

## دراسة تقدم الضوء في الجو

سميرة محمد عارف, بشرى رزوقي مهدي, مثنى عمار حسن  
وزارة العلوم والتكنولوجيا, قسم هندسة الليزر والبصريات الالكترونية-الجامعة التكنولوجية

### الخلاصة :

تم دراسة تقدم الضوء المتشاكه Coherent في الجو المضطرب. وذلك بكتابة برنامج حسابي يستخدم طول المسافة المقطوعة من قبل الضوء، الطول الموجي للضوء، وما يعرف بالمقياس الخارجي للاضطراب.

### المقدمة

لقد تم دراسة الغلاف الجوي باستخدام منظومات تستخدم الليزر بدقة عالية حيث تم دراسة التركيب العمودي للغلاف الجوي للكشف عن الأوزون وبخار الماء والتي تؤثر على الحياة على الأرض [1].

في الدراسة [2] لمجموعة من الباحثين يستخدم الرادار البصري بصورة واسعة للاستشعار عن بعد لدراسة التغيرات الكيميائية والفيزيائية في التروبوسفير لتراكيز التلوث. حيث تعتمد الدراسة الكشف المباشر للقدرة المتشكته الراجعة لنبضات ليزرية منبعثة الى طبقة الاتموسفير عند طولين موجيين مختلفين.

اما الباحثة [3] فقد درست انتقال أشعة الليزر خلال الغلاف الجوي حيث اعتمدت الدراسة التشتت بالغلاف الجوي وتطبيقاتها وتصنيفها الى جزئين تشتت الدقائق العالقة بالهواء والتشتت الجزيئي.

تمت دراسة عوامل التوهين الجوية على طول المسار التي تمر بها المصادر المتشاكهة من الضوء للمسافات الاكثر من (10m) والاكثر مثل تطبيقات الاتصالات وتقدير المدى وكشف التلوث حيث تم دراسة عوامل التوهين والتلوث [4].

ان الضوء المنتشر خلال الغلاف الجوي يتشتت ويمتص بواسطة الجزيئات والدقائق الطيارة المنفردة (aerosols) منظمة الغيوم المتكونة في الغلاف الجوي. ان التشتت الجزيئي يحدث بعدد من العمليات قد تكون مرنة حيث لا يحدث تبادل بالطاقة مع الجزيئية او غير مرن حيث يحدث تبادل بالطاقة مع الجزيئية.

اما عملية الامتصاص فتمثل احد العمليات الرئيسية عن دخول الأشعة الكهرومغناطيسية الى الغلاف الجوي، هذه الظاهرة تحدث لان معظم الجزيئات في الغلاف الجوي تمتص الأطوال الموجية، ويمثل الامتصاص احد الخواص البصرية للغلاف الجوي. يتشتت الضوء من قبل جزيئات الغاز في أطوال موجية مختلفة نتيجة الاهتزازات الشبكية ودوران الجزيئات (تأثير رامان) أو بسبب توسيع نطاق دوبلر لامتصاص الأشعة تحت الحمراء عندما يكون هنالك اختلاف قليل بالطول الموجي.

مشكلة تقدم الموجه في الجو هي إحدى المواضيع الخاصة من موضوع أكثر عمومية لتقدم الضوء في الأوساط المضطربة Turbulent حيث يعاني الضوء من ظاهرة التشتت Scattering تلك الأوساط ممكن أن تضم البحار ، الأوساط البيولوجية.

التطبيقات ذات العلاقة بهذا الموضوع تشمل الاتصالات ، التحسس عن بعد للكشف [1] تلك الاوساط عموما تكون ذات طبيعة متغيرة مع إحداثي الزمن والمكان عشوائيا مما يتسبب تغيرا في سعة وطول الموجة الضوئية المتقدمة خلاله مع إحداثي الزمن والمكان. ولذلك فقد نشأت فروع عديدة تهتم بالوصف الإحصائي للموجة والمحيط الناقل لها. وأصبح موضوع تقدم الضوء في الأوساط المشوشة من المواضيع التي تهتم العديد من الاختصاصات منها مهندسو الرادار،الاتصالات ،الكيمياء البيولوجية، الموجات الراديوية في البحار ، الفيزياء الجيولوجية. ولذلك فان الأسس القائم عليها مثل تلك الدراسات حظيت بالاهتمام والتوسع وهناك مصادر علمية واسعة ومتقدمة تدرس في الجامعات على مختلف المراحل الدراسية ولكن في قطرنا لا تتوفر مثل هذه الدراسات وتؤكد ان تكون معدومة مما يصعب الخوض في مجالات الدراسة في هذا الموضوع. ولكن لأهمية التطبيقات العلمية لهذا الموضوع فقد طرحت الدراسة لتشمل مدى ضيق من موضوع واسع وعميق لا تغطيه دراسة واحدة شاملة.

ترتبط شدة الضوء المتقدم في الجو بدالة تعرف بدالة التشاكة المحثة Mutual coherence وسيكون من المفيد دراسة تلك الدالة مع معلمات اضطراب الجو الذي تتقدم فيه الموجه مع بعض معلمات الضوء كالتطول الموجي وسعة الشعاع على مسافة بعيدة من المصدر تصل إلى حد الكيلومترات [5].

تعرف دالة التشاكة المحثة بالشكل التالي:

$$\Gamma(x, y) = \exp[(-1/2)D(x, \rho)]$$

$$D(x, \rho) = 8\pi^2 k^2 x \int [1 - L_o(k\rho)]^2 \phi_n(k) k dk$$

$$\phi_n(k) = 0.03273 C_n^2 / [k^2 + (1/L_o)]^{11/6}$$

وبإتباع خطوات رياضية [3] يمكن الحصول على العلاقة التالية:

$$D(x, \rho) = 4\pi^2 k L_o \Gamma(5/6) / \Gamma(11/6) * [1 - 2^{1/6} (\rho/L_o)^{5/6} . k_{5/6}(\rho/L_o) / \Gamma(5/6)] * 0.03273 C_n^2$$

حيث إن:

$\rho$  = Target reflectivity.

X = Range in Meters.

$L_o$  = Outer scale size of turbulence.

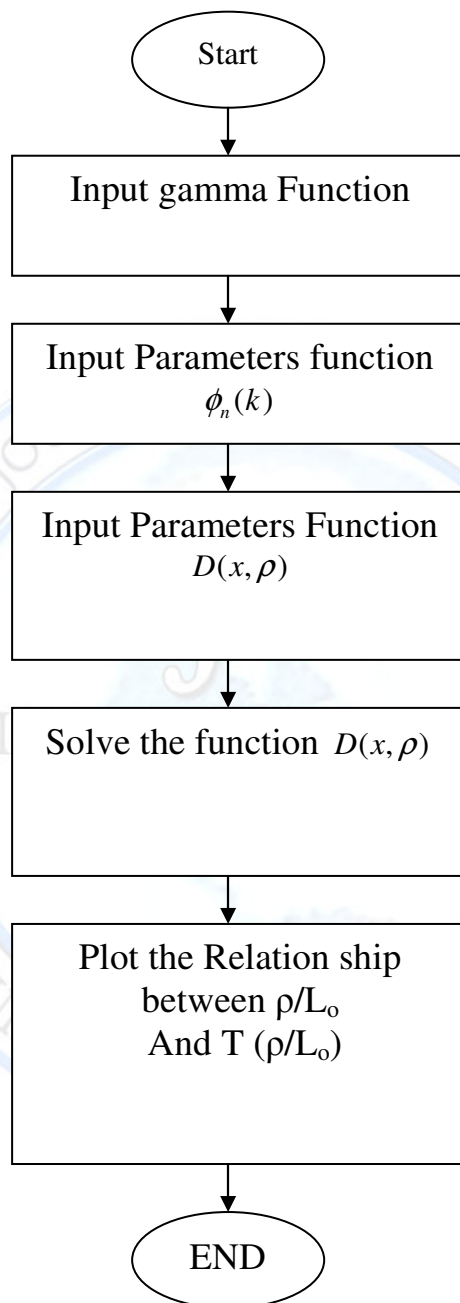
$K = 2\pi/\lambda$ .

$\Gamma$  = Gamma function.

$C_n$  = Structure constant in the atmosphere is on the order of  $10^{-9} m^{-1/3}$  for weak turbulence.

$K$  = Modified Hankel function.

البرنامج الحسابي يعطي الشكل رقم (1).

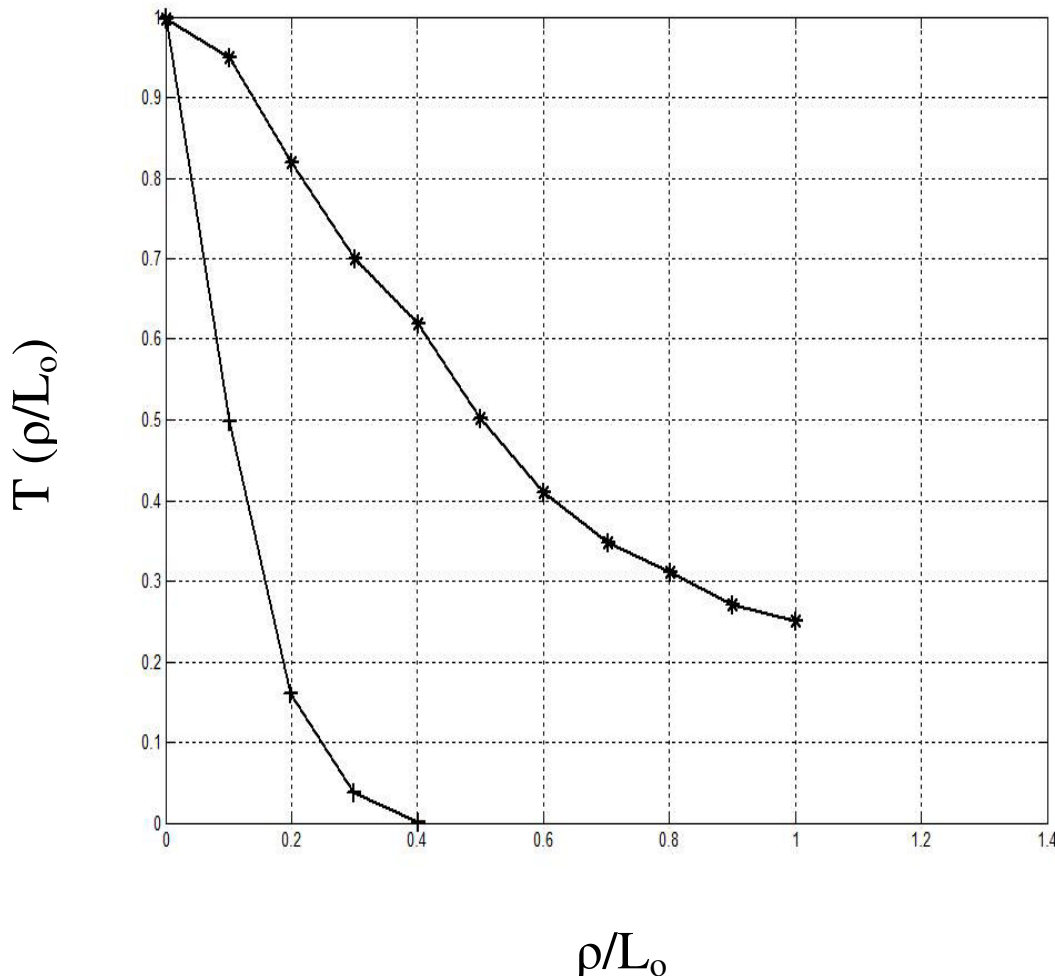


شكل رقم (1) يبين البرنامج الحسابي

### النتائج والمناقشة:

تم كتابة البرنامج الحسابي بلغة الماتلاب للحصول على النتائج الموضحة في الشكل (2) الذي يربط بين دالة التشاكة المحث والمسافة المعيارية Normalized Distance من محور الشعاع الضوئي للبعد (1كم) . وبطول موجي (1 $\mu$ m) وحجم خارجي outer scale size يساوي (1متر).

وتعتبر الدراسة الحالية مفيدة لمعالجة تقدم الضوء في الجو المضطرب كمرجع لدراسات مستقبلية تهتم بعض التطبيقات ذات العلاقة، منها الاتصالات، ويمكن جعلها نواة لدراسة تقدم شعاع الليزر عالي القدرة لمعرفة الفوارق لتلك الحالات.



شكل رقم (2) الذي يربط بين دالة التشاكة المحث والمسافة المعيارية



REFERANCS:

- [1] Nasa Fact," using laser to study our atmosphere", internet serves, 1996.
- [2] E. Durieux,"measurement of the lidar signal fluctuations with shot per shot Instrument",Applied optics,Vol.(37).No.30,1998.
- [3] 2006 (انتقال الليزر خلال الغلاف الجوي) ندى جاسم محمد، أطروحة ماجستير، جامعة بغداد، 2006
- [4] J.E.harry ,et.al," industrial lasers& their applications",2nd edition, London,1976.
- [5] Wave propagation and scattering in random media, A.Ishimaru, Vol.1 and Vol.2.1st edition,Newyork, 1978.
- [6] Optical Engineering .Vol.25,no.5,1986.
- [7] Advance in Electronics and Electron Physics,Vol.61,1983.