

المقترحات النظرية والعملية التي يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار عند تصميم منظومة الليدار الليزرية

قاسم حمادي محمود

قسم الفيزياء كلية التربية جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

الملخص

لقد قدمنا في هذا البحث مقترحات على منظومة ليدار ليزرية نموذجية لأهميتها ودخولها في المجالات البحثية وفي الكثير من التطبيقات في حياتنا العملية. ولقد أعطينا فكرة عنها وعن طريقة عملها وعن أهم الأجزاء فيها وقد قمنا بأخذ أهم التدابير والتصحيحات اللازمة لكي يكون الخطأ اقل ما يمكن عند تصميم وبناء منظومة ليدار ليزرية. وعند عمل المنظومة في إرسال واستلام الليزر لكي تكون الخسارة في الطاقة اقل ما يمكن. وقد وضعنا اقتراحين لذلك:

1. **مقترح عملي:** ويحتوي على جزأين: الأول منهما عند تصميم وبناء منظومة ليدار ليزرية لحالة بحثية أو تطبيقية معينة فيجب أن يكون الطول الموجي المنتخب للمرسله يلائم كل الظروف والأجواء المحيطة بتلك الحالة لكي تنتقل طاقة حزمة الليزر من المرسله في المنظومة إلى الهدف ثم تعود إلى المستلمة في المنظومة دون أو أقل ضياع في الطاقة. معتمدين في ذلك على أبحاث سابقة. والجزء الثاني: إن كانت المنظومة مبنية ومجهزة أصلاً بليزر له طول موجي محدد. بحيث لا يمكن تغييرها فمن المزم علينا انتخاب أفضل الظروف التي يعمل بها هذا الطول الموجي معتمدين بذلك على أبحاث سابقة أيضاً.

2. **مقترح نظري حسابي:** وقد تم إدخال صيغة النسبة $[A/\Omega]$ (وهي النسبة بين مساحة المقطع العرضي الفعالة إلى الزاوية الصلبة الكلية للحزمة المنعكسة وقيمتها حسب نوعية الهدف وسطحه) على المعادلة العامة لطاقة الليزر الراجعة من الهدف واستنتجنا ثلاث معادلات جديدة يمكن أن تطبق في حسابات أخرى لاحقاً.

المقدمة:

لأن ذلك مهم في معرفة النتائج على أساس تفاعل الليزر لكل حالة من الحالات مع المواد الأخرى. إن المجس البصري (Optical Probing) خلال الجو للاستطارة المرنة (Elastic scattering) في الحقيقة يسبق اختراع الليزر، ورغم ذلك، فإن النوعيات الفائقة فيما يتعلق بالقدرة والتسديد (Collimation) موجودة حتى في ليزر الياقوت المبكر المصنعة كبداية للأضواء الكاشفة (Search Lights) التقليدية المستعملة سابقاً^[1]. إن التطوير في تقنية (Q-Switching) وهي تقنية يراد منها الحصول على نبضة قصيرة جداً ومفردة وبالتالي الحصول على زيادة في طاقة الليزر الخارجة، والتي أعطت تطوراً سريعاً في المنظومات الليزرية ولاسيما أنظمة الليدارات الليزرية. ومنها قياسات مقدرة المدى الليزرية الحالية، التي تكون مشابهة نوعاً ما للرادار (Radar). فمن خلال تقنية الليدارات الليزرية يمكن دراسة أي هدف مهما كان بعده عن منظومة الليدار، وإن أساس هذه التقنية يعتمد على العمليات التي يحدثها الليزر مع المواد الساقط عليها أو المتفاعل معها. وإن مدى العمليات التي يمكن أن يحدثها الليزر يتضمن^[4]:

إن الاتجاهية لأشعة الليزر عالية جداً ولمسافات بعيدة جداً. حيث يمكن لشعاع الليزر يمكن أن يركز أكثر في النقطة الصغيرة جداً. فلماذا يكون الليزر مثالياً لكثير من التطبيقات الحساسة^[3] ومن ضمنها الليدار الليزري (LIDAR) (وجاءت من الحروف الأولى للكلمات Light Detection And Ranging) التي تتعلق بضوء الليزر العائد من الجو أو بالأحرى العائد من الأجسام (الأهداف)^[1]. وهو أساس تطوير أنظمة لرصد أهداف كأجسام أو مواد على شكل كتل أم جزيئات ثابتة كانت أم متحركة وعلى مختلف الأبعاد أيضاً قد يصل إلى عشرات الكيلومترات في جو الأرض وآلاف الكيلومترات في المجال الخارجي وبسرعة فائقة وتحليل الإشارات الراجعة لكي تحدد ماهية الأهداف. وهناك منظومة مربوطة بالليدار تقوم بدراسة الهدف وهذه العملية تتم بسرعة كبيرة جداً إذ لو تباطأت هذه العملية قليلاً لأفلت الهدف خارج نطاق دائرة المتابعة. والليدار الليزري له تطبيقات عملية جمة داخل الغلاف الجوي منها: مراقبة الطائرات في المطارات لضمان سلامة الطيران مستخدمة فيها الجايروسكوب الليزري^[2] مراقبة أجواء البلاد لضمان أمن وسلامة البلاد من أي عدو خارجي مراقبة الغيوم والعواصف لدرئ المخاطر قبل وقوعها ملاحظة الملوثات البيئية في الجو ومنها ما يكون خارج الغلاف الجوي مثل: مراقبة الأقمار الصناعية في مداراتها ومدى استقراريتها في أماكنها. مراقبة الأجرام السماوية لرصد تحركاتها (اقتربها أو ابتعادها عن كوكب الأرض)^[4].

الجزء النظري

التقنية التي تعمل بها الليدارات:

في حالة دراسة الأنظمة الليزرية بوصفها كمتحسسات عن بعد، فمن الضروري أن نعرف ماهية إشعاع الليزر وكيف يتصرف في حالة تفاعله مع المواد التي يسقط عليها وكيف يكون التفاعل مع كل مادة في الطبيعة

1 - استطارة ريلي (Rayleigh).

2 - استطارة مي (Mie Scattering).

3 - استطارة رامان (Raman Scattering).

4 - استطارة الرنين (Resonance Scattering).

5 - الفلورة (fluorescence).

6 - الامتصاص (Absorption).

7 - الاستطارة والامتصاص التفاضلي (Differential Absorption and Scattering).

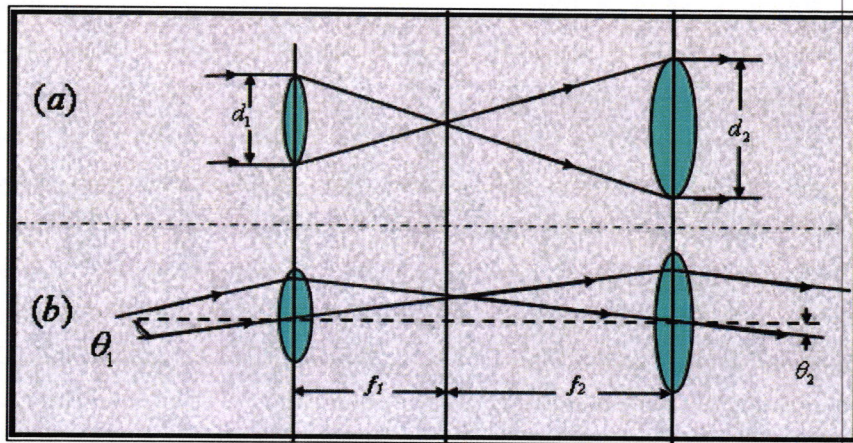
حيث أن أغلب الليدارات المصممة على اختلاف أنواعها تعتمد في تقنياتها على أحد هذه العمليات أو أكثر. وبحسب استخداماتها.

مكونات منظومة الليزر:

مكونات المنظومة: إن المنظومات المصممة والمستخدمه في الليدارات الليزرية تتكون من عدة أجزاء تشترك فيها أغلب منظومات الليدارات على اختلاف أنواعها وتختلف في بعض الأجزاء الثانوية التي تكون حسب الغرض الذي استخدمت من أجله المنظومة^[4].

1 - المرسل (Transmitter): تتمثل المرسله في مصدر يبعث إشعاع الليزر، وهناك العديد من أنواع الليزر المستخدمة وحسب الغرض في هكذا مرسلات. كما ومن أهم أجزاء المرسله:

الأجزاء البصرية (Optical Parts): في أغلب الأنظمة المستخدمة، إن حزمة الليزر لا ترسل مباشرة إلى الجو بل هناك أجزاء بصرية (منظار بصري) تمر بها الحزمة الليزرية أولاً قبل أن ترسل إلى الفضاء وهذا ضروري لكي تترتب الأشعة الليزرية بشكل خطوط متوازية ولكي



الشكل (1) يبين كيف أن الحزمة توسع لتقليل انحرافها حيث أن $d_1 \theta_1 = d_2 \theta_2$ وإن الجزء (a) يوضح مجمع الحزمة وتبين ذلك العلاقة $d_1 f_1 = d_2 \theta_2$ والجزء (b) يبين افتراض أن الأشعة تنحرف عن المحور وتبين ذلك العلاقة $\theta_1 f_1 = \theta_2 f_2$ ^[1]

فعلية تكون المجموعة البصرية هي المدخل الرئيس لمنظومة الليدار الليزرية^[4].

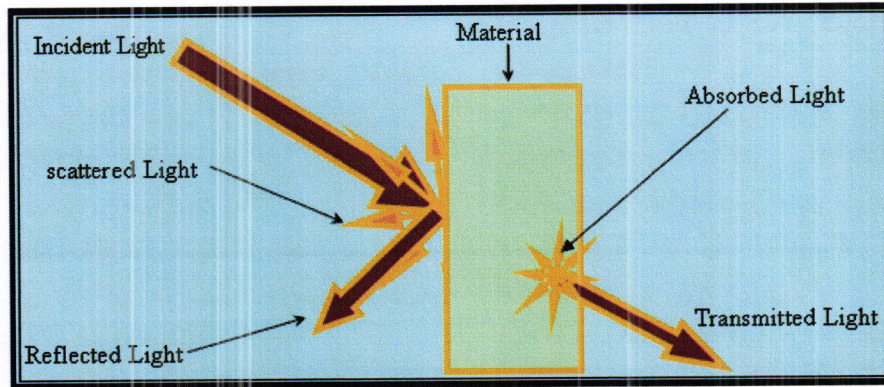
b - الكواشف (Detectors): إن الكاشف بشكل عام يعمل على تحويل الشدة الضوئية الساقطة الواسلة على سطحه إلى إشارات كهربائية. وهناك نوعان من الكشف وهما الكشف المباشر والكشف الغير المباشر. ومن الأمور الأساسية التي يجب إن تؤخذ بنظر الاعتبار عند اختيار الكاشف هي يجب أن يكون الكاشف ملائماً مع ما تحتاجه متطلبات البحث لكي تكون النتائج مضبوطة ومن أهمها^[5]: الاستجابة الطيفية (*Spectral Responsivity*) والكشفية (*Detectivity*) وزمن الاستجابة (*Response time*).

انعكاسية الضوء على سطوح الأهداف:

إن سقوط الضوء على سطوح الأهداف وانعكاسه منها هي العملية الأساسية في دراسة الأهداف ومراقبتها لأنه لو لم تكن تلك العملية ما أمكننا تحديد هدف من الأهداف، وأن لكل مادة من المواد كما هو معلوم لها انعكاسية خاصة بها يمكن من خلالها تحديد الهدف أو معرفة نوعه. ولو سقط الضوء على سطح معين فإنه سيعاني عمليات فيزيائية مختلفة فقسماً منها انعكاس ومنها امتصاص ومنها تشتت وقسم آخر سينفذ خلال السطح. والشكل (2) يبين العمليات التي يمر بها الضوء عند سقوطه على الأجسام.

2 - المستلمة (Receiver): إن المستلمة تعتبر من أهم الأجزاء الرئيسة للمنظومات الليدارية لما لها أهمية في تحديد دقة الأهداف عند المراقبة. وإن المستلمة بشكل عام يجب أن تكون مسددة إلى الهدف مباشرة وبشكل مستمر ومن ثم تقوم بجمع الراجع من حزمة الليزر المنعكسة قدر المستطاع. والمستلمة بشكل عام تقوم بعملية كشف للإشعاع ومن ثم تقوم بتحويل الإشارة البصرية (*Optical Signal*) إلى وحدة كهربائية (*Electrical Unit*). وتتألف المستلمة عموماً من الأجزاء البصرية والكاشف والمرشحات والمضخمات وبقية الدوائر الإلكترونية الأخرى، ويمكن دراسة أهم الأجزاء الموجودة في المستلمة. وهي:

a - المجموعة البصرية: إن كل نظام يعتمد على استقبال إشعاع خارجي يجب أن يكون ذا أجزاء بصرية لما لها أهمية في تجميع الأشعة الليزرية، وإن مجموعة الأجزاء البصرية تسمى المنظار. وقد يكون عاكساً (*Reflector*) أو مكسباً (*Refractor*) أو قد يكون في بعض الحالات صف من المرايا أو مجموعة من العدسات. وغالباً ما يستخدم مجمع للحزمة (*Beam Collimator*) وهو عبارة عن عدسة من الزجاج تكون محدبة مستوية ودموجة مع الكاشف نفسه، أي إنها في الكاشف توجد عدسة ملتصقة في مقدمته، وإن لهذه العدسات مجال رؤية جيد بحيث تعمل على تجميع أغلب الأشعة على سطح الكاشف.

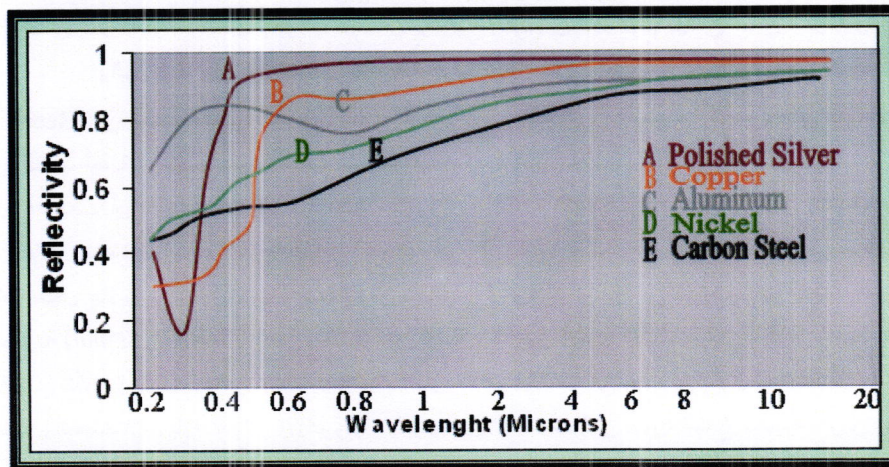


الشكل (2) يبين العمليات الفيزيائية التي تحدث عند مرور الضوء في المادة.

2. الانعكاس عند سطوح المعادن: إن انعكاسية المعادن عموماً مرتفعة، والسطوح المعدنية المصقولة صقلاً جيداً لها انعكاسية عالية وهي تعتمد على الطول الموجي للضوء وبدرجة أقل على زاوية السقوط. هناك اختلاف مهم بين حالة الانعكاس من المعادن وحالة الانعكاس من العوازل وهو أن انعكاسية المعادن التي لها توصيلية كهربائية عالية لها قيم انعكاسية عالية للضوء وخصوصاً عند المدى الطيفي للأشعة تحت الحمراء، لذلك فإن انعكاسية الذهب أعلى من انعكاسية الألمنيوم والذي تكون إنعكاسيته أعلى من انعكاسية الفولاذ. وإن المعادن خلافاً للعوازل تحتوي على إلكترونات حرة تستطيع تحت تأثير مجال كهربائي أن تتحرك في المعادن مسببة التفاعل مع أشعة الضوء بسرعة داخل المعدن^[8]. والشكل (3) يبين انعكاسية بعض المعادن كدالة للطول الموجي في حالة السطوح الملساء لتلك المعادن.

أي إن بعضاً من طاقة الضوء الساقط تدخل السطح، فتمتص بواسطة المادة أو تنفذ خلالها، بينما جزء من الضوء يتشتت في كل الاتجاهات بواسطة السطح. كذلك فإن بعض الضوء يعاني انعكاساً أيضاً ضمن المادة، وإن الضوء المنعكس هو الجزء المهم لمعرفة نوع الهدف من انعكاسية الأجسام ونوع الطيف الصادر منها.

1. الانعكاس عند سطوح العوازل: عندما تدخل الأشعة الساقطة على المادة فإنها تتفاعل مع إلكتروناتها، وأن الإلكترونات في المواد العازلة تكون مقيدة جداً، لذلك فإن سرعة الأشعة الساقطة عليها سوف تكون أبطأ داخل المادة العازلة، مما ينتج عامل انكسار أكبر من الواحد، وهنا لا يكون امتصاص للأشعة، أي أن المواد العازلة يمكن استخدامها كمواد طلاء مضاد للامتصاص. كما أن أي سطح مثالي له معامل انكسار حقيقي (n)^[8].



الشكل (3) يوضح انعكاسية سطوح عدد من المعادن كدالة للطول الموجي للضوء الساقط^[10].

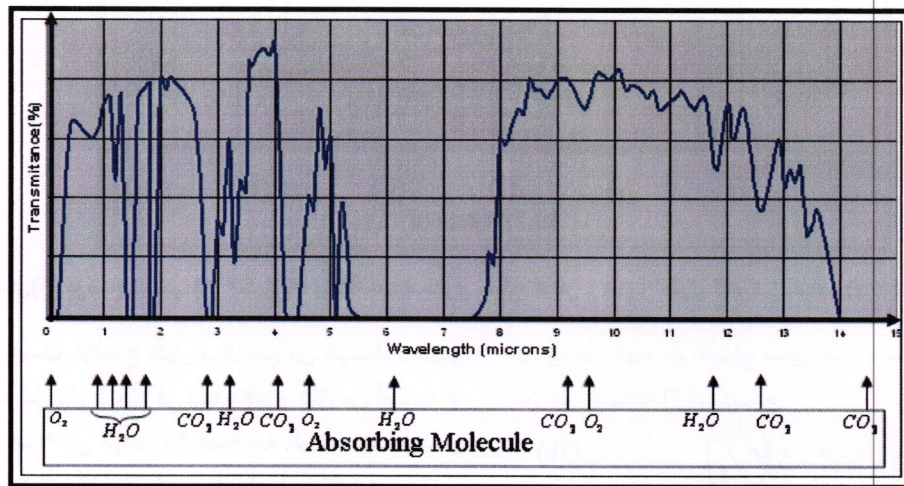
المرئي وذلك يعود إلى المظهر المبيض (Whitish Appearance) للمعدن.

وإن انعكاسية المعادن عموماً تزداد بزيادة الطول الموجي للضوء الساقط وتكون انعكاسيتها عالية عند الأطوال الموجية تحت الحمراء البعيدة (FIR). ففي الأطوال الأكبر من (5μm) فإن جميع المعادن لها انعكاسية تزيد عن (90%)، لكن انعكاسية المعادن تقل عند ارتفاع درجة حرارتها وخصوصاً عند اقترابها من درجة انصهارها^[11]. إذن من الممكن مراقبة جسم من مسافة بعيدة مثل القمر الاصطناعي بالاعتماد على انعكاس الليزر من سطحه الطبيعي^[12]. إن سلوك العواكس يمكن أن يميز بالعلاقة

وعلى الرغم من عدم انتظام الانعكاسية عند الأطوال الموجية القصيرة إلا أن كل المعادن تعكس الأشعة بقوة وتكون منتظمة في منطقة الأشعة تحت الحمراء، لذلك فالمعادن تعد أفضل المرآيا. إن انعكاسية الذهب والنحاس واطئة في الجزء الأزرق من الطيف المرئي لكنها تزداد في النهاية الحمراء من الطيف، وبذلك يعتمد لون المادة على انعكاسيتها، لذلك فإن انعكاسية النحاس أعلى من انعكاسية الذهب في الجزء الأخضر من الطيف المرئي^[10]. أما الفضة والألمنيوم فلهما أهمية خاصة في الاستخدامات البصرية لاحتفاظها بانعكاسية عالية على امتداد الطيف

والإياب والتي يجب أن تؤخذ في الحسبان خلال تصميم المنظومات ولكي يكون الخطأ أقل ما يمكن. ومن أهمها التوهين الجوي الحاصل لشعاع الليزر [13]. وإن هناك عوامل كثيرة مسببة لهذا التوهين من أهمها الامتصاصية والاستطارة والاضطرابات الجوية (Atmospheric Turbulences).

2. الامتصاصية (Absorbance): قبل أن يصل الإشعاع الليزري إلى الكاشف الخاص بالمستلمة في منظومة الليدار فإنه سيعاني امتصاصاً جزئياً من قبل العديد من الجزيئات الموجودة في الغلاف الجوي. ومن أهم تلك الجزيئات الموجودة في الغلاف الجوي هي: جزيئة بخار الماء (H₂O) وجزيئة الأوزون (O₃) وجزيئة ثنائي أوكسيد الكربون (CO₂) وجزيئة أول أوكسيد الكربون (CO). لذلك فعند اختيار الليزر المناسب لاستخدامه في منظومة الليدار فيجب أن يكون طوله الموجي ضمن النوافذ الجوية كما في الشكل (4) الذي يوضح النوافذ الجوية لبعض الأطوال الموجية.



الشكل (4) يوضح النفاذية النسبية للأطوال الموجية لبعض الجزيئات [14].

وابتعاها عن مسارها [15]. ولكي نقلل من هذه التأثيرات بالإمكان استخدام ليزر ذي نبضات قصيرة جداً للتخلص من التأثيرات الحرارية التي تؤدي إلى تسخين الهواء ومن ثم تغيير معامل الانكسار وانحراف الحزمة، كذلك فإن الجسيمات أو الجزيئات الموجودة في الجو قد تحدث في الحزمة امتصاصاً فتحصل تشوهات في الحزمة الناتجة حيث أن هذه الجزيئات سوف ترتفع درجة حرارتها فيسخن الهواء الملاصق لها مما يؤدي إلى حدوث تيارات حمل ورياح ذات سرعة معينة بسبب تمدد الهواء المسخن مما يؤدي إلى حصول انحراف في الحزمة، وقد يحصل توهج وهذا ما يطلق عليه بالتوهج الحراري [15].

5. تصحيحات قياسات المدى (Corrections to Range Measurements): إن الضوء ينتقل في الجو أقل سرعة مما ينتقل في الفراغ، وهكذا فكلما ازدادت كثافة الهواء قلت السرعة ولذلك فإن زمن وسرعة الضوء عند وصوله إلى الهدف يجب أن تقل قليلاً أي أن مدى الأهداف الذي نحصل عليه يختلف قليلاً عما هو حقيقة فلذلك يوجب تصحيح المدى. وإن التصحيح في مدى الأجسام خارج الجو يبلغ بضعة أمتار. حيث يحدث انحناء في الحزمة الليزرية وإن سبب الانحناء في

[A/Ω] وهي: {النسبة بين مساحة المقطع العرضي الفعالة إلى الزاوية الصلبة الكلية للحزمة المنعكسة}. ويمكن أن نرى بأن النسبة [A/Ω] يمكن أن تكتب بصيغ مختلفة كالآتي:

$$\begin{aligned} (2r^2/3) &= A/\Omega & \text{في وسط مبعثر بنصف قطر } r. \\ (r^2/4) &= A/\Omega & \text{في وسط صفيق بنصف قطر } r. \\ (A/\pi) &= A/\Omega & \text{لسطح مستوي مبعثر بمساحة } A \text{ عمودي على حزمة الليزر.} \end{aligned}$$

ولقد ارتأينا أن تكون معادلة الإشعاع الراجع من الهدف أكثر دقة، فأدخلنا نسبة [A/Ω] مباشرة في معادلة الأشعة المستلمة [1].

المؤثرات على الإشعاع الليزري

1. التوهين الجوي (Attenuation): إن مبدأ عمل منظومة الليدار الليزرية يعتمد أساساً على فكرة إرسال شعاع ليزري نحو الهدف المطلوب من خلال المرسلات الليزرية ومن ثم استلام الإشارة المنعكسة من الهدف من خلال المستلمة للأشعة الليزرية. ولكن هناك العديد من العوامل المؤثرة على شعاع الليزر خلال مساره في رحلة الذهاب

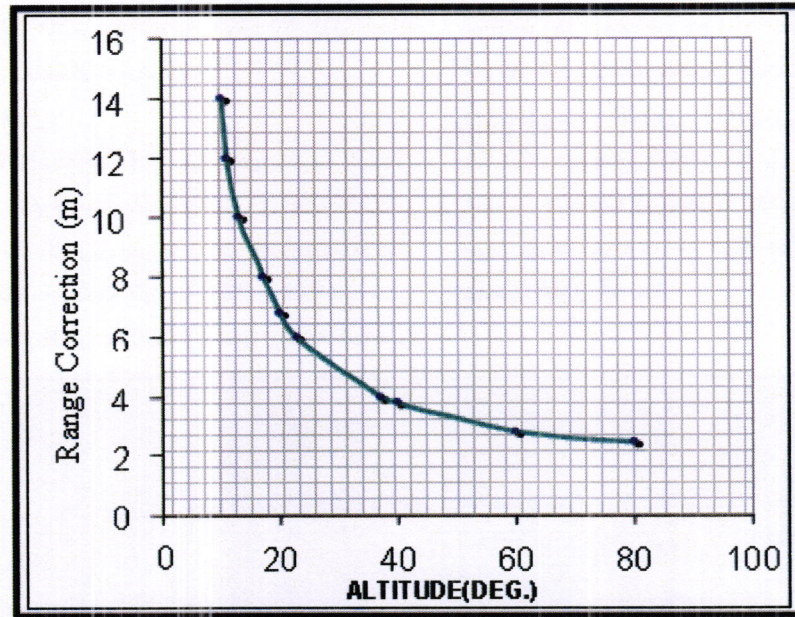
3. الاستطارة (Scattering): إن الاستطارة تعتمد على حجم الجزيئات العالقة في الجو وعلى الارتفاع عن مستوى سطح البحر وعلى الطول الموجي لشعاع الليزر وهناك نوعان رئيسيان من الاستطارات أكثر تأثيراً وكما هو معلوم استطارة مي (Mie) واستطارة ريلي (Rayleigh) كما نعرف أن الجسيمات العالقة في الجو ليس لها شكل أو حجم ثابت، فهي ذات أشكال وأحجام مختلفة. وإن الدخان والغبار والضباب وحببات المطر لها أحجام مختلفة. فاستطارة مي تحدث عند الأطوال الموجية القصيرة حيث أن هذه الاستطارة نتيجة لوجود جسيمات في الجو ذات حجم أكبر بكثير من الطول الموجي لليزر. وأن استطارة ريلي تحدث عندما يكون حجم الجزيئات أو الجسيمات مساوياً أو أقل من الطول الموجي، وتحدث أيضاً في الجسيمات ذات الحجم الصغيرة التي تكون بنصف قطر أقل من (0.5 μm) [14].

4. الاضطرابات الجوية: عند انتقال حزمة الليزر إلى مسافات بعيدة وعلى ارتفاعات مختلفة فإن درجة حرارة الهواء الذي تمر فيه الحزمة سوف تتغير خصوصاً في حالة القدرات العالية وتبعاً لذلك فإن معامل الانكسار لحزمة الليزر يتغير، مما يؤدي إلى انحراف حزمة الليزر

مستوى سطح البحر (α) لهدف معين، والليزر موضوع عند مستوى سطح البحر فنحصل على العلاقة الآتية^[16]:

$$\Delta R = 2.35 (10)^{-3} P / \sin \alpha \dots\dots\dots(1)$$

حيث أن ΔR : هي تصحيح المدى بالأمتار. P : هو الضغط الجوي بالمللي بار. α : الارتفاع عن مستوى سطح البحر للأهداف. وإن المنحني لمعادلة تصحيح المدى موضح في الشكل(5).



الشكل (5) يوضح تصحيحات المدى [المرسلة عند مستوى سطح البحر وعندما الطول الموجي يساوي (694nm)] [16].

إما إذا كان الهدف أو السطح صقيل فسوف نضيف النسبة $r^2 / = A/\Omega$ (4) على المعادلة (2) وستصبح:

$$I_r = \frac{E_0 \rho \cos \theta}{\pi R^2 10^{10}} T \exp[-2\sigma R - S] \left(\frac{r^2}{4} \right) \dots\dots\dots(3b)$$

أما إذا كان الهدف أو السطح مستوي مبعر فنضيف النسبة $A = A/\Omega$ (π) على المعادلة (2) وستصبح:

$$I_r = \frac{E_0 \rho \cos \theta}{\pi R^2 10^{10}} T \exp[-2\sigma R - S] \left(\frac{A}{\pi} \right) \dots\dots\dots(3c)$$

النتائج والمناقشة:

تصمم اغلب منظومات الليدار الليزرية لمراقبة أهداف ثابتة أم متحركة حسب الغرض الذي تقوم به وإن هناك مقترحات يجب الانتباه إليها جيداً لكي لا يقع الباحثون والمصممون والمهندسون في أخطاء صغيرة كانت أم كبيرة ولكي تكون النتائج أفضل ما يمكن عملياً ونظرياً عملياً عند التصميم ونظرياً عند استخراج الحسابات و النتائج. ومن جملة هذه المقترحات ما يلي:

أولاً: عملياً عند تصميمها:

1. قبل تصميم المنظومات يجب أن نعرف مسبقاً الحالة الجوية المحيطة بالهدف وخاصة المناطق التي يمر بها الليزر ذهاباً من منصة الإرسال في المنظومة إلى الهدف وإياباً الليزر المنعكس من الهدف حتى يصل منصة الاستلام وذلك لي يكون التوهين في حزمة الليزر اقل ما يمكن فمثلاً لا تستخدم الليزر ذات الأطوال الموجية فوق الحمراء (IR) في

الحزمة يعود إلى الانكسار لاختلاف كثافة الهواء. وإن معامل الانكسار الجوي يؤثر على مجموعة السرعة لليزر والتي تكون مسؤولة عن حساب الزمن الذي تستغرقه الحزمة من لحظة خروجها من المنظومة إلى الهدف ومن ثم ارتدادها إلى المنظومة مرة أخرى. ويمكن أن نحصل على الزمن بدقة تامة عندما الضغط الجوي المحلي (P) والارتفاع عن

أهم المعادلات في حساب الإشعاع الليزري الراجع من الهدف: على الرغم من وجود عوامل كثيرة تؤثر في شعاع الليزر تقلل من أضاءته أو تقلل من الطاقة الواصلة إلى الهدف والراجعة منه أو تحرف مسار الشعاع الليزري أو تشتته، ألا أننا يمكن حساب أهم معادلاته:

$$I_r = \frac{E_0 \rho \cos \theta}{\pi R^2 10^{10}} T \exp[-2\sigma R - S] \dots\dots\dots(3a)$$

حيث أن I_r : الأشعة المستلمة من الهدف ($\text{Watt} / \text{cm}^2$). E : طاقة الليزر المرسلة (Joule).

T : معامل النفاذية. R : المدى. K : معامل التوهين الكلي للاستطارة والامتصاصية.

ρ : انعكاسية الهدف. θ : زاوية السقوط. R : المدى (km). : 10^{10} معامل التحويل.

σ : التوهين بسبب الاستطارة. S : عامل الاضطراب الجوي.

ولو أردنا أن تكون المعادلة الرياضية رقم (2) أكثر تركيزاً وأكثر دقة في الحسابات سوف ندخل عليها النسبة A/Ω بحسب نوع السطح المراد دراسته:

فلو كان الهدف أو السطح مبعر فإننا سوف نضيف النسبة $2r^2 / = A/\Omega$ (3) على المعادلة (2) وستصبح:

$$I_r = \frac{E_0 \rho \cos \theta}{\pi R^2 10^{10}} T \exp[-2\sigma R - S] \left(\frac{2r^2}{3} \right) \dots\dots\dots(3a)$$

6. عند استخدام هدف معروف مسبقاً ومحدد الموضع فعندما يراد مراقبته من خلال الليزر مراقبة جيد فان من المفضل أن يطلا غلفه الخارجي بمادة ذات انعكاسية عالية للضوء أو نسيج من مادة عاكس جيدة للضوء لكي لا يكون هناك ضياعاً في الطاقة وتكون الإشارة الراجعة اكبر ما يمكن ولكي يكون واضحاً تحت مجال المراقبة.

ثانياً: نظرياً:

أدخلنا التصحيح على المعادلة العامة لإشعاع الليزر العائد من الأهداف بحسب شكل الهدف أو سطحه حيث أوجدنا معادلة لكل حالة وكما يلي:
فلو كان الهدف أو السطح مبعر فإننا أضفنا النسبة $(2r^2/3 = A/\Omega)$ على المعادلة (2) وأصبحت:

$$I_r = \frac{E_0 \rho \cos \theta}{\pi R^2 10^{10}} T \exp[-2\sigma R - S] \left(\frac{2r^2}{3} \right) \quad (2a)$$

إما إذا كان الهدف أو السطح صقيل فأضفنا النسبة $(r^2/4 = A/\Omega)$ على المعادلة (2) وأصبحت:

$$I_r = \frac{E_0 \rho \cos \theta}{\pi R^2 10^{10}} T \exp[-2\sigma R - S] \left(\frac{r^2}{4} \right) \quad (3b)$$

أما إذا كان الهدف أو السطح مستوي مبعر فأضفنا النسبة $A = A/\Omega$ على المعادلة (2) وأصبحت:

$$I_r = \frac{E_0 \rho \cos \theta}{\pi R^2 10^{10}} T \exp[-2\sigma R - S] \left(\frac{A}{\pi} \right) \quad (3b)$$

الاستنتاجات:

1. عند تصميم منظومة الليدار يجب الأخذ بعين الاعتبار الحالة الجوية المحيطة بالهدف وكذلك الحالة الجوية التي يمر بها الليزر وكذلك نوع الهدف ولماذا يراد دراسته لكي تكون النتائج دقيقة والخطأ أقل ما يمكن.
2. عند إجراء الحسابات على الأهداف يفضل أن تغير المعادلة العامة لإشعاع الليزر العائد من الأهداف لكي تكون النتائج أكثر دقة وذلك بإضافة النسبة $[A/\Omega]$ وقيمتها حسب نوعية الهدف على المعادلة العامة.
3. عن إيجاد موقعية جسم فان القيمة الحاصل عليها ليست هي القيمة الحقيقية فلذلك يجب أن تغير وحسب بعد الجسم عن مستوى سطح.

المناطق المضطربة أو في جس الأعماق لأنه يحدث توهين عالي جداً لحزمة الليزر بسبب التشتت والانعكاس من على سطوح المياه. وكذلك نستخدم الليزرات ذات الأطوال فوق البنفسجية في المسافات القريبة لأنه أكثر دقة وأقل نسبة ضوضاء. وكذلك لا يستخدم ضوء الليزر المرئي خلال النهار.

2. عند استخدام الليزر لمراقبة أهداف في الحالات التعبوية الحربية في ارض العدو فيجب أن يكون الليزر غير مرئي لكي لا يكتشف من خلال أجهزة الرصد للعدو وضوء الليزر بشكل عام لا يكتشف إن لم يكن على شكل حزمة لأنه يحمل صفات الضوء العادي الأبيض ولا يفرق بينهما.

3. عندما يكون الهدف معلوماً فان فتحة المرسل يجب أن تكون صغيرة لكي يكون الليزر مركزاً في نقطة محددة يمكن دراستها جيداً ولكي لا يكون هناك ضياعاً في الطاقة أو حسب الغرض المطلوب مثلاً للقطع أو للحام أو للنقش وكذلك في الطب مثل الكي في العمليات الطبية أو العلاجات بالليزر أو الاستئصالات شرطية أن يركز الليزر نحو المنطقة المريضة دائماً مع التغيير المستمر لاتجاه الليزر المسلط لكي يكون التأثير كبير جداً على المنطقة المصابة وقليل جداً على بقية الجسم. وكل هذه الاستخدامات تحتاج إلى ليزر عالي الدقة لكي يكون الخطأ أقل ما يمكن.

4. وعندما يكون الهدف غير معلوم ويحتاج إلى عملية بحث فان ضوء الليزر يجب أن ينشر في الفضاء وعلى مسافات واسعة لكي تكون احتمالية دخول الهدف داخل مجال الكشف عالية. ولما كانت طبيعة الليزر يسير في الفضاء على شكل حزم من الضوء فلذلك يجب أن يتغير تصميم المرسلات الليزرية وهناك عدة طرق منها: أن توضع أمام المرسلات مرايا عاكسة لكي تنشر ضوء الليزر عن انحناءات الحزم الليزرية أو يوضع أمام المرسلات مقطعات للضوء لكي ينتشر ضوء الليزر في الفضاء وعلى مسافات واسعة.

5. ويجب الأخذ بالحسبان عند تصميم المرسلات في المنظومات الليدارية ذات الطول الموجي المعين أن يكافئها في المستلمة كاشف جيد لهذا الطول الموجي المستخدم.

المصادر

9. المجمع العلمي الأردني "مقدمة للبصريات" ص. 406 (1980).
10. Ready, J., "Industrial Application of Laser" Academic Press, Ch. 13, 14, 15, (1978).
11. Duley, W. W., "Laser Processing & Analysis of Materials" Plenum Press, CH. 2, (1983).
12. Tyson, E. T., Proc. GISAT Semp. 2, Part 1, 377-386, Mitre corp., Bedford, Massachusetts, (1967).
13. Arlowe, H. D., Opt. Tracking Syst., Soc. Poto-opt. Instrum. Eng. Sem. Pro. Ei Paso, Texas, (1970).
14. Forrester, P.A. & K. E. Hulme, "Optical And Quantum Electronics" Laser Ring Finders, Rev paper, Vol. 13, PP. 259-293, (1981).
15. Smith, R. A., F. E. Jones & R. R. Chasmer, "The Detection And Measurement of IR Radiation", 2nd ed., Clarendon Press. Oxford, 191, (1968).
16. Strohbelin, J. W., "Laser Propagation in the Atmosphere" Topics in Applied Physics, Springer/Verlag, Vol. 25, (1978).
1. Ross, M., "Laser Application" New York & London. Academic Press, (1974).
2. داود د. منقذ سليم "الليزر في الطيران" الكلية الهندسية العسكرية بغداد (1986).
3. Internet, "Ladar System for 3 D. Measuring and Control" (2003).
4. Measure, R.M., "Laser Remote Sensing" John Wiley and Sons, (1984).
5. عبد الرحمن حيدر جمعة "تصميم وبناء منظومة ليزرية لقياس سرعة المحركات الكهربائية" رسالة ماجستير الجامعة التكنولوجية كلية الرشيد للهندسة والعلوم (2003).
6. Murzbano, D. J., Havbala & R. John, "IEEE Transaction on Electron Devices", Vol. 29, No. 12, (1982).
7. Melchior, H., "Demodulation & Photodetection techniques" Laser Hand Book, North-Holland, Amsterdam, (1972).
8. Zetl, R. V., "Partial Application of IR Techniques" John Wiley & sons, p. 33, New York, (1972).

Suggestions which most be taken when Lidar system is connstraction

Kasim H. Mahmood

Department of Physics , College of Education , University of Tikrit , Tikrit , Iraq

Abstract

In this papeer we have studied a typical lidar system , since lidar has tremendous applications we took cary of all necessary correction for this lidar system , so we have suggested to important step:

1. Practical suggestion: this contin two parts this suggestion take care of the construction part of the system.
2. Theoretical suggestion : In this care we itroduce the ration $[A/\Omega]$ which is the ration between the cross section to the solid angle for the refraction beam. We have derived three new equations which are applicable in any further application.