# تقنية جديدة لدراسة انتقال الطاقة الجانبية

**صباح حبيب صبيح علاء الدين النعيمي ياس الحديثي**
قسم العلوم التطبيقية-الجامعة التكنولوجية. بغداد-العراق

**الخلاصة**

أنتقال الطاقة من منطقة البؤر التي يتركز فيها شعاع الليزر على سطح الهدف تكون باتجاهين الأول محوري باتجاه شعاع الليزر الساقط والآخر جانبي باتجاه عمودي على شعاع الليزر وباتجاه سطح الهدف.
في هذا البحث تم تقديم تقنية جديدة لدراسة انتقال الطاقة الجانبي في البلازما المتولدة من ليزر KrF بطول موجي 248nm بأمد نبضة 20n sec وكانت الأهداف المستخدمة من الكاربون –الالمينوم – النحاس حيث تم الاستفادة من متحسس ضوئي (النوع السالب ) تم تصنيعه من قبل الباحث وملاحظة مساحة المنطقة المتأثرة واعتبارها مؤشر لمقدار الطاقة المنتشرة جانبياً.

**Abstract**

The transport of energy from the focal region when high power laser are focused onto solid targets is of two dimensions axially in the direction of the laser and laterally in the direction along the target surface perpendicular to the laser direction.
In this paper we present anew consideration to study lateral energy transport in plasma produced by laser KrF λ=248nm and pulse time 20n sec. Targets are C, Al, Cu.we used photo resist (negative type) which is mode localy and noticing the effective area as afunction of lateralenergy transport.

**المقدمة:**

إن دراسة انتقال الطاقة في حالة البلازما المتولدة بالليزر لها أهمية كبيرة في فهم فيزياء البلازما. فالحصول على الأشعة السينية المنبعثة من البلازما المتولدة بالليزر وكذلك السيطرة على تلك البلازما من المواضيع المهمة والى نالت اهتماما كبيرا من قبل الباحثين وهي تتطلب فهما جيدا لامتصاص شعاع الليزر وكيفية انتقال الطاقة وكذلك عملية التحويل للأشعة السينية [1]. وكل هذه تعتمد على عوامل مختلفة مثل مادة وشكل الهدف, زاوية سقوط شعاع الليزر, الطول الموجي له ,أمد نبضة شعاع الليزر وكثافة قدرة الليزر.

تركيز شعاع الليزر يكون على شكل خطي (LineFoucse) او على شكل بقعة (Spot Foucse) وبالتالي تركيز الطاقة في منطقة التبؤر يولد بلازما حول هذه المنطقة والتي تهيئ مسار حراري جانبي والذي يعتمد على التوصيلية الانتشارية( Diffusive Conduction)
يعطى انتقال الحرارة بالعلاقة :

$$q = \frac{1}{3}\lambda \mathrm{vnK}\,\Delta T$$

حيث:
λ =معدل المسار الحر
ΔT= انحدار درجة الحرارة الإلكترونية
n=الكثافة الإلكترونية
V= متوسطة السرعة للإلكترونات
K=ثابت بولتزمان

انتقال الحرارة يظهر من خلال الاختلال في داله توزيع ماكسويل للسرع والتي تكون دالة للسرعة نتيجة لانتقال الإلكترونات الى مناطق ذ ات درجة درجة حرارة واطئة ،وفي حالة البلازما المتولدة بالليزر لا يوجد تدرج في درجة الحرارة وانما هنالك هبوط حاد في درجات الحرارة.

عند تركيز شعاع الليزر ذي القدرة العالية وأمد النبضة القصير على سطح المادة (كالمواد الصلبة ) فأنه تحدث عملية تأين لذرات المادة وبالتالي تؤدي الى توليد البلازما . وهذه البلازما تمتص شعاع الليزر الساقط عليها من خلال عمليات رئيسية هي عملية الكبح العكسية (Inverse Bresstrahlung )والتي هي اصطدام الإلكترونات مع الأيونات ، والأخرى هي الامتصاص الرنيني وكذلك خمود ( Dumping) موجات البلازما، إن كل هذا يحدث عند كثافة مساوية الى أو أقل من الكثافة الحرجة [2] .

في ليزرات الأشعة السينية التي تعمل ضمن اعادة الاتحاد يزداد الربح عند استخدام ليزرات الأطوال الموجية القصيرة، وأمد نبضة قصير للضخ وأن تكون مادة الهدف ذات عدد ذري عالي ويزداد هذا الربح أيضا مع تقليل عرض خط التبؤر (Line Width) وهذا يعني يجب أن تتركز الطاقة ضمن منطقة التبؤر وعدم انتشارها.

ان انتقال الطاقة في منطقة التبؤر التي يتركز فيها شعاع الليزر على سطح الهدف تكون بأتجاهين [3]هما محوري (Axial) بأتجاه شعاع الليزر الساقط والاخر جانبي (Lateral) بأتجاه عمودي على شعاع الليزر وباتجاه سطح الهدف.

دراسة انتقال الطاقة على طول سطح الهدف له أهمية كبيرة في عدة تطبيقات منها الاندماج الليزري ( Inertialy Confined Fusion) وليزرات الاشعة السينية. ان هذا الانتقال له تأثير على عمل هذه الليزرات التي تتطلب ان تكون البلازما ذات خط ضيق لغرض الحصول على تبريد سريع للبلازما وبالتالي سرعة اعادة الاتحاد التي تحدث بشكل اكبر وكذلك يقلل من عمق الاختراق الحراري في عمق المادة بالاضافة الى ان محدودية عرض البلازما يقلل من حجم قدرة الليزرات البصرية الخاصة لأوساط ليزر الاشعة السينية.

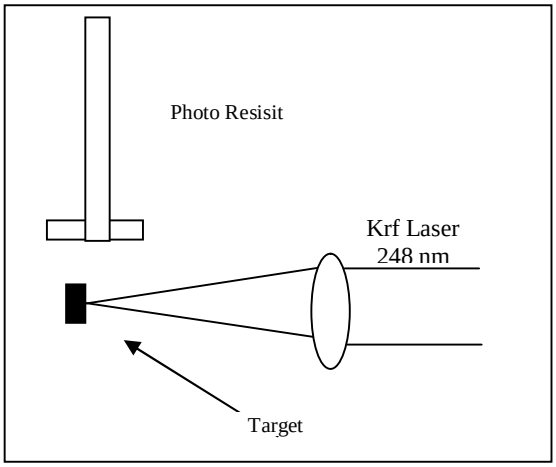
**دراسة انتقال الطاقة بواسطة المتحسس الضوئي:**

من طرق دراسة انتقال الطاقة هو دراسة عرض الصورة الحقيقية التي يمكن الحصول عليها عن طريق استخدام الكاميرا ذات الثقب ( Pinhole Camera) لتصوير التوزيع الفضائي للأشعة السينية المنبعثة ومنها دراسة انتقال الطاقة الجانبي. وتكون الأهداف مطلية بسمك مختلف من مادة معينة مثل (CH) وتتم دراسة عرض الصورة الحقيقية كدالة الى الطاقة وسمك مادة الطلاء او عن طريق قياس معدل الكتلة المستأصلة مع كثافة قدرة الليزر الساقطة وكذلك مع سمك مادة الطلاء وملاحظة تأثير ذلك.

والتقنية الجديدة التي تم استخدامها من قبلنا هو تصنيع متحسس ضوئي [4]من النوع السالب ( المادة المتعرضة تبقى بعد تعرضها للإشعاع وأجراء عملية الاظهار ) تم ترسيبها على شريحة من السليكون وبسمك طلاء قدره 1μm . وقد وضع أمام المتحسس]قناع من النحاس (Mask) متكون من دوائر بقطر 160μm ويعمل هذا القناع كجسم فاحص (Object Test).

**التجربة :**

استخدمت أهداف من الكاربون والألمنيوم والنحاس عالية النقاوة واستخدم ليزر KrF بطول موجي 248 nm وبأمد نبضة 20 nsec .وكان ترتيب التجربة كما في الشكل (1) وكان الضغط داخل الغرفة اثناء مراحل التجربة هو $2x10^{-5}$ torr. .




***شكل (1) يمثل حجرة الأهداف***

**المناقشة والاستنتاجات**

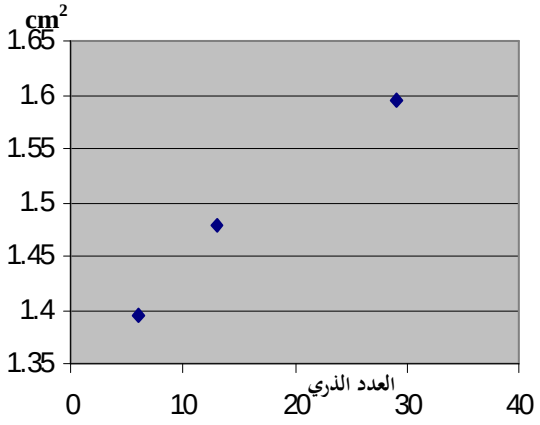
المتحسس الذي تم تصنيعه هو متحسس ضوئي من النوع السالب(المادة المتعرضة تبقى بعد تعرضها

للإشعاع وأجراء عملية الإظهار ) وهو عبارة عن مادة بوليمرية تم ترسيبها على شريحة من السلكون وكانت بسمك 5 µm وهو مناسب للتطبيقات البيولوجية والاستخدام في تصنيع الدوائر المتكاملة. تم الاستفادة من هذا المتحسس باستخدامه في قياس مقدار انتقال الطاقة الجانبي وذلك من خلال ملاحظة المناطق المتعرضة للأشعة السينية ومقدار هذه المساحة المتعرضة مع مقدار معدل التكرار في استخدام شعاع الليزر .وتبين لنا ان مساحة المناطق المتعرضة يمكن استخدامها كدليل مؤشر على مقدار انتقال الطاقة الجانبي وهذة التقنية توفر الجهد في دراسة انتقال الطاقة كذلك ان المتحسس الضوئي عند تصنيعه يمكن استخدامه في الفحص البيوليولجي او في تصنيع الدوائر المتكاملة لذا فانة يوفر الجهد والتكلفة ويمثل تقنية جديدة و بسيطة ومباشرة لدراسة انتقال الطاقة.

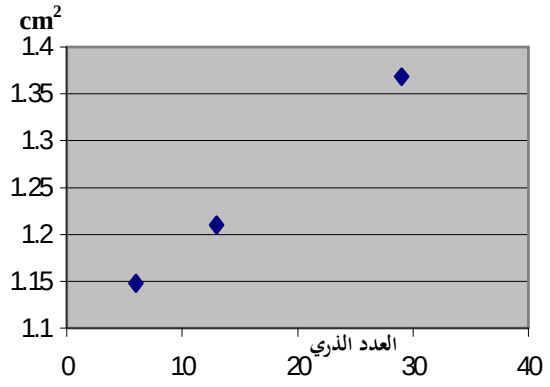
الشكل (2) يوضح المساحة المتعرضة للاشعاع عند استخدام كثافة قدرة $2.15X10^9$ W/cm$^2$ قدرها مع العدد الذري للأهداف المستخدمة حيث يظهر من الشكل ان المساحة المتعرضة تزداد عند زيادة العدد الذري لمادة الهدف وعند المقارنة مع الشكل (3) نلاحظ لنفس العدد الذري تكون المساحة اقل اى ان زيادة كثافة القدرة الليزر المستخدم تؤدي الى زيادة مساحة التعرض أي يكون هنالك انتقال للطاقة الجانبي اكبر.

**المصادر:**


1. Talents, M.H. Key, R. Kodama, SPIE, Vol. 1413. Short pulse high – intensity lasers and applications, 1991.
2. Talents, Holden,Y. M. Al-Hadithi, Fews. P, Nazir. K. Rose S., Norrys PA, Key M.H and Zhang. J, list. Phys. Conf sec, No.140, Section 9, 1994.
3. Y.M.Al- Hadithi.. "Uniformity and Energy transport in X-ray laser plasmas", Ph.D. Thesis, Department of Physics, University of Essex. 1994.


***شكل (2) يمثل المساحة المتعرضة عند استخدام كثافة قدرة $2.15x10^9 w/cm^2$***




***شكل (3) يمثل المساحة المتعرضة عند استخدام كثافة قدرة $1.93x10^9 w/cm^2$***


4- "تصنيع واختبار متحسس ضوئي للمنطقة فوق البنفسجية والسينية المتولدة من البلازما المنتجبة بالليزر"، ياس محمد ريحان–صباح حبيب صبيح–علاء الدين عبد الله النعيمي–نافع عبد اللطيف–خليل الهيتي–حسين علي .

وقائع مؤتمر الثالث للكلية الفنيه الهندسية .

Proe of the MCE 3rd , Eng. SCI . Con 2000