليف الدكتور سلمان رشدي سلمان.
- ٣- الليزر بين التكنولوجيا والتطبيق تأليف واعداد الدكتور علي ابراهيم مهدي.

Foreign references:

- ٤- Alpha particles. [en.wikipedia.org/wiki/alpha rays].
- ٥- Alpha decay. [en.wikipedia.org/wiki/alpha decay]
- ٦- beta particles.[en.wikipedia.org/wiki/beta-prticles.]
- ٧-Gamma rays, Wikipedia,En.wikipedia.org/wiki/gamma rays
- ٨- units of radiation: www.jplahse.com/html/units- ofradiation.html.
- ٩- NMR{en.wikipedia.org/wiki.NMR-spectroscopy}
- ١٠- Basics of NMR. [www.cis-rit.edu/htbooks/nmr](http://www.cis-rit.edu/htbooks/nmr)
- ١١- LASER a- en.wikipedia.org/wiki/LASER
- ١٢- en.wikipedia.org/wiki/laser-printer
- ١٣- ultrasound-general, www.radiologyinfo.org/en/info.cfm?pg
- ١٤-infrared,[en.wikipedia.org/wiki/infrared.]
- ١٥-Ultraviolet,[Wikipedia.org/wiki/ultraviolet.]
- ١٦-Microwave,[en.wikipedia.org/wiki/microwave.]
- ١٧- Obstetric ultrasound, [www.ob-ultrasound.net](http://www.ob-ultrasound.net)
- ١٨- Ultrasound Wikipedia. en.wikipedia.org/wiki/ultrasound.
- ١٩-X-ray [en.wikipedia.org/wiki/x-ray.]
- ٢٠-[www.BBC.co.uk/Scotland/education/bitesize/...index.shtml.]
- ٢١-ultrasound physics [www.drgdiaz.com/tables.shtml.]



