

تأثير أشعة الليزر في بعض مؤشرات النمو الخضري لنبات السمسم الهندي *Sesamum indicum*ريما الغفري^{1*} ونجوى مسلماني¹ وعبد الله قطّاع² وعماد الدين الخلف¹¹ قسم علم الحياة النباتية، كلية العلوم، جامعة حلب، سورية.² قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة حلب، سورية.(*المراسلة: ريما الغفري، البريد الإلكتروني: mirago82@yahoo.com)

تاريخ الاستلام: 2025 /04 /18 تاريخ القبول: 2024 /09 /17

الملخص

هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير أشعة الليزر الحمراء ذات الطول الموجي (635) نانومتر والاستطاعة (5) ميلي واط/سم² في بعض مؤشرات النمو الخضري لنبات السمسم الهندي، تم إجراء هذا البحث في الفترة الواقعة بين شهري حزيران وأيلول للعام 2023 في مختبري أبحاث البيئة النباتية والتلوث ومخبر أبحاث العلوم النانوية والحديقة البيئية في كلية العلوم، جامعة حلب، وذلك بتعريض بذور السمسم الجافة والمنقوعة بالماء لمدة ثلاث ساعات لفترات متدرجة من أشعة الليزر (1-5-10-15) دقيقة، من ثم زراعتها في أصص زراعية حاوية على تربة مناسبة، وتركها تنمو لمدة أربعة أشهر. تم في نهاية الشهرين الثالث والرابع تحديد بعض مؤشرات النمو الخضري للنباتات النامية من أطوال وأوزان المجموعتين الخضري والجذري الرطب، ومساحة الأوراق، كما تم تحديد أصبغة الكلوروفيل الكلي والكاروتينات. بينت النتائج أن فترة التشعيع (15) دقيقة للبذور الجافة والرطبة قد أعطت أفضل الفروق المعنوية لأطوال المجموع الخضري إذ بلغت أعلى قيمة (104) سم مقارنة مع الشاهد (70) سم. وأعلى قيمة لطول المجموع الجذري (17) سم وبفروق معنوية مقارنة بالنباتات الشاهد (7) سم. كما أظهرت النتائج أن أفضل النتائج لوزن المجموعين الخضري والجذري بفروق معنوية كانت لفترة التشعيع (15) دقيقة للبذور الجافة بقيمة بلغت (26) غراماً مقارنة بالشاهد (6) غرام، وكذلك بالنسبة لمساحة الأوراق التي بلغت أعلى قيمة (34) سم² مقارنة بالشاهد (13) سم². يمكن الاستنتاج أن التشعيع بأشعة الليزر الحمراء أدى إلى تحسين بعض مؤشرات النمو الخضري للسمسم الهندي.

الكلمات المفتاحية: أشعة الليزر، مؤشرات النمو الخضري، أصبغة اليخضور، السمسم الهندي.

المقدمة:

يُعد استخدام الليزر لتشجيع بذور النباتات الطبية والزراعية أحد التطبيقات الحديثة المستخدمة مؤخراً لزيادة مستوى إنبات البذور ورفع معدل نمو المحاصيل الطبية والزراعية، باعتبارها وسيلة ذات أثر تحفيزي إيجابي، وآثار سلبية تكاد تكون منعدمة مقارنة بالمحفزات الكيميائية الضارة بالبيئة، والمطفرة للإنسان والحيوان على المدى الطويل.

بدأ تطبيق الليزر كوسيلة تحفيز إيجابية لبذور النباتات ونموها الخضري بعد تكون الوعي والمعرفة حول آثار المحفزات الكيميائية من صعوبة التعامل مع آثارها التراكمية السمية، ومدى الضرر الذي تتسبب به على المدى الطويل لكل من البيئة والإنسان، حيث تمتاز هذه المركبات بارتفاع التكلفة الاقتصادية مع ضرورة الحذر عند التعامل معها، إذ أن التعامل غير الواعي والمستمر قد يؤدي لتراكمها في النباتات والتربة وصولاً للمياه الجوفية وتلويث مياه الشرب ومن ثم وصولها للإنسان.

لذلك توجهت الأبحاث مؤخراً نحو استخدام محفزات فيزيائية قليلة الثمن وآمنة للإنسان والبيئة، ومن بين العديد من هذه المحفزات تركز الاهتمام على أشعة الليزر بأطوالها الموجية المختلفة، وانتخاب الطول الموجي الأمثل لتحفيز النباتات كونها تعد مصدراً للضوء، وتعتبر معظم الدراسات البحثية أن تشجيع البذور هي المرحلة الأكثر أهمية عند تحفيز أي نوع نباتي، وذلك لامتياز الليزر بإطلاقه ضوءاً وحيداً ذا كثافة عالية من الفوتونات وبتجاه وحيد (Al salhi et al (2018)، وهذا ما يؤدي لتعزيز الخواص الكيميائية الحيوية للبذور (Ri et al (2019)، فعند تعريض البذور لأشعة الليزر الحمراء يتم تحفيز وزيادة محتوى البذور من حمض الجبريليك من خلال تحفيز مورثة $GA_3\beta$ هيدروكسيلاز، حيث يعمل حمض الجبريليك على زيادة استطالة الخلايا وإضعاف جدر الخلايا، وتشكيل أنزيمات التحلل البروتيني وزيادة محتوى الأوكسين وحلمة النشاء، الأمر الذي يؤدي لزيادة تركيز السكريات، ورفع الضغط الحلولي الخلوي، مما يسمح بدخول الماء بشكل أكبر لداخل الخلايا وزيادة استطالتها، وبذلك تزداد المسافات بين العقد البرعمية، مما يعطي الفرصة لنمو المزيد من الفروع والأوراق والنورات الزهرية، كما أن البذور المعاملة بأشعة الليزر الحمراء يزداد محتواها من الأزوت، وبالتالي كمية البروتينات اللازمة لعمليات نمو النباتات وارتفاع مستوى الأحماض النووية والفوسفوليبيدات الغشائية (El Tobgy et al (2009).

وهذا بدوره سيؤدي لزيادة سوية الاستقلاب، وتسريع انتاش البادرات ورفع معدل النمو الخضري للنبات، وبالتالي زيادة مردود النبات النهائي، كما حدث في العديد من الدراسات مثل القمح، فول الصويا، الذرة والشمندر السكري، وغيرها من المحاصيل الزراعية (Costilla hermo sillo et al (2019).

لا ينحصر تأثير أشعة الليزر لبذور النباتات عند مرحلة البذور فقط كتحفيز الاستقلاب وزيادة تشكل هرمونات النمو، مما يؤدي لتسريع النمو، بل يستمر التأثير إلى مرحلة النمو الخضري، حيث وضع الباحث وآخرون (Asgar (2016) أن تحفيز بذور فول الصويا بأشعة الليزر ذات الطول الموجي 632.8 نانومتر أو ما يعرف بليزر اللون الأحمر ولعدد معين من الدقائق، قد أدى لتحفيز الفعاليات الإنزيمية والحوية الكيميائية ومحتوى الكلوروفيل a و b والكلبي وبفروق معنوية مقارنة بالشاهد. كذلك أكدت دراسة الباحث خضير وآخرون (2017) على بذور الخيار، أن معاملة هذه البذور بنفس الطول الموجي لليزر 632.8 نانومتر أدى لتحسن ملحوظ في مؤشرات النمو الخضري من زيادة معدل طول النبات وزيادة المساحة الورقية والوزن الخضري والجاف، إذ تفوقت معاملة تعريض البذور لأشعة الليزر لمدة 3 دقائق على بقية المعاملات، إذ بلغ طول النبات 140.22 سم مقارنة بالشاهد 109.78 سم، وبالنسبة للمساحة الورقية فقد تفوقت كذلك المعاملة لمدة 3 دقائق بقيمة بلغت 1.722 م مقارنة بالشاهد 1.511 م.

تبرز هذه الأبحاث الأهمية الكبيرة لتشجيع بذور النباتات بأشعة الليزر الحمراء على وجه التحديد لتحفيز وتحسين بعض مؤشرات النمو الخضري للنباتات، وقد أيدت دراسة الباحث وآخرون (Perveen (2011) هذا المفهوم حيث استنتج أن معاملة البذور بالليزر يمكن أن يحسن من المؤشرات الفيزيولوجية كمدل التركيب الضوئي، ومحتوى الكلوروفيل، ومعدل التنفس والفعاليات الانزيمية، ذلك بعد أن قام بدراسة تأثير معاملة بذور نبات عباد الشمس بالليزر. بينت أيضاً دراسة الباحث وآخرون (klimek-kopyra (2020) على نبات البازلاء أن معالجة البذور بأشعة الليزر ذات طول الموجة 632.8 نانومتر قد زاد من تركيز أنزيمات الأميلولاييتيك (Amylolytic enzymes) ومحتوى حمض الإندول الخلي (IAA3) في كل من بذور البازلاء وبادراتها، وتحسين معدل الانتاش وزيادة وزن البادرات وتجانس النمو، وتسريع الإزهار وتبكير نضج البذور.

ونظراً لأهمية تطبيق أشعة الليزر في المجال الزراعي كعامل محفز ومحسن لمؤشرات النمو الخضري النباتي من جهة، واعتبار السمس من المحاصيل الاقتصادية الزيتية الهامة على مستوى العالم من جهة ثانية، تم دراسة تأثير أشعة الليزر على بذور السمس لاستنباط أفضل الشروط من حيث الشدة الصحيحة وزمن التعريض أو التشعيع بالليزر، بالإضافة لطول الموجة المناسب للتشعيع. ينتمي السمس للعائلة البيدالية Pedaliaceae وهو من أقدم المحاصيل الزيتية المزروعة في سورية وأفريقيا، ومصر والهند والصين، كونه مصدر غذائي مهم يوفر الدسم، والبروتين، والكربوهيدرات، والألياف الغذائية والعناصر المعدنية كالزنك والمغنيزيوم وغيرها من المعادن (Prakash and Naik (2014) وبلغت مساحة الأراضي السورية المزروعة بالسمس 9218 هكتاراً وإنتاجية 7910 طنناً ومردود الغلة 858 كغ/هكتار للعام 2022، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2022).

بين الباحثان (Makinde and Adibli (2018) أن محتويات بذور السمس الكيميائي تتكون من الزيت بنسبة (44-58%)، والبروتين (25-18%)، والكربوهيدرات (13.5%) والرماد بنسبة 5%، بالإضافة للفيتامينات والمعادن الهامة كالسيوم والفوسفور والحديد والنياسين والثيامين، والعديد من مضادات الأكسدة كالسيسامين (Sesamin) والسيسامولين (Sesamol) والسيسامول (Sesamol) والسيسامينول (Sesaminol)، وكذلك مادة ليغنانات السمس (Sesame lignans) وجليكوزيدات الليغان (Lignan glucoside) المصنفتان كمضادات أكسدة محفزة للصحة العامة (Hahm et al (2009).

لا تقتصر أهمية نبات السمس على بذوره كمادة غذائية والزيت المستخرج منها، بل تتعداها لأوراق النبات الخضراء التي تستخدم في أفريقيا كنوع من الخضراوات الورقية لاحتوائها على كميات هامة من الأحماض الأمينية (Fuji et al (2018). وانطلاقاً من أهمية نبات السمس عالمياً من الناحية الطبية كاستخدامه في العلاجات الشعبية والصناعات التجميلية، ومن الناحية الاقتصادية إذ يعد المحصول الخامس عالمياً في إنتاجيته للزيوت، وانتشار زراعته في سورية ولاسيما المنطقة الجنوبية والشمالية منها، والدور المهم لأشعة الليزر في التحفيز الفيزيائي للنباتات، فقد تم توجيه الاهتمام في هذا البحث لدراسة أثر الليزر ذو طول الموجة 635 نانومتر أو ما يعرف باسم الليزر الأحمر على بعض مؤشرات النمو لصنف حوراني محسن من نبات السمس الهندي، مع اعتماد الشدة 5 ميلي واط/سم²، وزمن تشعيع يتراوح ما بين (1-5-10-15) دقيقة بالمشاركة مع تأثير نقع البذور على مؤشرات النمو الخضري لنبات السمس الهندي.

مواد البحث وطرقه:

تم إجراء هذا البحث في الفترة الواقعة بين شهري أيار وأيلول للعام 2023، في مختبري أبحاث البيئة النباتية والتلوث ومختبر أبحاث العلوم النانوية في قسم الفيزياء والحديقة البيئية في كلية العلوم لجامعة حلب، لدراسة تأثير أشعة الليزر ذات طول الموجة (635) نانومتر والاستطاعة (5) ميلي واط/سم² من شركة Power Technology، USA، في بعض مؤشرات النمو الخضري

لنبات السمسم الهندي *Sesamum indicum* صنف حوراني محسن، تم تعقيم البذور سطحياً بنقعها في محلول هيبوكلوريت الصوديوم (10%) لمدة خمس دقائق ثم غسلها بالماء المقطر جيداً للتخلص من أي أثر للمادة المطهرة. وقسمت البذور بعد تجفيفها لمجموعتين الأولى بذور جافة (D) والثانية نُقعت بالماء العادي لمدة (3) ساعات (W)، وقد تم تحديد هذه المدة بعد إجراء عدة تجارب لانتقاء الزمن المناسب لنقع البذور. تُبَت البذور بمعدل 25 بذرة مصطفة بجانب بعضها بواسطة لاصق شفاف على شرائح زجاجية، هذه الشرائح تم نقلها لجهاز الليزر المثبت على حامل يحوي قاعدة متحركة باتجاهي المحورين (XY)، وعلى ارتفاع (10) سم من البذور ويقطر شعاع (2) ملم، بحيث يتم تعريض كل بذرة على حدى لشعاع الليزر. تمت عملية التشعيع بأشعة الليزر الحمراء لفترات زمنية متدرجة (1،5،10،15) دقيقة، وثلاث مكررات لكل معاملة.

بعد ذلك، زُرعت البذور الجافة (D) والبذور الرطبة (W) المعاملة بأشعة الليزر بمعدل (25) بذرة لكل معاملة وثلاث مكررات في أصص تحوي تربة حمراء جيدة التصريف للماء ومروية بالماء العادي بمعدل مرة كل يومين، أما بذور الشاهد (C) الجافة (D) والرطبة (W) فنقلت مباشرة إلى الأصص وذلك في بداية موسم زراعة السمسم أواخر شهر أيار وبداية حزيران AL-Jehani et al (2016).

في نهاية فترة النمو التي استمرت لأربع شهور خلال فصل الصيف، تم انتقاء 15 نبات من كل معاملة، ودُرست الصفات الشكلية للنبات من أطوال (سم) وأوزان (غ) المجموعين الخضري والجذري الرطب، حيث تم قياس كل من الطول والوزن الكلي لنبات السمسم الهندي، وطول ووزن المجموع الخضري من نهاية قمة النمو الخضري للمنطقة الفاصلة بين الساق والجذر، ومنها لنهاية النمو الجذري، كذلك تم تحديد مساحة الأوراق (سم²) وفق المعادلة التالية Lins et al (2019):

$$\text{مساحة الورقة} = \text{الطول} * \text{العرض} * \text{معامل التصحيح (0.7)}$$

تم التحديد الكمي للأصبغة النباتية بوزن 1 غرام من الأوراق الطازجة السليمة لنبات السمسم التي نُقلت لهاون خزفي وطحنت جيداً مع إضافة كمية قليلة من الأسيتون 80%، ورُشح مطحون الأوراق، وأُكمل الحجم في دورق حجمي سعة 10 مل بالأسيتون 80%. قيست الامتصاصية عند طولي الموجة 645 نانومتر و662 نانومتر Dere et al (1998).

قُدِّر الكلوروفيل A وB والكلي بالمغ/الغرام من وزن النبات الطازج وفق المعادلات الآتية:

$$\text{mg CHL A/ g tissue} = (11 \cdot 75(A662) - 2.35(A645))$$

$$\text{mg CHL B/ g tissue} = (18 \cdot 61(A645) - 3.96(A662))$$

$$\text{mg Total CHL / g tissue} = (\text{CHL A}) + (\text{CHL B})$$

حيث A₆₄₅, A₆₆₂ تعبر عن الامتصاصية عند أطوال الموجات المستخدمة.

أما الكاروتينات الكلية فتم حسابها وفق العلاقة الآتية بعد قياس الامتصاصية عند طول الموجة 470 نانومتر:

$$Cx + C = (1000A470 - 2.270Ca - 81.4Cb)/227$$

التحليل الإحصائي:

تمت معالجة كافة البيانات باستخدام برنامج SPSS16.0 باستخدام تحليل التباين وحيد الاتجاه (One Way ANOVA) وقورنت النتائج باستخدام الفرق المعنوي لاختبار DUNCAN عند مستوى الاحتمالية P<0.05.

النتائج:

أطوال المجموعين الخضري والجذري (سم):

تظهر النتائج الواردة في الجدول (1) ارتفاعاً معنوياً في قيم مؤشر طول المجموع الخضري للنباتات المعرضة لفترتي (10،15) سواء كانت للبذور الجافة أو الرطبة، وصلت هذه القيم إلى (100) سم للبذور الرطبة و(90) سم للبذور الجافة مقارنة بالطول

الأعظمي لدى مجموعة الشاهد التي سجلت قيم (42,39) للبذور الرطبة والجافة على التوالي، وذلك بالنسبة للنباتات التي نمت لمدة أربع شهور، كما يظهر الجدول وجود ارتفاع في قيم مؤشر طول المجموع الخضري للنباتات المعاملة بالتشجيع لفترة (15) دقيقة بقيمة (104) سم للبذور الجافة و(97) سم للبذور الرطبة لنفس المعاملة بالمقارنة مع النباتات الشاهد (70) سم للشاهد الجاف و(63) سم للشاهد الرطب لدى النباتات التي تم تتميتها لمدة 3 شهور.

الجدول (1): طول المجموع الخضري لنبات السمس الهندي (سم)

4 شهور		3 شهور		مرحلة النمو المعاملة
بذور رطبة	بذور جافة	بذور رطبة	بذور جافة	
39 ^C	42 ^C	63 ^{DE}	70 ^{CD}	بذور الشاهد
80 ^B	42 ^C	84 ^{BC}	26 ^G	1 دقيقة
81 ^B	82 ^B	61 ^{DEF}	47 ^{EF}	5 دقيقة
100 ^A	90 ^{AB}	56 ^{DEF}	42 ^{FG}	10 دقيقة
100 ^A	81 ^B	97 ^{AB}	104 ^A	15 دقيقة

*تشير الأحرف المختلفة في كل عامود إلى وجود فروق معنوية على مستوى 5%.

يظهر الجدول (2) فروقات معنوية لدى أغلب فترات المعاملة للبذور الجافة والرطبة بالنسبة لطول المجموع الجذري لنبات السمس الهندي، إذ تراوحت القيم بين (14-17) سم للشهرين الثالث والرابع على التوالي للبذور الجافة والمعرضة للتشجيع لفترة (15) دقيقة مقارنة بالشاهد (9-7) سم للشهرين الثالث والرابع على التوالي.

الجدول (2): طول المجموع الجذري لنبات السمس الهندي (سم).

4 شهور		3 شهور		مرحلة النمو المعاملة
بذور رطبة	بذور جافة	بذور رطبة	بذور جافة	
10 ^{BC}	9 ^{CD}	8 ^{BC}	7 ^{BC}	بذور الشاهد
14 ^A	7 ^D	16 ^A	4 ^C	1 دقيقة
12 ^{ABC}	12 ^{ABC}	9 ^B	8 ^{BC}	5 دقيقة
9 ^{CD}	13 ^{AB}	9 ^B	7 ^{BC}	10 دقيقة
13 ^{AB}	14 ^{AB}	13 ^A	17 ^A	15 دقيقة

تشير الأحرف المختلفة في كل عامود إلى وجود فروق معنوية على مستوى 5%.

أوزان المجموعين الخضري والجذري لنبات السمس الهندي (غ)

بينت النتائج في الجدول (3) أن مؤشر الوزن الرطب للمجموع الخضري أظهر فروقات معنوية عند زمن تشجيع (15) دقيقة لكل من البذور الجافة والرطبة حيث بلغت القيمة العظمى للبذور الجافة عند النباتات بعمر (3) أشهر بقيمة (26) غ وبالنسبة للشهر الرابع سجلت (10) غرام مقارنة بالبذور الشاهد (6 و3) غرام لنفس الشهرين على التوالي. كما بلغ وزن المجموع الخضري للبذور الرطبة بعمر الثلاث شهور (17) غ وفي الشهر الرابع (14) غ مقارنة ببذور الشاهد الرطبة (7 و2) غ للشهرين الثالث والرابع على التوالي.

الجدول (3): وزن المجموع الخضري الرطب لنبات السمس الهندي (غ).

4 شهور		3 شهور		مرحلة النمو المعاملة
بذور رطبة	بذور جافة	بذور رطبة	بذور جافة	
2 ^D	3 ^D	7 ^{CD}	6 ^{CD}	بذور الشاهد
12 ^{ABC}	2 ^D	13 ^{BC}	1 ^D	1 دقيقة
8 ^C	11 ^{ABC}	7 ^{CD}	5 ^D	5 دقيقة
15 ^A	10 ^{BC}	8 ^{CD}	4 ^D	10 دقيقة
14 ^{AB}	10 ^{ABC}	17 ^B	26 ^A	15 دقيقة

تشير الأحرف المختلفة في كل عامود إلى وجود فروق معنوية على مستوى 5%.

تظهر نتائج الجدول (4) فروقات معنوية واضحة في مؤشر وزن المجموع الجذري الرطب لبذور السمسم الجافة المعاملة بالليزر لفترة (15) دقيقة النامية لثلاث شهور بالمقارنة مع بقية البذور المعاملة للفترات المختلفة حيث بلغ مجموع الوزن الجذري (4) غرام مقارنة بالشاهد (0.5) غ، أي تفوق فترات التشيع المحددة على نباتات الشاهد في عمر 4 شهور.

الجدول (4): وزن المجموع الجذري الرطب لنبات السمسم الهندي (غ).

المعاملة	مرحلة النمو		3 شهور		4 شهور	
	بذور رطبة	بذور جافة	بذور رطبة	بذور جافة	بذور رطبة	بذور جافة
بذور الشاهد	0.36 ^B	0.43 ^B	0.52 ^C	0.53 ^C	0.36 ^B	0.43 ^B
1 دقيقة	1.45 ^A	0.2 ^B	2.95 ^B	0.09 ^C	1.45 ^A	0.2 ^B
5 دقيقة	1.14 ^A	1.54 ^A	0.59 ^C	0.33 ^C	1.14 ^A	1.54 ^A
10 دقيقة	1.42 ^A	1.6 ^A	0.74 ^C	0.28 ^C	1.42 ^A	1.6 ^A
15 دقيقة	1.42 ^A	1.64 ^A	2.11 ^B	4.13 ^A	1.42 ^A	1.64 ^A

تشير الأحرف المختلفة في كل عامود إلى وجود فروق معنوية على مستوى 5%.

مساحة الأوراق (سم²):

أدت المعاملة بأشعة الليزر الحمراء لوجود فروقات معنوية في مؤشر مساحة الأوراق عند بذور السمسم الجافة والرطبة عند زمن التشيع (15) دقيقة للنباتات بعمر ثلاث شهور، إذ بلغ متوسط مساحة الأوراق (34) سم² مقارنة بالشاهد (13) سم² للبذور الجافة، وللبذور الرطبة (26) سم² مقارنة بالشاهد (13) سم². وللنباتات بعمر أربع شهور بلغ متوسط مساحة الأوراق لدى البذور الجافة والرطبة (20 - 22) سم² مقارنة ببذور الشاهد (8 - 6) سم² على التوالي (الجدول 5).

الجدول (5): مساحة أوراق نبات السمسم الهندي (سم²)

المعاملة	مرحلة النمو		3 شهور		4 شهور	
	بذور رطبة	بذور جافة	بذور رطبة	بذور جافة	بذور رطبة	بذور جافة
بذور الشاهد	6 ^D	8 ^D	13 ^{CD}	13 ^{CD}	6 ^D	8 ^D
1 دقيقة	16 ^{BC}	6 ^D	16 ^C	4 ^F	16 ^{BC}	6 ^D
5 دقيقة	16 ^C	20 ^{AB}	15 ^C	10 ^{DE}	16 ^C	20 ^{AB}
10 دقيقة	23 ^A	17 ^{BC}	13 ^{CD}	7 ^{EF}	23 ^A	17 ^{BC}
15 دقيقة	22 ^A	20 ^{AB}	26 ^B	34 ^A	22 ^A	20 ^{AB}

تشير الأحرف المختلفة في كل عامود إلى وجود فروق معنوية على مستوى 5%.

أصبغة الكلوروفيل الكلية والكاروتينات:

أدت معاملة بذور السمسم الهندي الرطبة والجافة بأشعة الليزر لوجود فروق معنوية واضحة لتأثير أشعة الليزر على الكلوروفيل الكلي والكاروتينات لدى نباتات السمسم الهندي، حيث تظهر النتائج الواردة في الجدول رقم (6) ازدياد قيم مؤشر أصبغة الكلوروفيل الكلية لدى النباتات النامية بعمر ثلاث شهور من البذور الجافة حيث ارتفعت هذه القيم لدى جميع الفترات، وبلغت هذه القيمة لدى البذور المشبعة لخمس دقائق (47.8) ملغ / غ ولدى الفترة (10) دقائق (29.8) ملغ / غ، وعند البذور المعاملة لمدة (15) دقيقة (17.8) ملغ / غ مقارنة بالشاهد (10.5) ملغ / غ.

أما بالنسبة للنباتات التي تركت لتصل مرحلة النضج الكامل لمدة 4 شهور فقد لوحظ تراجعاً كبيراً في كمية الكلوروفيل الكلي، لا سيما النباتات المعاملة لمدة (15) دقيقة، وذلك بسبب وصول نباتات هذه المعاملة للنضج المبكر سريعاً، ودخولها مرحلة الذبول والحصاد المبكرين مقارنة ببقية المعاملات ونباتات الشاهد.

الجدول (6): قيم الكلوروفيل الكلي (ملغ/غ) لدى نباتات السمسم الهندي.

4 شهور		3 شهور		مرحلة النمو المعاملة
بذور رطبة	بذور جافة	بذور رطبة	بذور جافة	
9.36 ^G	19.83 ^B	19.91 ^G	10.53 ^I	بذور الشاهد
12.78 ^F	19.82 ^B	30.35 ^B	24.11 ^F	1 دقيقة
13.11 ^E	15.33 ^D	25.05 ^E	47.82 ^A	5 دقيقة
20.29 ^A	17.5 ^C	29.66 ^D	29.87 ^C	10 دقيقة
1.59 ^I	2.69 ^H	9.33 ^J	17.82 ^H	15 دقيقة

تشير الأحرف المختلفة في كل عمود إلى وجود فروق معنوية على مستوى 5%.

بينما أدت معاملة بذور السمسم الجافة أو الرطبة لظهور اختلافات قليلة جداً في قيم الكاروتينات مقارنة ببذور الشاهد حيث تراوحت هذه القيم بشكل عام بين (2 - 4) ملغ / غرام سواء للبذور المعاملة أو بذور الشاهد كما هو موضح في الجدول رقم (7)، على الرغم من وجود فروق معنوية وفق اختبار DUNCAN عند مستوى الاحتمالية $P < 0.05$.

الجدول (7): قيم الكاروتينات (ملغ/غ) لدى نباتات السمسم الهندي

4 شهور		3 شهور		مرحلة النمو المعاملة
بذور رطبة	بذور جافة	بذور رطبة	بذور جافة	
1.96 ^G	2.60 ^F	3.21 ^E	4.17 ^A	بذور الشاهد
3.8 ^A	3.75 ^C	3.06 ^F	2.91 ^G	1 دقيقة
3.13 ^E	3.49 ^D	2.46 ^H	3.05 ^F	5 دقيقة
3.79 ^B	0.63 ^J	4.41 ^B	4.23 ^C	10 دقيقة
0.89 ^I	1.48 ^H	3.41 ^D	1.43 ^I	15 دقيقة

تشير الأحرف المختلفة في كل عمود إلى وجود فروق معنوية على مستوى 5%.

المناقشة:

تظهر نتائج الدراسة الحالية أن تعريض بذور السمسم لأشعة الليزر الحمراء قد أعطت تحسناً واضحاً في بعض مؤشرات النمو الخضري التي تمت دراستها في هذا البحث كأطوال وأوزان المجموعتين الخضري والجذري، ومساحة الأوراق وأصبغة الكلوروفيل الكلي للنباتات، إذ بلغ أعلى ارتفاع للنمو الخضري (104) سم للبذور الجافة المشبعة لمدة (15) دقيقة مقارنة بالنباتات الشاهد (70) سم والنامية لمدة ثلاث شهور، وبفروق معنوية واضحة، ومن خلال مقارنة نتائج البحث الحالي مع الدراسة التي أجريت على السمسم من قبل الباحث وآخرون AL-Jehani (2016) والتي تم فيها استخدام ليزر هيليوم-نيون ذي طول الموجة (632.8) نانومتر والاستطاعة (3) ميلي واط/سم² وضمن فترات تعريض مختلفة، لوحظ تقارب في النتائج المتمثلة بزيادة الوزن الرطب والجاف للمجموعتين الخضري والجذري وبنسبة 99.3% مقارنة بالشاهد وغيرها من مؤشرات النمو الخضري. وهذا يتفق مع دراسة الباحث وآخرون El Tobgy (2009) التي أجريت في مصر على نباتي الكمون واليانسون بدراسته تأثير الليزر على البذور، حيث ازداد أطوال النباتات لدى تعريضها لمدة (20) دقيقة لأشعة الليزر الحمراء بالمقارنة مع بقية المعاملات وبذور الشاهد إذ تراوحت القيم ما بين 107.02 سم و114.38 سم للبذور المعرضة لمدة 20 دقيقة وما بين 62.61 سم و65.24 سم لنباتات الشاهد.

بالنسبة لطول المجموع الجذري فقد لوحظ وجود فروق معنوية واضحة، حيث بلغ أعلى طول للمجموع الجذري إذ بلغ متوسط الطول الجذري بحدود (17) سم مقارنة بالشاهد (7) سم لدى البذور الجافة المشبعة لمدة (15) دقيقة والنامية لثلاث شهور، وقد يعزى السبب في ذلك ربما إلى كون بذور النباتات تتفاعل بشكل إيجابي تجاه التحريض بالأشعة الضوئية وخصوصاً التي تقع ضمن المجال (630 - 650) نانومتر، وهو نفس المجال الضوئي لأشعة الليزر المستخدمة (635) نانومتر في الدراسة الحالية، حيث

يُعد الطول الموجي هذا هو الأكثر ملائمة للتحريض والطاقة المنبعثة من الليزر، بالإضافة للزمن الكافي لتعريض البذور لأشعة الليزر الحمراء، حيث تسهم جميع هذه العوامل في التحسين الإيجابي لنمو النبات ككل ومن ضمنها النمو الجذري Costillo Hermo Sillo *et al* (2019).

فيما يتعلق بوزن المجموعين الخضري والجذري لنباتات السمسم الهندي، فقد تبين أن تشجيع بذور السمسم الهندي الجافة لمدة (15) دقيقة أعطى أعلى قيمة وبفروق معنوية عند النباتات، إذ بلغت أعلى قيمة (26) غراماً مقارنة بالنباتات الشاهد (6) غ التي نمت لمدة ثلاثة شهور من بذور جافة، وهذا ما يوضح الأثر المحسن لأشعة الليزر الحمراء على النمو الخضري للنباتات وذلك عن طريق تحفيز الفعاليات الحيوية وما ينجم عنه من رفع سوية العمليات الاستقلابية بما يؤدي لزيادة المحتوى من النترجين والفوسفور، الذي يقود بدوره لارتفاع محتوى البروتينات والأحماض النووية وغيرها، بما ينعكس إيجاباً على زيادة النمو El-Tobgy *et al* (2009)، كما أثبتت دراسة الباحث Samiya *et al* (2020) أن تشجيع بذور القمح بالليزر قد رفع من نسبة الوزن الرطب للمجموعين الخضري والجذري على حد سواء. وتبين أن نقع البذور لم يبدي نتائج ملموسة حيث تظهر النتائج أن البذور الجافة كانت أكثر تأثراً بأشعة الليزر من مثيلتها المنقوعة بالماء، ولربما يعود السبب في ذلك كون البذور لا تتجاوب مع النقع قبل الزراعة، وهذا ما أكدته الباحثة Amusa (2010) بدراسته على نبات *Azalia africana* حيث لم يكن لنقع البذور بالماء البارد أي أثر واضح على نسبة إنبات البذور مقارنة مع الشاهد، إذ بلغت نسبة إنبات الشاهد (60%) بينما لم تتجاوز (40% و33%) عند النقع لمدة (24) ساعة وساعة واحدة على التوالي، أو أن النقع بالماء البارد لم يكن له ذلك الأثر الإيجابي في معدل إنبات البذور كما وضع الباحث Amoakoh *et al* (2017) من خلال دراسة تأثير النقع بالماء على إنبات بذور *Pouteria campachiana* إذ انخفضت نسبة الإنبات المئوية إلى ما بين (24-27%) مقارنة مع الشاهد (62%).

تبين الدراسة الحالية كذلك أن لأشعة الليزر الحمراء أثراً واضحاً في زيادة مساحة أوراق نبات السمسم بعد تعريض البذور لهذه الأشعة وبفروق معنوية، حيث بلغت أعلى قيمة لمساحة الأوراق (34) سم² مقارنة بنباتات الشاهد (13) سم² لدى البذور الجافة المشبعة لمدة 15 دقيقة والنامية لثلاث شهور، وتتفق هذه الدراسة مع دراسة الباحث خضير وآخرون (2017) التي أجريت في العراق على بذور نبات الخيار، حيث ازدادت مساحة الأوراق وغيرها من مؤشرات النمو الخضري لدى النباتات المشبعة بأشعة الليزر (632.8 نانومتر) وبشكل ملحوظ مقارنة بنباتات الشاهد، ربما يعود السبب في ذلك لتأثير أشعة الليزر وبشكل إيجابي على الأنزيمات التي تتحكم بنمو وتطور النبات، ومنها الفيتوكرومات النباتية التي تعتبر بمثابة حساسات ضوئية تعمل على تنظيم نمو وتطور النبات، وتتأثر هذه الفيتوكرومات بالأشعة الحمراء اللون للليزر ما ينعكس إيجاباً على مؤشرات النمو المختلفة Rassam *et al* (2013) ويعزى انخفاض مساحة الأوراق لدى النباتات النامية لمدة أربع شهور إلى وصول هذه النباتات لمرحلة النضج الكامل وما يتبعه من اصفرار وذبول أوراق النبات وتكسرها، الأمر الذي انعكس سلباً على قياس أبعاد الأوراق ومساحتها.

إن تشجيع بذور نبات السمسم الهندي الجافة والرطبة قد أبدى نتائج مقاربة بالحد الأدنى لقيم الكاروتينات بالمقارنة مع الشاهد على الرغم من وجود فروق معنوية لدى كل من النباتات المعاملة والنباتات الشاهد، بينما كانت النتائج جيدة بالنسبة للكوروفيل الكلي إذ أن تعريض بذور السمسم الجافة والرطبة لأشعة الليزر أدى لزيادة محتوى الكلوروفيل الكلي وبفروق معنوية واضحة لدى المعاملات كافة مقارنة ببذور الشاهد، وتتفق هذه النتائج مع دراسة الباحث وآخرون Asghar (2016) الذي بين أن تعريض بذور فول الصويا لأشعة الليزر 632.8 نانومتر والاستطاعة 1 ميلي واط ولمدة 3-5 دقائق قد أدى ذلك لارتفاع قيم الكلوروفيل A و B والكلبي وبشكل معنوي.

تعود قيمة الكلوروفيل الكلي المنخفضة نسبياً لدى النباتات المعاملة لمدة (15) دقيقة والنامية لمدة 4 شهور مقارنةً ببقية المعاملات إلى تأثير أشعة الليزر في تسريعه من نضج النباتات وإكمال دورة حياة النباتات بشكل مبكر، ويعود السبب في ذلك وفق دراسة الباحث Klimek-Kopyra (2020) إلى قدرة هذه الأشعة على زيادة تراكيز أنزيمات الأميلولايستيك (Amylolytic enzymes) من جهة، وزيادة محتوى حمض الإندول الخلي في كل من البذور والبادرات من جهة أخرى ما يؤدي لتحسن معدل الإنبات، وتجانس وتعديل مراحل النمو بما في ذلك تسريع الإزهار ونضج النبات مبكراً، والوصول لمرحلة الحصاد المبكر بشكل أسرع من بقية النباتات غير المعاملة بالليزر.

تتفق الدراسة الحالية المتعلقة بزيادة محتوى الكلوروفيل الكلي مع دراسة الباحث Li وآخرون (2017)، التي أجريت على تشجيع بذور القمح بالطول الموجي لليزر 632.8 نانومتر، فقد أدت هذه المعاملة بالتشجيع لتحسين قدرة بادرات القمح على مقاومة العوامل المجهددة المختلفة كالأشعة فوق البنفسجية UVB عبر معاكسة أشعة الليزر للأثر المجهد للأشعة فوق البنفسجية ما أدى لتحسين كفاءة التركيب الضوئي عبر زيادة الاصطناع الحيوي لأصبغة الكلوروفيل، وازدياد كميته ضمن الخلايا النباتية، كما يمكن تعليل ذلك وفق دراسة نفس الباحث لتأثير الحقل الكهرومغناطيسي المنبعث من الضوء الأحمر لليزر، وتأثيراته المرتبطة بالضغط والحرارة الخفيفة الناجمة عنه، الأمر الذي يؤدي لتخفيف الآثار المجهددة المترتبة على نمو البادرات وامتصاصها طاقة أكبر من بقية النباتات غير المعاملة بالليزر، هذه الطاقة التي تحفز كل من العمليات الفيزيولوجية والاستقلاب الكيميائي الحيوي وما ينجم عنهما من آثار إيجابية في مؤشرات النمو الخضري المختلفة.

الاستنتاجات والتوصيات:

- 1- أدى تشجيع بذور السمسم الهندي لمدة (15) دقيقة لزيادة واضحة في طول المجموعين الخضري والجذري مقارنة بالنبات الشاهد.
 - 2- لأشعة الليزر الحمراء تأثير إيجابي واضح في زيادة الوزن الخضري والجذري الرطب للبذور الجافة المعاملة لمدة (15) دقيقة مقارنة بالشاهد.
 - 3- بذور السمسم الهندي الجافة والرطبة المعاملة لمدة (15) دقيقة بأشعة الليزر الحمراء سجلت القيم الأفضل في مؤشر مساحة الأوراق.
 - 4- تأثرت نسبة الكاروتينات لدى البذور المشبعة بشكل طفيف مقارنة بالنباتات الشاهد.
 - 5- بذور السمسم الهندي الجافة المشبعة لفترة (15) كانت الأسرع بالوصول للنضج المبكر مقارنة ببقية المعاملات، وهذا ما يتضح من كمية الكلوروفيل الكلي مقارنة بالنبات الشاهد.
- لذلك يُوصى بتعريض بذور السمسم الهندي الجافة لأشعة الليزر لمدة (15) دقيقة.

المراجع:

خضير، عباس عبد الستار وعبد الله أحمد عباس ومجبل رعد كريم (2017). تأثير أشعة الليزر في مؤشرات النمو والحاصل لنبات الخيار (*Cucumis sativus L*) صنف داليا Dalia. مجلة الكوفة للعلوم الزراعية. 9(1): 20-31. العراق.

وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2022). مديرية التخطيط والتعاون الدولي، دائرة الإحصاء. المجموعة الإحصائية الزراعية. دمشق، سورية.

- Al Salhi, M. S., W. Tashish.; S. Al Osaif and M. Atif (2018). Effect of he-ne laser and argon laser irradiation on growth, germination and physico-biochemical characteristics of wheat seeds (*Triticum aestivum* L). Laser Physics. 29(015602).
- Al-Jehani, SA.; DZ. Abdel Kader and M.K.H. Ebrahim (2016). Photobiostimulation of *sesamum Indicum* L. seeds using low intensity he-ne laser radiation: seed germination and plant growth. International Research Journal of Natural Sciences. 3(4):35-58.
- Amoakoh, O.A.; D.D.N. Nortey.; F. Sagoe.; P.K. Amoako and CK. Jallah (2017). Effects of pre-sowing treatments on the germination and early growth performance of *Poteria campachiana*. Forest Science and Technology. 13(2):83-86.
- Amusa, T.O (2010). Effect of three pre-treatment techniques on dormancy and germination of *Azalia africana* (Sm. Ex Pers). Journal of Horticulture and Forestry. 3(4):96-103.
- Asghar, T.; Y. Jamil. M. Iqbal.; Ziv-Ul-Haq and M. Abbas (2016). Laser light and magnetic field stimulation effect on some biochemical, enzymes activity and chlorophyll contents in soybean seeds and seedlings during early growth stages. Journal of Photochemistry and Photobiology.
- Costillo-Hermosillo, M.; M. Ortiz-Morales.; S. Loza-Cornejo.; C. Frausto-Reyes and S. Metwally (2019). Laser bio stimulation for improving seeds germinative capacity and seedlings growth of *Prosopis laevigata* and *Jacaranda mimosifolia*. Madera Y Basques.25(2).
- Dere, S.; T. Gunes and R. Sivaci (1998). Spectrophotometric determination of chlorophyll a, b and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. Tr. J. of Botany. 22:13-17.
- El Tobgy, KMK.; YAH. Osman and EA. El Sherbini (2009). Effect of laser radiation on growth.; yield and chemical constitution of anise and cumin plants. Journal of Applied Sciences Research. 5(5):522-528.
- Fuji, Y.; A. Uchida.; K. Fukuhori.; M. Kino.; M. Ohtsuki and H. Matsufuji (2018). Chemical characterization and biological activity in young sesame leaves (*Sesamum indicum* l.) and changes in iridoid and polyphenol content at different growth stages. PLoS ONE.13(3).
- Hahm, TS.; SJ. Park and Martin Lo Y (2009). Effects of germination on chemical composition and functional properties of sesame (*Sesamum Indicum* L.) seeds. Biosource Technology. (100):1643-1647.
- Klimek-Kopyra, M.; J. Dluzniewska.; A. Slizowska and JW. Doborowolski (2020). Impact of coherent laser irradiation on germination and mycoflora of soybean seeds innovative and prospective seed quality management. Agriculture. 10(314):1-14.
- Li, Y.F.; LM. Gao and R. Han (2017). He-Ne Laser illumination ameliorates photochemical impairment in ultraviolet-b stressed wheat seedlings via detoxifying ROS cytotoxicity. Russian Journal of Plant Physiology. 64(5):766-775.
- Lins, HA.; MDF.Souza.; JS. Albuquerque.; MG. Santos.; AP. Barrosjunior and DV. Silva (2019). Weed interference periods in sesame crop. Ciencia e Agrotecnologia. (43).
- Makinde, FM and TV. Adible (2018). changes in nutritional, functional and posting properties of raw and germinated seeds of white sesame (*Sesamum Indicum* L.) grown in nigeria. Acta Scientific Nutritional Health. 2 (11):7-15.
- Perveen, R., Y.Jamil., M. Ashraf., Q. Ali.; M. Iqbal and M . Raza Ahmad (2011). He-Ne Laser-induced improvement in biochemical, physiological, growth and yield characteristic in sunflower (*Helianthus annus* L.). Photochemistry and Photobiology. 87:1453-1463.

- Prakash, K and SN. Naik (2014). Bioactive constituents as potential agent in sesame for functional and nutritional application. *Journal of Bioresource and Engineering and Technology*. 1:48-66.
- Rassam, YZ., FA. Al-Mashhadani and AF. Boya (2013). Laser treatment may enhance growth and resistance to fungal infection of hard wheat seeds. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*.2(3):47-51.
- Ri, PH., SJ. Choe and YS. Jang (2019). Study on laser pre-sowing treatment of rice seeds by free falling transport method. *Information Processing in Agriculture*. 6:515-521.
- Samiya.; S. Aftab and A. Younus (2020). Effect of low power laser irradiation on bio-physical properties of wheat seeds. *Information Processing in Agriculture*. 7:456-465.

Effect of Laser on some growth parameters of Indian sesame (*Sesamum indicum*)**Rima Ghafari¹, Najwa Mouslemanie¹, Abdullah Katta² and Imad-Aldeen Alkhalaf¹**¹ Dept. of Botany, Faculty of Science, Aleppo Univ. Syria² Dept. of Chemistry, Faculty of Science, Aleppo Univ. Syria.(*Corresponding author: Rima Ghafari, mail: mirago82@yahoo.com).**Received:** 18/ 04/ 2025 **Accepted:** 17/ 09/ 2025**Abstract**

This research aimed to determine the red laser irradiation effect with wavelength (635) nm and capacity (5) mWat/cm² on some *Sesamum indicum* growth parameters, the research took place at the laboratory of plant ecology and pollution, and the laboratory of Nano science and the ecology garden, Faculty of science, University of Aleppo, between June and September 2023. Two groups of seeds dried and soaked in water for three hours were irradiated with red laser for graduated periods (1,5,10,15) min, then planted in pots containing suitable soil and left for the periods of experiments (1,2,3,4) months. at the end of third and fourth month, some growth parameters were determined for the plants such as fresh length and weight of plant shoots and roots, leaves area, and total chlorophyll and carotene. The results showed that the best shoot length statistical differences were registered for dried and wet sesame seeds irradiated for (15) min reached (104) cm compared to the control (70) cm, and for roots length reached (17) cm compared to the control (7) cm. The results also showed that the highest statistical differences of fresh shoots and roots weight were obtained for period (15) min irradiation of the dried seeds which reached (26) gram compared to the control (6) gram, and also for the leaves area with a highest area (34) cm² compared to the control (13) cm². It can be concluded that red laser irradiation enhanced some growth parameters of *Sesamum indicum*.

Keywords: Laser, growth parameters, Chlorophyll, *Sesamum indicum*.