



## دراسة انتقال الليزر في عدد من أنواع الماء

١ عواطف صابر جاسم ، ٢ رشا شاهر بدوي

١ جامعة تكريت كلية العلوم /قسم الفيزياء

[Awatif58@yahoo.com](mailto:Awatif58@yahoo.com)

٢ جامعة تكريت /كلية التربية/ قسم الفيزياء

[rasha.aljanaby@rocketmail.com](mailto:rasha.aljanaby@rocketmail.com)

### الخلاصة

تم في هذا البحث دراسة انتقال أشعة الليزر وبأعماق اختراق مختلفة في أنواع المياه هي ( ماء مقطر ، ماء نهر دجلة ، ماء الإسالة ، ماء المطر ) من خلال دراسة العلاقة بين النفاذية الأشعة الليزر وطول المسار المقطوع خلال الوسط المائي باستخدام عدد من الليزرات هي لليزر He-Ne بطول موجي ٦٣٢ nm وبطاقة ٢.٠٤ mW وكذلك استخدام لليزر Nd:YAG بطولين موجيين هما ١٠٦٤ nm وبطاقة ٨٨.٣ mj وبطول موجي ثاني هو ٥٣٢ nm وبطاقة ٤٠ mj. أن دراسة انتقال أشعة الليزر خلال الوسط المائي استنتج منها نقصان النفاذية بزيادة عمق المسار المخترق لجميع الليزرات . حيث تكون عملية نقصان النفاذية معتمدة على نوع الليزر المستعمل ، عمق المسار ، نوع الماء المستخدم وكذلك طاقة الليزر المستخدم في البحث .

كلمات داله : لليزر ، نفاذية ، التوهين ، لليزر نيدميوم \_ ياك.



# The study transmission of the laser in a number of types of water

Awatif S. Jasi<sup>1</sup>, Rasha Shahir Badawi<sup>2</sup>

1(Department of physics- College of science University of Tikrit)

[Awatif58@yahoo.com](mailto:Awatif58@yahoo.com)

2(Department of physics- College of Education University of Tikrit)

[rasha.aljanaby@rocketmail.com](mailto:rasha.aljanaby@rocketmail.com)

## Abstract

This research aims to study the transmission of the laser in the water by using several types of water are (distilled water, water Tigris River, tap water , rain water , through studying the relation between transmittance of laser beams and the length of intersected orbit through the water environment .by using a number of The lasers the laser of He-Ne laser with wave length of 632 nm with power reads 2.04 mw the laser Nd-YAG laser with tow wave length that are 1064 nm with power 88.3 and the second length wave is 532 nm with power 40 m. laser beams transfer through the water channel, Throughout dealing with this study concluded that transmittance decrease with increasing the depth of crossed orbit for all kinds of laser. The decrease of transmittance results from the kind of laser , depth of orbit , the kind of water and power of laser.

**Key words:** lasers, Nd-YAG Laser, attenuation, transmission.

**Aim of this search :** الهدف من البحث



يهدف هذا البحث إلى دراسة انتقال أشعة الليزر في الماء باستخدام أنواع مختلفة من الليزرات ودراسة مدى تأثير الوسط المائي على انتقال أشعة الليزر بمختلف الأطوال الموجية من خلال دراسة تغير النفاذية مع عمق المسار للأشعة الليزر المستخدم لعدد من أنواع الماء المختلفة المستخدمة في البحث.

## المقدمة Introduction

بعد إنتاج الليزر ودخوله في العديد من الاستخدامات والتطبيقات وفي كافة المجالات العلمية وعلى مدى واسع وبالأخص في مجال الاتصالات البصرية وأرسال المعلومات عبر الغلاف الجوي زاد اهتمام الباحثين في السنوات الأخيرة في دراسة انتقال الأشعة الكهرومغناطيسية وأشعة الشمس بصورة عامة وانتقال الليزر بصورة خاصة ودراسة العوامل المؤثرة على انتقاله في الغلاف الجوي والاستفادة منها في دراسة تلوث البيئة والغلاف الجوي والمائي أيضا وتطورت الدراسات إلى استخدامها في مجالات التحسس والاستشعار عن بعد .

قام الباحث Veselovskil عام ٢٠٠١ بدراسة الماء في الغلاف الجوي بطريقة التشتت المرن للرايمان باستخدام لليزر Nd:YAG حيث قام بدراسة شكل الطيف الناتج عن استطرارة رايمان للماء السائل في الغلاف الجوي وتقدير تأثير بخار الماء وتقدير أحجام قطرات الماء [١]. قام الباحث عصام الجعافي ٢٠٠٣ بدراسة الملوثات  $C_2H_4$ ,  $HCl$ ,  $O_3$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $NO$  والبنزين، والتولوين إضافة إلى الزئبق الذري. كما درس أطوال أمواج الامتصاص، والمقاطع الفعالة التفاضلية لهذه الملوثات باستخدام عدد من الليزرات مثل لليزر Nd:YAG و Dye- لليزر بالإضافة إلى الليزرات أخرى للحصول على خطوط لليزرية في مجالات طيفية مختلفة [٢]. قام الباحث أمين جبار عباس عام ٢٠٠٢ بدراسة انتقال الليزر خلال الماء لعينات مياه متعددة مستحصلة من مصادر مختلفة من مياه العراق. استخدم ليزر Nd:YAG مضاعف التردد، حيث تم توجيه حزمة الليزر خلال خلايا تجريبية بأطوال مختلفة لقياس النفاذية والتي صُنعت في المختبر لقياس معاملات التوهين لأنواع المياه المستحصلة من منتصف نهر دجلة ومنتصف نهر الفرات وكذلك ضفة شط العرب ومنتصفه ومن مياه الخليج العربي قرب جزيرة بوبيان من على عمق (٣ m) و(٥ m) وبالإضافة إلى أخذ عينات من ماء البحر الاصطناعي المحضر مختبرياً والماء المقطر [٣].



## Theoretical Part الجانب النظري

عند انتقال الإشعاع الكهرومغناطيسي خلال الماء فانه يفقد جزءاً من طاقته، إنَّ التأثير الأساسي يكون ناتجاً عن طبيعة الماء نفسه أي الخواص البصرية للماء والتي لها إسهام كبير في توهين الضوء [٤]، وتخضع عملية التوهين في الماء إلى قانون بير- لامبرت (Beer- Lambert) فعند دخول حزمة من ضوء أحادي الطول الموجي إلى داخل الماء فإنَّ الشدة الواصلة إلى مسافة  $D$  تعطى بالمعادلة التالية [٥]

$$I = I_0 \exp(-\alpha D) \dots\dots (1)$$

حيث أن

$I$ : الشدة الكلية الخارجة من المصدر

$I_0$ : الشدة المستلمة

إن التوهين هو مجموع خسارتي الاستطارة والامتصاص وهذه الحقيقة توضح من خلال المعادلة التالية [5]:

$$\alpha(\lambda) = a(\lambda) + s(\lambda) \dots\dots (2)$$

$\alpha$  : معامل التوهين الكلي (total attenuation coefficient)

$a$  : معامل الامتصاص (absorption coefficient)

$S$  : معامل الاستطارة الكلية (total scattering coefficient)

$\lambda$  : الطول الموجي

يتبين من المعادلة (2) بأن التوهين هو مجموع خسارتي الاستطارة والامتصاص، إنَّ هذه المعاملات تكون متغيرة في الوسط المائي تبعاً للعمق، والوقت، والموسم، والموقع الجغرافي. يتغير معامل التوهين لكافة أنواع المياه الصافي منها، والمقطر، والطبيعي بصورة ملحوظة مع الطول الموجي [٥]. أن عملية الامتصاص تتناسب طردياً مع الطول الموجي للأشعة الكهرومغناطيسية ، كما تعتمد عملية الامتصاص على المحتويات والعناصر والمواد الذائبة في



الماء ، فمثلا وجود اليخضور في الطحالب المائية يؤدي إلى امتصاص أكبر للأشعة المرئية فتظهر المياه باللون الأخضر[6]، أما الزيادة الملحوظة في قيم الامتصاصية عند الأطوال الموجية الأطول تكون مرتبطة بظهور عدة حزم امتصاص نتيجة للمستويات الاهتزازية الرئيسية لجزيئات الماء (fundamental vibrational states). [7] ، حيث يمتلك الماء نافذة واحدة مهمة والتي تقع قمتها عند الطول الموجي (480 nm) ما لم تزحف باتجاه المنطقة الخضراء بسبب المواد المنحلة المُذابة في الماء ، وهذه المواد تكون موجودة عادةً في المياه الساحلية والتي هي عبارة عن مركبات تنتج من تحلل النباتات والمواد الحيوانية [5]. أما الانعكاس فينتج أما من تفاعل الأشعة مع سطح الماء وعندها يبدو براقا بسبب ظاهرة الانعكاس الانتشاري أو من التفاعل مع قعر المياه إذا كانت المياه صافية ، أما في المياه العكرة فان خاصية النفاذية تتغير ونضرا لوجود مواد عضوية وأخرى غير عضوية وبذلك يتغير معامل الانعكاس أيضا[6]. حيث يعكس الماء النقي قسم من الأشعة الساقطة عليه في حزم طيفية تنحصر بين  $(0.69 - 0.4) \mu\text{m}$  .

تحدث عملية الاستطارة في الماء عند مرور الضوء خلال الوسط المائي فانه يتفاعل مع جزيئات الماء أو الجزيئات المادية العالقة، أو حتى المواد الذائبة، وعندها سيؤدي إلى امتصاص أو تشتت الفوتون في زاوية معينة تعتمد على اتجاه الضوء الساقط[8, 9]. أن تسليط الضوء مباشرة على الماء (مقطر) يبقى كما هو أي لا يعاني تشتتاً عند نفاذه، ولكن الجزيئات في السائل المقطر سوف تشتت الضوء بدرجات معينة لذلك لا يوجد محلول ذو تعكرية صفرية مطلقة وتُظهر تغيرات بسيطة نسبياً بسبب بعض التأثيرات مثل تغير الضغط أو الحرارة أحياناً [10, 11]. تعرف التعكرية أو الكدرة The Turbidity على أنها النقصان الحاصل في شفافية المحلول لوجود الجزيئات العالقة وبعض المواد المذابة التي تعمل على تشتيت الضوء الساقط أو انعكاسه والتقليل من نفاذيته بخطوط مستقيمة كما أن شدة الأشعة المشتتة العالية تدل عادة على زيادة قيمة التعكرية[12, 13]. أن الضوء النافذ من المحاليل الحاوية على جسيمات مشتتة(جزيئات عالقة) يعتمد إلى حد كبير على حجم وشكل وتركيب وتركيب الجزيئات العالقة في المحلول المعكّر وكذلك على الطول الموجي للشعاع الساقط. وأيضاً على إن الاستطارة بواسطة الماء النقي تُظهر تغيراً بسيطاً نسبياً لتغيرات درجة الحرارة والضغط، بينما الاستطارة الجسيمية تعتمد بصورة كبيرة على تركيز المواد الجسيمية. إن من الطرق التي تعالج بها مشكلة الاستطارة هي النظر إلى علاقة عامة بين معامل الاستطارة  $S$  والطول الموجي  $\lambda$  [14]:



$$S \propto \lambda^{-\psi}$$

(3)

فبالنسبة للجسيمات الأصغر مقارنةً بالطول الموجي، فإن  $(\psi = 4)$  وهذه العملية تسمى استطرارة Rayleigh. أما الجسيمات الأكبر من الطول الموجي فإن  $(\psi = 0)$  والعملية تسمى استطرارة Mie. وإذا أصبحت  $(\psi = 0)$  فإن الاستطرارة تصبح غير معتمدة على الطول الموجي [7].

### الجانب العملي Practical Part

يتضمن الجانب العملي إجراء عدد من التجارب حسب نوع الماء المستعمل وأيضا الليزرات المستعملة. أن انتقال الليزر خلال الماء يعتمد بالدرجة الأولى على كل من الخواص الطيفية لماء وكذلك المواد الموجودة في الماء (أملاح، مواد عالقة أو ذائبة) وبتالي نوعية المياه المستعملة وأيضا على الطول الموجي لليزر المستعمل في التجربة ولا ننسى أيضا المسار الذي يقطعه الليزر خلال الماء، استخدم في التجارب عدد من أنواع المياه كما اسلفنا هذه المياه هي:

1- الماء المقطر: هو ماء تم الحصول عليه عن طريق أجهزة خاصة لتجهيز هذا النوع من الماء ويكون مبدا هذا الجهاز هو تسخين الماء ومن ثم تكثيف الماء ومن هنى نحصل على ماء مقطر ناتج من تجميع بخار الماء فقط ولكن بدرجة حرارة عالية.

2- ماء الإسالة: أو الماء المسمى بمياه الشرب العادية وهذه المياه متواجدة بوفرة من خلال مضخات الماء الحكومية ويمكن استعمالها في إجراء التجارب وملاحظة انتقال الليزر في هذا النوع من الماء.

3- ماء نهر دجلة: هذا النوع من الماء يختلف عن النوعين السابقين وذلك ليس لكون هذه المياه جلبت من مصدر طبيعي 100% فحسب وإنما أيضا كونها تحتوي على الكثير من المواد المختلفة كما اسلفنا في الفصول السابقة والتي تؤثر على عملية الانتقال.

4- ماء المطر: تم الحصول على هذا الماء من عمليات التساقط الطبيعية والتي تحصل بصورة طبيعية حيث تعتبر احدى اهم مصادر المياه العذبة ولكن ليست نقية بسبب كونها تعمل على



تنظيف الجو من العوالق والملوثات وأيضا هبوط نويدات التكتيف الموجودة في الغيوم، ثم نجميع ماء المطر في منطقة بيجي ناحية الصينية .

هذا فيما يخص عينات الماء المستعملة أما الليزرات المستعملة فقد اقتصرت الدراسة على كل من الليزر الهليوم\_نيون وليزر النيديميوم\_ياك بطولين موجيين هما (532nm, 1064nm)، إضافة إلى الليزرات تم استخدام دوارق زجاجية ذو شفافية عالية وبأطوال مختلفة حسب نوعية الليزر المستعمل وكذلك طاقة الليزر المستعمل ونوعية المياه المستعملة .

### طريقة إجراء التجارب :

إن تجارب انتقال الليزر خلال الماء تتم بعدد من الخطوات هي:

1- تتم اخذ الشدة الأولى أو الابتدائية ( $I_0$ ) عن طريق إرسال ضوء الليزر خلال الدورق الذي يكون ذو قاعدة زجاجية من احدى الجوانب (القريب من المصدر الليزري) أما الجانب الأخر مفتوح (القريب من جهاز قياس شدة الليزر النافذة خلال الدورق) بدون وجود الوسط المائي .

2- تتم اخذ القراءات الأخرى (الشدة) بملء الدوارق بمختلف الأطوال بالمياه المطلوبة التي تعتبر مسار الليزر في الماء ومن ثم قياس النفاذية من خلالها ويتم قياس الشدة لمختلف المسارات التي يسجلها جهاز القياس حسب الليزر المستعمل وطاقته.

3- تتجز هذه التجارب على كل لليزرات المستعملة لأنواع الماء الأربعة لقياس نفاذية كل نوع من أنواع الماء مع طول المسار الذي يخترقه الليزر أثناء انتقاله في الماء .

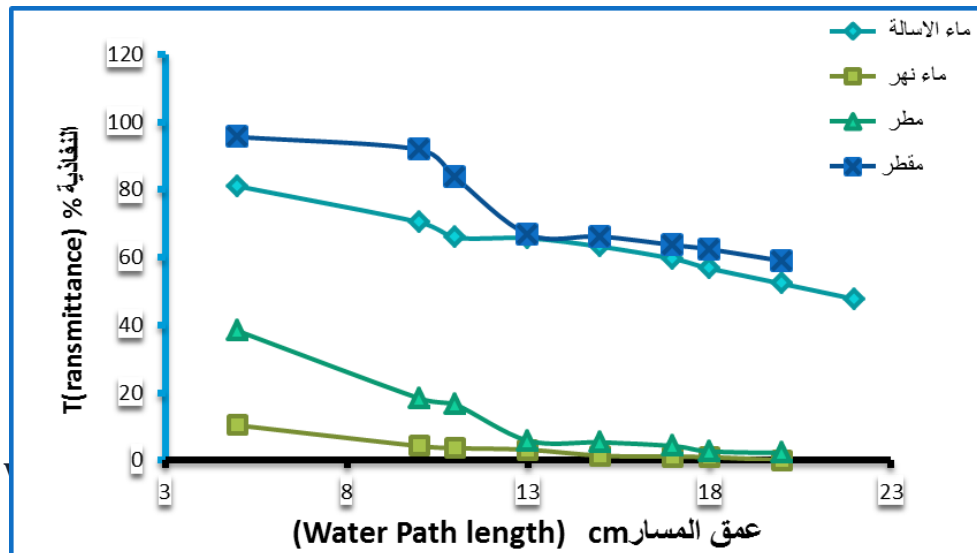
### النتائج و المناقشة The Results and Discussion

من خلال الأشكال (1)،(2)،(3) التي تعطي العلاقة بين النفاذية وعمق المسار الذي يخترقه الليزر في كل من الماء المقطر، وماء النهر، وماء الإسالة ، وماء المطر لكل من الليزرات الثلاث نلاحظ من الأشكال نقصان النفاذية بزيادة عمق المسار المخترق لجميع الليزرات . أيضا يُلاحظ ازدياد التوهين مع زيادة المسار البصري ولكل العينات بلا استثناء، وتكون هذه الزيادة بنسب أكبر للمسافات الأطول. أن اقل تأثير على نفاذية الليزر هي الماء المقطر ثم تليها ماء الإسالة بسبب كونه يمتلك أملاح ومواد ذائبة مثل المواد المضافة له بهدف التنقية ثم تليها مياه الأمطار حيث تحتوي على عدد من العوالق الجوية التي تهبط معها أثناء عملية التساقط



الموجودة في الجو أو في الغيمة نفسها ومن ثم الأكثر توهينا هي مياه الأنهار والتي تحتوي الكثير من المواد الذائبة والعوالق الأخرى الناتجة من عمليات التلوث ومن تحلل الكائنات الموجودة فيه أو من خلال عملية التفاعل مع الغلاف الجوي أو من خلال التفاعل مع معلمات الغلاف الأرضي . أما أشعه لليزر فتتباين في نفاذيتها في هذه العينات حيث يكون ليزر Nd:YAG بطول موجي 532nm اعلى نفاذية من بين بقية الليزرات الأخرى المستعملة في التجربة أما اقلها نفاذية فهو لليزر Nd:YAG و بطول موجي 1064 nm الواقع ضمن طيف الأشعة تحت الحمراء التي تمتصها جميع عينات الماء بشدة كما ملاحظ من تقارب الامتصاص لجميع عينات الماء لهذا الليزر .

1\_ دراسة انتقال لليزر الهليوم \_ نيون الشكل (1) يبين دراسة انتقال لليزر الهليوم- نيون خلال عدة أنواع من الماء حيث نلاحظ تناقص النفاذية لجميع أنواع الماء بزيادة العمق ولكن هنالك تقارب كبير بين بعض الأنواع فهنالك تقارب في قيم النفاذية لكل من الماء لمقطر وماء الإسالة وكذلك تقارب بين ماء النهر وماء المطر ولكن النفاذية في الماء المقطر وماء الإسالة تكون اكبر بالنسبة إلى النفاذية في ماء المطر وأيضا ماء النهر .

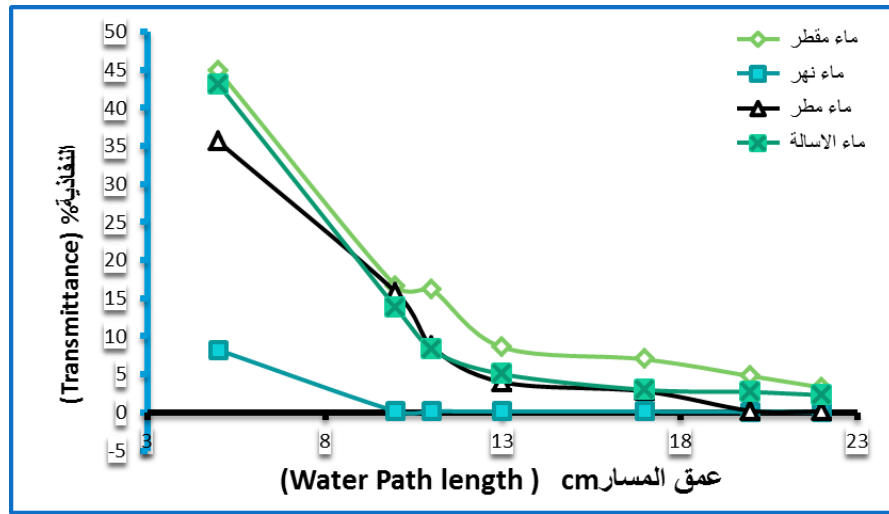




شكل (1): العلاقة بين عمق المسار في أنواع الماء والنفاذية باستخدام الليزر He-Ne

2- دراسة انتقال لليزر Nd:YAG في الماء بطوليين موجيين

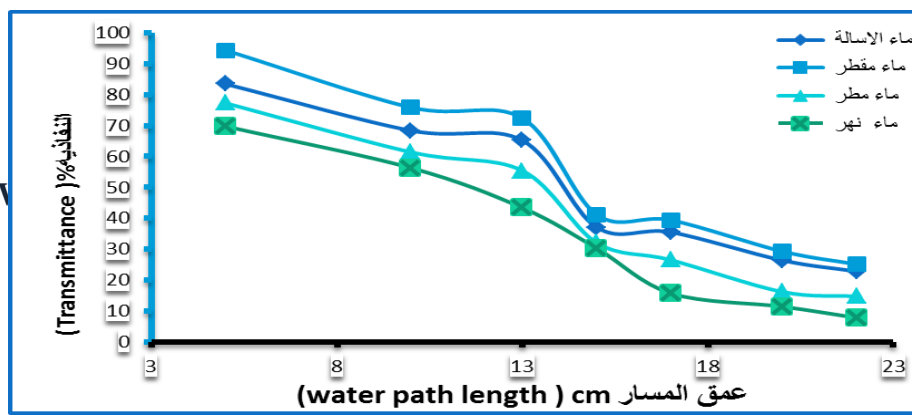
- دراسة انتقال لليزر Nd:YAG بطول موجي 1064 nm من الشكل التالي نلاحظ العلاقة بين النفاذية مع عمق المسار في عدد من أنواع الماء، أن النفاذية وخلال العمق 5 cm تقل عن القيمة الأصلية إلى اقل من النصف من القيمة الأصلية أي اقل من 45% في كل من الماء المقطر وماء الإسالة وماء النهر و اقل من 10 في ماء النهر لنفس العمق ثم تبدأ النفاذية بالتناقص تدريجيا بزيادة العمق حيث نلاحظ أن نفاذية لليزر He-Ne خلال أنواع الماء اكبر منها في لليزر Nd:YAG بسبب كون الأخير ذو طول موجي واقع ضمن طيف المنطقة تحت الحمراء والتي تمتص بشدة من قبل الماء وهذا ما يفسر تقارب النفاذية لجميع



أنواع الماء .

شكل (2): العلاقة بين عمق المسار في أنواع الماء والنفاذية باستخدام لليزر Nd:YAG

- -دراسة انتقال لليزر Nd:YAG بطول موجي 532 nm كما في الشكل التالي نلاحظ العلاقة بين النفاذية وعمق المسار في عدد من أنواع الماء المستعملة في التجربة ومن خلال الشكل





نلاحظ تأثير النفاذية مع عمق المسار بشكل متقارب مع جميع أنواع المستعملة حيث تكون النفاذية شبة متقاربة فيما بينها، أما بمقارنة النفاذية لجميع أنواع الماء لهذا الطول الموجي مع النفاذية لكل من لليزر Nd:YAG بطول موجي 1064 nm و لليزر He-Ne نجد أن نفاذية هذا الطول الموجي تكون اعلى من الجميع في أنواع الماء .

شكل (3): العلاقة بين عمق المسار في أنواع الماء والنفاذية باستخدام لليزر

Nd:YAG

### الاستنتاجات The Conclusions

- 1- تتأثر النفاذية الليزرية بقيم الرطوبة بمياه الأنهار اكبر من تأثيرها قيم الرطوبة بالماء المقطر.
- 2- نقصان نفاذية الليزرات المستعملة عند انتقالها في الماء بزيادة طول المسار البصري ويعتمد التوهين في هذه العينات على نوعية الماء التي ترجع إلى مكونات الماء.
- 3-تختلف نسبة نفاذية الليزر في عينات الماء باختلاف طاقة والطول الموجي لليزر المستخدم .

### المصادر References

[1]. I.A. veselovskii,H.K. cha, d.h. kim, s.c. choi, j.m. lee . Appl. Phys. vol 73, 739-744 (2001).

[٢]. عصام فواز الجعامي ، مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية المجلد (19) ، العدد الثاني 2003.

[3]. أمين جبار عباس الساعدي ، "استخدام لليزر Nd:YAG ذو التردد المضاعف لقياس أعماق بعض المسطحات المائية " ،رسالة ماجستير ، الكلية الهندسية العسكرية ، ٢٠٠٢ .

[4]. E. Morrison, Robert, "Exeprimental studies on the optical propertise of sea water", *J. of Geophysical Research*, Vol. 25, No. 3, pp. 612-628, (1970).



- [5]. Q. Dantley, Seibert; "Light in the Sea", *Opt. Soc. Am. J.*, Vol. 53, pp.214-233, (1963).
- [6]. حكمت صبحي الداغستاني «مبادئ التحسس النائي وتفسير المرئيات»، دار ابن الأثير للطباعة والنشر، ٢٠٠٤.
- [7]. N.G. Jerlov; **Marine Optics**, Elsevier Scientific Publishing, Amsterdam, (1976).
- [8]. A.J. Al Saddi, MSc. Thesis, Baghdad University, "2001".
- [9]. D.C. Oshea, W.R. Callen and W.T. Rhodes, "Introduction to lasers and their application", Canada, "1978".
- [10]. H.P. Klemery, "2004", *Turbidity is measure of how water scatters light*, retrived on 29 Dec. 2004 from [www.turbidity](http://www.turbidity)
- [11]. W.J. Hughes, P. Johnson and R.H. Ottewill, *J. of colloid science*, 11, 340-351, "1956".
- [12]. S.L. Shmakov, *Opt. Spectrosc.*, 91(2), 283, "2001".
- [13]. S.L. Shmakov, *Opt. Spectrosc.*, 94(1), 61, "2003".
- [14]. محمد أيمن شنشول، محمد أمين البيك "دراسة عوامل النفوذية الجوية الأشعة الليزر تحت الحمراء القريبة ( $0.980\mu m$ ) العاملة كناقل للمعلومات في الفراغ الحر عند ظروف الجو الممطر" مجلة علوم الرافدين، المجلد 24، العدد 3، 2013.