

بطاقة تعريف مخبر مطيافية الليزر

مخبر مطيافية الليزر

المعهد العالي لبحوث الليزر و تطبيقاته.

القسم : فيزياء و تقانة الليزر.

المشرف العلمي : أ.د.مصطفى صائم الدهر د. سنان الجلاي.

تاريخ إحداث المخبر: 2010.

يعتبر مخبر مطيافية الليزر من المخابر البحثية المتقدمة على مستوى القطر، بما يحويه من تجهيزات وإمكانات علمية متقدمة ومتطورة، تخدم الباحثين من المهتمين وطلاب الدراسات العليا وأعضاء الهيئة التعليمية في الجامعات السورية. كما يتيح فرص للتعاون مع المراكز البحثية الاخرى في القطر لوجود تجهيزات في المخبر تكمل ما هو موجود في مراكزهم البحثية.

❖ الشريحة المستفيدة من المخبر:

- طلاب الدراسات العليا (ماجستير ودكتوراه).
- طلاب الدراسات التأهيل والتخصص الطبي.
- طلاب الدراسات التأهيل والتخصص الهندسي.
- الباحثين من أعضاء الهيئة التعليمية في جامعات القطر.
- الباحثين في المراكز البحثية الاخرى في القطر.

❖ أهمية مطيافية الليزر Laser Spectroscopy:

فرضت التطورات الكبيرة والمتسارعة التي طرأت على الليزرات والتقانات المرتبطة بها، مطيافية الليزر Laser Spectroscopy لتكون أهم التقانات الطيفية المستخدمة لدراسة وكشف مجموعة واسعة من الجزيئات مختلفة الأنواع، لغايات الكشف الانتقائي فائق الدقة للمواد والمركبات ضمن التطبيقات المخبرية والميدانية بزمان حقيقي وأني، إضافة لدراسة وتحديد بنية الذرات والجزيئات وخواصها الفيزيائية والكيميائية. عكس التقانات الطيفية التقليدية التي تغطي مجال طيفي واسع لكن على حساب الانتقائية والحساسية لضعف مقدرة الفصل الطيفية في المعدات المستخدمة.

وقد دُعمت أهمية مطيافية الليزر بسبب ما شهدته الليزرات والتقانات المتعلقة بها من تطورات كبيرة وسريعة، كتوسع مجالات الأطوال الموجية الصادرة عنها وزيادة استطاعة الخرج والتشغيل بدرجات الحرارة العادية إضافة لتصغير حجمها وخفض كلفتها المادية.

❖ الأهداف البحثية ومجال عمل مخبر مطيافية الليزر:

■ تعتبر قاعدة البيانات هيتران HITRAN Database أشهر وأهم قواعد البيانات العالمية المهمة بدراسة وتصنيف خطوط امتصاص الغازات وفق مطيافية الليزر لاستخدامها في تطبيقات عديدة في مجالات علوم الفضاء والبيئة والصناعة والعلوم البيولوجية والطبية.

ضمن بعض الأعمال القائمة في المخبر تم كشف خطوط امتصاص لعدد من الجزيئات الغازية كانت على توافق جيد جداً مع تلك المدرجة في قاعدة البيانات HITRAN. كما كُشف عدد من خطوط الامتصاص الجديدة لم تكن مسجلة في قاعدة البيانات HITRAN 2008، لكنها أُدرجت في تحديثاتها بقاعدة البيانات HITRAN 2012، سنقوم بتوسيع الدراسة لتشمل توصيف عدة خطوط امتصاص لعدد من الغازات، والعمل لإدراج نتائج أعمالنا بشكل رسمي في قاعدة البيانات HITRAN، فالمنظومات الطيفية التي يمكن بناؤها في المخبر قادرة على إنجاز قياسات بنتائج جيدة جداً ودقة عالية تسمح بذلك.

■ نظراً لأهمية الدراسات الطيفية المرتبطة بالبيئة والغلاف الجوي مع ارتفاع نسب ملوثات الهواء والغازات المسببة لظاهرة البيوت الزجاجية المسؤولة عن التغيرات المناخية والبيئية، فقد أوجدت السمات المميزة لمطيافية الليزر استخدامات جديدة وفريدة من نوعها في التطبيقات والقياسات المخبرية والميدانية للكشف والتقصي الانتقائي الدقيق للجزيئات والمواد وغازات وملوثات الغلاف الجوي وبزمن آني حقيقي. قمنا في مخبر مطيافية الليزر بتطبيق بعض التقانات الطيفية المعتمدة على مطيافية امتصاص شعاع ليزر لكشف وتقصي أثر بعض غازات الغلاف الجوي الهامة حيث تؤدي الدراسات الطيفية للجزيئات الغازية دوراً هاماً في عدة تطبيقات لرصد نوعية الهواء في:

- النشاطات المدنية (حركة السيارات، وتحديد جودة الهواء في الأبنية الكبيرة المغلقة).
- النشاطات الصناعية (مراقبة ودراسات الانبعاثات في الصناعات البتروكيميائية ومواقع معالجة النفايات، وعمليات تصنيع مركبات الهيدروكربونات (NH₃، HF، Hydrocarbons).
- النشاطات الزراعية (الدفينات الزراعية، والنظم الايكولوجية الزراعية).
- التطبيقات البيئية كدراسة طبقات وكيمياء الغلاف الجوي وملوثات الهواء (مثل طبقة الستراتوسفير (stratosphere).

فتلوث الهواء يعتبر من أكبر المشكلات التي تواجه البشرية، وما يؤسف له استمرار تزايد نسب التلوث مع زيادة النشاطات البشرية خاصة الصناعية منها. ويُقصد بتلوث الغلاف الجوي ارتفاع تراكيز بعض مكونات الغلاف الجوي الموجودة أصلاً عن المعدلات الطبيعية، أو ظهور مركبات كيميائية جديدة لم تكن موجودة بالأساس في الغلاف الجوي (تنشأ أساساً عن النشاط الصناعي)، مسببة أضراراً مختلفة للحياة والوسط الحيوي على الأرض.

■ كما أن للدراسات الطيفية استخدامات متنامية في التطبيقات البيولوجية لدراسة الخلايا والنسج الحيوية والمعالجات الموضعية لبعض الأمراض، ويعتبر الاستشعار الحيوي للجزيئات الهامة فيزيولوجياً (مثل NO و CO و CH₄) من التطبيقات الواعدة والمهمة لمطيافية الليزر في العلوم الطبية في التشخيص والكشف المبكر عن الأمراض عند الإنسان دون أي ضرر أو إجراءات طبية معقدة، من خلال تحليل زفير الإنسان الذي يحوي في الحالات الطبيعية نسب محددة من الغازات وأي خلل يظهر في تلك النسب يؤشر على دلالات مرضية محددة، كما أن ظهور غازات جديدة لم تكن موجودة بالأساس في هواء الزفير مؤشر قوي على إصابات سرطانية يمكن كشفها بشكل مبكر جداً من خلال تقانات مطيافية الليزر عند تشكل مليون خلية سرطانية أو أقل دون أي إزعاج للمريض، حيث تبلغ قدرة كشف الغازات بمطيافية الليزر مرتبة الـ ppm أو bbm، في حين تحتاج الطرق التقليدية لوجود مليار خلية سرطانية مع ضرورة أخذ خزعة بطرق غالباً ما تكون مؤلمة.

■ يتم العمل على تصميم منظومة مؤتمتة متكاملة سهلة الاستخدام تتمتع بدقة عالية ومرونة كافية لإجراء قياسات ميدانية عالية الدقة لأغراض طبية للكشف المبكر عن الأمراض، ولأغراض بيئية للكشف عن ملوثات الغلاف الجوي.

❖ الرؤية المستقبلية لنشاط المخبر

- يؤسس ويهيئ مخبر مطيافية الليزر الأرضية الصلبة لعدد من الدراسات العلمية والتطبيقات المتنوعة في مجالات العلوم البيئية والبيولوجية والطبية.
- المساهمة في الدراسات المتعلقة بتقانات النانو من خلال التوصيف الضوئي والطيفي للعينات.
- المساهمة بتخريج طلاب الدراسات العليا .
- إعداد الكوادر الوطنية المدربة والمؤهلة من خلال البرامج التدريسية ماجستير التأهيل والتخصص الطبي وماجستير التأهيل والتخصص الهندسي، إضافة للدورات التدريبية التي يقيمها المعهد.

❖ التفانات الطيفية المتاحة في المختبر:

- مطيافية الامتصاص غير المباشر Indirect Absorption Spectroscopy
- مطيافية المفعول الصوتي للضوء PhotoAcoustic Spectroscopy
- مطيافية الامتصاص المباشر Direct Absorption Spectroscopy
- مطيافية الامتصاص الطويل Long Path Absorption Spectroscopy
- مطيافية تعديل الطول الموجي Wavelength Modulation Spectroscopy
- مطيافية LIBS Laser Induced Breakdown Spectroscopy
- مطيافية الامتصاص المشبع Saturated Absorption Spectroscopy

❖ مشاريع الدكتوراه المنجزة في المختبر:

- دراسة وتوظيف قدرات وحدة معالجة الغرافيك GPU والمعدل الضوئي الفراغي SLM في توليد وإظهار الهولوجرام الرقمي
- التحليل الطيفي الليزري وتطبيقاته لدراسة وكشف بعض الغازات المهمة في الغلاف الجوي
- تحديد التوزع الحراري في الجلد الناجم عن الليزر لأجل معالجة أمثل بالاعتماد على قيم واقعية للخواص البصرية

❖ مشاريع طلاب الدراسات العليا الجاري تنفيذها في المختبر.

- استخدام مطيافية الليزر لكشف خطوط الامتصاص لجزيء ثاني أوكسيد الكربون حول الطول الموجي 1064 nm.
- استخدام مطيافية الليزر لدراسة وكشف خطوط الامتصاص لعدد من الجزيئات في الحالة الغازية CO₂- H₂O.
- كشف خطوط الامتصاص لجزيء الميثان CH₄ ليزرياً في المجال تحت أحمر القريب بمطيافية تعديل الطول الموجي CH₄.
- تصميم دارة تحكم لمنظومة كشف الغازات.
- مطيافية الامتصاص المشبع واستخدامها لقياس الحقل المغناطيسي.
- دراسة تأثير الضغط على طيف الامتصاص لغاز ثاني أوكسيد الكربون عند طول موجي محدد.
- استخدام مطيافية الليزر للكشف المبكر عن بعض الحالات المرضية من خلال تحليل الزفير.

❖ مشاريع طلاب دراسات التأهيل والتخصص الجاري تنفيذها في المختبر.

- تحديد نسبة وعدد جزيئات غاز ثاني أكسيد الكربون في زفير الإنسان.
- دراسة تأثير الليزر على فتق النواة اللبية.
- كشف الإشارات الضوئية الضعيفة.
- قياس سرعة دبلة غزل النسيج باستخدام الليزر
- دراسة نظام نقل المعلومات بالليزر وتنفيذه.
- استخدام مطيافية الليزر لتحليل غازات العادم.

❖ *المعدات والتجهيزات & Equipments* :

Light Sources	
1	Quartz Tungsten-Halogen Lamp
2	Stabilized Tungsten IR Light Source
3	Optical Parametric Oscillator Laser OPO Laser
4	Tunable diode Laser
5	HeNe Laser
6	Complete Laser Diode (LD) Operation Starter Set
	Multi TO Can Laser Diodes
Optical systems	
1	Monochromator
2	Photoacoustic cell
3	Multipass cell Herriott Type
4	Optical Chopper
5	Fluke Infrared Camera
6	Transmission Spatial Light Modulator SLM
7	Reflective Spatial Light Modulator SLM
	WorkStation
8	Two Intel i7 workstations, 6 core with 64 GB Ram and NVIDIA Tesla GPGPU C2050. Used for: - Electronic structure of molecules. - Laser- Matter Interaction modeling and simulation. - Numerical solution of mathematical models.

	<ul style="list-style-type: none"> - Finite Element Analysis. - Fourier Optics. - Digital Holography.
Detectors	
1	IR Photo Multiplier tube- PMT
2	UV- Visible Photo Multiplier tube- PMT
4	Multi Photodetectors Cover the Range (320 - 2600) nm
5	Energy meter
6	Power meter
Optics	
1	Gold Coated Mirrors
2	Lenses
3	Beam Splitter
Multi Opto-Mechanical Elements	

❖ الأبحاث العلمية المنجزة في المخبر والمنشورة:

النشرة العلمية المنجزة في المخبر	تسلسل
<i>G. Makey and M. Sayem El-Daher, A performance study of applying CUDA-enabled GPU in Polar Hough transform for lines, Journal of computing, Volume 4, Issue 4, April 2012.</i>	1
<i>G. Makey and M. Sayem El-Daher, Utilization of LC-SLM in a new Gray-scaled Detour Phase Method for Fourier Holograms, OSA Journal of Applied Optics, Vol. 51, No. 32, pp. 7877-7882, 10. Nov.2012.</i>	2
<i>J. Toumi, S. Tarabichi, A. Wabbi, I. Assad., "Measurement of skin temperature during dye laser treatment," Journal of New Technology and Materials, Vol 2, (2012).</i>	3
<i>G. Makey and M. Sayem El-Daher, Accelerating the calculations of binary detour phase method by integrating both CUDA and MATLAB programming for GPU's parallel computations, Journal of Optik 124 (2013) 5486– 5488.</i>	4
سنان الجلالي ومصطفى صائم الدهر، مطيافية المفعول الصوتي للضوء واستخدامها في التحليل الطيفي الليزري لدراسة وكشف الغازات <i>Photoacoustic Spectroscopy and Applications in Laser Spectroscopy to Study and detect Gases</i>	5

مجلة بحوث جامعة حلب سلسلة العلوم الأساسية - العدد 91 لعام 2013.	
G. Makey and M. Sayem El-Daher, Predicting Wavelength Dependency of Optical Modulation of Twisted Nematic Liquid Crystal Display in the Visible Range, <i>Journal of Optik</i> , 126, 917–922, (2015).	6
G. Makey and M. Sayem El-Daher, Modification of Common Fourier Computer Generated Hologram's Representation Methods from Sequential to Parallel Computing, <i>Journal of Optik</i> 126, 1067–1071, (2015).	7
سنان الجلالي ومصطفى صائم الدهر, ليزرات أنصاف النواقل القابلة للتوليف الخالية من قفز النمط <i>Free Mode Hop Tunable Diode Lasers</i> مجلة بحوث جامعة حلب سلسلة العلوم الأساسية - العدد 101 لعام 2015	8
Sinan Al-Jalali, and Moustafa Sayem El-Daher, Using pulsed Optical Parametric Oscillator to detect the absorption lines of CO ₂ molecules <i>International Journal of ChemTech Research</i> , Vol.8, No.4, pp 1957-1964, 2015	9
J. Toumi, F. Saiof, W. Bachir., "Evaluation of thermal effects during vascular lesions treatment by dye laser," <i>International Journal of Chem Tech Research</i> , Vol 8, (2015).	10
M. Zamzam, W. Bachir, J. Toumi, I, Assad., "Evaluation the safety and efficiency of different pulse durations of Er:YAG during ceramic brackets debonding" <i>Journal of Health Sciences</i> , (2015).	11
Sinan Al-Jalali, and Moustafa Sayem El-Daher, A set up to detect the absorption lines of Atmospheric gas molecules (2016) <i>Journal of Optics</i> ISSN 0972-8821 J Opt DOI 10.1007/s12596-016-0329-2	12
J. Toumi, F. Saiof, W. Bachir., "Algorithm for Analyzing Thermal Images of Laser Irradiated Human Skin," <i>Journal of Lasers in Medical Sciences</i> , Vol 7, (2016).	13
M. Sayem El-Daher, Applying gray-scaled detour phase hologram on liquid crystal on silicon spatial light modulator (LCoS-SLM), <i>J. of Modern Optics</i> , Vol 63,6, 586-589, 2016.	14
Sinan Al-Jalali, and Moustafa Sayem El-Daher, Detection of multi absorption lines for CH ₄ using broadband laser beam modulation (2017) <i>Journal of Optics</i> ISSN 0972-8821 J Opt DOI 10.1007/s12596-017-0442-x	15
M. Sayem El-Daher, Finite Element Analysis of Thermal Effects in Diode End-Pumped Solid State Lasers, <i>Journal Advances in Optical Technology</i> , Volume 2017.	16
M. Al-Raiee and M. Sayem El-Daher, A numerical method for fractional Schrödinger equation of Lennard-Jones potential, <i>Physics Letters A</i> , 2019.	17

https://doi.org/10.1016/j.physleta.2019.07.019 .	
<i>M. Al-Raiee and M. Sayem El-Daher, Analytical formula of Heat Capacity in soft matter materials using Lennard-Jones potential, Chemical Physics Letters 734 (2019) 136729.</i>	18
<i>M. Al-Raiee and M. Sayem El-Daher, On: New optical soliton solutions for nonlinear complex fractional Schrödinger equation via new auxiliary equation method and novel (G'/G)-expansion method", Pramana - J Phys (2020) 94: 9. https://doi.org/10.1007/s12043-019-1877-1.</i>	19
<i>M. Al-Raiee and M. Sayem El-Daher, An algorithm for fractional Schrödinger equation in case of Morse potential, AIP Advances 10, 035305 (2020); https://doi.org/10.1063/1.5113593.</i>	20
<i>M. Al-Raiee and M. Sayem El-Daher, Temperature dependence of the specific volume of Lennard- Jones potential and applying in case of polymers and other materials, Polymer Bulletin, https://doi.org/10.1007/s00289-020-03166-8, (2020).</i>	21
<i>M. Al-Raiee and M. Sayem El-Daher, Numerical simulation of the space dependent fractional Schrodinger equation for London dispersion potential type, Heliyon 6 e04495 (2020).</i>	22
<i>M. Al-Raiee and M. Sayem El-Daher, Formula of compressibility and using it for air, noble gases, some hydrocarbons gases, some diatomic simple gases and some other fluids, BMC Chemistry (2020) 14:47, https://doi.org/10.1186/s13065-020-00702-5.</i>	23
<i>M. Al-Raiee and M. Sayem El-Daher, An iteration algorithm for the time-independent fractional Schrödinger equation with Coulomb potential, Pramana – J. Phys. (2020) 94:157, Indian Academy of Sciences, https://doi.org/10.1007/s12043-020-02019-3.</i>	24