جامعة قاصدي مرباح – ورقلة–

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الفيزياء

مذكرة ماستر أكاديمي

اختصاص: فيزياء الأرصاد الجوية

من إعداد الطالبة: قاسمي جمعة

الموضوع

تحديد بعض ملوثات الغلاف الجوي بتقنية GCM

تناقش يوم: 2018/06/06

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

معريف ياسين	أستاذ محاضر – أ –	جامعة ورقلة	رئيسا
فقيه عبد العالي	أستاذ مساعد – ب–	جامعة ورقلة	مناقشا
بن مبروك لزهر	أستاذ محاضر – أ–	جامعة ورقلة	مشرفا

السنة الجامعية: 2017 / 2018

شكر و عرفان

الحمد لله الذي وفقني على هذا العمل والذي بنعمته تتم الصالحات و بنوره تنزل البركات.

أتوجه بالشكر للأستاذ بن مبروك لزهر المشرف على

توجيهاته وتصويباته الرشيدة لهذا العمل.

و لا يسعني إلا أن أشكر أعضاء لجنة المناقشة من معريف

ياسين رئيسا و فقيه عبد العالي مناقشا لما أبدوه لي من

ملاحظات و أ راء و توجيهات صادقة من شأنها إثرا ء و

إكمال الجيد في هذه الدراسة

إهداء

احمد الله عز وجل على منه و عونه لإتمام هذا البحث.

إلى الذي وهبني كل ما يملك حتى أحقق له آماله، إلى من كان يدفعني قدما نحو الأمام لنيل المبتغى، إلى الإنسان الذي إمتلك الإنسانية بكل قوة، إلى الذي سهر على تعليمي بتضحيات جسام مترجمة في تقديسه للعلم، إلى مدرستي الأولى في الحياة،

أبي الغالي طيب الله ثراه؛ إلى التي وهبت فلذة كبدها كل العطاء و الحنان، إلى التي صبرت على كل شيء، التي رعتني حق ا لرعّاية و كانت سندي في الشدائد، و كانت دعواها لي بالتوفيق، تتبعتني خطوة خطوة في عملي، إلى من إرتحت كلما تذكرت ابتسامتها في وجهي نبع الحنان أمي أعز ملاك على لقلب و العين جزاها الله عني خير الجزاء في الدارين؛ إليهما أهدي هذا العمل المتواضع لكي أُدخل على قلبهما

شيئا من السعادة إلى إخوتي(معمر،محمد) خواتي (فاطنة،اليامنة،مريم،نزيهة،)وكل فروع العائلة الكريمة(نور الهدى، هاجر، عبد الحق، عبد الودود، عبد العزيز،عبد الجواد ،كنزة،هبة الرحمان ،هند،أية الرحمان،ريتاج)الذين تقاسموا امعي عبء الحياة ؛إلى من تحلو بالإخاء وتميزوا بالوفاء والعطاء إلى ينابيع الصدق الصافي إلى من معهم سعدت ، وبرفقتهم في دروب الحياة الحلوة والحزينة سرت إلى من كانوا معي على طريق النجاح والخير صدقاتي في الإقامة الجامعية(حدة ،عائشة ،مليكة،سارة،سهيلة،منال،زوليخة ،خولة ،فاطمة،انتصار،يمينة ،صياح ،زينب ،سغيدة ،إبتسام)إلى أصدقائي و كل من جمعني بيم مشواري الد راسي من بدايته إلى نهايته وردوا الثقة في نفسي وأعطوني الأمل

فالدراسة(لويزة,سليمة,هاجر,عائشة, نادية,جويدة,فضيل ،عبد الرزاق) حفضهم الله إلى كل من ذكرهم قلبي ولم يكتبهم قلمي إلى الأساتذة المحترمين و الذي بفضلهم يتم النجاح إليكم جميعا اهدي هذا العمل المتواضع

جمعة قاسمي

الفهرس

مقدمة **01**

الفصل الأول عموميات حول الغلاف الجوي

I .1 .الغلاف الجوي للأرض **02**

I.2. مكونات الغلاف الجوي **02**

I.3 .سمك الغلاف الجوي **03**

I.4 . طبقات الغلاف الجوي **03**

I.4.1 . طبقة التروبوسفير **04**

I.4.2. طبقة الستراتوسفير **04**

I.4.3 . طبقة الميزوسفير **04**

I.4 .4. طبقة الأيونوسفير **05**

I.5. تطور الغلاف الجوي **05**

I .6. الجسيمات في الهواء **06**

I.6.1. أصناف الجسيمات وفقا لمنشئها **07**

- **الذريرات الأولية** **07**
- **الذرات الثانوية** **07**

I .6.2. أصناف الجسيمات وفقا لحجمها **07**

- **ذريرات (جسيمات) كبيرة** **07**
- **ذريرات (جسيمات) خشنة** **08**
- **ذريرات (جسيمات) ناعمة** **08**
- **ذريرات (جسيمات) أيتكن** **08**

I .7. الهباء الجوي **08**

I .1.7. الخصائص الكيميائية للهباء الجوي 10
I.2.7. فصل الهباء الجوي من الغلاف 10
I.8. تلوث الغلاف الهوائي 10
I.9. أنواع تلوث الغلاف الجوي 11
- الملوثات الصناعية 11
- الملوثات الطبيعية 11
I.10 . أسباب التلوث الغلاف الجوي 11
I.11. التدابير الوقائيّة لسلامة الغلاف الجوي 12
I.12. أهمية الغلاف الجوي 13

الفصل الثاني عموميات حول التحليل الطيفي

II .1.1.عموميات حول التحليل الطيفي 14
II .2.1. بعض استخدامات التحليل الطيفي 15
II.1. 3. طرق القياس الطيفي 15
II.4.1.بعض استخدامات التحليل الطيفي 16
II.5.1. أنواع أخرى للمطياف 17
II .1.2. عموميات حول التحليل الليزر 18
II.2.2. تعريف الليزر 18
II.3.2. خصائص الليزر 18
II.4.2. شروط الإنبعاث الليزري 20
II.5.2. مكونات جهاز الليزر 22
II.6.2.أنواع الليزر 24
II .7.2.استخدمات الليزر 24
II .1.3. مطيافية الكتلة 25

II .2.3.مبدى عمله 25
II .3.3. مكوناته 26
II .4.3. استخداماته المطياف الكتلي 29

الفصل الثالث

نتائج التحليل الطيفي

III . 1. التجربة 30
III . 2. نتائج تحليل المطياف الكتلي 31
III.3. تحديد المركبات المتحصل عليها من نتائج التحليل الطيفي الكتلي 32
III .4. حساب الطيف النظري المتوقع لمركبين بواسطة التحليل الطيفي LIBS 33
III .5. حساب الطيف النظري المتوقع لمركب Benzyl butyl بواسطة التحليل الطيفي LIBS 36
خلاصة عامة 38
المراجع 39

فهرس الأشكال

الشكل I. 1 يوضح طبقات الغلاف الجوي	03
الشكلI. 2 صورة للهباء الجوي	09
الشكل II.1 تحليل الضوء الأبيض إلى طيف بواسطة منشور زجاجي	14
الشكل II.2 يوضح الاطوال الموجية عند تحليل الضوء باستخدام الموشور	19
الشكل II.3عمليةالإنبعاث التقائي والإنبعاث الإستحاثي	20
الشكل II.4 انتقال الانتقال الالكترون من E1إلىE2	20
الشكل II.5 انتقال الانتقال الالكترون من E2إلىE12	21
الشكل II.6 التعداد المعكوس	21
الشكل II.7 مكونات ليزر الياقوت	23
الشكل II.8 رسم تخطيطي لجهاز ليزري	23
الشكل II.9 مخطط رمزي لمطياف كتلي	25
الشكل II.10كيفية عمل مطياف الكتلة	26
الشكل II.11حجرة التأين في المطياف الكتلي	27
الشكل II.12مساري تسريع الأيونات	27
الشكل II.13انحراف الأيونات في الحقل المغناطيسي	28
الشكل II.14حجرة الكشف	28
الشكل III.1المراحل التجريبية لتحضير العينة للدراسة	30
الشكلIII.2 نتائج تحليل المطياف الكتلي لمركبX	31
الشكلIII.3 نتائج تحليل المطياف الكتلي لمركب Y	31
الشكل II.4 البنية الفراغية لمركب 4-Nonylphenol	32
الشكل III.5 البنية الفراغية لمركب Benzyl butyl	33
الشكلIII.6 طيف ذرة االكربون	34

الشكل7.III طيف ذرة الأكسجين 35
الشكل8.III طيف ذرة االهيدروجين 35
الشكل 9.III الطيف النظري المتوقع الناتج عن تحليل LIBS لمركب 4- Nonylphenol في المجال المرئي 36
الشكل 10.III الطيف النظري المتوقع الناتج عن تحليل LIBS لمركب Benzyl butyl في المجال المرئي 37

فهرس الجداول

الجدول I .1 يوضح مكونات الغلاف الجوي 02
الجدول I . 2يوضح الطبقات الغلاف الجوي 06
الجدول(1.III) :العناصر و التوزيع الكتلي لمركب النيكوتين 33
الجدول(2.III) :العناصر و التوزيع الكتلي لمركب Benzyl butyl 36

مقدمة عامة

مقدمة عامة

إن الجوي بجميع طبقاته يضم مجموعة من المركبات و الأجسام من بينها الهباء أو ما يعرف بسكان الهباء الجوي وهذا لكثرة عدد مركباته و أحجامها و اختلاف كتلها فقد تمت دراسة خصائص الهباء الجوي و تحديدها من خلال عدة نماذج أبرزها : نموذج **التحليل الطيفي LIBS و نتائج تحليل الطيفي الكتلي** .

فمجال الدراسات الخاصة بالجو و جميع جوانبه تبقى مجرد مجموعة من الفرضيات التي يصعب ضبطها بالتحديد وعليه سوف نتناول في هذه المذكرة المتواضعة إحدى جوانب وسنحاول معرفة طرق قياسه وقد تطرقنا في هده المذكر لبعض هذه الطرق و منها طريقة التحليل الطيفي بنوعيه .

حيث أنا سنتناول في الفصل الأول عموميات و بعض التعاريف التي تخص كل من الجو و الغلاف الجوي و نشأته و كذالك شرحا حول مجموعة الأجسام المتواجدة فيه و كذالك تعريفا عاما حول الهباء الجوي

في حين أن الفصل الثاني سيكون حول التحليل الطيفي بمفهومه العام و ذالك في ما يخص استخداماته الواسعة و أنواع هذا التحليل و طرق قياسه و تقنيات التحليل بواسطة الليزر المستخدم في المطياف و كذالك التعرف على المطياف الكتلي و استخداماته و طريقة عمله

وسوف نتطرق في الفصل الثالث الى مجموعة التحاليل و التجارب المطبق على بعض مكونات الهباء الجوي وتحليل النتائج المتحصل عليها من خلال المطياف الكتلي و حساب الطيف النظري لبعض المركبات بواسطة التحليل الطيفي LIBS و الاستنتاج المستخلص من هذه التحاليل و التعرف على الطرق الأسهل و الأسرع .

الفصل الأول
عموميات حول الغلاف الجوي

يحيط بكوكب الأرض غلاف جوي , هذا الأخير عبارة عن خليط متجانس من الغازات بنسب مختلفة .ينقسم هذا الغلاف إلى أربعة طبقات متباينة متموضعة فوق بعضها البعض ,أين يحتوي على العديد من الجسيمات الصلبة المتناهية الصغر والمسماة الهباء الجوي التي تكون غير مرئية، إلا عندما تتجمع بكميات ضخمة. ويكون مصدرها أما طبيعي من البراكين النشطة، كما تثير الرياح جسيمات الرمل والغبار من سطح الأرض إلى الهواء, أو صناعي من عوادم السيارات والغابات والحرائق ودخان المصانع.

I. 1.الغلاف الجوي للأرض :

هو الغلاف الغازي الذي يحيط بالأرض إحاطة كاملة'ويتكون الجزء الأسفل من الغلاف الجوي من عدة غازات رئيسية عديمة اللون والطعم والرائحة تتحد بنسب ثابتة على سطح الأرض باستثناء حالات معينة تختلف فيها نسبة ثاني أكسيد الكربون ,حيث يعتمد تشكل هذا الغاز و نسبته على وجود مصادره كالمدن الصناعية ,حيث ترتفع فيها نسبة ثاني أكسيد الكربون إلى1%,كما تختفي نسبته تماما في الأماكن الأخرى وتتأثر نسبة الإتحاد بين الغازات بنسبة غاز الأوزون التي تتأثر بالأحوال الجوية ,فترتفع في الجو المضطرب أكثر من الجو الساكن.[1][2]

I.2. مكونات الغلاف الجوي:

يتكون الغلاف الجوي من عدة غازات بنسب معينة كما يلي :[3]

الجدول (I-1) : يوضح مكونات الغلاف الجوي

اسم الغاز	نسبته في الغلاف الجوي
نيتروجين	% 78.084
أكسجين	%20.934
ثاني أكسيد الكربون	% 0.033
أرغون	% 0.934
نيون	%0.00182
هيليوم	%0.00053
كريبتون	%0.00012
زينون	%0.00009
هيدروجين	%0.00005
ميثان	%0.00002
أكسيد نيتروز	%0.00005
بخار الماء	نسبة غير محددة

I.3.سمك الغلاف الجوي

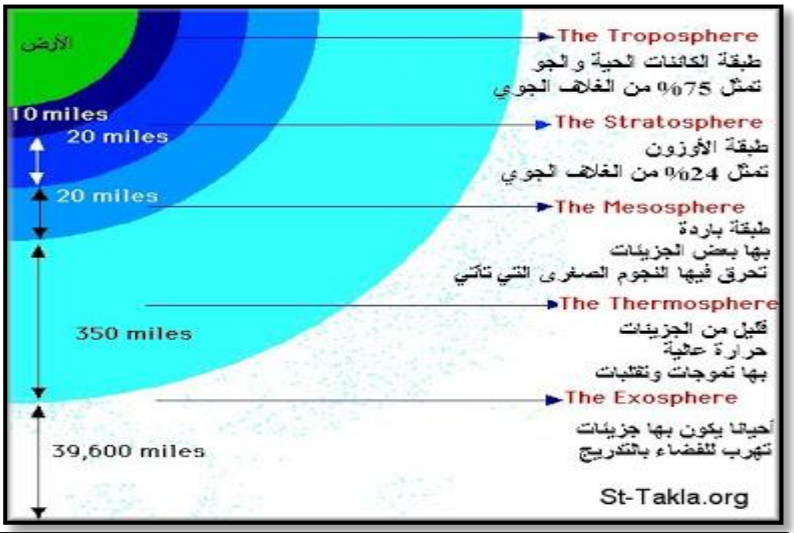
من الصعب معرفة سمك الغلاف الجوي ,لكنه من المعروف أنه يتلاشى على ارتفاع 300 . 500 كيلومتر,فالغازات المكونة للغلاف الجوي تختفي قبل أن تصل إلى هذا الارتفاع .[5]

وتتناقص كثافة الغلاف الجوي كلما ارتفعنا عن سطح الأرض وذالك بسبب: [6]

- تمركز نصف وزن الغلاف في أول 6كيلو مترات منه.
- تكون كثافة الهواء على ارتفاع 20 كيلومترا من سطح الأرض مساوية لواحد من مئة من كثافة السطح,هذا يعني أن الجزء الممتد من السطح حتى ارتفاع 20كيلومترا يساوي 99% بالمائة من كتلته.

I.4. طبقات الغلاف الجوي:

ينقسم الغلاف الجوي إلى أربعة طبقات تتفاوت في صفاتها وارتفاعها عن سطح البحر ،وهي كالأتي:[7]



الشكل(I. 1): يوضح طبقات الغلاف الجوي[9]

I.1.4. طبقة التروبوسفير:

لمعرفة بدراستها نهتم التي الطبقة هي الظواهر الجوية والمناخية .يصل ارتفاع طبقة تروبسفير إلى 11كلليلو متر عن سطح البحر، وهو ارتفاع غير ثابت في جميع المناطق ،فيقل ارتفاع هذه الطبقة في القطبين إلى حوالي 8كليمترات، أمافي المناطق المدارية الحارة فيصل أحيانا إلى 18كياو مترا تقريبا .وتتناقص درجات الحرارة في هذه الطبقةكلما إرتفعنا إلى الأعلى حيث ترتفع درجة مئوية واحدة لكل 150مترا،كما أن هذه الطبقة ثقيلة جدا نسبتا إلى الطبقات الأخرى حيث تزن 4/5من وزن الغلاف الجوي ككل بسبب كثافة الهواء فيها من جهة ،وبسبب ظغط الطبقات من فوقها من جهة أخرى .

الطبقة العليا من طبقة التروبسفير تسمى بطبقة التروبوزور حيث تعتبر منطقة انتقال بين التروبوسقير نسبيا ودرجة حرارتها المنخفضة جدا،حيث تصل إلى -55 درجة مئوية غير متناقصة مع الإرتفاع.

I.2.4. طبقة الستراتوسفير:

هي الطبقة التي تخلو من جميع الإضطربات الجوية وتحتوي على كمية قليلة من بخار الماء ،كما يبلغ متوسط سمكها نحو 50 كيلو مترا تقل كلما اتجهنا إلى منطقة الإستواء ،أما درجات الحرارة فيها فمنخضة جدا تتزايد كلما اتجهنا أعلى الطبقة ،وكلما تحركنا أفقيا نحوى القطبين .القسم الأعلى من هذه الطبقة يسمى بالستراتوبوز،متوسط ارتفاع 20 كيلو مترا ،وتعتبر درجة حرارة هذا القسم مرتفعة بعض الشيء بسبب وجود أعلى نسبة أوزون في الجو فيه .

I.3.4. طبقة الميزوسفير:

في هذه الطبقة تحترق الشهب،وتتناقص درجات الحرارة حيث تصل إلى أدنى درجاتها في الجزء العلوي من الطبقة على ارتفاع-70- 75 كيلو مترا ،ويسمى القسم العلوي من الغلاف بالميزوبوز .

I.4.4. طبقة الأيونوسفير

تتميز هذه الطبقة بارتفاع درجات الحرارة فيها التي من الممكن أن تصل أكثر من 1000درجة مئوية ،ويتراوح سمكها بين 75و375كيلو مترا ،ويقع في أعلى هذه الطبقة مايعرف بالترموسفير.

تمتاز طبقة الأيونوسفير بوجود خاصية كهربائية حيث تعكس الموجات اللاسلكية القصيرة باتجاه الأرض، ويظهر في هذه الطبقة وهج هائل لمزيج من الألوان على شكل قوس تخترقه سهام من الأشعة الزرقاء يسمى الأورورا نتيجة وجود شحنات كهربائية في أعلى الجو تكونت بفعل انتقال بعض الإشعاعات المغناطيسية والكهربائية نحو الأقطاب .

I.5. تطور الغلاف الجوي:

بدا تطور تاريخ الغلاف الجوي ومعرفته بالفرضيات العلمية،فقد كان هناك افتراض يقول بوجود غازي الهيدرجين والهيليوم في الغلاف الجوي في زمن قديم ،وبفضل خواصهما تم تحريرهما إلى الفضاء الخارجي هاربين من جاذبية الأرض. من ثم جاءت البراكين لتلعب دورا مهما في إخراج كميات من الغازات التي كانت تختزنها الأرض في داخلها،ومن أهمها غاز ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين والميثان وغيرها .

يضن أيضا أن غازثاني أكسيد الكربون قد تم امتصاصه من المحيطات فلم يتبق في الغلاف الجوي سوى مركبات الكربون والهيدروجين والميثان ،مع نسب ضعيفة لغاز الأكسجين ،ومن هنا لم يتمكن الغلاف الجوي من تكوين غاز الأوزون إلابعد بعد تدخل الأشعة فوق البنفسجية وتفاعل الميثان مع الكمية الموجودة من الأكسجين ،ليخرج الميثان ويبدأالأوزون بالتكوين،فكانت النسبة الأكبر من غازات الغلاف الجوي هي نسبة غاز النتروجين

بعدها أتاحت المساحات الخضراءتزويد الغلاف الجوي بالمزيد من الأوكسجين ،لتتزايد مع الزمن فتصل إلى نسبة 10%من نسبته في الجو الراهن ،ومن ثم زاد زيادة كبيرة تصل إلى الضعف تقريبا ، والتي تقدر ب20.934%من الغلاف الجوي ليتوازن حتى اليوم بنسب ثابتة بين غازاته.[8]

الجدول (I . 2) : يوضح الطبقات الغلاف الجوي:[9]

م	الطبقة الرئيسية	الطبقة الفرعية	الارتفاع	المزايا	الأهمية
1	التربوسفير	-	16كم عند خط الاستواء 9كم عند القطبين	- 90% من كتلة الغلاف الجوي. - كلما ارتفعنا نقصت درجة الحرارة	- تعيش فيها الكائنات الحية. - تتشكل فيها السحب وتهطل الأمطار.
2	الاستراتوسفير	الطبقة الدنيا	25كم	- أبرد طبقات الاستروتسفير	-
		طبقة الأوزون	40كم	- تقع بين الطبقة الدنيا والطبقة الخارجية	- تحمينا من الأشعة فوق البنفسجية الضارة.
		الطبقة الخارجية	50كم	- أسخن طبقات الاستروتسفير	-
3	الميزوسفير	-	80كم	-	- تحمينا من النيازك
4	الثيرموسفير	الأينوسفير	550كم	- ساخنة جداً - تحصل فيها ظاهرة "الشفق القطبي" بسبب تأين ذرات الغازات	- تعكس موجات الرادار والراديو.
		الأكسوسفير	1000كم		-

I .6. الجسيمات في الهواء :

يحتوي الهواء على العديد من الجسيمات الصلبة المتناهية الصغر والمسماة الهباء الجوي. ويصل قطر معظمها إلى$\mu 0.1m$. لذلك فهي غير مرئية، إلا عندما تتجمع بكميات ضخمة. ويأتي العديد من جسيمات الهباء الجوي إلى الهواء من البراكين النشطة، ومن عوادم السيارات والغابات والحرائق ودخان المصانع.كما تثير الرياح جسيمات الرمل والغبار من سطح الأرض إلى الهواء. وأيضًا تضم جسيمات الهباء الجوي العالقة في الهواء حبوب لقاح الأشجار وأملاح البحار والجسيمات النيزكية وكائنات حية متناهية الصغر تسمى الميكروبات. ومع مرور الوقت تستمر إضافة جسيمات الهباء الجوي إلى الغلاف الجوي، إلا أنها لا تبقى عالقة في الهواء إلى الأبد. إذ تتولى الأمطار والجليد إزالتها من الهواء .

حيث يصبح الهواء منعشًا بعد تساقط الأمطار والثلوج. أما الجزء الآخر من الهباء الجوي فيسقط تدريجيًا على سطح الأرض. تتفاوت كمية جسيمات الهباء الجوي في الهواء قرب الأرض من مكان إلى آخر، حيث يحتوي المتر المكعب من الهواء فوق المحيطات على مليار جسيم، بينما يضم المتر المكعب من الهواء فوق المدن الكبرى حوالي 100 مليار جسيم. ونظرًا لقلة الهباء الجوي في طبقات الجو العليا فإن الهواء عادة ما يكون أكثر نقاء[17].

I.1.6. أصناف الجسيمات وفقا لمنشئها :

- **الذريرات الأولية** :يحقن مباشرة في الغلاف الجوي عن طريق النشاطات الإنسانية والعمليات الطبيعية. يقدر ما يحقن في الغلاف الجوي من جسيمات أو ذريرات أولية وما يتشكل فيه من ذريرات أو جسيمات ثانوية بمختلف أنواعها وأحجامها بحوالي 2523 مليون طن سنويا (10)

- **الذرات الثانوية** :يتشكل من تفاعلات كيميائية وضوئية كيميائية تجري بين الغازات الموجودة فيه أو بوساطة تخثر الجسيمات الصغيرة على بعضها البعض خاصة عند وجود رطوبة جوية عالية، أو تنتج عن ذرات الغبار الدقيقة التي تبقى معلقة في الهواء مدة طويلة، فتتعدل خصائصها الفيزيائية والكيميائية بسبب تعرضها لأشعة الشمس وبسب تناوب عمليات التكاثف والتبخر الجارية عليها وتدعى الجسيمات أو الذريرات الثانوية. يقدر ما يحقن في الغلاف الجوي من جسيمات نحو 2115 مليون طن (844%)، تنطلق من العمليات الطبيعية من البراكين والحرائق الطبيعية العواصف الترابية والرملية ومن ذرات الملح البحرية الناتجة عن انتشار قطرات مياه الأمواج وتبخرها ومن بقايا احتراق النيازك[14]

I .2.6. أصناف الجسيمات وفقا لحجمها[15]

تتباين أحجام الجسيمات كثيرا، فتتراوح أطوال أقطارها بين 0.0001 وعدة عشرات من الميكرومترات ويناهز بعضها 100mμm (5). والحقيقة لا يبقى منها معلقا في الغلاف الجوي لمدة معتبرة إلا ما قلت أطوال أقطارها عن30 mμ m (12). وعادة تصنف الجسيمات وفقا لأطوال أقطارها كما يلي:

- **ذريرات (جسيمات) كبيرة** :تزيد أطوال أقطار هذه الجسيمات كثيرا عن 10 mμm ، ولا تتواجد بكميات كبيرة في الغلاف الجوي إلا أثناء العواصف الغبارية وبعيدها وعند انفجار البراكين أو قرب مصادر التلوث الإنسانية في المدن والمواقع الصناعية ومواقع البناء وحراثة الأراضي الزراعة وأثناء حركة المركبات على الطرق المعبدة وغير المعبدة وغيرها من النشاطات الطبيعية والإنسانية، لكن سرعان ما تجد هذه الجسيمات الكبيرة طريقها إلى سطح الأرض تحت تأثير ثقلها والجاذبية الأرضية.

- **ذريرات (جسيمات) خشنة** :تقل أطوال أقطارها عن 10 mμm ، وتعرف باسم (PM10) اختصار لعبارة (Particulates Matter Of 10 micrometers in diameter). وتتشكل بالعمليات نفسها التي تتشكل بواسطتها ذرات الغبار الكبيرة. ويظل تركيزها قليل نسبيا في الهواء، فقد لوحظ وجود ما بين 25-30 جسيمة/ سم3

- **ذريرات (جسيمات) ناعمة** : وتقل أطوال أقطارها عن2.5 mμ m ، وتعرف باسم (PM2.5) اختصارا لعبارة (Particulates Matter Of 2.5 micrometer in diameter). وهذه الذريرات دقيقة جدا لا ترى إلا بواسطة المجهر الإلكتروني، وتنجم عادة عن عمليات الاحتراق المختلفة بما فيها الاحتراقات في محركات المركبات ومنشآت توليد الطاقة والتدفئة المنزلية واحتراقات الغابات والمخلفات الزراعية وعن بعض العمليات الصناعية.

- **نويات (جسيمات) إيتكن** (Aitken Nuclei):تقل أطوال أقطار معظم هذه الجسيمات عن 1 mμm ، وتعرف عادة باسم نويات إيتكن (Aitken Nuclei) نسبة إلى العالم الفيزيائي البريطاني الذي اكتشفها وبيَّن دورها في عمليات التكاثف وتشكل السحب والهطول في الغلاف الجوي. لذلك تعرف أيضا باسم نويات التكاثف (Condensation Nuclei). ومن هذه الجسيمات ما تزيد أطوال أقطارها عن1 mμ m وتعرف بنويات إيتكن أو نويات التكاثف العملاقة، ويتراوح تركيزها بين 1-10 جسيمة/ سم3.

I .7. الهباء الجوي:

بحكم التعريف، الهباء الجوي هو جزيئات صلبة أو سائلة معلقة في وسط غازي (الهواء) أو السائل في دراسات الغلاف الجوي، ونادرا ما تعتبر الهباء الجوي كوحدة ولكن ككل ودعيت الهباء الجوي ، وللهباء أحجام والأشكال التضاريسية متفاوتة على نطاق واسع كما يمثل يوضحها الشكل (I) [11.10] .

الشكل(I. 2): صورة للهباء الجوي[10]

مفهوم أخر للهباء الجوي هو جزيئات عالقة في الهواء، يحتوي الغلاف الجوي كميات ضخمة من ذرات الغبار الدقيقة جدا والتي تسمى ضبائب أو ذريرات مادية (particulates Matter) مكونة من مواد صلبة غير غازية عضوية ولا عضوية ومن العناصر المعدنية ومن قطيرات وخثرات حمضية وهيدروكاربونية ودخان من مختلف الأصناف والأحجام تقل أقطارها كثيرا عن 100 مايكرو متر (μm). ويقدر تركيزها في الغلاف الجوي فوق اليابسة بحوالي 10 آلاف جسيمة/ سم3 [18]

نظريا، يتكون الهباء الجوي من جسيمات ذات أحجام صغيرة جدا (قطرها بضعة نانومتر أو أقل) و جزيئات كبيرة ذات (أقطار عدة عشرات ميكرومتر). تختلف تركيزات من عدد أو كتلة اعتمادا على المسافة إلى المصدر. ودعي بتوزيع حجم الجسيمات من الهباء الجوي.كما أن هناك مصادر مختلفة و متعددة للهباء الجوي.

في المقياس عالمي : حيث أن الهباء الجوي المنبعث من الأنشطة البشرية يكون بكميات أكبر في نطاقات حجم أكبر، نظرا لصغر حجمها، ويكون أطول إقامة في الغلاف الجوي. وتفاعلاتها تكون أكثر دواما. و المصادر الطبيعية للهباء هي من أصل بحري، القاري والبركاني. والهباء الجوي جسيمات علقت في الغلاف الجوي عن طريق العمليات الميكانيكية (التعرية الريحية، موجة كسر، الخ ...)

المصادر البشرية وتعتبر أساس انبعاث الهباء الجوي من خلال عملية الاحتراق (احتراق الوقود الأحفوري مثل النفط والغاز الطبيعي والفحم واحتراق الكتلة الحيوية). وهناك أيضا مصادر في الجو تحت تأثير الرياح (الاستخراج والتعدين العقيمة والمحاجر والاسمنت والإطارات والفرامل منصات، الخ ...) [12].

I .1.7. الخصائص الكيميائية للهباء الجوي :

هذه المركبات الكيميائية في شكل جسيمات في الغلاف الجوي للغاية كثيرة ومتنوعة. تقنيات القياس الحالية لا تسمح بذلك لتحديد أي جزء من مكوناته. عمل كلين (1995) توضيح من الصعب جدا مع تكوين الهباء الجوي منذ آلاف الأنواع الكيميائية يمكن أن يكون تم تحديدها، كل منها يمثل سوى جزء صغير جدا من الكتلة الكلية للجسيمات. وأنواع جديدة مفصلة لأنواع الجسيمات تكشف إشكالية في وصف التركيبة الكيميائية للهباء الجوي عموما المميز للمركبات العضوية والمركبات غير العضوية[13.14].

I.2.7 فصل الهباء الجوي من الغلاف:

تتم إزالة هباء من الغلاف الجوي عن طريق الترسيب الجاف و ترسب الرطب. اعتمادا على حجم الهباء الجوي وسيتم ذلك الترسيب الجاف إما عن طريق نشر (الهباء الجوي صغير) بالترسيب (رذاذ الخشنة). يحدث ترسب الرطب وهطول الأمطار خلال عملية الترشيح الهباء الجوي من مرحلة الاندماج سحابة أو التكثيف نوى تحويل[19] .

I.8. تلوث الغلاف الهوائي:

يتلوث الغلاف الجوي عندما توجد فيه مواد غريبة أو عندما يحدث تغيير مهم في النسب المكونة له، وتوجد هذه المواد الغريبة معلقة في الجو بصورة صلبة أو سائلة أو غازية، وتعد المصانع ونواتج الإحتراق والمركبات ذات المحركات أهم مصادر التلوث الجوي في الوقت الحالي. فضلاً عن التجارب النووية والمبيدات الحشرية، وقد أحصى العلماء أكثر من مئة مادة ملوثة للجو ولها آثار مدمرة على البيئة وعلى التوازن الحيوي. وأصبح التلوث يهدد طبقة الأوزون التي تحمي الأرض من أخطار الأشعة الضارة. تعدالسيطرة

على انتشار التلوث من أهم أسباب مكافحته، وخاصة مخلفات المصانع والسيارات، وتعد المحافظة على الغطاء النباتي من أبرز عوامل تنقية الجو من التلوث.

I.9. أنواع تلوث الغلاف الجوي [20]

- **الملوثات الطبيعية :**هي الملوثات التي لايكون للإنسان أي دخل بها,وتتمثل في الغازات والأتربة التي تتسبب في حدوثها البراكين الثائرة,والغابات المحترقة ,والأتربة المثارة من العواصف,والإنبعاثات المثارة من أشعة الشمس الحارقة والإنبعاثات الناتجة عن حدوث تسرب الغاز الطبيعي ويتم في هذا النوع من التلوث العوامل الجغرافية والجيولوجية ويمتاز هذا النوع بتقطعه وموسميته.
- **الملوثات الصناعية:**هي التي تنجم عن الانسان وتتمثل في اختراعاته لوسائل التكنولوجيا التي تزيد تلوث الجو مثل:استعمال الوقود في الصناعة ووسائل النقل البحرية ,والجوية,وتوليد الكهرباء,والنشاطات الإشعاعية واستخدام المبيدات الحشرية والأسمدة العضوية بطريقة غير صحيحة إضافة إلى التدخين ,وسيستمر هذا التلوث مادام هنالك استمرار لنشاطات الإنسان على الأرض,وهذا النوع من التلوث يبعث القلق بسبب تنوعه الكبير وزيادته المستمر .

I.10. أسباب تلوث الغلاف الجوي [21]

الانبعاثات الناجمة عن وسائل النقل المختلفة، والغازات التي تسببها؛ مثل: غاز أو أكسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجين، والمركبات العضوية الأخرى المنتشرة في الجو.

- احتراق الوقود الأحفوري من أقوى مسببات التلوث الجوي، مثل: حرق الفحم والنفط الذي ينجم عنهما ظاهرة الضباب الدخاني، والأمطار الحمضية، وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، حيث يسبب حرق هذه الوقود انتشار عنصر ثاني أكسيد الكبريت الضار والملوث للبيئة.
- الغبار والأتربة الناتجة عن مواد البناء وقيادة السيارات في الشوارع المعبدة وغير معبدة له دور كبير في تلوث الغلاف الجوي بجسيمات دقيقة جداً تتطاير في الهواء.

- الصناعة سبب رئيسي لتلوث الغلاف الجوي بعنصر الرصاص، وأكاسيد النيتروجين، والمركبات العضوية المتطايرة في الهواء، وخاصة خلال عمليات التعدين، وإنتاج النفط والغاز، والصناعات الكيميائية، وصناعة الإسمنت ومواد البناء.
- استعمال المذيبات من خلال ممارسة عمليات التنظيف الجاف، وإزالة الشحوم، وطلاء الأسطح.
- محطات تعبئة البنزين وغاز الطهي المستخدم في المنازل من مسببات تلوث الغلاف الجوي بالجسيمات والمركبات العضوية المتطايرة في الهواء.
- إشعال الحرائق من أقوى أسباب تلوث الهواء، إلى جانب تأثيرها على الحياة البرية، والغابات التي تحتوي على الشجر المهم لتوازن النظام البيئي. استخدام الأسمدة والمبيدات الحشرية والمواد العضوية في عمليات الزراعة لها دور كبير في تلوث الهواء.
- إزالة النفايات، والتخلص منها، ونقلها إلى العديد من الأماكن له دور كبير في تلوث الغلاف الجوي.
- النفايات والغازات المشعة الناتجة عن المفاعلات النووية من أخطر المواد التي تضر بطبيعة الغلاف الجوي بشكل كبير، ولها دور فعال بالإصابة بعدد من الأمراض عند الإنسان؛ مثل: ضعف نمو الغدة الدرقية.

I.11 التدابير الوقائيّة لسلامة الغلاف الجوي: [22]

1. يترتب على الحكومات والدول العمل الدؤوب لخفض الإنبعاثات للغازات الناجمة عن الاحتباس
2. وضع قوانين صارمة لكيفية استخدام الطاقة الحراري وخاصة غاز ثاني أكسيد الكربون.
3. إيجاد حلول جذرية للحد من مشكلة انبعاث عوادم السيارات.
4. منع استخدام البنزين المحتوي على الرصاص وتصنيعه أيضا.
5. إيلاء الغطاء النباتي أهمية كبيرة والحفاظ عليه لما له من دور في تنقية الجو.
6. الحد من توسيع السكاني الجائر على حساب الغابات ،حيث تؤثر الغابات إيجابيا في الحفاظ على الجو من التلوث.
7. الحرص الصيانة الدورية للآلات والأجهزة التي تحرق سواء كانت ثابتة أم متحركة .

I.12 أهمية الغلاف الجوي:[23]

1. يزود الكائنات الحية الموجودة على سطح الكرة الأرضية بالهواء اللازم للتنفّس من أجل البقاء على قيد الحياة، حيث أنه يحتوي على العديد من المكوّنات الأساسية اللازمة للحياة كالأوكسجين، والنيتروجين، وثاني أوكسيد الكربون، بالإضافة إلى غازات ومركّبات كيميائية أخرى تدخل في معظم أنشطة الإنسان سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.
2. يسمح بمرور الأشعة الضوئيّة والحراريّة الصادرة من الشمس، بحيث تعمل الأرض على امتصاصها، مما يوفر لها الحماية والدفء.
3. يمنع وصول الأشعة فوق البنفسجية الضارّة إلى سطح الأرض.
4. يساعد على توزيع درجة الحرارة على سطح الأرض، حيث إنّه ينظم وصول أشعة الشمس، كما أنّه يمنع نفاذ كل الإشعاع الأرضي إلى الفضاء الخارجي، فلولا وجود الغلاف الجوي لتجاوز المدى اليومي لدرجة الحرارة على سطح الأرض حوالي 200 درجة مئوية.
5. يعمل بمثابة الدرع الواقي الذي يحمي سطح الأرض من وصول الشهب التي تحترق في أعلى الغلاف الجوي لتصل إلى الأرض على شكل نيازك صغيرة.
6. يشكّل واسطة اتصال بين الأرض والفضاء الخارجي، كما أنّ الطائرات تستخدمه للتنقّل من مكان إلى آخر، بالإضافة إلى أنّه يشكّل وسطاً لانتقال الأصوات؛ فلولا وجوده لساد هدوء مخيف على سطح الأرض.
7. يسهم في توزيع بخار الماء في الأماكن المختلفة من العالم.
8. تسهم حركة الغلاف الجوي في حدوث الكثير من الظواهر الطبيعية مثل: تكوّن السحب والغيوم، وحدوث الأمطار، وتجانس مكوّنات الهواء، وهبوب الرياح، كما أنّه يسهم في حفظ كوكب الأرض من التغيّرات الكبيرة والمفاجئة التي قد تحدث نتيجة ارتفاع درجات الحرارة.
9. يعطي السماء اللون الأزرق الجميل في أثناء النهار، والذي ينعكس على المسطحات المائيّة التي تظهر باللون الأزرق أيضاً.

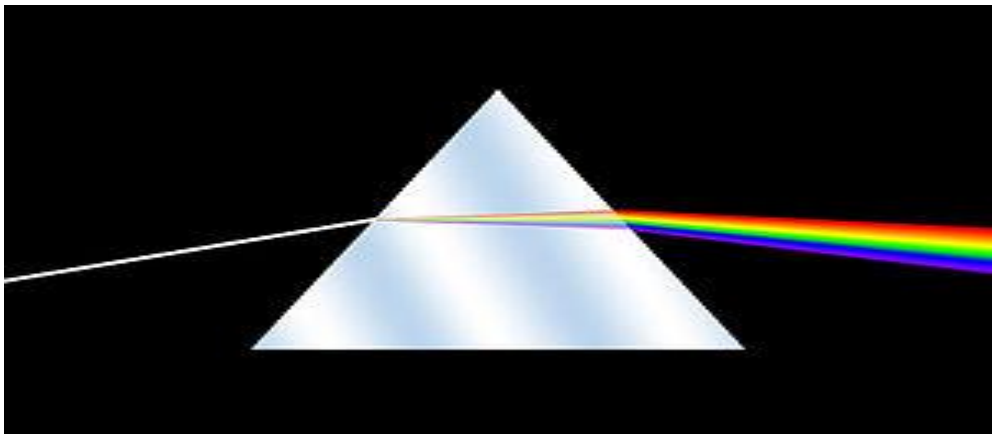
الفصل الثاني
التحليل الطيفي

التحليل الطيفي أو تحليل الطيف ويعرف أيضا باسم تحليل الانبعاث الطيف الكيميائية ،و هو المنهج العلمي الأصلي لرسم وتحليل الخصائص الكيميائية للمواد أو الغازات من خلال النظر إلى الحزم الناتجة عن الطيف الضوئي .

II .1.1.عموميات حول التحليل الطيفي

التحليل الطيفي هو تحليل للضوء المنبعث أو المنعكس عن أية مادة بواسطة جهاز خاص يطلق عليه اسم المطياف. ولكل مادة طيفها المميز الذي لايطابق أية مادة أخر ويمكن تعرّفها عن طريق خطوط سوداء تظهر في أماكن محدودة من مقياس الطيف، والطيف نفسه ينشأ أساسًا من مرور الضوء في منشور زجاجي.[24]

القوانين الأوليّة لتحليل الطيف، والمعروفة عمومًا باسم قوانين كيرشوف، تقسّم الطيف المنبعث على النحو التالي. [25]



الشكل (II. 1) تحليل الضوء الأبيض إلى طيف بواسطة منشور زجاجي[24]

1. **المواد الصلبة، أو الغازات الكثيفة:** تنتج عند تسخينها طيفًا مستمرًا.
2. **الغازات منخفضة الكثافة:** تنتج عند تسخينها طيفًا منبعثًا.
3. مصدر للطيف المستمر يظهر من خلال غاز بارد منخفض الكثافة ينتج خط من الطيف الممتص.

II.1.2. بعض استخدامات التحليل الطيفي

يستخدم في الكيمياء الفيزيائية والتحليلية للكشف عن وجود المواد المختلفة في عينة ما من خلال تحليل الأطياف المنبعثة أو الممتصة بواسطة هذه المواد.

في الفلك والإستشعار عن بعد.(Remotesnsing) أغلب التلسكوبات الكبيرة تحمل أجهزة مقاييس تستعمل لقياس التركيب الكيميائي والخواص الفيزيائية للأجسام الفلكية أو لقياس سرعاتها من تأثير دوبلر على خطوطها الطيفية.[24]

II.1. 3. طرق القياس الطيفي

- **طرق التحليل الطيفي بالإمتصاص:**

تستخدم الأطياف الكهرومغنطيسية التي تمتصها مادة ما، وهي تشمل طرق الامتصاص الذري ومختلف الطرق الجزيئية مثل طرق الأشعة تحت الحمراء والفوق بنفسجية والمرئية والمايكرويف.[24]

- **طرق التحليل الطيفي بالانبعاث:**

تستخدم الأطياف الكهرومغنطيسية التي تبعثها مادة ما.[24]

- **طرق التحليل الطيفي بالتشتت:**

تقيس كمية الضوء التي تشتتها مادة ما عند أطوال موجية وزوايا سقوط وزوايا استقطاب معينة. وأحد هذه التطبيقات المفيدة بالتشتت هو تحليل رامان. يمكن تلخيص طرق القياس الطيفية في الطرق العامة الآتية:[26]

1. **طرق الإمتصاص:**

هي طريقة تقارن فيها شدة الشعاع الضوئي المقاسة قبل وبعد التفاعل مع العينة . طرق معينة للامتصاص تنسب إلى الطول الموجي للاشعة المقاسة مثل التحليل الطيفي بالامتصاص للأشعة الفوق بنفسجية أو التحت الحمراء أو أشعة المايكرويف . يحدث الامتصاص عندما تطابق طاقة الفوتون الساقط الفرق في الطاقة بين حالتين لمستويات الطاقة للمادة التي سقط عليها الشعاع الضوئي.

2. **طرق الفلورة :**

تستخدم الفوتونات ذات الطاقة العالية لإثارة عينة ما والتي سوف تبعث فوتونات ذات طاقة منخفضة . تمتاز هذه الطريقة بتطبيقاتها في الطب والكيمياء الحيوية.

3. **طرق الأشعة السينية:**

عندما تتفاعل أشعة سينية ذات طاقة كافية (تردد كافي) مع مادة ، فإن الكترونات المدارات الداخلية للذرة سوف تثار إلى المدارات الخارجية الفارغة ،أو تفقد كليا وجعل الذرة متأينة.الفراغات (holes) في المستويات الداخلية الناتجة من ذلك تملأ بواسطة الكترونات من مستويات الخارجية..

II.4.1. بعض استخدامات التحليل الطيفي

المطياف في الفيزياء والكيمياء هو جهاز يستعمل لقياس الخواص الضوئية عبر نطاق معين من طيف الموجات الكهرومغناطيسية، وبصفة خاصة يقوم بالتحليل الضوئي للتعرف على مكونات المواد وقد تقاس مباشرة شدة الضوء أو استقطاب الضوء .وهو يقوم بقياس طول الموجات الضوئية حيث تتناسب طول الموجة تناسبا عكسيا مع طاقة الفوتون .ويمكن كتابة طاقة الفوتون أو طاقة شعاع الضوء بوحدة إلكترون فولت، وعادة يعبر عن طاقة شعاع الضوء بطول الموجة، أي بوحدة نانومتر.

ويستعمل المطياف لإنتاج التحليل الطيفي الذي يظهر في هيئة خطوط ضوئية ملونة نظرا لاختلاف طول الموجة لكل خط عن الآخر. ويمكن بمعرفة مجموعة الخطوط الضوئية الناتجة عن مادة معينة تعيين أنواع لمادة بدقة ،لأن كل عنصر كيميائي يتميز ببصمة خاصة به (أي بطيف معين خاص به)

ويستخدم التعبير مطياف للتعريف عن الأجهزة التي تقوم بقياس طول موجة الأشعة في نطاق واسع من طول الموجة، من أشعة غاما ذات طول الموجة القصيرة جدا إلى منطقة الأشعة السينية إلى منطقة الضوء المرئيات طول موجة متوسطة الطول، إلى نطاق الأشعة تحت الحمراء ذات الموجات الطويلة. وإذا كانت منطقة الدراسة محصورة في منطقة الضوء المرئي فيسمى المطياف البصري.

فإن جهاز تحليل الطيف والموجات الراديوية التي تكون تحت الطيف المرئي مثل الميكروويف وفي منطقة الموجات الكهرومغناطيسية .ليس ضوئيا.) مثل الراديو(يصبح جهازا إلكترونيا بحتا.[26]

II.5.1. أنواع أخرى للمطياف:

توجد لأشعة الجسيمات طريقة مطيافية الكتلة حيث تستغل القوة المركزية الطاردة للتفرقة بين الجسيمات الثقيلة والخفيفة. كما تستغل تأثيرات فيزيائية أخرى ،مثل تأثير شتارك الذي يعتمد على استخدام مجال كهربائي لفصل خطوط الطيف القادمة من المصدر. كذلك توجد مطيافات تعمل بالمجال المغناطيسي لفصل خطوط الطيف وهي تعتمد في نظريتها على تأثير ريمان .أما في حالة الجسيمات الثقيلة وفي حالة الجسيمات المتعادلة الشحنة مثل النيوترونات فيستخدم المطياف المسمى مطياف زمن الطيران وهو يمكنه قياس فروق السرعات للجسيمات.

بالنسبة إلى طريقة تحليل سرعات جسيمات فطريقة مطياف زمن الطيران تعتمد على أنه إذا انطلقت الجسيمات في الزمن to وبدأنا القياس على بعد 20 متر مثلا من فتحة انطلاق الجسيمات لوجدنا أن الجسيم السريع يصل عدادنا أولا عند الزمن .t1 أما الجسيم البطيء فهو يصل العداد متأخرا في الزمن هذه هي فكرة قياس زمن طيران الجسيمات لتعيين سرعاتها المختلفة، وهي

عملية تحليل السرعات، وتطبق كثيرا في تجارب فيزياء الجسيمات.[24]

II .1.2. عموميات حول التحليل الليزر

تعتبر تكنولوجيا الليزر من العلوم المتطورة التي تدخل في العديد من التطبيقات مثل استخدام الليزر في التطبيقات الطبية والإتصالات والأبحاث العلمية والهندسية والعسكرية ،والليزر له العديد من الخواص التي تميزه عن أي مصدر ضوئي ،ومن هذا نبدأ في الموضوع وتوضيح فكرة عمل الليزر .

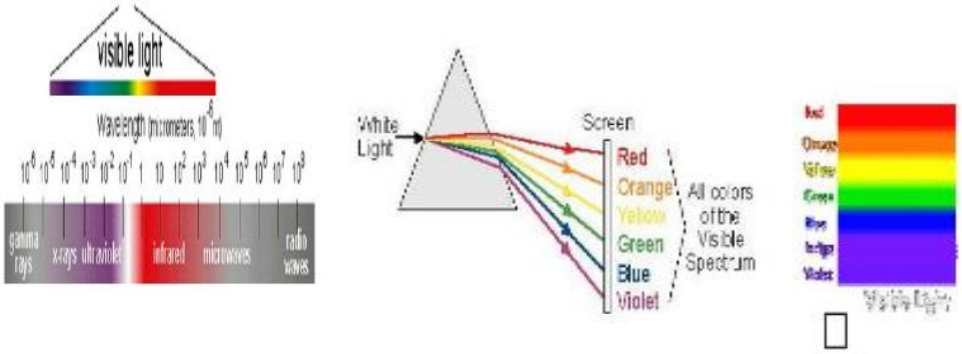
II .2.2. تعريف الليزر

(بالإنجليزية LASERوهي اختصارا لعبارة Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) وتعني تكبير وتضخيم الضوء بواسطة الإستحثاثي للإشعاع الكهرومغناطسي [30.29]وهوعبارة عن حزمة ضوئية ذات فوتونات تشترك ترددها وتتطابق موجاتها،بحيث تحدث ظاهرة التداخل البناء بين موجاتها لتتحول إلى نبضة ضوئية ذات طاقة عالية [31]،وقد تنبأ بوجود الليزر العالم ألبرت أنشتاين في1917حيث وضع الأساس النظري لعملية الأبعاث الإستحثاثي ،وتم تصميم أول جهاز في 1960من طرف العالم T.H.Maimanباستخدام بلورة الياقوت ويعرف بليزر الياقوت[33].

II .3.2. خصائص الليزر

شعاع الليزر يمتلك خصائص تميزه عن أية مصدر الإشعاع الكهرومغناطيسي وهذه الخصائص هي:

1-أحادي اللون Monochromatic:وتعني أن الليزر له عرض طيفي ضيف ينتج عنه تردد مفرد نقي،وهذا مايميزه عن الضوء العادي حيث أن يتحلل الضوء الأبيض الصادر من الشمس أو من مفتاح ضوئي فإنه يحتوي على العديد من الأطوال الموجية .كما هو موضح في الشكل (II)عند تحليل الضوء باستخدام الموشور [31].



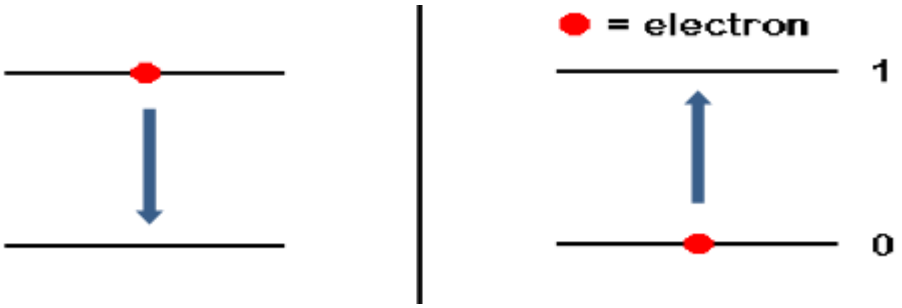
الشكل (2.II) يوضح الاطوال الموجية عند تحليل الضوء باستخدام الموشور [31]

2-توازي الحزمة الضوئية الإتجاهية

الضوء الصادر عن الليزر له اتجاه واحد بجيود مهمل**[31]**.

3-الترابط Coherece: ويجب أن يكون بين موجات الحزمة عالي جدا ومتزامن وهذا يساعد الموجات الضوئية أو الفوتونات في تقوية بعضها البعض لتعطي طاقة وقدرة عالية للحزمة ،ويكون هذا الترابط إما بناء وفرق الطور بين الموجات يساوي الصفر أو هدام وفرق الطور بين الموجات يختلف عن الصفر [31.33]

4-الشدة الضوئية lightIntensity:وتكون عالية ومركزة في حزمة ذات قطر ضيق لايتجاوز المليمتر [31]،المسؤولة عن هذه الخصائص هي عملية الإنبعاث الإستحاثي بينما في الضوء العادي يكون الإنبعاث تلقائي الشكل (2.2.II)



الشكل (3.II) عمليةالإنبعاث التقائي والإنبعاث الإستحاثي[33]

II .4.2. شروط الإنبعاث الليزري:

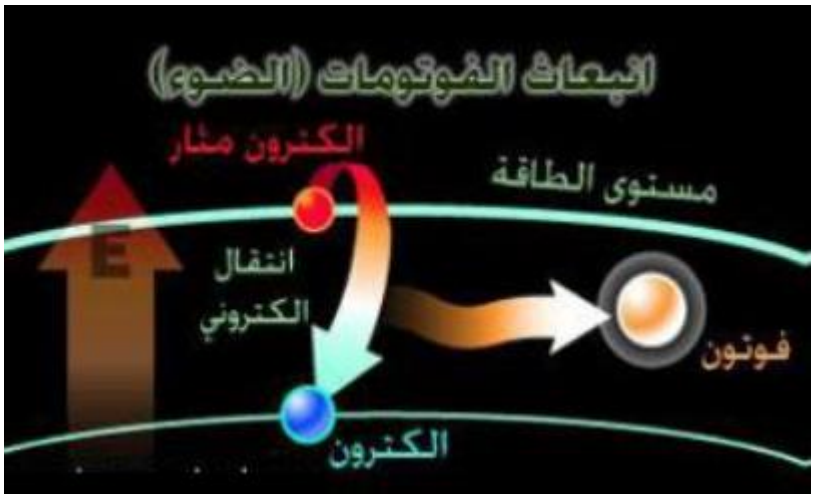
يجب توفر ثلاثة شروط أساسية وهي:

1- توفر الإنبعاث الإستحاثي Stimulated Emission

في الظروف العادية تكون غالبية الذرات في مستوى الطاقة الأقل ،وعدد قليل منهايكون في المستويات العليا.

والذرات التي تكون في حالة تهيج تنبعث لاتكون مترابطة مع بعضها البعض (أي لاتكون بنفس الطور)[32].

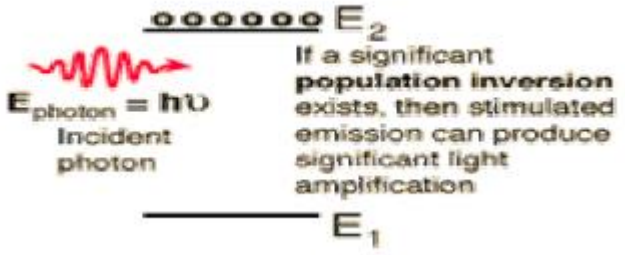
الشكل (4.II) انتقال الالكترون منE1 إلىE2[32]



الشكل (5.II) انتقال الالكترون من E2إلى E1 [32]

2-التعداد المعكوس Population invesion

يتطلب ابعاث أشعة الليزر العمل على زيادة عدد الذرات في مستويات الطاقة العليا أي زيادة تعدادها عن الحالة الطبيعية ،و عندها يكون عددالذرات في مستويات الطاقة العليا أكثر من عدد في مستويات الطاقة الدنيا نستطيع القول بأنه حصل انقلاب في التعدادوهو ماسميناه بالتعداد المعكوس [29]



الشكل(6.II) التعداد المعكوس[30]

3-التكبير الضوئي Light Amplification

يجب أن يضخ الوسط المادي من مصدر طاقة لحث الذرات والجزيئات على التهيج،أي الارتفاع إلى مستوى طاقة أعلى لاتتواجد فيه عادة تحت الظروف الطبيعية ،وتكون مايسمى بالتعدادالمعكوس ،والذي فيه تكون غالبية ذرات وجزيئات المادة في مستويات الطاقة العليا بدلا من المستويات المنخفضة ،وبعدها ينبعث الليزري بواسطة الانبعاث المحتث وعمليات التكبير الضوئي.[29]

II .5.2. مكونات جهاز الليزر

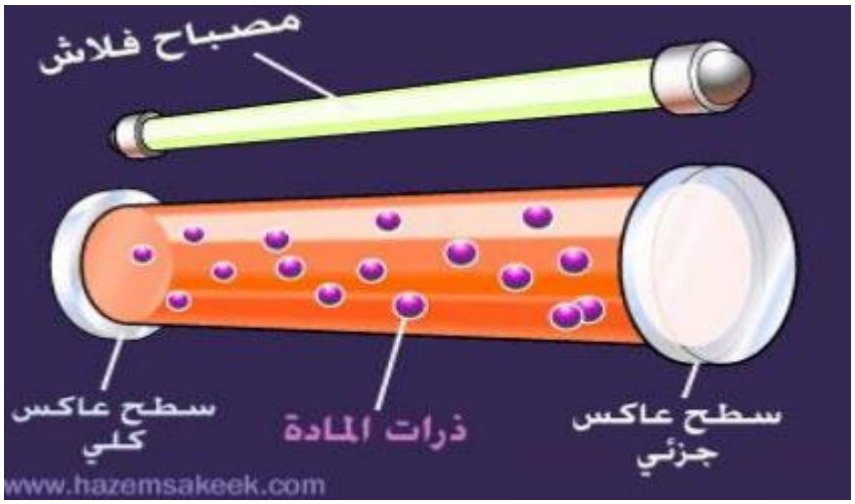
يتكون جهاز الليزر عادة من العديد من المكونات الكهربائية و الالكترونية والبصرية وأجهزة السيطرة والتضمين ، ومن أهم المكونات الرئيسية التي يشترط وجودها في أجهزة الليزر هي:[29]

1.الوسط الفعال : إن الوسط الفعال المستخدم في الليزرات يكون عادة في حالة صلبة أو سائلة أو غازية .

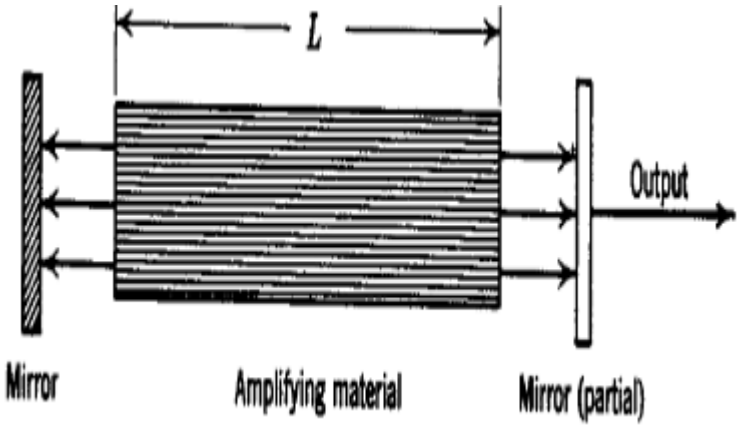
ومن الليزرات الصلبة ليزر الياقوت انظر الشكل (II .7)

2.المرنان (مرآتان):ويقوم المرنان بمساعدة الفوتونات المنبعثة لتعكس ملايين المرات في الثانية ذهابا وإيابا بين المرآتين ،مارة في كل جولة خلال الوسط الفعال لتحفيز اعداد كبير من الذرات أو الجزيئات المتهيجة لكي تنبعث فوتونات جديدة أخرى للحصول على حزمة الليزر.

3.الضخ:حيث تقوم الطاقة الضاخة بإثارة الذرات المستقرة في الوسط الفعال إلى المستويات المتهيجة لكي يتحقق التوزيع العكسي المناسب الذي يضمن توليد الليزر ،وهنالك ثلاثة تقنيات للضخ الضوئي والضخ الكهربائي.



الشكل (7.II) :مكونات ليزر الياقوت [30]



الشكل (8.II) :رسم تخطيطي لجهاز ليزري [33].

II .6.2.أنواع الليزر

يمكن التعرف على نوع الليزر من خلال طبيعة المادة الفعالة ،وهنالك ثلاثة أنواع وهي :

1-ليزر الحالة الصلبة

هو الليزر الذي ينتج بواسطة مادة خليط من مواد صلبة كليزر الياقوت (Ruby) ،وليزر النديميوم ياك-Neodymium (YAG)،وليزر أشباه الموصلات مثل أرسنايد الأنديوم وأرسنايد (InAs-laser) الكاليوم TAG بليزر .ويسمى ، (GAS-laser)

2-ليزر الغاز:وهو الليزر الذي تكون المادة الفعالة بحالة غازية ،كليزر ثاني أكسيد الكربون (CO2)وليزر الهليوم نيون (He-Ne) وتكون أطوالها الموجية في مدى الأشعة تحت الحمراء .[29]

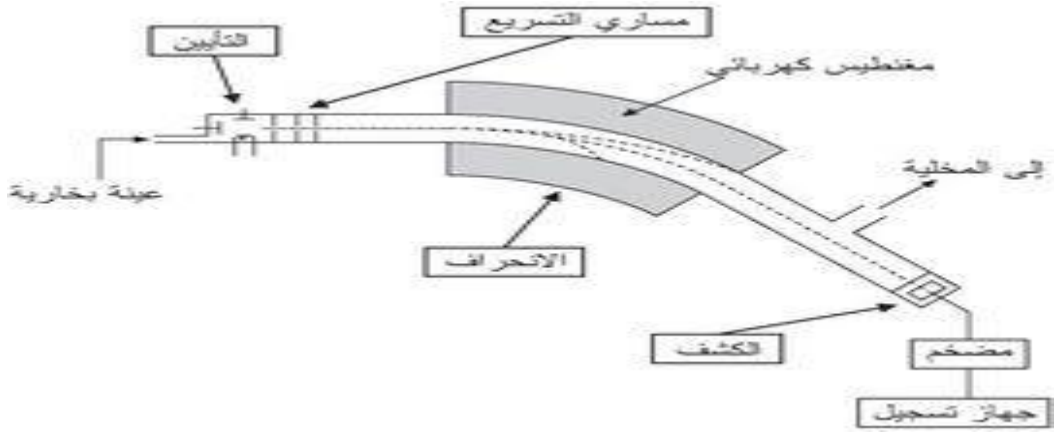
3- ليزر السائل :وتكون المادة الفعالة في حالة سائلة وهناك أنواع عديدة منها:ليزرات الصباغ العضوية وليزر اوكسي كلوريدات النديميوم سيلينيوم [32].

II .7.2. استخدمات الليز

إن الليزر منذاكتشافه عام 1960 فرض نفسه في الكثير من الإستخدامات العلمية والعملية وقد أستخدم كمصدر حراري في التطبيقات الصناعية والطبية ويستخدم في العمليات الجراحية مثل جراحة المخ والقلب والأوعية الدموية والجراحية العامة،وفي تثقيب المعادن وقطعها ولحمها ،ويستخدم أيضا في الإتصالات ...إلخ كما يستخدم في تحليل المادة الصلب وغيرها.[33]

II .1.3. مطيافية الكتلة

مطياف الكتلة بالإنكليزية Mass spectrometry :هو تقنية تحليلية لتحديد العناصر المكونة لمادة أو جزيء ما. ويستخدم أيضا لتوضيح البنى الكيميائية للجزيئات، مثل الببتيدات والمركبات الكيميائية الأخرى.[35]



الشكل (II.9) مخطط رمزي لمطياف كتلي[35]

II .2.3.مبدى عمله:

يعتمد مبدأ عمل المطياف الكتلي على تشريد المركبات الكيميائية لتوليد جزيئات مشحونة وقياس نسبة كتلتها إلى شحنتهاتجرى العملية في مطياف الكتلة بوضع العينة في الجهاز، حيث تأين المركبات بطرق مختلفة (مثلا بنسفها بحزمة إلكترونية)، مما يشكل الأيونات المشحونة. تحسب نسبة الكتلة للشحنة لهذه الجزيئات من حركة هذه الأيونات ضمن حقول كهرومغناطيسية.[35]

الشكل (II.10) كيفية عمل مطياف الكتلة[35]

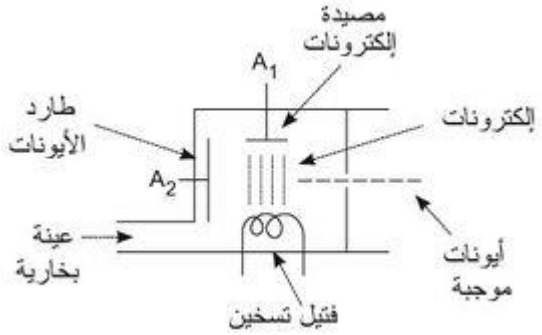
II .3.3. مكوناته:

يتكون جهاز مطياف الكتلة من ثلاث وحدات: منبع للأيونات يشطر جزيئات العينة إلى أيونات. وجهاز تحليل يفرز الأيونات بحسب كتلتها عن طريق تطبيق حقول كهرومغناطيسية. ومكشاف لقياس قيمة مؤشر الكمية وبذلك تعطي بيانات لحساب وفرة الأيونات الملتقطة.[35]

منبع أيوناتIon source

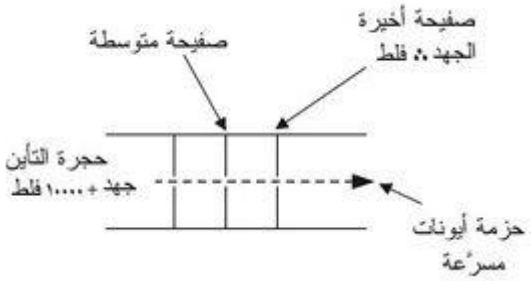
محلل الكتلةMass Analyzer

كاشفDetecto



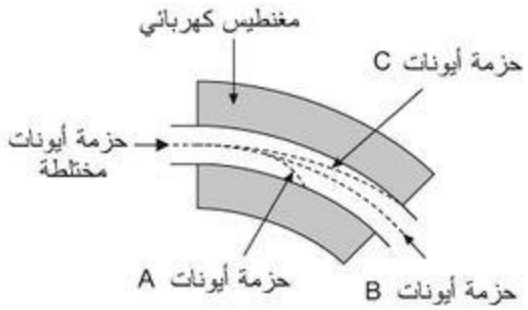
الشكل (11.II) حجرة التأين في المطياف الكتلي[35]

ويبين الشكل (3.3.II) وسيلة تحقيق ذلك. إذ تُدخَل العيّنة وهي بحالة بخار إلى حجرة صغيرة فيها فتيل يمر فيه تيار كهربائي، توضع مقابله صفيحة موجبة A1 فتنجذب الإلكترونات إليها. وباصطدام الإلكترونات المسرَّعة هذه مع ذرات البخار تغدو الذرات متأينة مرة أو أكثر، وتقوم الصفيحة A2 التي يطبق عليها جهد (كمون) كهربائي موجب بطرد الأيونات بعيداً عنها فتخرج الأيونات من فتحة في حجرة التأين.



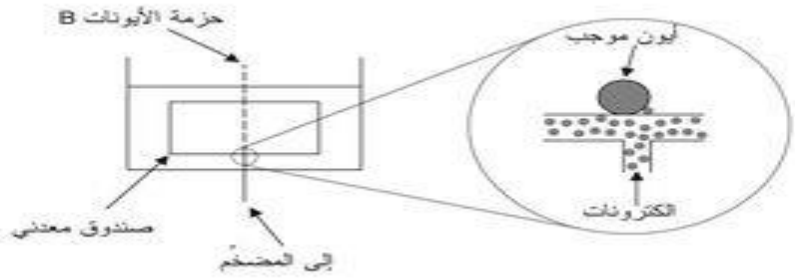
الشكل (12.II) مساري تسريع الأيونات[35]

يطبق على حجرة التأين جهد كهربائي موجب من رتبة 10000 فولطvolt ، وتمر الأيونات الخارجة من فتحة حجرة التأين فتَرِدُ على مجموعة مسارٍ كهربائية تطبق عليها جهود كهربائية متناقصة حتى الصفر فولط، كما هو ظاهر في الشكل (4.3.II) ، فتكتسب الأيونات سرعة عالية.[35]



الشكل (13.II) انحراف الأيونات في الحقل المغناطيسي[35]

فالايونات ذات الكتلة الصغيرة ترسم أقواسا (A) أنصاف أقطارها صغيرة ، في حين ترسم الأيونات ذات الكتلة الكبيرة أقواسا (c)أنصاف أقطارها كبيرة كما يظهر في الشكل (4) كما تقوم الشحنة التي يحملها الأيون بدور في تحديد قطر الدائرة التي يرسمها



الشكل (14.II) حجرة الكشف[35]

تَرِد الأيونات بعد خروجها من منطقة الحقل المغنطيسي إلى حجرة الكشف التي تعلوها فتحة. فإذا تمكَّن أيون من دخول الحجرة والارتطام بقعرها فإنه يكتسب من جدارها الإلكترون اللازم لاعتداله، فإذا وُصِلت الحجرة بمقياس يسجل شدة التيار عن طريق مضخم أمكن مراقبة عدد الأيونات الأخف أو الأثقل. يجري التحكم بشدة الحقل المغنطيسيB ، لكشف كل أنواع الأيونات الموجودة في العيّنة المدروسة.[35]

II .4.3. استخداماته المطياف الكتلي[36.34]

- يحدد هوية المركّب أو الجزيء المجهولة مع مراقبة شظاياه لمعرفة بنيته و معرفة التركيب النظائري لعناصر الجزيء.
- يمكننا من معرفة كمية مركب ما في مادة معينة.
- حساب الوزن الجزيئي للمركبات العضوية بدقة متناهية والتي بواسطتها نستطيع التنبؤ بالصيغة الجزئية الصحيحة للمركب.
- تطبيقات أخرى: يستخدم الفلكيون جهاز مطياف الكتلة لمعرفة العناصرلدراسة الرياح الشميبة، ومعرفة العنصار والنظائر التي تحتويها. وكانت النتائج توضح أن طيف الكتلة الشمسية يحوي الأكسجين، والكربون، والنيون، والسيليكون، والمغنيسيوم، والحديد.
- أطباء التخدير يستخدمون جهاز مطياف الكتلة في العمليات الجراحية، لقياس معدّلات الأيض في الخلايا الحية للمريض، لمعرفة إن كانت الخلايا تتلقّى كمية كافة من الأكسجين. في الأحياء يستخدم لمعرفة تركيب الجزئيات البيولوجية المعقدة،

مثل: والبروتينات، والأحماض الأمينية، والكربوهيدرات.

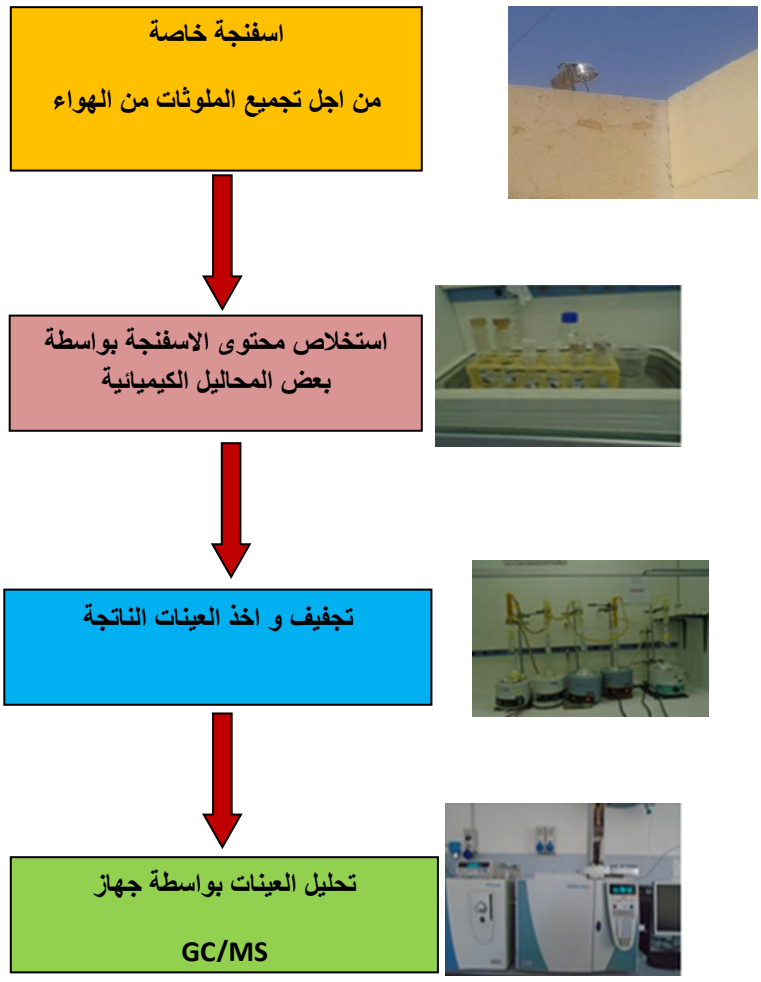
- في الجيولوجيا يقوم مقياس الكتلة بتحديد آثار النفط قبل البدء بحفر الآبار. يستخدمه علماء البيئة لمعرفة نوع السموم في الأسماك الملوثة. في الآثار يستخدم لمعرفة عمر الأحافير من خلال قياس الكربون 14 والكربون 122 في العينة المراد معرفة عمرها.

الفصل الثالث نتائج التحليل الطيفي

سنقوم خلال هذا الفصل بتفسير الأطياف الناتجة عن تجربة المطياف الكتلي GCM لأحد المركبات العضوية الموجودة بالجو.، ثم نحاول استنتاج الطيف الذري المتوقع الحصول عليه في حالة استخدام تقنية LIBS. وقبل هذا سنقوم بشرح التجربة التي من خلالها تم دراسة عينة الهواء و التي كانت بجامعة ورقلة.

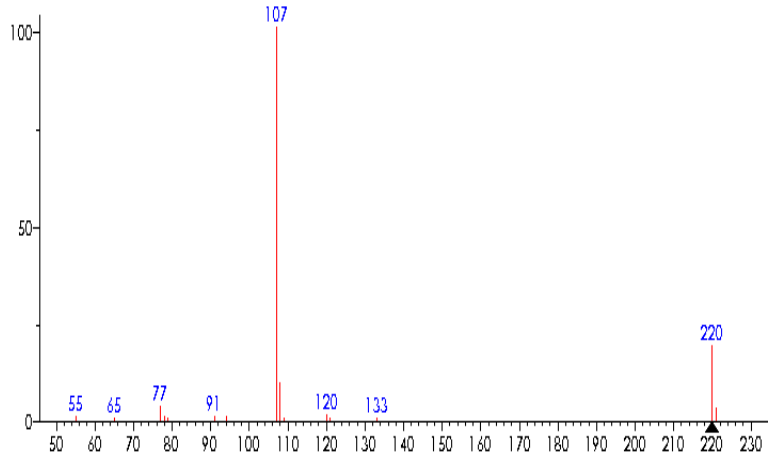
III . 1 التجربة:

من أجل تحليل تركيبة الهباء الجوي تعتمد طريقة أخذ العينة على استقطاب الجزيئات للمركب له انطلاقا من أسفنجة مصنوعة من البوليكيران يتم تعليقها بالمكان المراد دراسته ولمدة حوالي شهر أو شهرين. وبعدها يتم استخلاص و تنقية ما تحويه هذه الأسفنجة من مركبات، ومراحل تحضير العينة مبينة في الشكل (1.III) [37]

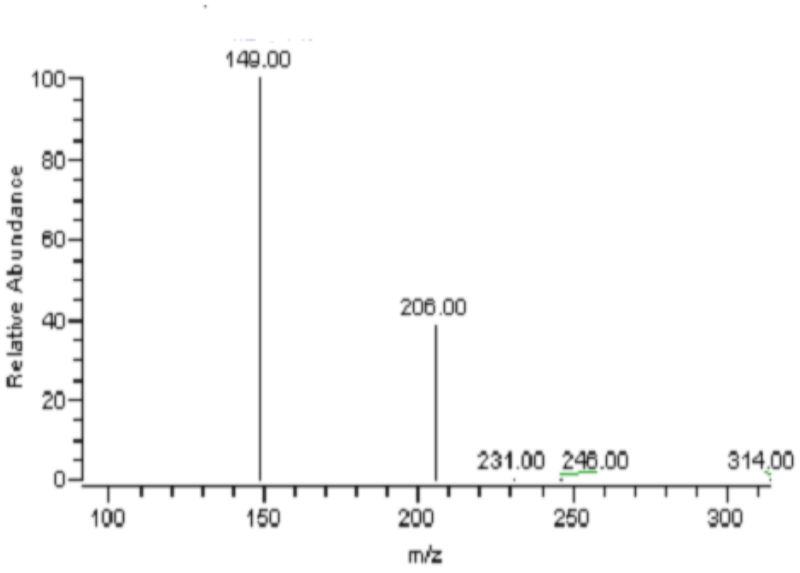


الشكل (1.III) :المراحل التجريبية لتحضير العينة للدراسة

III . 2 نتائج تحليل المطياف االكتلي:



الشكل(III.2) نتائج تحليل المطياف الكتلي لمركبX

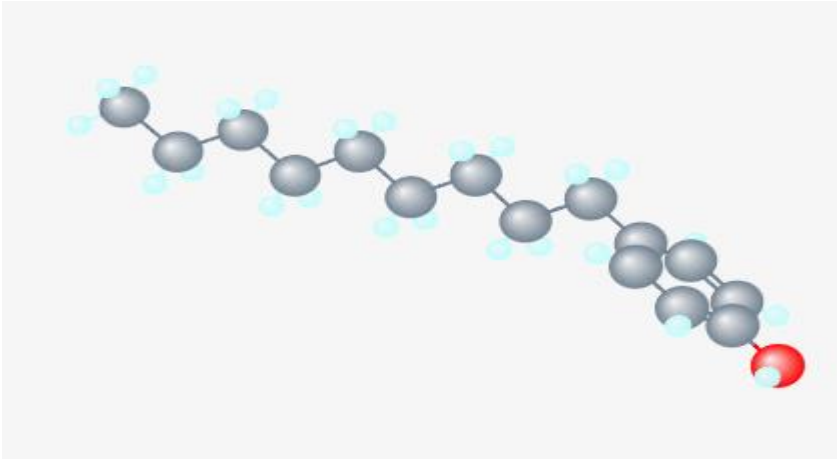


الشكل (III.3) نتائج تحليل المطياف الكتلي لمركب Y

III.3 تحديد المركبات المتحصل عليها من نتائج تحليل المطياف الكتلي

انطلاقا من الطيف المحصل عليه بالشكل (2.II)حيث يظهر تكتل بموقعين، الاولى يتضمن حوالى 107 وحدة كتلية و الثاني به 220 وحدة كتلية.

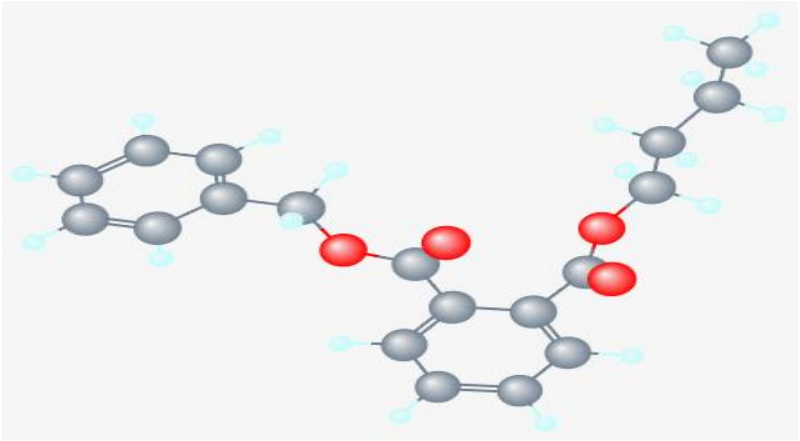
حيث بالمقارنة مع المعطيات الكيميائية ،نجد الكتلة 220 تتوافق مع الصيغة الكيميائية التالية:$C_{15}H_{24}O$ و لها البنية الفراغية الموضحة بالشكل 4 وهي خاصة بالمركب العضوي 4-Nonylphenol



الشكل(4.II): البنية الفراغية لمركب 4-Nonylphenol

بالنسبة للشكل(II. 3) حيث لدينا اكبر تجمع كتلي به حوالي 314 وحدة كتلية بالاضافة إلى عدة أجزاء تتراوح ما بين 149 إلى 246 وحدة كتلية.

ودائما وبالاعتماد على نفس الموقع الالكتروني نجد أن الكتلة 314 تتوافق تقريبا مع الصيغة الكيميائية $C_{19}H_{20}O_4$ و لها البنية الفراغية الموضحة بالشكل (5.II)وهي خاصة بالمركب العضوي Benzyl butyl



الشكل(5.II): البنية الفراغية لمركب Benzyl butyl **[35]**

III .4 حساب الطيف النظري المتوقع لمركبين بواسطة التحليل الطيفي LIBS

ويتطلب هذا الحساب إعداد برنامج رقمي مبني على معادلات المطيافية (شدة الاطياف و التعريضات) وكذا قاعدة المعطيات للفيزياء الذرية.

حيث نقوم بتحضير جميع المعلومات المرتبطة بالعناصر الكيميائية المتوقع تواجدها بالوسط جراء التحليل بأشعة الليزر للمركب العضوي المدروس.

وبالنسبة للمركب 4-Nonylphenol و انطلاقا من صيغته الكيميائية فانه يتضمن الكربون، الأكسجين و الهيدروجين.

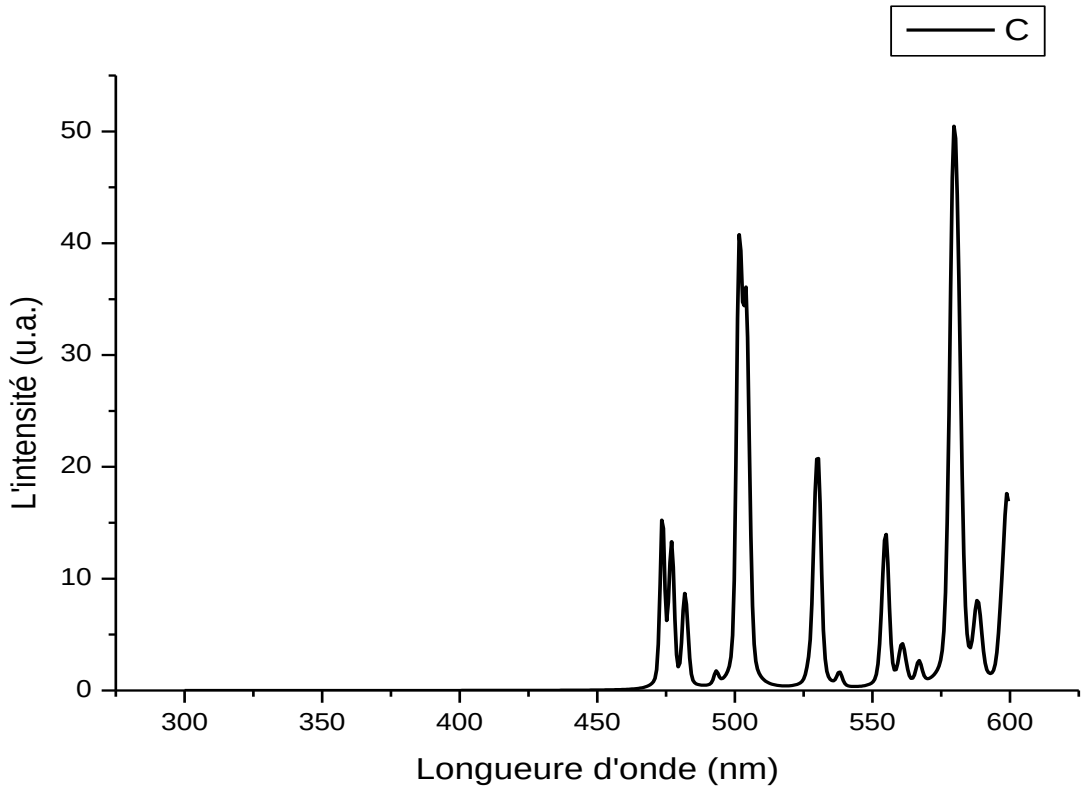
وانطلاقا من النتائج التجريبية لتحليل العينة بواسطة المطياف الكتلي فان المركب الأساسي يحوي 220 وحدة كتلة دولية مقسمة كالتالي:

الجدول(1.III) :العناصر و التوزيع الكتلي لمركب النيكوتين

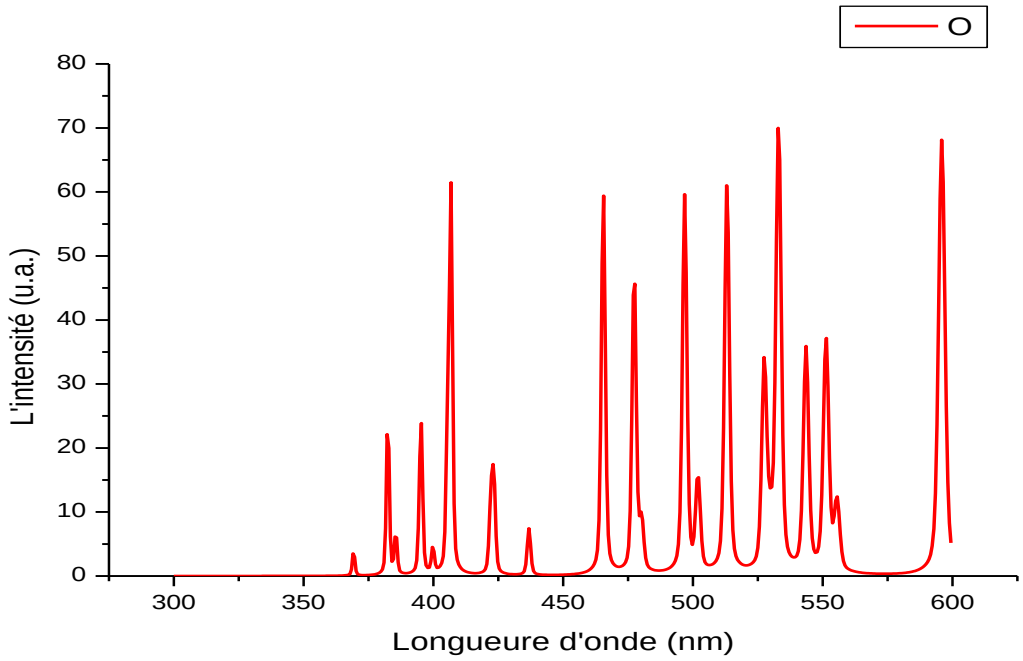
العنصر	الكتلة
C	**15**
H	**24**
O	**02**

وبالتالي يتطلب الأمر تحضير قاعدة معطيات الفيزياء الذرية تحوي الأطوال الموجية و مستويات طاقات الانتقال وكذا احتمالات الانتقال ما بين مستويات الطاقة لجميع هذه العناصر(C،H ،O).

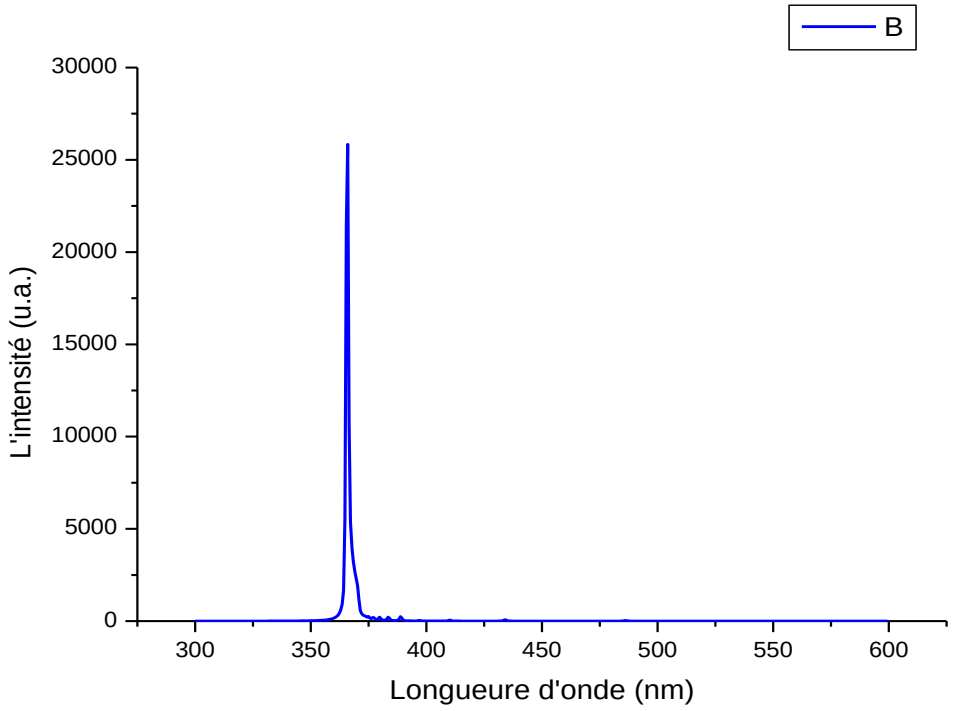
بأخذ قيم هذا الجدول (1.III)بعين الاعتبار خلال الحساب الرقمي نتحصل على النتائج التالية:



الشكل(III.6) طيف ذرة الكربون

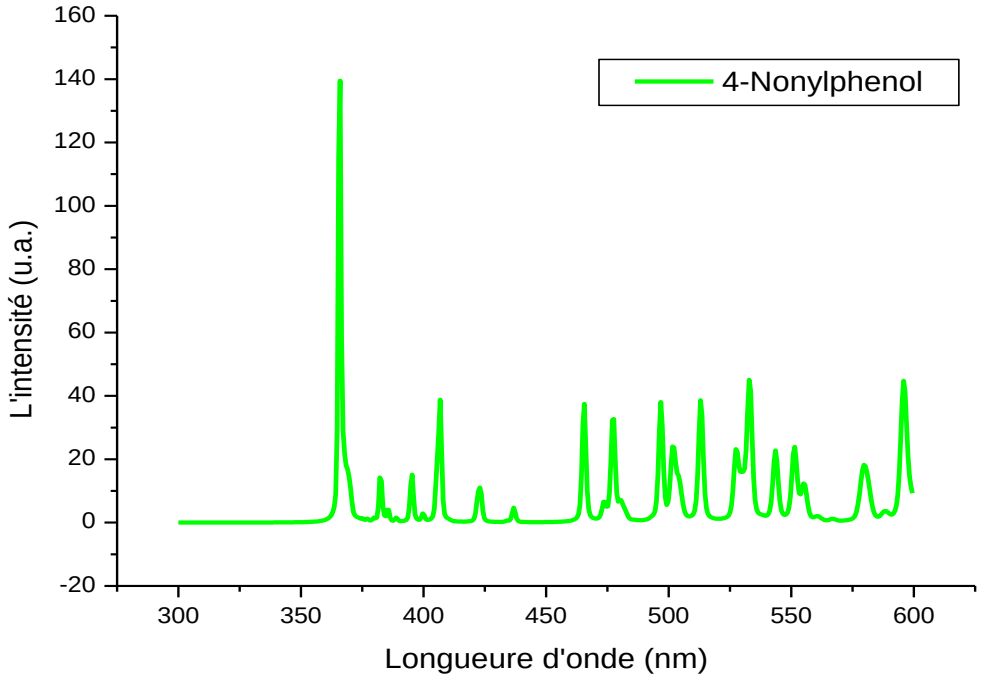


الشكل(III.7) طيف ذرة الأكسجين



الشكل(III.8) :طيف ذرة االهيدروجين

بعد عملية التركيب و باخذ بعين الاعتبار نسب التواجد الكتلي حسب الجدول (1.III) نتحصل على الطيف النظري الناتج عن التحليل الطيفي بالليزر لمركب 4-Nonylphenol – بالشكل (III-7)



الشكل (III.9): الطيف النظري المتوقع الناتج عن تحليل LIBS لمركب 4-Nonylphenol في المجال المرئي

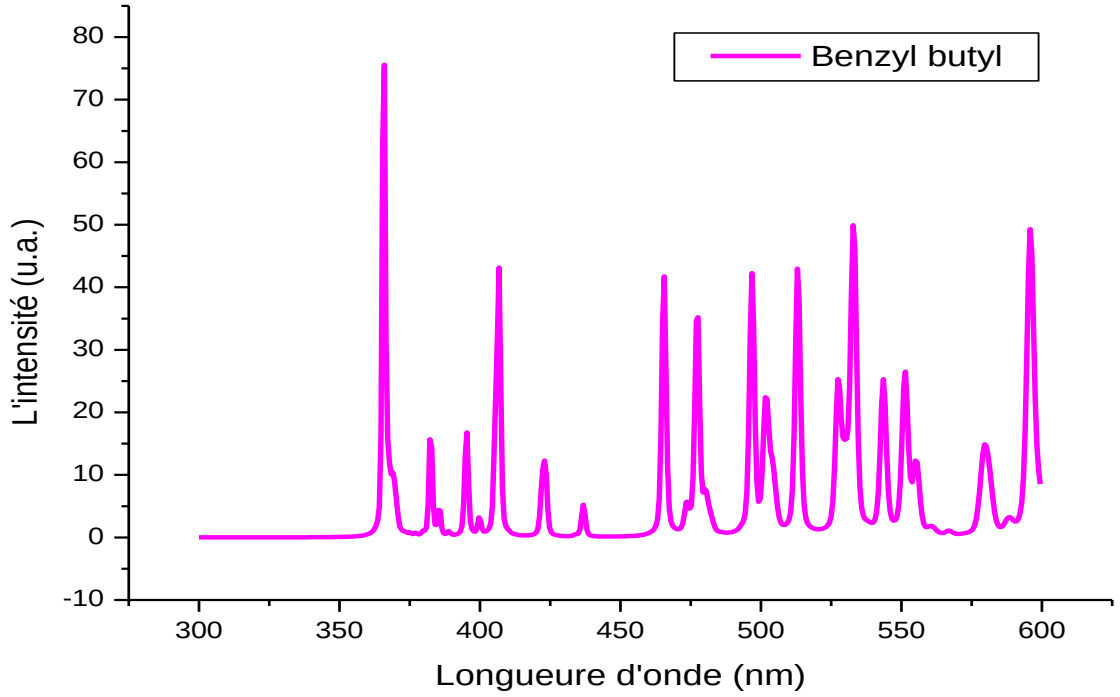
III . 5حساب الطيف النظري المتوقع لمركب Benzyl butyl بواسطة التحليل الطيفي LIBS

انطلاقا من نتائج تحليل المطياف الكتلي فان المركب الأساسي يحوي 312 وحدة كتلة دولية مقسمة كالتالي:

الجدول(2.III) :العناصر و التوزيع الكتلي لمركب Benzyl butyl

العنصر	الكتلة
C	**19**
H	**20**
O	**04**

من خلال الأطباف الذرية لكل من الكربون و الاكسجين و الهيدروجين المعروضة سابقا، و بتعديل في عدد الذرات المتواجدة حسب الصيغة الكيميائية للمركب فان البرنامج الرقمي يعطي الطيف النهائي لمركب الـ Benzyl butyl و الموضح بالشكل(III.9).



الشكل (III.10): الطيف النظري المتوقع الناتج عن تحليل LIBS لمركب Benzyl butyl في المجال المرئي

من خلال النتائج المحصل عليها نلاحظ أن طيف LIBS الذي تم حسابه يتضمن جميع العناصر الكيميائية التي يحويها المركب 4- Nonylphenol و طيف مركب Benzyl butyl حيث يبرز تأثير أطياف ذرة الاكسجين على الطيف LIBS النظري المتوقع لمركب Benzyl butyl.

خلاصة عامة

الخلاصة العامة

قد تناولنا في هذه المذكرة بعض من المفاهيم و العموميات حول كل من الجو الغلاف الجوي الهباء الجوي و كذالك التحليل الطيفي و تقنياته و شرحا مفصلا على كل من تقنياته تقنية التحليل الطيفي باستخدام الليزر و تقنية التحليل الطيفي الكتلي كما قمنا بتطبيق هذين التقنيتين على مجموعة من مركبات الهباء الجوي قصد تحليلها والتعرف على مكوناتها و تحليل هذه الأطياف فقد استنتجنا من هذه التحاليل أن لكل مركب و جسيم من مكونات الهباء لها طيف خاص بها من حيث التركيب والتكوين يميزها عن غيرها من المركبات و نستطيع القول أن الأطياف تعد عاملا مهما لتميز بين هاته المركبات وهي الطريقة الأسهل للتعرف على مكونات هذه المركبات كما يبرز لنا التباين بين هذه المركبات العضوية و يعود هذا التباين الى الأوساط المتواجد فيها المركب .

المراجع:

[1]عبد العزيز طريح شرف،كتاب الجغرافيا المناخية (الطبعة الحادية عشر) ،الإسكندرية –مصر دار : دار المعرفة الجامعية،صفحة 31.بتصرف.

[2] عبد العزيز طريح شرف،كتاب المقدمات في الجغرافيا المناخية ،الإسكندرية-مصر:مركز الإسكندرية ،صفحة 239.بتصرف.

[3]محمد سميح عافية (1994 وعلوم القران كتاب) وعلوم الأرض (الطبعة الأولى) ،مصر:الزهراء للإعلام العربي ،صفحة 37-39.بتصرف.

[4]محمد محمود محمودين ،طه عثمان الفراء ،كتاب المدخل إلى علم الجغرافيا والبيئة(الطبعة الرابعة) ،دار المريخ،صفحة 254-256

[5]عبدالعزيزطريح شرف ،كتاب المقدمات في الجغرافيا الطبيعة،الإسكندرية –مصر مركز الإسكندرية ،صفحة242.بتصرف.

[6]محمد سميح عافية (1994) ،كتاب القران وعلوم الأرض(الطبعة الأولى) مصر :الزهراء للإعلام العربي ،صفحة33-34.بتصرف.

[7]عبد العزيز طريح،كتاب المقدمات في الخغرافيا الطبيعية-امصر:مركز الإسكندرية صفحة 242-244

[8]محمدسميح عافية (1994) كتاب القران وعلوم الأرض)الأول الطبعة(،مصر :الزهراء للإعلام العربي صفحة 36-37 بتصرف

[9]بواسطة محمد القليصي9 فيفري 2013الوحدة الرابعة للمناخ والمياه

[10] Boudehane Aicha , Etude et caractérisation de la pollution atmosphérique de la région de Ouargla Thèse de doctorat Univ Ouargla 2017

[11] Albinet, A.. Optimisation de la technique des chambres à brouillard et évaluation d'une méthode d'analyse élémentaire par ICP-OES. Grenoble, LGGE-Université J.Fourier: 57, 2002.

[12] Amels, P., H. Elias, U. Götz, U. Steinges and K. J. Wannowius Kinetic investigation of the stability of peroxonitric acid and of its reaction with sulfur (IV) in aqueous solution. Heterogeneous and Liquid Phase Processes. P. Warneck. Berlin, Springer. 2: 77-88, 1996.

[13]Anderson, T. L., R. J. Charlson and D. S. Covert Calibration of a counterflow virtual impactor at aerodynamic diameters from 1 to 15 μm. *Aerosol Sci. Technol.* 19: 317-329.1993.

[14] Lockwood, J.G., 1979 "Cause of climate" Winston and sons, Edward Arnold, London.

[15] Sellers, H.N., and Robinson, P.J., 1986, "Contemporary Climatology" Longman Scientific

[16] Mather, J.R., 1974 "Climatology: Fundamentals And Applications" McGraw-Hill book Com.

[17] M.Carnes etal (2009) AStablet et raalky complese of Nickel (IV. "(angewandte chemie International Edition 3384.48doi M0.1002 anie 200804435

[18] S.Pfirmaim etal (2009) Abinuclear Nickel(I)Dinitrogen complese andits Reduction in single –Electron Steps .''Angewandte chemie international Edition 483357 doi 10.1002anie 20008058262.

[19]ريز- ميلفورد ترجمة يحي عبد الحميد الحاج علي ,رحمان رستم عبد الله ,أسياسيات النظرية الكهرومغناطيسية .

[20]http://mawdoo3.com /بحث عن تلوث الغلاف الجوي.

[21] http://mawdoo3.comمظاهرتلوثالغلافالجوي./.

[22] http://mawdoo3.comللمحافظة على سلامة الغلاف الجوي/ التدابيرالوقائية

[23]. http://mawdoo3.com/ الجويماهي أهمية الغلاف

[24] .George Gore (1878 .(*The Art of Scientific Discovery: Or, The General Conditions and Methods of Research in Physics and Chemistry* .Longmans, Green, and Co.179 صفحة .

[25] .Brian Bowers (2001 .(*Sir Charles Wheatstone FRS: 1802-1875*2 الطبعة) nd). IET .208–207 صفحة .ISBN.9780852961032

[26]. تحليل الأطياف الذرية، جامعة أم القرى

.http://www.enysca. blogs.com [27]

[28]وليد مصطفى ،مقدمة في الفيزياء البلازما ،يونيو 2006،سلطنة عمان.

[29] تقنيات الليزر واستخداماته، د.يوسف مولود حسن صالح مصطفى الأتروشي،كلية الهندسة جامعة دهوك .طبعة (1)2008.

[30] الليزر وأسسه واستخدماته ،صالح مصطفى الأتروشي رياض وديع ،كلية الهندسة جامعة دهوك طبعة (1)2008.

[31] الليزر وتطبيقاته د.سعود بن حميد الليحاني ،جامعة أم القرى.

[32] فيزياء الليزر وتطبيقاته .د.محمد الكوسا:أستاذ مساعد في قسم الفيزياء جامعة دمشق (2005 -2006) .

[33]الليزرات تأليف :بيلا ا.لكلا جامعة فرنالدو ،ترجمة فاروق عبودي قصير ،جامعة الموصل (1984م-1403هـ)

[34] Sparkman, O. David (2000 .(*Mass spectrometry desk referenc* .Pittsburgh: Global View Pub .ISBN.3-2-9660813-0

[35] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pccompound

[36] دورة تدريبية حول محاكاة مونتي كارلو لعملية القياس الاشعاعي المطيافي بهدف المعايرة واصلاح كفاءة القياس8- 2015/6/12 تونس

[37] Boudehane Aicha , Etude et caractérisation de la pollution atmosphérique de la région de Ouargla Thèse de doctorat Univ Ouargla 2017

الملخص:

تمكنا خلال هذا العمل من تحديد بعض المركبات العضوية المتواجدة بالهواء انطلاقا من تحليل الاطياف الناتجة عن المطياف الكتلي كما تمكنا و انطلاقا من برنامج عددي إلى استنتاج الاطياف الذرية المتوقع الحصول عليها بواسطة التحليل الطيفي LIBS للمركبات العضوية الموجودة في الهواء.كما بينت النتائج أن العينة التي تم تحليلها تحوي مركبNonylphenol-4 و كذا المركبBenzyl butyl

الكلمات المفتاحية : الغلاف الجوي / التحليل الطيفي/تحليل الطيفي LIBS / تحليل الطيف الكتلي.

Résumé:

Dans ce travail, nous avons identifié certains des composés organiques dans l'air à partir de l'analyse de la spectroscopie du spectromètre de masse. A partir d'un programme numérique, nous avons pu conclure les spectres spectraux obtenus par la spectroscopie LIBS des composés organiques présents dans l'air. Leur analyse contient un composé 4 nonylphénol et un tel composé benzyle butyle

***Mots clés**:* Atmosphère / Spectroscopie / Spectroscopie LIBS / Spectrométrie de masse.

Abstract :

In this work, we identified some of the organic compounds in the air from the analysis of the mass spectrometer spectroscopy. From a numerical program we were able to conclude the spectral spectra obtained by the LIBS spectroscopy of organic compounds present in the air. Their analysis contains a compound-4 Nonylphenol and such a compound Benzyl butyl

Keywords: Atmosphere / Spectroscopy / Spectroscopy LIBS / Spectroscopy Mass.