جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة المثنى
كلية العلوم/ قسم الفيزياء

الليزر وتطبيقاته كمتحسس للتلوث البيئي

تقدمت به كل من الطالبة

آيه جاسم محمد
حنين حسن عباس
حوراء سعيد فضالة

إلى مجلس كلية العلوم / قسم الفيزياء

وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في علوم الفيزياء

بأشراف

أ.م.د. موفق فاضل

1443 هـ 2022 م

بسم الله الرحمن الرحيم

(وأنزلنا الحديد فيه بأس شديد

ومنافع للناس)

﴿ 25 سورة الحديد ﴾

صدق الله العلي العظيم

الاهداء

إلى صاحب السيره العطره، والفكر آلَمَسِتُّنِيَر الى مولاي صاحب الزمان

وإلى والدي الذين لم يتهاونوا يوماً في توفير سبيل الخير والسعاده لي

إلى اخوتي واخواتي الذين كان لهم بالغ الاثر في تذليل كثير من العقبات والصعوبات

الى زوجي الذي ساندني طوال مسيرتي الدراسيه

وإلى جميع اساتذتي الكرام؛ ممن لم يتوانوا في مد يد العون لي

اهدي أليكم بحثي.....

الشكر والتقدير

قال رسول الله (ص) من لايشكر الناس لا يشكره الله

الشكر والثناء لله عزوجل أولا على نعمة الصبر والقدرة على انجاز العمل ونتقدم بالشكر والتقدير الى استاذنا الفاضل الدكتور (موفق فاضل) الذي تفضل بإشرافه على هذا البحث ولكل ما قدمه لنا من دعم وتوجيه وارشاد لاتمام هذا العمل على ما هو عليه فله اسمى عبارات الثناء والتقدير وشكرا على جهوده المبذولة ومشاركته الفعالة .

قائمة المحتويات

ت	الموضوع	الصفحة
	الآية القرآنية	أ
	الاهداء	ب
	الشكر والعرفان	ج
	قائمة المحتويات	د
	الخلاصة	1
	الهدف من البحث	1
	الفصل الاول : الليزر ومكوناته وانواعه	2
1.1	المقدمة	3
1.2	استخدامات الليزر	3
1.3	مكونات منظومة الليزر	4
1.4	مواصفات عدسة الشعاع الخارج	5
1.5	انواع الليزر	5
1.6	استخدامات الليزر	6
1.7	مزايا الليزر	6
1.8	تطبيقات الليزر	7-17
	الفصل الثاني : تقنيات الليزر في التلوث	
2.1	المقدمة	19
2.2	تلوث الهواء	19
2.3	طبيعة تلوث الهواء	19
2.4	ملوثات الهوء	21
2.5	التلوث الطبيعي	26
2.6	التلوث الصناعي	26
2.7	آثار تلوث الهواء على صحة الانسان	28
	الفصل الثالث: تحسس التلوث بإستخدام الليزر	
3.1	المقدمة	29
3.2	المبدأ	30
3.3	الاستشعار عن بعد بالليزر	34
3.4	الكشف عن الملوثات بواسطة الليزر	36
	الخاتمة	49
	الاستنتاجات	40
	المصادر	41-43

قائمة الاشكال والمخططات

ت	الشكل	الصفحة
1	**شكل رقم (1) يوضح اجزاء الليزر**	**4**
2	**شكل رقم (2) يوضح جهاز الليزر المستخدم في الصناعة**	**9**
3	**شكل رقم (3) يوضح تكنولوجيا الليزر في التطبيقات العسكرية**	**11**
4	**شكل رقم (4) يوضح تكنولوجيا الليزر في القذف**	**12**
5	**شكل رقم (4) يوضح اهم الاثار الصحية على جسم الانسان .**	**27**

الخلاصة :

تناولنا في بحثا الموسوم " الليزر وتطبيقاته كمتحسس للتلوث البيئي " مفهوم موضوع الليزر وتطبيقه كمتحسس للبيئة وعليه فقد قمنا بتقسيم البحث الى ثلاث فصول كان الفصل الاول يتناول موضوع الليزر ومفهومه العام ومكونات الليزر بالاضافة الى اونواعه واستخداماته وتطبيقات الليزر المختلفة . والفصل الثاني تناول موضوع تقنيات الليزر المستخدمة في التلوث وماهي طبيعة التلوث وبالخصوص تلوث الهواء أما الفصل الثالث فكان بعنوان تحسس التلوث بإستخدام الليزرفقد تم توضيح مبدأ عمل الليزر واكيف يتم الاستشعار بواسطة الليزر .

الهدف من البحث :

1- التعرف على إشعاع الليزر ومكوناته وأنواعه وأستخداماته .

2- بيان مدى فاعلية إشعاع الليزر في التحسس البيئي .

الفصل الاول

الليزر ومكوناته

وأنواعه

1.1 المقدمة :

يستخدم الليزر أشعة ضوئية احادية الطول الموجي أي لها نفس طول الموجة وهي تتولد في أنواع معينة من البلورات النقية. ويعمل جهاز الليزر على تسوية طور الموجات الضوئية بحيث تكون جميعها في نفس الطور، فتشتد طاقتها. يبين الشكل المجاور الموجات الضوئية التي هي في نفس الطور، فيحدث ما يسمى في الفيزياء تداخل بناء للموجات الضوئية.

ويمكن تشبيه نبضة شعاع الليزر بالكتيبة العسكرية حيث يتقدم جميع العسكر بخطوات متوافقة منتظمة. وبينما يشع المصباح عادي الضوء في موجات ضوئية مبعثرة غير منتظمة فلا يكون لها طاقة الليزر، فتكون كالناس في الشارع كل منهم له اتجاه غير الآخر. ولكن باستخدام لبلورات من مواد مناسبة (مثل الياقوت الأحمر) عالية النقاوة يمكن تحفيز إنتاجها لأشعة ضوئية من لون واحد (أي ذو طول موجة واحدة) وكذلك تكون في طور موجي واحد. عندئذ تتطابق الموجات على بعضها البعض - عن طريق انعكاسها عدة مرات بين مرآتين داخل بلورة الليزر فتصبح كالعسكر في الكتيبة - فتنتظم الموجات وتتداخل تداخلا بناء وتخرج من الجهاز بالطاقة الكبيرة المرغوب فيها.[1]

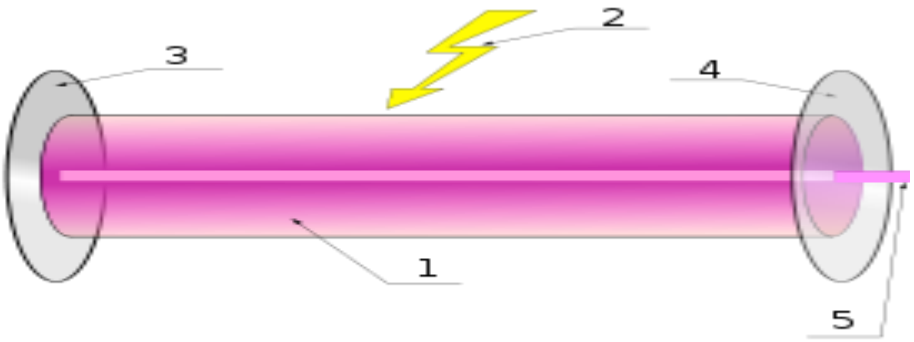
1.2 إستخدامات الليزر

ويستخدم ضوء الليزر في تطبيقات متنوعة نظرًا لما يتميز بها من خواص. فبعض أنواع الليزرات، على سبيل المثال، تستخدم في الموسيقى وقراءة شفرات الأسعار وقطْع الفلزات ولحمها ونقل المعلومات. وبالإضافة إلى ذلك، توجه الليزرات الصواريخ إلى أهدافها، وتعالج العيون، وتنتج عروضًا ضوئية مثيرة، كما تستخدم في رص جدران وأسقف المباني وفي طباعة الوثائق. وتستطيع بعض الليزرات تتبع أقل حركة تحدث للقارات .

وتتفاوت الليزرات في الحجم، حيث يبلغ طول نوع من الليزر عدة أمتار ، بينما لا يزيد حجم نوع آخر عن حجم حبة الملح[2].

1.3 مكونات منظومة الليزر:

1- Active laser medium
2- Laser pumping energy
3- High reflector
4- Output coupler
5- Laser beam



شكل رقم (1) : يوضح أجزاء الليزر

هذا شكل يوضح أجزاء جهاز الليزر . الوسط المنتج لشعاع الليزر . طاقة كهربائية لتحفيز الوسط على أصدار الموجات الضوئية . وعاكس للضوء عال الأداء. وعدسة خروج الشعاع وقد تكون مستوية أوعدسة مقعرة. شعاع الليزر الناتج .

ويعمل جهاز الليزر على انعكاس الضوء ذو لون واحد، أي ذو طول موجة واحدة بين المرآة الخلفية والعدسة . ويتم ذلك بتحفيز الوسط على انتاج ذلك اللون من الضوء وهي خاصية من خصائص الوسط . وبعد انعكاس شعاع الضوء داخل الوسط عدة مرات نصل إلى وضع اتزان بين عدد الاشعة المتجمعة في الوسط والتي تتميز بانتظام (خطوة) الأشعة عن طريق الانعكاس المتعدد . وبين الشعاع الخارج [3] .

1.4 مواصفات عدسة الشعاع الخارج أهميتين :

1.4.1 نصف قطر الانحناء:

قد يكون سطح العدسة الداخلي مستويا أو مقعرا وذلك بحسب الغرض المرغوب فيه .ويطلى السطح الداخلى للعدسة بطلاء فضي نصف عاكس حتى يستطيع شعاع الليزر الخروج من الوسط إلى الخارج . وإذا كانت هناك رغبة في تجميع الشعاع الخارج وتركيزة في بؤرة يكون السطح الخارجي للعدسة مقعرا .كما يـطلى السطح الخارجي بطلاء يمنع الانعكاس ، لكي يتيح خروج شعاع الليزر الناتج من دون فاقد .

1.4.2 معامل انعكاس العدسة:

يعتمد عدد الانعكاسات لأشعة الضوء المتراكمة داخل الوسط على نوع الوسط المستخدم . ففي ليزر الهيليوم-نيون نحتاج إلى درجة انعكاس للمرآة بنسبة 99 % لكي يعمل الجهاز . وأما في حالة ليزر النيتروجين فلا حاجة للانعكاس الداخلي (درجة انعكاس 0 %) حيث أن ليزر النيتروجين يتميز بدرجة فائقة عل انتاج الأشعة. ومن جهة أخرى تعتمد خواص العدسة المتعلقة بانعكاس الضوء على طول موجة الضوء . ولهذا يُعطي للخواص الضوئية للعدسة عناية خاصة عند تصميم جهازا لليزر .[4]

1.5 أنواع الليزر

1- ليزر الغاز (CO2 laser,Excimer LASER)
2- ليزر السائل (liquid Laser)
3- ليزر اشباه الموصلات (Semiconductor LASER)
4- ليزر الحالة الصلبة (نيوديميوم ياغ Neodymium-YAG LASER)

1.6استخدامات الليزر

يستخدم الليزر حاليا في مجالات متعددة كاستعمالها في الأقراص المدمجة وفي صناعة الإلكترونيات وقياس المسافات بدقة -خاصة أبعاد الأجسام الفضائية- وفي الإتصالات. كما تستخدم أشعة الليزر في معالجة بعض أمراض العيون حيث يتم تسليط أشعة ليزر عالية الطاقة على شكل ومضات في نقطة معينة في العين لزمن قصير -أقل من ثانية-. ومن أمراض العيون التي يستخدم فيها الليزر.

كما يستخدم الليزر في العمليات الجراحية مثل جراحة المخ والقلب والأوعية الدموية والجراحة العامة. في عام 1960 اخترع جهاز الليزر الذي يطلق الاشعة وحيدة اللون والاتجاه ويمكن ان تتركز بدرجة عالية بوساطة عدسة محدبة . كما ان هناك الكثير من المواد القادرة على اطلاق اشعة الليزر منها المتجمدة (الياقوت الاحمر و زجاج النيوديميوم) ،والغازية(الهيليوم والنيون والزينون) مواد شبه موصلة (زرنيخ، الجاليوم و انتيمون الانديوم) [5].

1.7 مزايا الليزر

1.7.1 الاتجاهية

تنتج هذه الصفة مباشرة من حقيقة توضّع الوسط الفعال ضمن مجاوب ضوئي مكون من مرايا مستوية مثلاً، يكون اتجاه انتشار الأشعة محدداً وفق محور المجاوب أو قريباً منه. ويكون التباعد صغيراً جداً مقارنة مع المصادر الأخرى المعروفة مما يسمح بنقل الطاقة إلى مسافات بعيدة.[6]

1.7.2 الشدّة

تنجم أشعة الليزر عن تضخيم متزايد لفوتونات واردة متطابقة تقريباً، فلا يوجد فرق في الطور بينها يؤدي لتداخل هدّام، بل يوجد تراكم للطاقة وشدة تتناسب مع عدد الفوتونات. يسمح هذا التراكم بالحصول على شدة ضوئية في واحدة السطح قادرة على صهر أقسى المواد.

1.7.3 وحيد اللون

يُصدر الليزر أشعة لها التواتر نفسه تقريباً ضمن مجال طيفي ضيق جداً يفرضه نمط المجاوب الضوئي. ينجم عن ذلك ضوء على درجة عالية من النقاء الطيفي المحدد بعرض مجال أقل بمليون مرة من عرض الخط الطيفي للإصدار التلقائي الموافق.

1.7.4 الترابط الزماني والمكاني

يلخص مصطلح الترابط الزماني أن فرق الطور في أي نقطة من الحقل الكهرطيسي الموافق للإشعاع الليزري بين لحظة t ولحظة $\tau + t$ يبقى ثابتاً في أي لحظة من الزمن t فيقال: هناك ترابط للموجة على زمن τ. أما الترابط المكاني المثالي فيعني أن فرق الطور في أي لحظة من الزمن بين نقطتين من صدر الموجة يبقى معدوماً. وأشعة الليزر على درجة كبيرة من الترابط الزماني والمكاني؛ وهذا يعطيها الخواص الفريدة التي تسمح باستخدامها في مختلف التطبيقات.

1.8 تطبيقات الليزر

الليزر أداة مهمة في البحث العلمي، فقد أتاح الإشعاع الليزري معرفة أفضل لظواهر مثل الانتثار والانعراج كما أتاح تحسين القياسات الطيفية. يستخدم الليزر لفصل نظائر اليورانيوم وللقياسات الدقيقة وفي الاتصالات وفي التركيب الضوئي وفي الصناعة الميكانيكية في اللحام والقص وكذلك في صنع الأخيلة المجسمة (الهولوغرافية) وفي المعلوميات وفي قراءة الأقراص المدمجة الرقمية.[7]

1.8.1 التطبيقات الطبية

يتقدم استخدام الليزر في الطب باستمرار؛ ليصبح وسيلة فعّالة بامتياز للعديد من التخصصات الطبية. ففي طب العيون يعدّ وسيلة فريدة لمعالجة الأمراض داخل العين كانفصام الشبكية أو النزيف الداخلي، وكذلك يستخدم بفعّالية كبيرة لتصحيح عيوب البصر وأمراض الزرق والسّاد وغيرها. وفي الجراحة يستخدم مبضعاً من دون تلامس مما يحقق تعقيماً نموذجياً وتخثيراً للدم

يقلل النزيف كثيرًا. وفي المعالجات الجلدية أثبت فعالية كبيرة لمعالجة الوحمات وبعض الأمراض الجلدية ونزع الشعر. تتفاعل أشعة الليزر مع الأنسجة الحيوية بعدة مظاهر، منها:

أ- الفعل الحراري : ينجم عن امتصاص الأنسجة للطاقة المحمولة بالحزمة الليزرية وتبددها الموضعي على شكل حرارة، يؤدي إلى تخثر الخلايا أو حرقها أو تبخيرها، تبعاً لكثافة الطاقة السطحية الساقطة وتبعاً لطيف الامتصاص للأنسجة الحيوية المختلفة يتحدد عمق التفاعل.[8]

من أجل التبخير يعد ليزر ثنائي أكسيد الكربون CO2 هو الأفضل، ومن أجل التخثر السطحي هناك ليزر غاز الأرغون Ar+، أما من أجل التخثر الحجمي فيستخدم ليزر النيوديميوم: Nd:YAG

ب - فعل الامتصاص الانتقائي: تمتص بعض الأعضاء الحيوية - ونتيجة لتركيبتها الكيمياوية - شكلاً انتقائياً واحداً أو أكثر من الأطوال الموجية في الطيف الكهرطيسي. وهكذا إذا شُعِّعت هذه الأعضاء بليزر ذي طول موجي يوافق قمة الامتصاص لبعض المركبات؛ فإنه يمكن تدمير هذه المركبات الموجودة في الخلية، من دون تدمير الخلية وهذا أحد مجالات الأبحاث للقضاء على الخلايا السرطانية .

ج- فعل الحقل الكهرومغناطيسي: تبلغ شدة الحقل الكهرطيسي في نبضة الليزر نحو 10 7 إلى 10 12 فولت/م، في حين شدة الحقل الكهربائي الذي يربط الإلكترونات السطحية مع النواة هو من مرتبة 10 8 إلى 10 12 فولت/م؛ لذلك من الممكن أن يتم تأيين الذرات وتخريب الروابط العضوية للجزيئات وظهور الجذور الحرة. كما أن شدة الحقل الكهرطيسي يمكن أن تؤثر في الثوابت الفيزيائية للوسط، مثل الناقلية وثابت العازلية واستقطاب أغشية الخلايا؛ وهذا يؤدي إلى فوضى في التبادل الأيوني عبر جدار الخلايا العضوية. يحدث هذا في حالة النبضات القصيرة جداً من مرتبة النانو ثانية أو البيكو ثانية، تكون شدة الحقل الكهرطيسي في نقطة المحرق كبيرة جداً بحيث يخلق الحقل بلازماplasma موضعية تكون درجة الحرارة الموضعية والضغط فيها شديدين جداً، ويؤدي تمدد هذه البلازما إلى خلق موجة صدم ميكانيكية تؤثر في الخلايا.[9]

د- فعل القشط الإشعاعي photo-ablatives: تعتمد ليزرات الأكسايمر المستخدمة في الجراحة العينية هذا الفعل حيث إن البروتينات تمتص كثيراً الأشعة فوق البنفسجية UV، فإذا كانت شدة الإشعاع فوق البنفسجي من مرتبة 10 8 W/cm2 فإن هذا الامتصاص يؤدي إلى تحطيم الروابط العضوية بالفعل الضوئي للسلاسل البوليميرية المكونة للمادة الحية مع تدافع إلكترونى بين الأجزاء، وتكون هذه الأجزاء من مرتبة 3-5 µm. هذا القشط نظيف يشفى بسرعة كبيرة[10].

1.8.2 في الصناعة

عندما يجري تحفيز جهاز الليزر بوساطة الكهرباء ترتفع طاقة ذراتها من المستوى الادنى إلى المستوى الاعلى ،وتعاود الانخفاض إلى مستوى الطاقة الادنى مرورا بالمستوى الأوسط نتيجة عدم استقرار الجسيمات الواقعة في مسار الطاقة ، عندها تنبعث الفوتونات التي تعطي رنينا في جهاز الليزر وتخرج من الجهاز بطاقة كبيرة وصلت اقصى ما وصلت اليه 1700 مليون ميجاواط ويتم التفاعل في ثلاثة على عشرة ملايين ثانية وضغطها مليون وخمسين الف كيلو جرام على السنتيمتر المربع ودرجة الحرارة بين 100-200 الف درجة . ويأمل العلماء بإستعمال تلك الطريقة في التوصل إلى الإندماج النووي للعناصر الخفيفة مثل الهيدروجين الثقيل و التريتيوم و الليثيوم بغرض إنتاج الطاقة الكهربائية [11].

شكل رقم (2) : يوضح جهاز الليزر المستخدم في الصناعة .

وتستخدم أنواع من أجهزة الليزر كالموصوفة أعلاه ولكن تعمل بطاقات أقل ، تصل حرارتها إلى بين 1000 و 1800 درجة مئوية في الصناعة في قطع ألواح الصلب ، قد يصل سمك اللوح منها 3 سنتيمتر . وميزتها أنها تقطع بدقة متناهية حيث يُوجه جهاز الليزر بوساطة الحاسوب .

ومن استخدامات الليزر لحام المواد الصلبة والنشطة والمواد التي تتمتع بدرجة انصهار عالية مع امتيازها بدقة التصنيع بسبب اطلاقها لحزمة كثيفة ضيقة مركزة ، كما تستطيع أشعة الليزر فتح ثقب قطره 5 ميكرومتر خلال 200 ميكروثانية في أشد مواد المعمورة صلابة (الماس والياقوت الاحمر والتيتانيوم) وبفضل قصر مدة التصنيع لا يحدث اي تغير في طبيعة المادة.

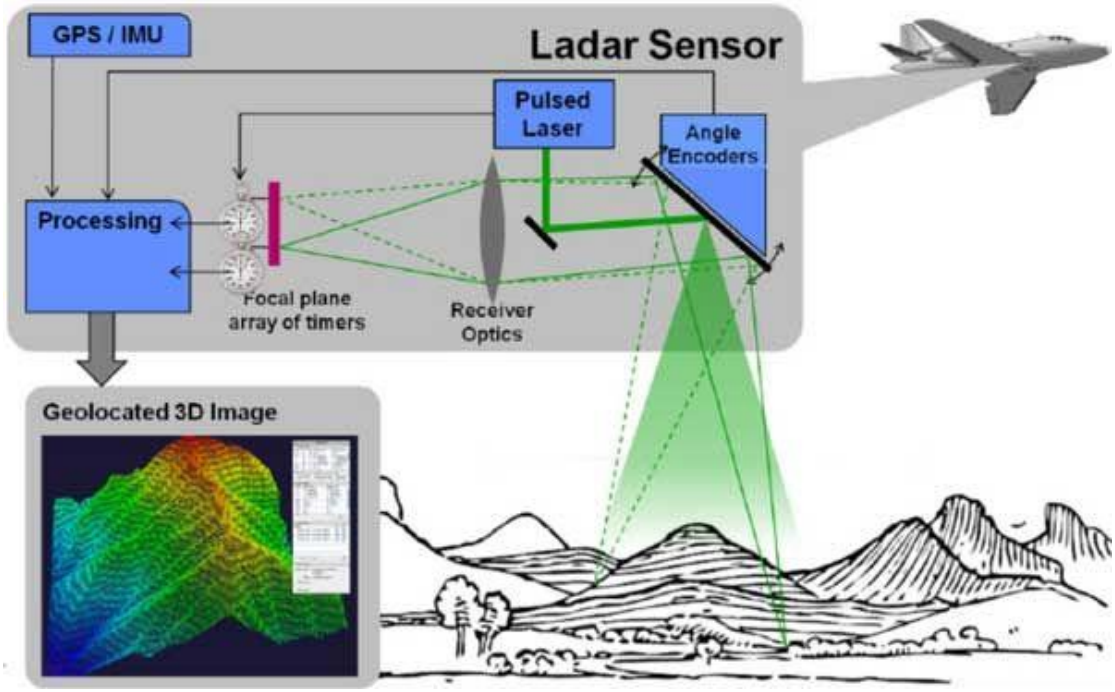
كما لها استخدام مهم اخر وهو قياس المسافات بدقة متناهية ، سواء المسافات القصيرة أو الطويلة . وأشعة الليزر تستطيع قياس عشرة امتار دون إحداث خطأ يتجاوز واحد على عشرة الاف من المتر .كما استخدمت أشعة الليزر في تحديد بعد القمر عن الأرض . وقد تم ذلك في في السبعينبات حيث وضع رواد الفضاء على القمر مرآة لعكس الليزر عند سقوطه عليها ، وبعد ذلك وُجه شعاع ليزر من الأرض إلى القمر وبانعكاسه على المرآة على سطح القمر وعودته إلى الأرض أستطاع العلماء حساب بعد القمر عن الأرض بدقة لم يتوصلوا إليها من قبل .[12]

وهي تستخدم أيضا في تحديد الأهداف بدقة بالغة جدا، حيث ان كان الهدف على مسافة 20 كم ووجهنا شعاع ليزر فسوف ينحصر مقطع الشعاع في دائرة ضوئية قطرها 7 سم فقط . وإذا أطلقت إلى القمر فسيكون قطر الدائرة المشكلة 3,2 كم فقط.

وتجري في أمريكا أبحاثا هائلة لاستخدام الليزر ذو طاقة عالية جدا لتدمير الصواريخ المعادية عالياً في الفضاء قبل وصولها إلى أمريكا ، واستطاعوا تحقيق بعض النجاح على هذا الطريق ولكن الأبحاث لا زالت مستمرة ،أولا لإتقان هذه التكنولوجيا الجديدة ، ثم بناء شبكة عظمي لإكتشاف الصواريخ المعادية حين انطلاقها ، ويتبع ذلك توجيه أجهزة الليزر القوي (أو سلاح الليزر) على الصاروخ المعادي لتدميره في الفضاء ، وتتضمن هذه التكنولوجيا أيضا استخدام الإقمار الصناعية وقيامها بدور في هذا النطاق . وقد رصدت الولايات المتحدة اموالا باهظة لإحداث تقدم في هذا المشروع .

1.8.3 تطبيقات الليزر العسكرية

يستخدم الليزر في كثير من المجالات العسكرية، فقد استخدم منذ اختراعه حتى اليوم قائساً للمسافة؛ وفي الاتصالات حيث يمكن تحميل كثير من المكالمات على حزمة ضوئية؛ كذلك يستخدم مقلد سلاح في المناورات الحربية وللتدريب على الرمي. أما الرادار الليزري LIDAR إضافة إلى إمكانية عمله راداراً تقليدياً فيمكن استخدامه في كشف عناصر الحرب الكيمياوية والبيولوجية، وتوجد أنواع عديدة منه. يوجد كذلك كثير من التطبيقات العسكرية الأخرى، من أهمها:



شكل رقم (3) :تكنولوجيا الليزر في التطبيقات العسكريه .

- **أنظمة قيادة القذائف وتوجيهها ليزرياً:** باستخدام الليزر يمكن توجيه مقذوفات مختلفة من صواريخ و قنابل إلى الهدف بالاعتماد على مبادئ مختلفة؛ منها الإنارة والحزمة الموجهة.

شكل رقم (4) : تكنولوجيا الليزر في القذائف .

1- الإنارة بالليزر

المبدأ هو قيادة قذيفة نحو هدف معلّم بحزمة ليزريّة، يمكن أن تكون القذيفة صاروخاً بتوجيه ذاتي أو قنابل ذكية أو قذائف موجهة. يوجد المرسل الليزري على حامل القذيفة أو غيره، مثلاً الطائرة نفسها تكون حاملة للمرسل الليزري، وتحمل القذيفة الموجهة بالليزر، أو أن المرسل الليزري موجود على طائرة استطلاع أو مع مراقب متقدم يمكن أن يعلّم هدفاً بحزمة ليزرية؛ لكي يضرب من طائرة مهاجمة أخرى.

الغاية من تعليم الأهداف بالليزر هي زيادة احتمال الإصابة في النهاية؛ لأن القذائف الكلاسيكية - مثل القنابل والصواريخ - يمكن أن تنحرف عن المسار المطلوب تحت تأثير عوامل عديدة، مثل سرعة الريح واتجاه المتغيرتين خلال مسار القذيفة، وقد يكون من الصعب أخذ هذه العوامل في الحسبان في حاسب منصّة الإطلاق. يترجم الجهل بهذه العوامل بتبعثر عشوائي لمسقط القذائف حول الهدف؛ ولكن يكون التوجيه بالإنارة الليزرية سواء للقنابل أم للصواريخ دقيقاً جداً.[13]

2- الحزمة الموجّه

يوضع الليزر في هذه الحالة على منصة الإطلاق للقذيفة، ويصدر حزمة ليزرية باتجاه الهدف ذات تباعد يمكن التحكم به. في لحظة الإطلاق تكون الحزمة الليزرية ذات تباعد كبير لكي تدخل القذيفة ضمن مخروط الحزمة بسرعة. يتوضع الكاشف في هذه الحالة في مؤخرة القذيفة بوضع هندسي معين بشكل يسمح بتعيين موقعها ضمن الحزمة دوماً؛ وبذلك التوجه الذاتي نحو الهدف. عندما تقترب القذيفة من الهدف يتناقص تباعد الحزمة الليزرية؛ ولكن مع بقائها موجهة بدقة نحو الهدف.

طورت الصواريخ المضادة للدروع، والصواريخ جو- أرض، والصواريخ أرض - جو المحمولة على الحزمة الليزرية. من محاسن هذه الأنظمة أن قيادة الصاروخ تتم بالمتابعة عبر مؤخرة الصاروخ وباستخدام حزمة ليزرية ضيقة مكانياً وطيفياً. وهذا ما يجعل من الصعوبة القصوى التشويش على القذائف الموجهة بهذه الطريقة.[14]

3- السلاح الليزري

يمكن استخدام الليزر في تحييد الأهداف أو تدميرها بإعماء الحساسات الإلكتروبصرية الموجودة في الأهداف أو ضربها أو إعطاب بعض الأجزاء الميكانيكية فيها. الليزرات المستخدمة إما صلبة أو غازية (CO_2) أو كيمياوية (HF, DF) ,COIL. بعض النظم الليزرية المستخدمة في الإعماء موجودة، وتخدم في بعض الجيوش، ولكن النظم التدميرية مازالت في طور البحث والتطوير، ويمكن أن تخدم الجيوش البرية والبحرية والجويّة.

وتتجه البحوث اليوم نحو سلاح ليزري ذي استطاعة عالية جداً قاعدته في الفضاء الخارجي قادر على تدمير الصواريخ البالستية العابرة للقارات منذ مرحلة إطلاقها. ويشكّل هذا الموضوع حجر الزاوية في البرنامج الأمريكي المسمى مبادرة الدفاع الاستراتيجي أو حرب النجوم[14].

1.8.4 تطبيقات أخرى

يمكن استخدام الليزر النبضي في الرادار الضوئي، أو ما يدعى الليدار LIDAR (Light Detection and Ranging)، حيث تقاس المسافة عن الهدف بمعرفة الزمن الذي تستغرقه النبضة الضوئية للوصول إليه، والعودة بعد انعكاسها عليه؛ مع أخذ سرعة انتشار الضوء المعروفة في الحسبان. وكلما قصر زمن النبضة ازدادت الدقة في تعيين موضع الهدف؛ لذلك يجري توليد نبضات ليزرية لا تتعدى مدتها بضعة نانو ثانية (جزء من مليار من الثانية). جرى قياس صدى الليدار المنعكس على عاكس مكون من عدة مواشير وضع على سطح القمر مع أول رحلة مأهولة إليه، ومن ثم أمكن قياس المسافة بين مرصاد فضائي على سطح الأرض والمرآة القمرية بخطأ لا يتجاوز عدة سنتيمترات. يمكن لقياسات متواقتة للمسافة بين هذه المرآة القمرية ومرصادين موجودين في منطقتين مختلفتين على سطح الأرض أن تقيس المسافة الدقيقة بين المرصادين. كما يمكن لسلسلة من هذه القياسات توفير معلومات عن المسافات بين القارات.

يمكن بتثبيت رادار ضوئي شاقولياً على طائرة إجراء مسح دقيق لإنشاءات على سطح الأرض، مثل مناسيب المدرجات في ملعب كرة قدم، أو شكل سقف بيت. كما يمكن استخدام النبضات المرتدة من الغبار أو حتى من جزيئات الهواء في طبقات الجو العليا من أجل قياس كثافة الهواء ورسم التيارات الهوائية، أو الكشف عن بعض الانبعاثات الغازية، أو وجود مواد ملوثة في الهواء.[15]

إن الترابط العالي للحزمة الليزرية، أو وجود علاقة واضحة بين اهتزازات الموجة الضوئية بين مختلف نقاط الحزمة، هو عنصر مهم في القياسات أو التطبيقات التي تعتمد على تداخل الحزم الضوئية. وإذا قسمت حزمة ضوئية إلى قسمين يسلكان طريقين مختلفين، ثم جمعا في منطقة واحدة؛ فإنهما يمكن أن يتوافقا في بعض نقاط الفضاء بحيث يعطيا شدة ضوئية كبيرة، أو يختلفا بحيث يُعدمان بعضهما بعضاً، وهذا ما يعطي شكل أهداب مضيئة وعاتمة تعرف باسم أهداب التداخل، ويوافق الانتقال بين هدب مضيء وهدب عاتم فرق في المسير الضوئي بين القسمين بقدر نصف طول الموجة. يدعى الجهاز الذي يستخدم هذه الطريقة بالمداخل الليزري laser interferometer، ويمكن بوساطته الكشف عن انتقالات صغيرة جداً. وباستخدام الليزر يمكن إنجاز هذه القياسات على مسافات كبيرة جداً. وتستخدم المداخلات الليزرية لقياس الانتقالات

الصغيرة في القشرة الأرضية على طول الفوالق الجيولوجية. وتستخدم هذه الأجهزة لمعايرة الخيوط الدقيقة، ولمراقبة منتجات الآلات المؤتمتة، ولفحص العناصر البصرية.[16]

تتميز بعض الليزرات بوحدانية لون عالية بحيث يمكن كشف تغيّر بسيط في تردد الموجة الضوئية (أو انزياح بسيط في اللون). يزداد تردد الضوء المنعكس عن جسم متحرك مقترباً من المنبع الليزري بمقدار يتعلق بسرعة هذا الجسم، وتعرف هذه الظاهرة باسم ظاهرة دوبلر Doppler effect. ومن أجل جسم يتحرك مبتعداً من المنبع الليزري يتناقص تردد الضوء المنعكس. إذا جمع على محس ضوئي جزء من الضوء الليزري الأصلي مع الضوء المنعكس ذي التردد المزاح؛ تتولد إشارة عن المحس الضوئي بتردد يعادل فرق التردد بين الضوءين. فيمكن بهذه الطريقة قياس سرعات صغيرة للأجسام المتحركة، وتستخدم لمراقبة تدفق الدم في الأوعية والشعيرات الدموية ، كما تستخدم لقياس سرعة السيارات.

مع توافر حزمات ليزرية بشدة كافية وترابط عال، وباستخدام التداخل الضوئي؛ أصبح من السهل تشكيل الهولوغرامات holograms التي تستخدم لتطوير طرائق تصويرية بحيث تشكل صوراً مجسمة ثلاثية الأبعاد للأجسام المصورة، ويوجد في العالم العديد من المتاحف الفنية التي تعرض صوراً مجسمة فريدة. وللهولوغرامات تطبيقات صناعية واسعة، فهي تسمح بالكشف عن تشوهات صغيرة لسطوح الأجسام، أو الكشف عن اهتزازات غير مرئية. كما أصبحت الهولوغرامات الرقيقة تستخدم عناصر بصرية في بعض الأجهزة البصرية بدلاً عن العدسات الزجاجية ، مختزلة بذلك حجم هذه الأجهزة ووزنها.[17]

تسمح صفة الترابط للحزمة الضوئية بإمكانية تركيزها على مساحات صغيرة جداً، أبعادها بحدود طول الموجة الضوئية، وذلك بوساطة عدسات تقليدية. ويسمح تركيز الحزم الضوئية المترابطة والناتجة عن بعض الليزرات ذات الاستطاعة المتوسطة أو العالية؛ يسمح بالحصول على شدات ضوئية عالية جداً (أي نسبة الاستطاعة إلى واحدة السطح). وغالباً ما تسمح الليزرات النبضية بتوليد نبضات ضوئية باستطاعة أكبر من الليزرات المستمرة، فإذا ركّزت هذه النبضات ينتج منها شدات هائلة[18].

يمكن لليزرات النبضية باستطاعات متوسطة أن تبخر مقادير صغيرة من أي مركب وحفر ثقوب ضيقة في أقسى المواد. فمثلاً يستخدم ليزر الياقوت من أجل ثقب الألماس ومن أجل تشكيل الحجارة المستخدمة في الساعات من مادة الياقوت.

مع الشدات الضوئية الكبيرة التي يمكن الحصول عليها أصبح الليزر يستخدم أيضاً في قصّ المواد ولحمها على أبعاد صغيرة. يمكن قص مقاومات كهربائية لإنجاز قيم دقيقة بإزالة أجزاء منها، كما يمكن تعديل الوصلات بين عناصر الدارات الإلكترونية الدقيقة في الدارات المتكاملة، وتستطيع نبضة ليزرية تبخير عينة من مركب لتحليله بوساطة أجهزة مناسبة. بهذه الطريقة يمكن تحليل عينات صغيرة للغاية دون التسبب بالتلوث[19].

إن سطوع الضوء الليزري ولونه الصافي وانتشاره المستقيم وفق اتجاه محدد يجعله مثالياً لإجراء تجارب انتثار الضوء، ويمكن تحديد حتى مقادير صغيرة من الضوء المنتثر مع تغيير طول الموجة أو تغيير الاتجاه. يُسبب نوع خاص من الانتثار الضوئي- معروف باسم انتثار رامان Raman Effect- انزياحاً بطول الموجة مميزاً للجزيئات الكيمياوية، يمكن بوساطته تحديد نوع هذه الجزيئات؛ ومعرفة تركيبها الكيميائي. بهذه الطريقة يمكن تحليل عينات صغيرة من غاز أو سائل أو صلب شفاف، كما يمكن قياس ملوثات موجودة في الجو وعلى مسافات بعيدة باستخدام انتثار رامان لضوء حزمة ليزرية.

تستخدم الحزم الليزرية في الاتصالات؛ لكون تردد الموجة الضوئية مرتفعاً جداً (بحدود 5 × 1410 هرتز من أجل الضوء المرئي)، ويمكن تعديل الشدة الضوئية لتحميلها إشارات معقدة. هذا، ويمكن لحزمة ليزرية واحدة أن تحمل من المعلومات بقدر ما تحمله جميع الأقنية الراديوية. ولكن يمكن للمطر أو الضباب أو الثلج أن يوقفها، أو يضعفها، أو يبعثرها؛ لذلك تحتاج الحزمة الليزرية أن تنتشر ضمن وسط محمي من أجل تحقيق اتصالات موثوقة على الأرض، فتستخدم الألياف البصرية optical fibers المصنوعة من الزجاج والمغلّفة بمواد حافظة من أجل هذا الغرض. ومنذ عام 1980 تستخدم مرشدات الموجة هذه بتزايد من أجل

الاتصالات على مسافات بعيدة جداً. وتستطيع الألياف البصرية نقل المعلومات بمعدل يفوق غيغا بايت في الثانية (Gbps أو 910 بايت في الثانية) ولمسافات تصل إلى مئات الكيلومترات أو آلافها، مثل خطوط النقل تحت المحيطات. هذا، وإن الليزرات المستخدمة مع الألياف البصرية هي ثنائيات ليزرية مصنوعة من أنصاف النواقل بأطوال موجات تحت الحمراء (1.55 ميكرومتر).[20]

تتكامل تقانة الليزر مع أنظمة التسجيل والقراءة للأقراص الليزرية CD(Compact Disc) أو DVD(Digital Versatile Disc)، يجري تسجيل المعطيات الرقمية بحفر سلسلة من الثقوب المجهرية- تسمى حفراً pits- بوساطة حزمة ليزرية على سطح غشاء معدني رقيق متوضع على سطح القرص. وبهذه الطريقة يُصنع قرص أساسي يجري نسخه بوساطة طريقة طباعة خاصة. عند قراءة القرص، ينعكس الضوء الليزري ذو الشدة الضعيفة نسبياً على سطح القرص؛ ليسقط على محس بصري مكون من ثنائي ضوئي photodiode. تختلف شدة الضوء المنعكس على سطح القرص في حال وجود حفرة عن عدم وجودها، وتدوّن هذه المعلومات الرقمية الثنائية بوساطة دارة المحس البصري. وفي حال كان مضمون القرص صوتاً أو «فيديو»؛ فإن الإشارات الرقمية تحول إلى إشارات تماثلية ترسل إلى مكبر الصوت، أو إلى الشاشة المرئية.

تستخدم الليزرات أيضاً في كثير من الطابعات الحاسوبية حيث توجّه منظومة من العناصر البصرية الحزمة الليزرية داخل الطابعة لرسم الصورة المراد طباعتها على أسطوانة كهرضوئية بدقة عالية (تولد شحنات كهربائية في المناطق المعرضة للضوء)، وتنقل الصور المرسومة على الأسطوانة إلى الورقة عن طريق التصوير الكهربائي الساكن، ثم تزال الشحنة الكهربائية من الأسطوانة لطباعة الصفحة التالية[21].

الفصل الثاني

تقنيات الليزر في التلوث

2.1 مقدمة :

التلوث هو إدخال الملوثات في البيئة الطبيعية التي تسبب تغيرًا سلبيًا. يمكن أن يتخذ التلوث شكل مواد كيميائية أوتلوث هوائي. غالبًا ما يُصنف التلوث على أنه تلوث من مصدر ثابت أو تلوث غير محدد المصدر. في عام 2015 ، قتل التلوث 9 ملايين شخص في جميع أنحاء العالم.

تشمل أشكال التلوث الرئيسية تلوث الهواء ، والتلوث الضوئي ، والقمامة ، والتلوث الضوضائي ، وتلوث البلاستيك ، وتلوث التربة ، والتلوث الإشعاعي ، والتلوث الحراري ، والتلوث البصري ، وتلوث المياه[22].

2.2 تلوث الهواء

يشكل التلوث الجوى خطرا جسيما على صحة الإنسان في جميع أنحاء العالم، وذلك بناء على التقييم البيئي الصادر عن برنامج البيئة التابع للأمم المتحدة (UNDP) ،فإن حوالي 900 مليون من سكان المدن، أغلبهم في الدول النامية معرضون لمستويات غير صحية من ثاني اكسيد الكربون. يعتبر الكربون الأسود من الملوثات الخطيرة والتي أصبحت منتشرة في الآونة الأخيرة في الهواء.

2.3 طبيعة التلوث في الهواء

يقسم التلوث بالنظر إلى طبيعته أو بالنظر إلى نوع المادة الملوثة إلى:

2.3.1 تلوث كيميائي

يُقصد بالتلوث الكيمائي التلوث بالمواد الكيميائية المصنعة مختبريا او الناتجة عن عدة مصانع المصنعة سواء تلك التي تتكون لتستخدم لأغراض خاصة كمواد التنظيف وزيوت السيارات أو تلك التي تُنتج كمخلفات جانبية لعملية الصناعة، وهذه المواد يُمكن أن تُلقَى في المجاري المائية أو أن تنتشر في الهواء مما يسبب تلوثاً بيئياً، وهذا النوع من التلوث ذو آثار خطيرة جداً على مختلف عناصر البيئة، وقد ظهرت آثار هذا النوع من التلوث بوضوح، في النصف الثاني من القرن العشرين نتيجة التقدم الصناعي الهائل الذي شهده خصوصاً في مجال الصناعات الكيميائية، وقد تصل آثار التلوث الكيميائي إلى الغذاء، عن طريق استخدام المواد الحافظة

والألوان والصبغات ومكسبات الطعم والرائحة في صناعة الأغذية، وقد ثبت بما لا يدع مجالاً للشك، دور هذه المواد في إحداث الأورام السرطانية الخبيثة[23].

يُعد الرصاص وكبريتيد الهيدروجين ومركبات الزئبق والكادميوم والزرنيخ ومركبات السيانيد والمبيدات الحشرية والأسمدة الكيماوية والنفط من أهم المواد الملوثة للبيئة الضارة بصحة الإنسان، وقد يحدث التلوث الكيماوي نتيجة الحوادث الصناعية في المصانع، نتيجة لعدم اتخاذ الاحتياطات اللازمة لمنع حدوث مثل هذا النوع من الحوادث، وقد لفتت الحوادث الصناعية أنظار العالم إلى التلوث الحادث بسببها، ودفعت الكثير من الهيئات والحكومات إلى الاهتمام بضرورة وضع برنامج دولي يتضمن وضع أنظمة آمنة ومحكمة، تتعلق بتصنيع المواد الكيميائية، وطرائق نقلها وتخزينها، وفرض رقابة دائمة عليها حفاظاً على حياة العاملين في هذه المصانع، وحفاظاً على البيئة المحيطة بهذه الصناعات[24].

2.3.2 مصادر تلوث الهواء

تشير مصادر تلوث الهواء إلى المواقع والأنشطة والعوامل المختلفة المسؤولة عن تسرب المواد الملوثة إلى الغلاف الجوي. ويمكن تصنيف هذه المصادر إلى نوعين رئيسيين:

1- المصادر البشرية (أي المتعلقة بالنشاط البشري) وترتبط معظم هذه الأنشطة باحتراق الأنواع المختلفة من الوقود.
2- المصادر الثابتة والتي تشتمل على مداخن محطات توليد الطاقة الكهربائية، المنشآت الصناعية (المصانع) ومحارق القمامة، بالإضافة إلى الأفران والأنواع الأخرى المستخدمة في حرق الوقود.

المصادر المتحركة والتي تشتمل على محركات السيارات والمركبات البحرية والطائرات، وذلك بالإضافة إلى تأثير الأصوات وغيرها.

المواد الكيماوية والأتربة والحرائق الموجهة التي تتم الاستفادة منها في إدراة الزراعة والغابات. فالحرائق الموجهة أو المقصودة هي إحدى الوسائل التي تستخدم في بعض الأحيان في إدارة الغابات والزراعة والحفاظ على الأراضي الخضراء والتخفيف من حدة تأثير الغازات الدفيئة. وجدير بالذكر أن الحرائق تمثل أحد المكونات الطبيعية في النظام الإيكولوجي الخاص بكل من الغابات والمراعي، بالإضافة إلى أن الحرائق الموجهة يمكن أن تكون إحدى الأدوات التي يستفيد

منها المعنيون بإدارة الغابات. كما تساعد الحرائق الموجهة في تحفيز عملية إنبات بعض الأنواع المرغوب فيها من أشجار الغابات، ومن ثم تجدد الغابات[25].

المواد المنبعثة من مواد الطلاء ومثبتات الشعر والورنيش والأيروسولات وغيرها من المواد المذيبة الأخرى.

التخلص من القمامة في مواقع طمر النفايات، تلك العملية التي ينتج عنها غاز الميثان. والميثان ليس من الغازات السامة، إلا أنه في الوقت ذاته من الغازات سريعة الاشتعال وقد يؤدي إلى تكوين بعض المواد المتفجرة مع الهواء. ويعد الميثان أيضًا من المواد المسببة للاختناق كما أنه قد يقوم بإحلال الأكسجين في الأماكن المغلقة. وقد يحدث الاختناق.

الغبار المنبعث من بعض المصادر الطبيعية والتي تتمثل عادة في المساحات الواسعة من الأراضي التي تحتوي على القليل من النباتات أو التي تنعدم فيها الحياة النباتية على الإطلاق.

الميثان الذي ينبعث من عملية هضم الأطعمة عن طريق الحيوانات (حيوان) مثل الماشية.

غاز الرادون الذي ينبعث من التحلل الإشعاعي في القشرة الأرضية. ويعد غاز الرادون من الغازات عديمة اللون والرائحة التي تنشأ بشكل طبيعي في البيئة وهو أيضًا من الغازات الإشعاعية التي تتكون من انحلال عنصر الراديوم. ولكن يعتبر غاز الرادو من الغازات التي تمثل خطورة على صحة الإنسان. ومن الممكن أن يتراكم غاز الرادون المنبعث من مصادر طبيعية داخل المباني وخاصة في الأماكن الضيقة مثل الأدوار السفلية. كما أنه يحتل المركز الثاني في قائمة مسببات مرض سرطان الرئة وذلك بعد تدخين السجائر.

الدخان وأول أكسيد الكربون المنبعثين من حرائق الغابات.

الأنشطة البركانية التي يصدر عنهاالكبريت والكلورين وجسيمات الرماد[26].

2.4 ملوثات الهواء

يُعَرّف تلوث الهواء بأنه أي مادة في الهواء يمكن أن تسبب الضرر للإنسان والبيئة، ومن الممكن أن تكون هذه الملوثات في شكل جزيئات صلبة أو قطرات سائلة أو غازات، هذا بالإضافة إلى أنها قد تكون طبيعية أو ناتجة عن نشاط الإنسان بحيث تبلغ نسبته في الوطن العربي 40%.

– ويمكن تصنيف الملوثات إلى ملوثات أولية وملوثات ثانوية. وعادة، ما تكون الملوثات الأولية هي المواد التي تصدر بشكل مباشر من إحد الأحداث الطبيعية، مثل الرماد المتناثر والغازات من

ثورة أحد [[بركان|البراكين]] أو غاز أول أكسيد الكربون المنبعث من عوادم السيارات أو ثاني أكسيد الكربون المنبعث من مداخن المصانع.

– أما الملوثات الثانوية فهي التي لا تنبعث في الهواء بشكل مباشر، وإنما تتكون هذه الملوثات في الهواء عندما تنشط الملوثات الأولية أو تتفاعل مع بعضها البعض. ومن الأمثلة المهمة على الملوثات الثانوية اقتراب الأوزون من سطح الأرض - والذي يمثل أحد الملوثات الثانوية العديدة التي تُكَوِّن الضباب الدخاني الكيميائي الضوئي.

– ولكن يجب أن نضع في الاعتبار أيضًا أن بعض الملوثات قد تكون أولية وثانوية في الوقت نفسه، أي أنها تنبعث في الهواء بشكل مباشر وتكون ناتجة أيضًا عن بعض الملوثات الأولية الأخرى.

– ووفقًا لبرنامج الهندسة والعلوم البيئية في كلية هارفارد للصحة العامة، فإنه ما يقرب من 4% من حالات الوفيات في الولايات المتحدة بسبب تلوث الهواء.

– وتضم الملوثات الأولية الرئيسية الناتجة عن النشاط البشري ما يلي:

أكاسيد الكبريت (أكسيد الكبريت) (SOx) - وبخاصة ثاني أكسيد الكبريت وهو أحد المركبات الكيميائية المعروفة بالصيغة SO2. ينبعث ثاني أكسيد الكبريت SO2 من البراكين والعمليات الصناعية المختلفة، وحيث إن الفحم والبترول يحتويان على مركبات الكبريت، فإن احتراقها ينتج عنه أكاسيد الكبريت. كما أن التأكسد الزائد لمادة ثاني أكسيد الكبريت SO2 والذي عادة ما يحدث في وجود مادة محفزة مثل ثاني أكسيد النيتروجين NO2، يعمل على تكوين حمض الكبريتيك H2SO4، ومن ثم تكوين الأمطار الحمضية. ويعد ذلك أحد الأسباب الداعية للقلق بشأن تأثير استخدام هذه الأنواع من الوقود كمصادر للطاقة على البيئة[27].

أكاسيد النيتروجين (أكسيد النيتروجين) (NOx) - وخاصة ثاني أكسيد النيتروجين، حيث تنبعث هذه المواد من الاحتراق في درجة حرارة عالية. ويمكن رؤية هذا النوع من الغازات في شكل قباب من الضباب البني أو سحب ريشية الشكل تنتشر فوق المدن. ويعد ثاني أكسيد النيتروجين مركبًا كيميائيًا يُشار إليه بالصيغة NO2. كما أنه يمثل أحد أنواع مركبات أكاسيد النيتروجين المتعددة. ويتميز هذا الغاز السام ذو اللون البني الضارب إلى الحمرة بأن له رائحة قوية ونفاذة. لذا، يعد ثاني أكسيد النيتروجين NO2 من أكثر ملوثات الهواء وضوحًا[28].

أول أكسيد الكربون - غاز عديم اللون والرائحة ولا يسبب أي تهيج للكائن الذي يقوم باستنشاقه إلا أنه غاز سام للغاية. وينبعث أول أكسيد الكربون من خلال عملية الاحتراق للوقود مثل الغاز الطبيعي أو الفحم أو الخشب. لذا تعد عوادم السيارات أحد المصادر الرئيسية لتكون غاز أول أكسيد الكربون. خطير جدا إذا نام أشخاص في غرفة مغلقة في وجود دفاية تعمل بالفحم أو الغاز، فالناس يموتون وهم لا يشعرون.

ثاني أكسيد الكربون (CO2) - هو أحد غازات الصوبة الزجاجية (غاز الصوبة الزجاجية) والمعروفة أيضًا بالدفيئة، وينبعث أيضًا هذا الغاز من عملية الاحتراق، إلا أنه يعد من الغازات الضرورية للكائنات الحية. فهو من الغازات الطبيعية الموجودة في الغلاف الجوي.

غاز كبريتيد الهيدروجين H2S: هو غاز عديم اللون وله رائحة البيض الفاسد، وهو كما يمكن أثقل من الهواء والتركيز المسموح به في الهواء 0.003 - ppmv0.008 أن يتأكسد بأكسجين الهواء إلى أكاسيد الكبريت التي تتفاعل مع الرطوبة الجوية منتجة حمص الكبريت الذي يسقط على هيئة أمطار حمضية مؤدية إلى الإضرار بالنظام البيئي الذي تسقط عليه ينتج غاز H2S من تخسر المخلفات البشرية ومن تكرير النفط والصناعات البتروكيميائية، كذلك ينتج من الصناعات الجلدية وصناعة المطاط كما يصدر من البراكين، ويوجد في بعض ينابيع المياه المعدنية، ويعد غازة سامة جدا لما له من تأثير الجهاز التنفسي والعصبي [29].

- الأوزون O3: يمتاز غاز الأوزون برائحة خاصة ومميزة، ويؤدي دورا مهما في حماية الأحياء على الكرة الأرضية من الأشعة فوق البنفسجية حيث يمتص معظمها ؛ يوجد معظمه في طبقة الستراتوسفير. أما في طبقة التربوسفير فيوجد بنسبة لا تتجاوز 0.02 ppmp ، ولكن زيادة تركيزه عن هذا الحد على المستوى الحياتي على سطح الأرض (مثلما في بعض المعامل) يعد من ملوثات الهواء. يعد الأوزن عاملا مؤكسدا قويا للمواد العضوية. ويؤدي إلى الاضرار بالجهاز التنفسي والكريات الحمراء بالدم ويستطيع تعطيل 40% منها. ويمكن أن يسبب التهابات حادة تصل إلى النزيف الرئوي[5].

المركبات العضوية المتطايرة - تعد المركبات العضوية المتطايرة VOCs من الملوثات الخطيرة التي توجد في الهواء الطلق. وفي هذا المجال، عادة ما يتم تقسيم هذه المركبات إلى أنواع مختلفة من المركبات الميثانية (CH4) والمركبات غير الميثانية (NMVOCs). ويعد الميثان أحد الغازات الدفيئة شديدة الفعالية، حيث يساهم في زيادة ظاهرة الاحتباس الحراري على سطح الأرض. أما المركبات المتطايرة الأخرى من الهيدروكربونات VOCs فهي تعد أيضًا من

الغازات الدفيئة المؤثرة، ويرجع ذلك إلى الدور الذي تلعبه في تكوين الأوزون وزيادة فترة بقاء غاز الميثان في الغلاف الجوي. وذلك، على الرغم من أن تأثير هذه الغازات يختلف وفقًا لنوعية الهواء في المنطقة المحيطة. ومن المركبات العضوية المتطايرة غير الميثانية NMVOCs بعض المركبات ذات الرائحة النفاذة مثل البنزين والتولوين والزيلين، والتي يعتقد أنها من المواد المسببة للسرطان؛ حيث قد يؤدي التعرض طويل المدى لمثل هذه المركبات إلى الإصابة بسرطان الدم. أما أحادي وثلاثي البوتاديين، فهو يعد من المركبات الخطيرة الأخرى التي عادة ما تصاحب الاستخدامات الصناعية.

الجسيمات المادية - يُشار إليها باسم الدقائق المادية (PM) (Particulate Matter) أو الجسيمات المادية الناعمة. وهذه المواد عبارة عن جسيمات بالغة الصغر قد تكون صلبة أو سائلة أو عالقة في الغاز. وفي المقابل، نجد أن مصطلح الأيروسول (دقائق فوق مجهرية من سائل أو صلب معلقة في الغاز) يشير إلى الجسيمات المادية والغاز معًا. ومصادر هذه الجسيمات قد تكون ناتجة عن النشاط البشري أو طبيعية. فبعض الجسيمات المادية توجد بشكل طبيعي، حيث تنشأ من البراكين أو العواصف الترابية أو حرائق الغابات والمراعي أو الحياة النباتية أو رذاذ البحر. أما الأنشطة البشرية مثل حرق الوقود الحفري في السيارات ومحطات توليد الطاقة الكهربائية والعمليات الصناعية المختلفة، فقد تساعد أيضًا في تكوين كميات كبيرة من الرذاذ المحتوي على الجسيمات المادية. وعلى مستوى الكرة الأرضية، نجد أن كميات الأيروسول الناتج عن الأنشطة البشرية يمثل حاليًا ما يقرب من 10 في المائة من الكمية الكلية للأيروسول الموجود في غلافنا الجوي. وجدير بالذكر، أن زيادة نسبة الجسيمات المادية الناعمة العالقة في الهواء عادة ما تكون مصحوبة بمخاطر صحية مثل الإصابة بأمراض القلب وتعطيل وظائف الرئة، بالإضافة إلى سرطان الرئة[30].

المعادن (معدن) السامة مثل الرصاص والكادميوم والنحاس ...الخ.

الرصاص Pb : يعد أحد أنواع ملوثات الهواء التي تنبعث من مصادر متعددة يستخدم فيها معدن الرصاص أو أحد مركباته مواد خاماً كصناعة المبيدات الحشرية المختلفة، وحروف الطباعة، وصناعة المدخرات الرصاصية. كما تستخدم مركبات الرصاص المختلفة مثل كبريت الرصاص وكرومات الرصاص في صناعة مواد الطلاء. ويعد استخدام مركبات الرصاص مع وقود السيارات، الذي ما زال يستخدم في سيارات السباق، مثل رباعي ايتيل الرصاص أحد المسببات التلوث الهواء بجسيمات الرصاص.

-الزئبق Hg : يعد الزنبق من الملوثات الخطرة، ولا سيما بعد معرفة أن الزئبق اللاعضوي يتحول إلى مركب عضوي سام هو ميتيل الزئبق عن طريق بعض الكائنات الحية الدقيقة الذي يتركز في العظام. فضلا عن بخار الزئبق الذي يسبب فسادا في الجهاز العصبي المركزي. وأهم مصادر أبخرة الزئبق في الهواء محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم ومصانع موازين الحرارة الزئبقية.

- الكادميوم Cd : يوجد في الطبيعة بتراكيز منخفضة في الماء والتربة، وتستخدم مركبات الكادميوم عوامل مضادة للاحتكاك، ويستخدم في الصناعات الكهربائية، وفي المفاعلات النووية، إذ تنطلق جسيمات الكادميوم إلى الهواء وتتساقط جسيمات الكادميوم مع الأمطار، ثم تتركز في أنسجة النباتات لتنتقل بعد ذلك إلى الكائنات الحية. وقد تتسبب زيادة تركيز الكادميوم في أعضاء الجسم إلى أمراض السرطان وتشوهات الأجنة[31].

- الزرنيخ As : يعد من العناصر واسعة الانتشار في الطبيعة، ويستخدم في الصناعات مثل صناعة المبيدات الحشرية، والمواد الطبية، وكذلك يستخدم في مركبات حافظة للخشب. تقوم بعض أنواع الفطور بتحويل الزرنيخ إلى بخار سام فتسبب تلوث الهواء به. يؤثر الزرنيخ في تفاعلات الأكسدة الفسفورية في الجسم بسبب تنافس الزرنيخ مع الفسفور في التفاعلات الحيوية.

مركبات الكلوروفلوركربونات (CFC) - وهي من المركبات الضارة جدًا بطبقة الأوزون وتنبعث هذه المركبات من بعض المنتجات التي منع استخدامها في الوقت الحالي.

الأمونيا (NH3) - وهي من المواد التي تنبعث من العمليات الزراعية. وتمثل الأمونيا مركبًا كيميائيًا يعرف بالصيغة NH3. كما تعرف هذه المادة بأن إحدى خصائصها الطبيعية تتمثل في أن لها رائحة قوية ونفاذة. وتسهم الأمونيا بشكل كبير في سد الاحتياجات الغذائية للكائنات الحية على سطح الأرض؛ وذلك من خلال مساهمتها في تكوين المواد الغذائية والأسمدة. كما أن الأمونيا تعد الأساس الذي تقوم عليه عملية تصنيع العديد من المستحضرات الطبية، وذلك إما بشكل مباشر أو غير مباشر. وعلى الرغم من الاستخدام الواسع لمادة الأمونيا، فإن هذه المادة تعد من المواد الكاوية والخطيرة[32].

2.5 التلوث الطبيعي

هو التلوث الذي يعود مصدره إلى الظواهر الطبيعية التي تحدث من وقت لآخر كالبراكين، والصواعق، والعواصف التي قد تحمل معها كميات هائلة من الرمال والأتربة، وتتلف المزروعات والمحاصيل، فالتلوث الطبيعي إذاً مصادره ذات منشأ طبيعي، ولا دخل للإنسان فيها، ومن ثم فيصعب مراقبة هذا التلوث أو التنبؤ به والسيطرة عليه تماماً، وهذا التلوث موجود منذ القدم دون أن يشكل ظاهرة مقلقة للإنسان.

2.6 التلوث الصناعي

ينتج التلوث الصناعي من فعل الإنسان ونشاطه، ويجد مصدره في أنشطة الإنسان الصناعية والخدمية والترفيهية وغيرها، وفي استخداماته المتزايدة لمظاهر التقنية الحديثة ومبتكراتها المختلفة وغني عن التعريف أن الأنشطة الصناعية هي المسؤولة تماماً عن حدوث مشكلة التلوث في عصرنا الحاضر، وبلوغها هذه الدرجة الخطيرة التي تهدد الحياة وبقاء الإنسان على سطح الأرض، ومن أهم مصادر التلوث الصناعي: المخلفات الصناعية والتجارية وما تنفثه عوادم السيارات، ومداخن المصانع التي تخلف مركبات CFCs (كلورو فلورو كربون) السامة، وغيرها[33].

تعتمد شدة التلوث الصناعي على عدة عوامل ومنها:

1- المنطقة التي تنبعث منها أو تُصرف فيها الملوثات الصناعية.
2- الفترة الزمنية للتلوث.
3- درجة تركيز المواد الملوثة.
4- الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للمواد الملوثة.
5- القابلية للتحلل والاستيعاب في الوسط البيئي الذي تُوضع فيه.
6- درجة السمية بالنسبة للإنسان والكائنات الحية الأخرى.

والملوثات الصناعية تقسم إلى ثلاثة أنواع:

1- ملوثات صلبة وهي تلك الملوثات الناجمة عن العديد من الصناعات كالأتربة الناتجه عن صناعة الإسمنت مثلاً.
2- ملوثات سائلة كمحاليل المواد الكيماوية التي تقذف بها المصانع في المجاري المائية.

3- ملوثات غازية كالغازات والأدخنة الضارة المتصاعدة من مداخن المصانع ومصافي تكرير النفط.

2.7آثارتلوث الهواء على صحة الانسان

نوعية الهواء غير الملائم يمكن أن تقتل العديد من الكائنات الحية بما فيها البشر.تلوث الأوزون يمكن أن يتسبب بأمراض الجهاز التنفسي، أمراض القلب والأوعية الدموية ، التهاب الحلق، ألم في الصدر، والاحتقان.تلوث المياه تسبب في ما يقارب من 14000 حالة وفاة ، معظمهم بسبب تلوث مياه الشرب غير المعالجة من قبل مياه المجاري في البلدان الناميةانسكابات النفط يمكن أن تتسبب بالالتهابات الجلدية والطفح الجلدي.التلوث الضوضائي يسبب فقدان السمع، ارتفاع ضغط الدم (الإجهاد)و اضطراب النوم[34].

شكل(5): يوضح أهم الاثار الصحية على جسم الإنسان من أهم مصادر التلوث.

الفصل الثالث

تحسس التلوث بإستخدام

الليزر

3.1 المقدمة

في العقود القليلة الماضية ، مع تطور الصناعة الحديثة وتكنولوجيا العلوم ، تلوث البيئة أصبحت المشاكل أكثر وأكثر خطورة. الكشف في الوقت الحقيقي وتحديد البيئة الجوية أثارت الحماية ، وخاصة بعض الملوثات الكيميائية في الغلاف الجوي ، قلقًا واسع النطاق [35]. تعد القدرة على الكشف السريع عن الملوثات الكيميائية في الهواء وتحديدها ومراقبتها أمرًا ضروريًا للإنذار المبكر الفعال. في الوقت الحالي، أصبحت تقنية ليدار الامتصاص التفاضلي طريقة شائعة لقياس التلوث بالاستشعار الجوي عن بعد [36]. يحتوي ليزر النطاق 9 ~ 11 ميكرومتر على مقطع عرضي صغير جدًا منتشر لجزيئات سحابة تلوث الهواء ، و طاقة خرج الليزر مطلوبة للوصول إلى مستوى الجول. متطلبات الليزر عالية جدا والنظام الهندسة يصعب تحقيقها لتقنية ليدار الامتصاص التفاضلي. لذلك ، الليدار التفاضلي التقليدي لا يمكن للنظام الحصول بشكل فعال على معلومات الموقع الحدودي وحجم الكتلة السحابية. في عام 2006 ، قام M. Bennett e al بدمج قياسات DIAL لتركيزات الزئبق في اتجاه الريح لمصنع معالجة بالكلور مع قياسات لمحات الرياح باستخدام دوبلر ليدار استنادًا إلى تكنولوجيا الألياف الضوئية الحديثة. ومع ذلك ، تم استخدام نوعين مختلفين من الليدار في هذه التقنية ، ولا يمكنها دمج البيانات بشكل فعال [37].

لتحقيق اكتشاف الكتلة السحابية ، تقترح هذه الورقة استخدام نظام كشف المدى الأمامي ليدار لتلوث الغلاف الجوي الكتلة السحابية. تأخذ هذه الطريقة ليزر 1.55 ميكرومتر مع مقطع عرضي كبير للتشتت. يمكنها تحقيق الكشف في الوقت الحقيقي وتحليل نبضة الليزر في مقدمة كتلة سحابة تلوث الغلاف الجوي. يمكنه أيضًا إنهاء حساب المسافة الأمامية وسمك التلوث الكيميائي.

تم استخدام هذه التقنية في وحدة الكشف الأمامية لنظام الاستشعار عن بعد للكشف عن التلوث. في يوليو 2017 ، تم الانتهاء من اختبار التحقق في مكان في شمال الصين. يثبت الاختبار أن التكنولوجيا تستطيع ذلك تحديد الجزء الأمامي من كتلة سحابة تلوث الهواء بسرعة وفعالية ، ويمكنه اكتشاف الكيمياء الضارة من مكان آمن مسافه: بعد. يمكن لمسافة المادة وتوزيع السحب أن تمنع بشكل فعال ضرر تلوث الهواء للإنسان جثث. يمكنه أيضًا التحكم في انبعاث أو وجود تهديدات كيميائية في تطبيقات السلامة والأمن ، وله إمكانية تطبيق جيدة في مجال الإشراف البيئي[20].

3.2 المبدأ

يستخدم نظام الكشف عن التلوث بالاستشعار عن بعد المطور لكشف الأنواع والتركيز والتوجيه و معلومات عن بعد التلوث الكيميائي الصناعي المشترك. وهي مقسمة بشكل أساسي إلى قسمين: الامتصاص التفاضلي قناة (Lidar DIAL) وقناة Lidar للكشف عن المدى الأمامي (FRDL).

تستخدم قناة DIAL أطياف الامتصاص المميزة للمواد الكيميائية لتحديد نوعها وتركيزها.

ويستخدم انعكاس الأرض للخلف (الامتصاص التفاضلي بعيد المدى ، وضع CL) للكشف. من الناحية النظرية ، يمكن لهذه الطريقة القضاء على تداخل الخلفية الذي يسببه توهين جزيئات الغاز والهباء الجوي الأخرى في الغلاف الجوي ، الاختلاف المحلي لأداة الغلاف الجوي المعلمات والظروف الجوية ، وتأثير الخطأ المنهجي لنظام ليدار. ومع ذلك ، لا يمكن لنظام الليدار التفاضلي التقليدي هذا الحصول بشكل فعال على معلومات الموقع الحدودي وحجم الكتلة السحابية[21].

مبدأ عمل FRDL

هو استخدام تأثير دوبلر للهباء الجوي على تشتت مي العكسي لليزر ، و يتم استخدام ليزر الألياف النبضي ذو عرض خط ضيق كمصدر ضوء متماسك من خلال مبدأ تردد التكرار العالي كشف نبض متماسك. يتم قياس مسافة سحابة الهباء الجوي من خلال تقنيات المعالجة مثل تقسيم بوابة المسافة الزمنية لإشارة الصدى المتناثرة والتراكم المتماسك للطيف النبضي.

عملية العمل الرئيسية هي:

إخراج الليزر ذي النطاق الضيق للبذرة المستمرة مصدر الليزر بطول موجة 1.55 ميكرومتر مقسم إلى مسارين. يستخدم أحدهما كمذبذب محلي ، والآخر يستخدم يتم حقنها في مضخم الألياف النبضية لتضخيم الطاقة. إشارة صدى تشتت الهباء الجوي هي التي تم جمعها بواسطة هوائي جهاز الإرسال والاستقبال ، ثم اقترانها بالألياف الضوئية بواسطة وحدة الإرسال والاستقبال ، والمحلية يتم خلط المذبذب بكفاءة في مجمع الألياف. يتم الكشف عن التردد بواسطة جهاز الكشف الضوئي ، والوسيط يتم إخراج الإشارة الكهربائية الترددية ، ويتم الحصول على معلومات التوزيع ذات الصلة لمجموعة سحابة التلوث بواسطة وحدة معالجة المعلومات عالية السرعة[21].

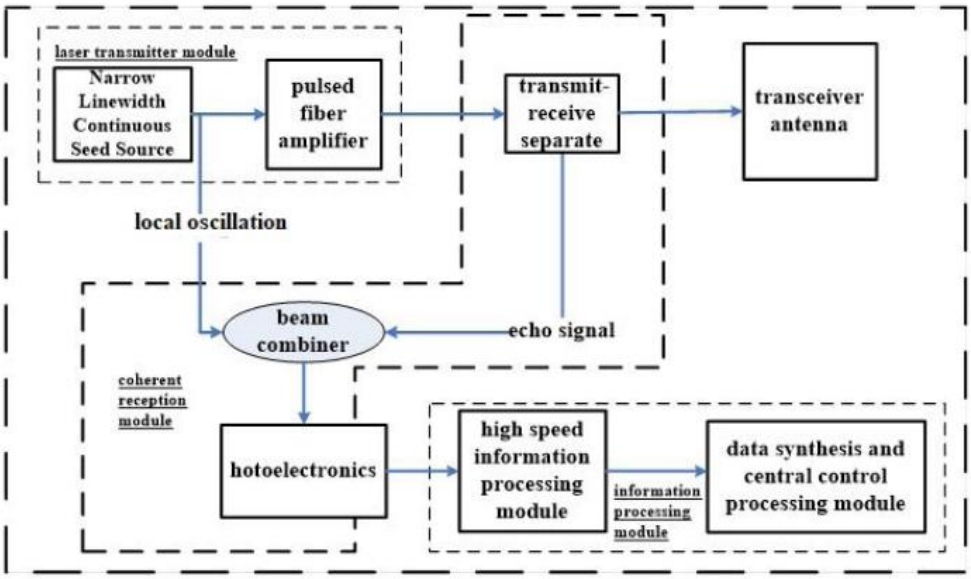


Figure 1. Schematic diagram of the working principle of FRDL

نظرًا لخصائص التشتت المختلفة لسحابة الهباء الجوي الملوثة وسحابة الهباء الجوي ، فإن إشارة الصدى المستمرة الناتجة لها نتوءات معينة بالقرب من منطقة السحب الملوثة. تُستخدم تقنية المعالجة المتراكمة متعددة النبضات لإشارة التكرار والترشيح وتقنية تقسيم بوابة المسافة الزمنية لمعالجة إشارات الصدى ، ويتم العثور على موضع بوابة المسافة للنتوءات عن طريق حساب وتحليل عتبات طيف الإشارة في بوابات المسافات المختلفة لقياس مسافة سحابة الهباء الجوي الجبهة [22]. يتم عرض معالجة معلومات الكشف عن الحدود في الشكل 2.

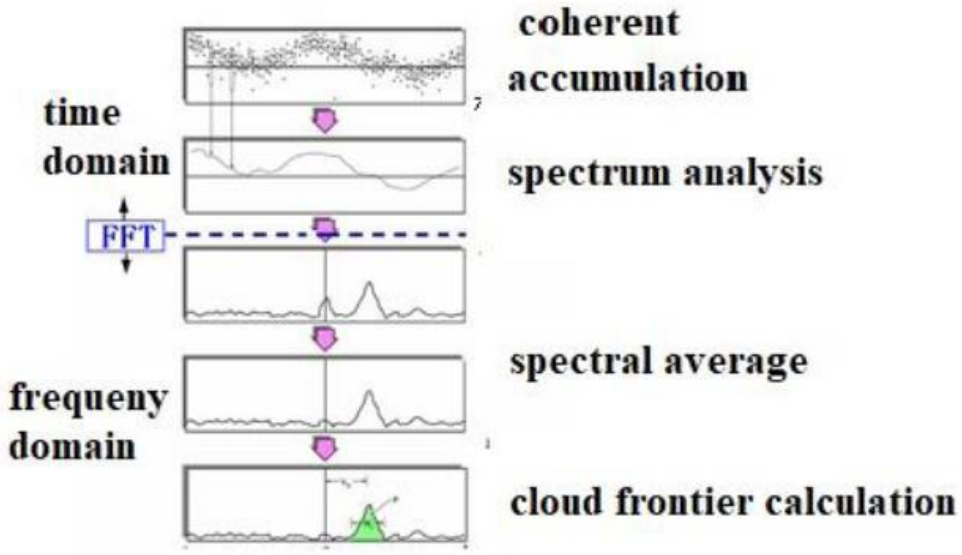


Figure 2. Flow chart of frontier detection information processing

أ) التراكم المتماسك

يتم استخدام أخذ عينات A / D عالي السرعة لكل إشارة خلط ، ويتم إضافة القيم المنفصلة وفقًا للوقت. نظرًا لأن سعة الإشارة تظل دون تغيير وتتذبذب الضوضاء بشكل عشوائي ، فإن متوسط قوة كل خلط يمكن تقليل الإشارة بعد التراكم المتعدد. يمكن تقليل تذبذب الضوضاء إلى حد معين ، و يمكن تحسين نسبة الإشارة إلى الضوضاء للإشارة ذات الضوضاء في الممارسة العملية. ويمكن اختزاله إلى حد معين ، و يمكن تحسين نسبة الإشارة إلى الضوضاء للإشارة ذات الضوضاء في الممارسة العملية[23].

ب) تحليل الطيف

تنقسم إشارات الخلط المتراكمة إلى بوابات مسافة بالتسلسل. كل بوابة مسافة يتوافق مع الريح طبقة ، وتتوافق كل بوابة مسافة مع تسلسل منفصل باستخدام خوارزمية تحويل فورييه السريع (FFT) للحصول على طيف صدى نبضة واحدة.

ج) المتوسط الطيفي

بافتراض جمع أصداء النبضة n ، يتم تقسيم بوابات المسافة M وفقًا لتسلسل وقت العودة لكل منها مجموعة من البيانات ، ويتم تنفيذ FFT لكل بوابة مسافة (G1 (k) 2G (k) ... () M G k) للحصول على متوسط القدرة الطيف incoh G k. النتائج كما يلي:

$$G_{incoh}(k) = \frac{|G_1(k)| + |G_2(k)| + \ldots + |G_M(k)|}{k} \qquad (1)$$

د) حساب حدود السحابة[24]

يتم إجراء حساب العتبة:

$$\overline{X} = \overline{S} + D(S) \times 2 \qquad (2)$$

في المنتصف X الذي يمثل العتبة ، S يمثل متوسط جميع إشارات الطيف. والانحراف المعياري للإشارات الطيفية لكل نقطة(D S) وهي:

$$D(S) = \sqrt{\frac{\sum (S_n - \overline{S})^2}{W(S)}} \quad \text{(where n=1, 2, 3 ·····256)} \qquad (3)$$

يشير S إلى قوة الإشارة الطيفية في كل نقطة ، ويشير(S) W إلى عدد نقاط امتداد الإشارة المتمركزة في ذروة الإشارة ، احسب الحد X ، بعد ذلك سيقوم النظام بتصفية جميع إشارات الطيف ، وإشارة الطيف أقل من العتبة تعتبر ضوضاء ، والعكس صحيح هي إشارة صدى هدف الكشف. ثم قيمة إشارة الصدى هي[25]:

$$S_{sig} = S_{\max} - \overline{N} \qquad (4)$$

3.3الاستشعار عن بعد بالليزر

يستخدم مصطلح "الاستشعار عن بعد" بشكل شائع لوصف سلسلة من التقنيات لتحديد ومراقبة وقياس شيء ما دون الاتصال المباشر به. تتضمن هذه العملية اكتشاف وقياس الإشعاع بأطوال موجية مختلفة تنعكس أو تنبعث من عينة بعيدة. التفاعل البصري ذي الصلة باستشعار البيئة بالليزر[40].

- الامتصاص: إضعاف إشعاع الليزر عندما يتوافق التردد مع نطاق امتصاص جزيئات معينة ؛
- الإسفار: يتم امتصاص إشعاع الليزر المشكل بالتردد إلى انتقال إلكتروني معين لذرة أو جزيء مع انبعاث لاحق بتردد أقل ؛
- تشتت الرنين: إشعاع الليزر المتطابق في التردد مع انتقال ذري معين مبعثر بواسطة مقطع عرضي كبير ويلاحظ دون تغيير في التردد[26].
- تشتت رامان: إشعاع الليزر مبعثر بشكل غير مرن من الجزيئات مع خاصية إزاحة التردد للجزيء ؛
- إشعاع الليزر المتناثر بشكل مرن من الجسيمات (الهباء الجوي أو الغيوم)

بأحجام مماثلة للأطوال الموجية للإشعاع دون تغيير في التردد ؛

- إشعاع الليزر المبعثر للضوء Rayleight المبعثر بشكل مرن من الذرات أو الجزيئات بدون تغيير في التردد.

يستخدم عدد من أدوات الاستشعار عن بعد لقياس الملوثات. هنا سيتم تقديم وصف موجز فقط عن الكشف عن الضوء والمدى (LIDAR) والتحليل الطيفي للامتصاص البصري التفاضلي (DIAL).

LIDAR (LIght Detection and Ranging) هي تقنية للاستشعار عن بعد لدراسة مكونات التتبع ، والهباء الجوي ، وبنية الغلاف الجوي وديناميكياته ، والسحب ، وأيضًا معلمات الأرصاد الجوية ، مثل درجة الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح. يعمل Lidar على نفس مبدأ الرادار ، ولكنه يستخدم الليزر كمصدر للإشعاع. ينبعث شعاع الليزر في الغلاف الجوي ويتم اكتشاف الجزء المتناثر مرة أخرى لاحقًا. تشير شدة الضوء المرتجع إلى كثافة وأحجام الهباء الجوي ، بينما يشير التأخير الزمني إلى المسافة بين الليدار والجسيمات المتناثرة. هناك عدة أنواع رئيسية من الليدار ، والتي يمكن تشغيلها من الأرض والشاحنات ومنصات الطائرات والمركبات الفضائية [27].

يعد DIAL (الامتصاص المتنوع Lidar) أحد أكثر التقنيات شيوعًا لدراسة مجموعة كبيرة من الغازات. في DIAL يتم إجراء قياسات على طولين موجيين مختلفين متقاربين. يتزامن إحداها مع خط امتصاص للغازات قيد الدراسة ، تنتقل وتتناثر وتضعف الكثافة المستقبلة عن طريق الامتصاص. والثاني موجود في جناح هذا الامتصاص ، ويقيس كثافة الهباء الجوي والجزيئات كما هو الحال في أنظمة الليدار القياسية. يمكن استخدام الاختلاف في شدة إشارتين العودة لاستنتاج تركيز الجزيء الذي تم فحصه (O3، CO2، CO، CH4، 18] (H2O].

يعتمد التحليل الطيفي البصري الصوتي (OAS) على تأثير البصريات السمعية (OA) ، حيث تنتج الموجات الصوتية من امتصاص إشعاع الليزر بواسطة هدف محدد (عينات من أي حالة تجميع) [28]. ينتج عن امتصاص الضوء تأثير درجة حرارة عابر ،

والتي تتحول بعد ذلك إلى طاقة حركية أو تغيرات في الضغط في وسط الامتصاص عبر عمليات الاسترخاء غير الإشعاعية. تعود أصول الزراعة العضوية إلى اكتشاف التأثير البصري الصوتي بواسطة ألكسندر جراهام بيل في عام 1880 [29]. اختراع الليزر و

أدى تطوير تقنية الكشف عن الصوت إلى تمكين تطبيق تأثير الزراعة العضوية في التحليل الطيفي. تم استهداف أول تحليل للغازات النزرة في عام 1971 من خلال العمل الرائد لـ Kreuzer [25]. أظهر أنه كان من الممكن الكشف عن تركيزات على سبيل المثال 10-8 (10 أجزاء لكل مليار) من الميثان في النيتروجين ، باستخدام ليزر He – Ne المعدل الشدة (3 ميكرومتر). تُستخدم OAS الآن بشكل شائع للرصد البيئي للغازات النزرة ، للطريقة غير

الغازية للرصد داخل الجسم لمختلف العمليات الفسيولوجية والمرضية في جسم الإنسان ، وكذلك لتحليل المكونات النزرة للتنفس البشري [30]. اليوم ، تم إنشاء منظمة الدول الأمريكية كطريقة ذات حساسية عالية وانتقائية واستبانة زمنية [2] .

يمكن شرح مبادئ التحليل الطيفي للزراعة العضوية من خلال الشكل 1. إن عينة الغاز (السائل ، الرقيقة الصلبة) الموجودة في خلية OA (أو في الفضاء الهوائي الحر) ، مضاءة بمصدر ليزر (ليزر مستمر أو نابض) بطول موجة λ. عندما يتزامن الطول الموجي مع الطول الموجي لامتصاص الجزيء المستهدف ، يمكن للجزيء امتصاص الفوتون ويتم إثارة الجزيء الآن. تتحلل الجزيئات المُثارة إلى حالتها الأولية بواسطة الآليات الإشعاعية أو غير الإشعاعية. يحول الاسترخاء غير الإشعاعي طاقة الإثارة الداخلية للجزيء إلى طاقة انتقالية ويتم تسخين الوسط. في ارتفاع درجة الحرارة العابرة المتوسطة الممتصة ، يترجم هذا بعد ذلك إلى ارتفاع في الضغط أو موجة صوتية.

3.4الكشف عن الملوثات بواسطة الليزر

التألق الناجم عن الليزر (LIF) هو طريقة إعلامية للبحث في مسألة ما. يقوم العديد من العلماء بتحسين LIF لتطبيقه على مراقبة تلوث زيت البحر. تمت دراسة تطبيق LIF لرصد الانسكاب النفطي في البحر لسنوات عديدة ، لكنه لا يزال يحدث. يُظهر التحليل التنافسي لأجهزة الاستشعار المتاحة للتلوث النفطي في البحر أن LIF هي واحدة من أكثر الطرق تنويرًا وإفادة لرصد الانسكاب النفطي. يسمح باكتشاف التلوث والتعرف على الزيت أو المنتجات النفطية. يمكن تقييم حجم التلوث بالمنتجات النفطية (البقع الرقيقة على سطح البحر أو المحاليل في مياه البحر) بناءً على تحليل أطيافLIF .

في الوقت الحاضر ، توجد مطياف LIF مميزة تمامًا لرصد الانسكاب النفطي بالطائرة [31] أو بالسفينة . في بعض الحالات ، تم استخدام مطياف LIF ليس فقط كأجهزة علمية ولكن أيضًا للحصول على معلومات حول التلوث الدقيق .

ومع ذلك ، فإن ممارسة استخدام أطياف LIF تُظهر أن مطياف LIF المحمول جواً أو إصداراته للسفن قد يكون مفيدًا فقط إذا تم تطبيقه لبحث محدد عن مناطق بحرية كبيرة أو كوارث نفطية على الشاطئ. ليس من المجدي استخدام مثل هذه المعدات للمراقبة البحرية اليومية أو لرصد

الانسكاب النفطي على نطاق إقليمي. من الأهمية بمكان تحسين تطبيق LIF بسبب زيادة التلوث الناجم عن التخلص غير القانوني من مياه الآسن وحوادث التزويد بالوقود وغيرها من الحوادث الصغيرة الحجم. أصبح مثل هذا التلوث على المستوى الإقليمي جزءًا مهيمنًا من إجمالي تلوث المحيط العالمي .

تم تطوير LIF والمعدات اللازمة في السنوات الأخيرة للمركبات الجوية التجارية بدون طيار (UAV). تقنيات الليزر وطرقه وأجهزة التحليل الطيفي والطيفي

تحسين معالجة البيانات ، بما في ذلك أساليب الذكاء الاصطناعي. الآن من الممكن البدء في تطوير وتصميم معدات المراقبة التي تكون مفيدة وسريعة وسهلة الصيانة للتلوث على نطاق صغير. يهدف هذا البحث إلى حل المهام التالية لـ LIF:

- تطوير LIF للقياس الفوري لتركيزات المنتجات النفطية المذابة في مياه البحر

- تطوير طريقة التعرف على نوع المنتج النفطي الذي تسبب في التلوث (حالة البقعة والذوبان) عن طريق التعلم الآلي.

تفسر المهمة الأولى بحجم كبير من التلوث الناجم عن التخلص غير القانوني من مياه الآسن بواسطة السفن. التلوث بمياه الآسن هو عملية تدخل فيها المنتجات النفطية ذات التركيزات المختلفة إلى الطبقة العليا من المحيط. لا تتسبب هذه العملية دائمًا في حدوث بقعة على سطح البحر ، وتعتمد على قيمة تركيز الهيدروكربون النفطي في مياه الآسن ومعايير الهيدرولوجيا في البيئة البحرية. التركيز المسموح به للزيت المذاب الهيدروكربونات 15 جزء في المليون ، محدودة للتخلص من مياه الآسن بواسطة السفن. هذا التركيز صغير جدًا ، ومن الضروري الآن تطوير طريقة LIF السريعة التي يمكنها قياس هذا الحجم الصغير تركيزات النفط والغاز في مياه البحر[32].

يمكن حل المهمة الثانية المذكورة أعلاه ضمن نطاق واسع من LIF. هناك طرق مطورة للتعرف على أنواع مختلفة من المنتجات النفطية والتي تستند إلى تحليل أطياف LIF المتميزة. تعتمد هذه الطرق على تحليل السمات المميزة لأطياف LIF (الموضع الأقصى ، نسبة شدة النطاقات الطيفية المختارة أو التألق الذي تم حله بمرور الوقت). ومع ذلك ، يمكن تحسين طرق التعرف على أنواع الزيت بواسطة أطياف LIF بواسطة طرق التعرف التي تعتمد على التعلم الآلي. لذلك

من الضروري جمع مجموعات البيانات باستخدام أطياف LIF للحلول وبقع أنواع الوقود البحري الأكثر شيوعًا. انه ضروري للبحث في الخصائص الطيفية لـ LIF للمنتجات النفطية في حالات مختلفة مثل البقعة الرقيقة على سطح البحر أو المحلول الموجود في مياه البحر. يجب تحديد هذه السمات المميزة للأطياف لكل نوع من المنتجات النفطية التي غالبًا ما يتم ملاحظتها على أنها ملوثات للمحيطات. يجب أن يتضمن التعلم الآلي كل هذه السمات المميزة للتعرف على الأنواع المختلفة من المنتجات النفطية.

يقدم هذا البحث الفحوصات المخبرية لأطياف LIF التي قد توسع نطاق تطبيق LIF لرصد تلوث البحر. تم استخدام نتائج هذا البحث من قبل المؤلفين لتطوير العناصر الأساسية للذكاء الاصطناعي والتي تسمح بتصنيف أطياف LIF للمنتجات النفطية. علاوة على ذلك ، نهدف إلى تطوير مستشعر LIF صغير الحجم يمكن استخدامه بواسطة ناقلات مختلفة مثل السفن والمركبات التي يتم تشغيلها عن بُعد وخاصة المركبات الجوية غير المأهولة[33].

الخاتمة :-

قدمنا من خلال هذا البحث كل الأمور المتعلقة بالليزر من حيث المفهوم ومكونات جهاز الليزر والأنواع التي يتضمنها الليزر، وكذلك تطرقنا إلى التطبيقات التي يدخل فيها الليزر، كما ذكرنا أيضا أضرار استخدامات الليزر ومدى تأثيره على البيئة ، هكذا نكون وصلنا لنهاية بحثنا عن بحث عن الليزر .

الاستنتاجات :

1- معرفة التقنيات التي تسبب التلوث بواسطة الليزر .

2- معرفة الملوثات وانواعها ومسبباتها .

3- معرفة طبيعة التلوث الذي يحصل في البيئة .

4- تأثير التلوث ومدى خطورته على النظم البيئية .

المصادر العربية

1- مباديء الليزرات تأليف اورازيو زفلتو ترجمة الدكتورة صبيحة شريف الله والدكتور منعم مشكور ، (١٩٨٨) الطبعة الثانية جامعة الموصل مديرية دار عبد الكتب للطباعة والنشر.

2- فيزياء الليزر وتطبيقاته ، د . محمد الكوسا ، استاذ مساعد في قسم -12 .الفيزياء ، منشورات جامعة دمشق ، كلية العلوم ، 2005-2006م.

3- زعلول ، سعيدوالهواويعبدالرحمن بن سعود ، ومصطفى ، هشام عفيفي 1408 هـ - 1988 مأسلحةالحرب البيولوجيةبين النظرية والتطبيق ، مطابع الحرس الوطني .الرياض.

4- الهواوي ، عبدالرحمن بن سعود 1403 هـ ، الكائنات الدقيقةالوبائية -8 .سلاح فتاك من أسلحةالحرب البيولويجية ، مجلةكليةالملك خالدالعسكرية العددالأول.

5- هلالي ، محمد نصرالدين ، والهواوي ، عبدالرحمن بن سعود ، 1415 هـ - و 1995 م ، علم الأحياء- أنماطالكائنات الحية 1 ، ، 2 مطابع الحرس الوطني -الرياض 34.

6- التلوث مشكلة العصر. عالم المعرفة. الكويت. 1990

7- ماهر أبو المعاطى علي،صلاح الدين شبل دياب:صحه المجتمع معالجه عمليه من المنظور الطبي والإجتماعى(مكتبه االزهراء بالرياض 2012، طبع _نشر_توزيع نور الإيمان)ص127.

8- ماهر أبو المعاطى علي،صلاح الدين شبل دياب:صحه المجتمع _معالجه عمليه من المنظور الطبي والاجتماعي(مكتبه الزهراء بالرياض 2012).

9- عبدالله رمضان الكندري، التلوث الهوائي والأبعاد البيئية والاقتصادية، مجلة العربي، العدد405، 1992، الكويت، ص91 ومابعدها.

10- .أحمد عبد الكريم سلامة، السياحة وقانون البيئة.. تفعيل وتناغم أم تعطيل وتصادم.. مجلة حقوق حلون للدراسات القانونية والاقتصادية، العدد الخامس، 2001، ص15.

11- حسن شحاتة. البيئة والتلوث والمواجهة. القاهرة. 2000.ص23.

12- الربيع الصامت، صاد كارلسون، عام 1962

13- ماهر أبو المعاطى علي،صلاح الدين شبل دياب:صحه المجتمع معالجه عمليه من المنظور الطبي والإجتماعى(مكتبه الزهراء بالرياض 2012، طبع _نشر_توزيع نور الإيمان)ص 122.

14- ماهر أبو المعاطى علي،صلاح الدين شبل دياب:صحه المجتمع معالجة عملية من المنظور الطبي والإجتماعي(مكتبه الزهراء بالرياض 2012، طبع _نشر_توزيع نور الإيمان)ص122،123.

15- ماهر أبو المعاطى علي،صلاح الدين شبل دياب:صحه المجتمع معالجه عمليه من المنظور الطبي والإجتماعى(مكتبه الزهراء بالرياض 2012، طبع _نشر_توزيع نور الإيمان)ص 123.

16- ماهر أبو المعاطى علي،صلاح الدين شبل دياب:صحه المجتمع معالجه عمليه من المنظور الطبي والإجتماعى(مكتبه الزهراء بالرياض 2012، طبع _نشر_توزيع نور الإيمان)ص 125.

17- انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون (الجدول 1، تقرير DOE/EIA-0573، 2004، إدارة معلومات الطاقة (إدارة معلومات الطاقة الأمريكية) (نسخة محفوظة 04 20أغسطس على موقع واي باك مشين.

18- انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الخريطة (الرسم البياني Mongabay على صفحة الموقع الإلكتروني المعتمدة على إدارة معلومات الطاقة في جداول البيانات) نسخة محفوظة 24 أكتوبر 2017 على موقع واي باك مشين.

المصادر الانكليزية

1- Bertolotti, Mario (1999, trans. 2004). *The History of the Laser*, Institute of Physics. ISBN 0-750-30911-3
2- Csele, Mark (2004). *Fundamentals of Light Sources and Lasers*, Wiley. ISBN 0-471-47660-9
3- Koechner, Walter (1992). *Solid-State Laser Engineering*, 3rd ed., Springer-Verlag. ISBN 0-387-53756-2
4- Siegman, Anthony E. (1986). *Lasers*, University Science Books. ISBN 0-935702-11-3
5- Silfvast, William T. (1996). *Laser Fundamentals*, Cambridge University Press. ISBN 0-521-55617-1
6- Svelto, Orazio (1998). *Principles of Lasers*, 4th ed. (trans. David Hanna), Springer. ISBN 0-306-45748-2
7- *Taylor, Nick (2000). LASER: The inventor, the Nobel laureate, and the thirty-year patent war. New York: Simon & Schuster. ISBN 0-684-83515-0.*

8- Wilson, J. & Hawkes, J.F.B. (1987). *Lasers: Principles and Applications*, Prentice Hall International Series in Optoelectronics, Prentice Hall. ISBN 0-13-523697-5
9- Yariv, Amnon (1989). *Quantum Electronics*, 3rd ed., Wiley. ISBN 0-471-60997-8.
10- "laser", britannica, Retrieved 1/11/2021.
11- stimulated emission", britannica, Retrieved 10/11/2021.
12- Alex Fraser (24/9/2021), "Types of lasers", laserax, Retrieved 1/11/2021.
13- "characteristics of laser", physics and radio electronics, Retrieved 1/11/2021.
14- "Laser application ", hyperphysics, Retrieved 1/11/2021.
15- "Lasers", rp-photonics, Retrieved 1/11/2021.
16- Bennett M, Edner H, Grönlund R, et al., "Joint application of Doppler Lidar and differential absorption lidar to estimate the atomic mercury flux from a chlor-alkali plant, " Atmospheric Environment, 2006, 40(4): 664-673.
17- Practice Byer R L., "Garbuny M. Pollutant detection by absorption using Mie scattering and topographic targets as retroreflectors, "Applied Optics, 12(7): 1496-1505(1973).
18- Zhou Yongsheng, Ma Xunpeng, Zhao Yiming etc. , "Frequency estimation of the weak signal of the Coherent Wind Lidar, " Infrared and Laser Engineering, 47(3): 306002-0306002(2018).
19- J. R. Holton, J. Pyle and J.A. Currie Eds.., Encyclopaedia of Atmospheric Sciences, Academic Press, 2002.
20- L. Thomas, Lidar Methods and Applications, in Spectroscopy in Environmental Science, R.J.H. Clark, R.E. Hester, Eds., Wiley, Chichester, 1995. pp.1.
21- M. Terzić, J. Možina and J. Diaci, The Simultaneous Detection of Photoacoustic Waves by Two Techniques, in Photoacoustic and Photothermal Phenomen, Eds. P.Hess and J. Pelzl, Springer Series in Optical Sciences, Vol. 58, Springer-Verlag, Berlin, 1987. pp. 488
22- F. Harren, J. Reuss., Spectroscopy, Photoacoustic, in Encyclopedia of Applied Physics, VCH, Weinheim, 1997. pp. 413.