African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS)
Online ISSN: 2957-644X
Volume 4, Issue 3, 2025
Page No: 1-6
Website: https://aaasjournals.com/index.php/ajapas/index
ISI 2025: 1.126 **SJIFactor 2024: 6.752** **معامل التأثير العربي: 1.62**

تأثير اختلاف شدة الضوء المختلفة على نمو شتلات الزيتون (*Olea europaea*) : دراسة تجريبية في بيئة محاكية لظروف ليبيا

زينب ضو المريض *
قسم الاحياء، كلية العلوم – رقدالين، جامعة صبراتة، ليبيا

The effect of different light intensities on the growth of olive seedlings (*Olea europaea*): an experimental study in an environment simulated to the conditions of Libya

Zeinab D. Almirid *
Department of Biology, Faculty of Science – Rgdalin, Sabratha University, Libya

*Corresponding author: zeinab.almareid@sabu.edu.ly

Received: May 04, 2025	Accepted: June 24, 2025	Published: July 06, 2025

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تأثير مستويات الضوء المختلفة على نمو شتلات الزيتون، نبات يتوفر بكثرة في ليبيا وله أهمية بحثية واقتصادية كبيرة في المنطقة. تم تصميم تجربة عملية شملت ثلاث مجموعات تعرضت لضوء منخفض (50 ميكرومول/م²/ثانية)، ومتوسط (150 ميكرومول/م²/ثانية)، وعالي (300 ميكرومول/م²/ثانية) لمدة 30 يومًا. تم قياس مؤشرات نمو متعددة تشمل الطول، عدد الأوراق، مساحة الأوراق بالإضافة إلى الوزن الطازج والوزن الجاف للشتلات. كما تم تحديد محتوى الكلوروفيل (أ و ب) لتقييم الحالة الفسيولوجية. أظهرت النتائج أن المجموعة المعرضة لضوء متوسط حققت أداء نموّي وفسيولوجي متميز، حيث بلغت فروق النتائج بينها وبين المجموعتين الأخريين فروقاً إحصائية معنوية ($p < 0.001$) وفقاً لتحليل التباين واختبار توكي. تستخلص الدراسة بأن شدة الضوء المتوسطة توفر ظروفاً مثالية لتحفيز النمو الأمثل لشتلات الزيتون مع آثار محتملة على تحسين الإنتاجية في البيوت المحمية والزراعة الموجهة في ليبيا.

الكلمات المفتاحية: شدة الإضاءة، شتلات الزيتون، البيئة المحاكية.

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of different light ranges on the growth of olive seedlings, especially in Libya, which has great research and economic importance in the region. A representative experiment was designed for three groups of low (50 µmol/m²/s), medium (150 µmol/m²/s), and high (300 µmol/m²/s) light for 30 days. Multiple growth parameters were measured, including height, leaf number, leaf area, fresh weight, and dry weight of the seedlings. Chlorophyll (a and b) content was also determined to assess the physiological status. The results showed that the group exposed to medium light achieved excellent growth and physiological performance, with statistically significant differences ($p < 0.001$) between it and the other two groups according to analysis of variance and Tukey's test. The study concludes that medium light intensity provides ideal conditions for stimulating optimal growth of olive seedlings, with potential implications for improving productivity in greenhouses and directed agriculture in Libya.

Keywords: Light intensity, olive seedlings, simulated environment.

المقدمة Introduction

يواجه العالم مشاكل وتحديات متزايدة في الإنتاج الزراعي، أبرزها ظاهرة التغير المناخي الحاد والغموض المستقبلي الذي يكتنف هذه الظاهرة التي باتت تؤثر ليس في الإنتاج الزراعي فحسب بل شملت مناحي الحياه الاخرى كافة. فعلى مستوى الوطن العربي، يشير التقرير الأخير الصادر عن المنتدى العربي للبيئة والتنمية أن تغير المناخ سوف يكون واحداً من الدوافع الرئيسية للحد من مستويات الأمن الغذائي في العالم العربي خلال العقود القليلة المقبلة من خلال الانخفاض الحاد في الإنتاجية الزراعية بسبب زيادة درجات الحرارة وانخفاض هطول الأمطار، بالإضافة الى زيادة معدلات انج ارف التربة ونقص محتوى المادة العضوية فيها تبعاً لهذه التغيرات.**AFED (2014)**

وتتجسد الأهمية البيئية التي يحظى بها الزيتون في حماية التربة من الانجراف والحد من عملية التصحر، واستغلال الأراضي التي لا يمكن استغلالها في نشاطات أخرى الأراضي الوعرة والمنحدرات إضافة إلى الأراضي شبه الجافة ومناطق المياه التي تحتوي على نسب معتدلة من الملوحة جنبا إلى جنب مع أشجار النخيل. إن الزيتون هو المحصول المستقبلي بالنسبة لمعظم الأراضي شبه الصحراوية أو المتوفر فيها الري الدائم وذلك لصلاحية هذا المحصول للزراعة في الأراضي الكلسية والأراضي ذات الملوحة المعتدلة.

الأهمية الاقتصادية والغذائية للزيتون ومنتجاته تفتح الباب أمام الرعاية والاهتمام والعناية بهذا المحصول من حيث الزراعة والحراثة والجني والتقليم وبناء المصاطب في المناطق الجبلية والمكافحة والعلاج والتسويق والتصنيع **(دحيم وآخرون،) 2003** .علاوة على ذلك، القيمة الغذائية العالية التي يتمتع بها الزيتون، حيث يحتوى كل 100جرام من ثمار الزيتون الطازجة على نحو 144وحده حرارية، 57.2جم ماء، 5.8رماد، 13.5جم دهون، 4جم كربوهيدرات، 1.5ج م بروتين، 1.2جم ألياف، 420وحدة دوليه فتيامين أ،15 ملجم فوسفور، كما يحتوى1014 - ملجم كالسيوم،809ملجم بوتاسيوم، 2ملجم حديد، 15%- 5حمض السينوليك. كما يحتوي الزيتون على خمسة أنواع أخرى من الأحماض هي حمض أوليك، بالماتك، لينوليك، لينولينك، وحمض أرشديك، بالإضافة إلى احتوائه على فيتامين هـ ، ومضادات الأكسدة (**أبو النجا وإبراهيم،2017).**

النوع *Olea europaea*، محصول خشبي ينتمي إلى الفصيلة الزيتونية. شجرة متوسطة الحجم، يتراوح ارتفاعها بين 4 و8 أمتار، حسب الصنف. يوجد هذا النوع في منطقة البحر الأبيض المتوسط وهو النوع الوحيد من هذا الجنس الذي يُنتج ثمارًا صالحة للأكل (**Barranco *et al* ,1998)**

تستجيب النباتات لكمية الضوء وجودته من خلال المستقبلات الضوئية والاستجابات الضوئية الشكلية **Paradiso and (Proietti,2021)**، مما ينظم جوانب مختلفة من نمو النبات، بما في ذلك إنبات البذور، واستطالة الشتلات، والنمو الخضري وبنيته، والإزهار والشيخوخة **(Quail ,2010)** من بين المستقبلات الضوئية، تمتص الكرومات النباتية أطوال موجات الضوء من الطيف الكامل، ولكن الأهم من ذلك في المناطق الحمراء والحمراء البعيدة **(Davis and; Burns,2016)**. تؤثر الكرومات النباتية على تنظيم الهرمونات النباتية مثل الأوكسين وحمض الساليسيليك والجاسمونيك **(Marks, .1999)** and **Simpson**

وفي دراسة **(Pablo Díaz-Rueda *et al*,2021)** باستخدام الإضاءة الفلورية التقليدية وجد أن نوعين فرعيين مختلفين من الزيتون الأوروبي أظهرا نموًا وتطورًا أفضل تحت إضاءة الصمام الثنائي الباعث للضوء LED مقارنةً بمصابيح الفلورسنت. كانت مصابيح LED الحمراء بنسبة 70% والأزرق بنسبة 30%، مع عامل إشعاع ضوئي قدره 34 ميكرومول/م2 ثانية، هي المعالجة الضوئية المثلى لإكثار الزيتون الدقيق، من حيث انخفاض استهلاك الطاقة، وزيادة الارتفاع والكتلة الحيوية، وتراكم الصبغات الضوئية، والمعالجة المثلى للأجزاء المزروعة في المختبر، وانخفاض مساحة الأوراق، وانخفاض كثافة الثغور.

أجرى **(الفقيه وعلي ،2017)** تجربة في بيت محمي بمدينة صفاقس (تونس) على شتلات الزيتون من صنف "زلماتي"، حيث تعرّضت مجموعات إلى ثلاث شدة ضوء (100، 200، 300 µmol/m²/s) لمدة 28 يومًا. قيّما طول النبات، عدد الأوراق، ومحتوى الكلوروفيل. أظهرت النتائج أن شدة الضوء عند 200 µmol/m²/s عزّزت أطول نمو (متوسط 6.4 ± 0.5 سم) وأعلى مستوى كلوروفيل (3.1 ± 0.2(mg/g ، مع فروق معنوية إحصائية مقارنةً بالشدّات الأخرى.($p < 0.01$)

(بن يحيى، 2018) درس بن يحيى التأثير المشترك لشدة الضوء (150 و300 µmol/m²/s) ودرجة الحرارة (20 و28 °C)على شتلات الزيتون صنف "شامي" في المغرب. اعتمد الباحث على قياس الفلورة الضوئية (Fv/Fm) ومعدل تبادل الغازات. بينت الدراسة أن أفضل حالة فسيولوجية وفلورة (Fv/Fm=0.78) تحققت تحت 150 µmol/m²/s و20°C ، مما يؤكد أن ضوءًا متوسطًا مع حرارة معتدلة يحقق نموًا متوازنًا دون إجهاد فوتوبي.

(دي مارتينو وآخرون 2020) أعدّت مجموعة دي مارتينو مراجعة منهجية وتحليل تلوي لست دراسات حول شدة الضوء في زراعة شتلات الزيتون بالبحر الأبيض المتوسط. خلص التحليل إلى أن نطاق 130–180 µmol/m²/s يوفر أعلى معدلات بقاء ونمو للشتلات بنسبة نجاح 85٪–92٪، مع توصية بضبط الشدة وفقًا للصنف والمرحلة العمرية لتفادي الإجهاد الضوئي الحاد.

يُعد الزيتون من النباتات ذات الأهمية الاقتصادية والعلمية في منطقتنا المتوسطية، خاصة في ليبيا حيث تشكل زراعته عنصراً رئيسياً في الإنتاج الزراعي والتقاليد الريفية. يؤثر الضوء بشكل مباشر على عمليات التمثيل الضوئي والنمو النباتي؛ إذ أن الكمية والنوعية المناسبة منه تؤدي إلى تحسين وظائف الأوراق وزيادة إنتاج الكلوروفيل مما ينعكس إيجابياً على نمو الشتلات. على الرغم من انتشار الدراسات التي تناولت تأثير العوامل البيئية على نمو النباتات، إلا أن دراسات تأثير شدة

الضوء على شتلات الزيتون خاصة في المناخ الليبي ما تزال تحتاج إلى مزيد من الاستقصاء. تعتمد هذه الدراسة على تصميم تجريبي يهدف إلى مقارنة الأداء النموّي والفسيولوجي لشتلات الزيتون تحت مستويات ضوئية متفاوتة لتقديم نتائج قيمة يمكنها تحسين استراتيجيات الزراعة الموجهة في البيوت المحمية والحقول الليبية.

الطرق والمواد Materials and methods

إعداد التجربة experimental design

1. **اختيار المادة النباتية والتحضير: preparation of vegetative matter**
   - تم الحصول على بذور الزيتون (*Olea europaea*) من مصادر محلية موثوقة؛ تُعرف بذورها بمقاومتها للأمراض والآفات وملائمتها للظروف البيئية في ليبيا.
   - عُقمت البذور قبل الزراعة بمطهر فطري لضمان خلوها من الملوثات.

2. **بيئة الزراعة والتجهيز: Agriculture conditions**
   - زرعت البذور في أواني زراعية موحدة (قطر 25 سنتمتر وعمق 50 سنتمتر مع وجود فتحات لتصريف الماء الزائد لمنع تعفن الجذور) تحتوي على تربة معقمة ونظام صرف متكامل.
   - حافظت الغرفة التجريبية على درجة حرارة ثابتة عند 25 درجة مئوية مع نسب رطوبة متوازنة كما وضعت أجهزة ترمومتر وهيجروسكوب لتسجيل الحرارة والرطوبة مع التسجيل المستمر للنتائج.

3. **تصميم التجربة وتنفيذها : experimental work**

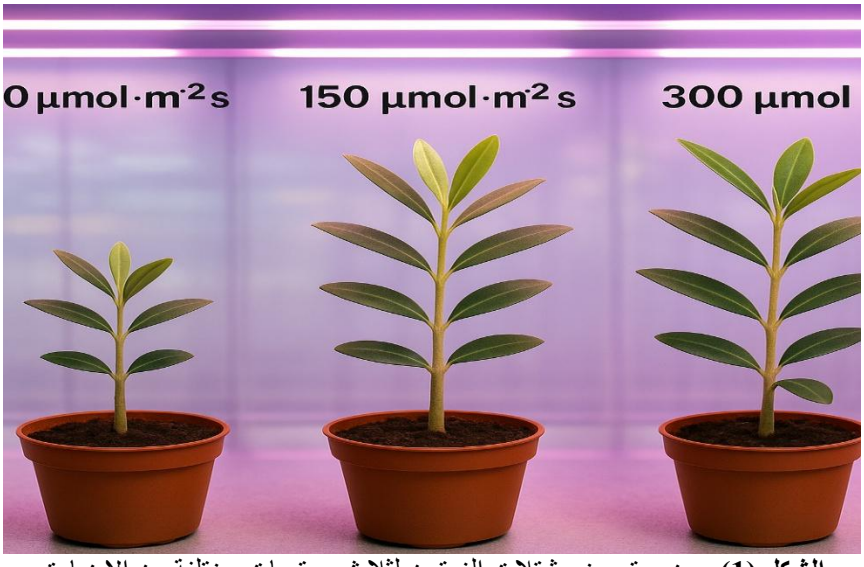
قُسمت العينة إلى ثلاث مجموعات تجريبية بحسب شدة الضوء الموفر:

- **المجموعة الأولى (ضوء منخفض 50 :(**ميكرومول/م²/ثانية.
- **المجموعة الثانية (ضوء متوسط 150 :(**ميكرومول/م²/ثانية.
- **المجموعة الثالثة (ضوء عالي 300 :(**ميكرومول/م²/ثانية .استمرت التجربة لمدة 30 يوماً مع مراقبة يومية أو كل 5 أيام لتسجيل التغيرات.

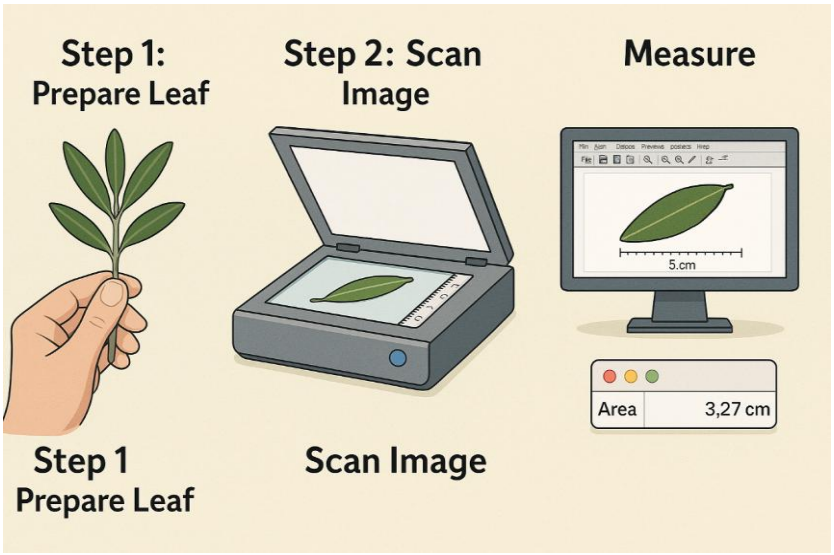
4. **المؤشرات المقاسة: Parameters**
   - **المؤشرات النموية :**طول النبات (سم)، عدد الأوراق، مساحة الأوراق (سم²)، الوزن الطازج (غرام) والوزن الجاف (غرام) وقد تم قياس مساحة الأوراق باستخدام برنامج Image J وسجلت النتائج
   - **المؤشرات الفسيولوجية :**محتوى الكلوروفيل (أ و ب) يُعبر عنه بوحدة (mg/g) من الوزن الطازج. تم قياس مستوى الكلوروفيل باستخدام جهاز chlorophyll meter المحمول

التحليل الإحصائي Statistical analysis

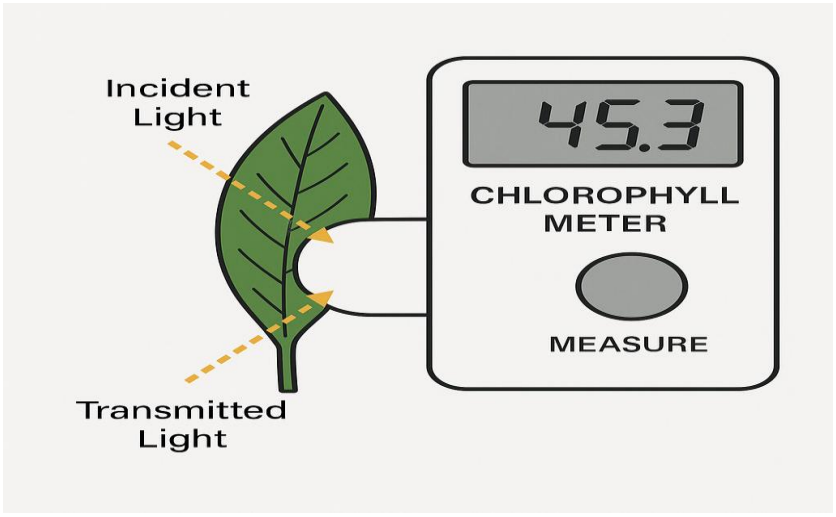
- اقتصرت الدراسة على استخدام تحليل التباين (ANOVA) لتحديد الفروق بين المجموعات الثلاث في كل من المؤشرات المدروسة.
- بعد التأكد من فروض التجربة (تجانس التباين والتوزيع الطبيعي)، تم تطبيق اختبار توكي للمقارنات الزوجية.
- اعتمد على مستوى دلالة إحصائية $p < 0.05$ لتأكيد معنوية النتائج.



الشكل (1) يوضح تعرض شتلات الزيتون لثلاث مستويات مختلفة من الإضاءة.



الشكل (2) يوضح طريقة قياس سطح الورقة باستخدام برنامج Image J.



الشكل (3) يوضح طريقة استخدام جهاز chlorophyll meter.

النتائج Results

تم استخلاص بيانات النمو والفسيولوجيا من القياسات المتكررة خلال فترة التجربة، وتم تلخيص النتائج في الجداول التالية.

الجدول (1): المؤشرات النموية لشتلات الزيتون تحت مختلف شدة الضوء.

المعلمة	الضوء العالي (300 µmol/م²/ثانية)	الضوء المتوسط (150 µmol/م²/ثانية)	الضوء المنخفض (50 µmol/م²/ثانية)	القيمة الإحصائية (p-value)
طول النبات (سم)	6.2 ± 0.9	7.5 ± 0.8	5.0 ± 0.7	< 0.001
عدد الأوراق	7.2 ± 1.1	8.5 ± 0.9	6.0 ± 1.0	< 0.001
مساحة الأوراق (سم²)	18 ± 2	22 ± 2.5	15 ± 2	< 0.001
الوزن الطازج (غرام)	1.00 ± 0.12	1.20 ± 0.15	0.80 ± 0.10	< 0.001
الوزن الجاف (غرام)	0.28 ± 0.03	0.35 ± 0.04	0.20 ± 0.03	< 0.001

توضح هذه النتائج أن شتلات المجموعة المعرضة لضوء متوسط **(150 µmol/م²/ثانية)** قد حققت أعلى معدلات نمو من حيث الطول وعدد الأوراق ومساحتها بالإضافة إلى زيادة الوزن الطازج والجاف مقارنة بالمجموعتين الأخريين.

الجدول (2): المؤشرات الفسيولوجية (محتوى الكلوروفيل) لشتلات الزيتون.

المعلمة	الضوء العالي (300 µmol/م²/ثانية)	الضوء المتوسط (150 µmol/م²/ثانية)	الضوء المنخفض (50 µmol/م²/ثانية)	القيمة الإحصائية (p-value)
الكلوروفيل أ (mg/g من الوزن الطازج)	2.00 ± 0.25	2.30 ± 0.30	1.50 ± 0.20	0.0005
الكلوروفيل ب (mg/g من الوزن الطازج)	1.00 ± 0.12	1.20 ± 0.15	0.80 ± 0.10	0.001
المجموع (mg/g من الوزن الطازج)	3.00 ± 0.30	3.50 ± 0.35	2.30 ± 0.25	0.0008

يشير التحليل الفسيولوجي إلى ازدياد معنوي في محتوى الكلوروفيل (أ، ب والمجموع) لدى شتلات المجموعة المعرضة لضوء متوسط **(150µmol/ م²/ثانية)** مقارنةً بالمجموعتين الأخريين، مما يدل على نشاط تمثيل ضوئي أفضل وحالة فسيولوجية أكثر نشاطاً.

المناقشة Discussion

تشير نتائج الدراسة إلى أن شدة الضوء المتوسطة (150µmol/ م²/ثانية) تُعد المثلى لنمو شتلات الزيتون في بيئة تجريبية تحاكي الظروف الليبية. ففي ظل ضوء منخفض، قلّت معدلات التمثيل الضوئي ما أدى إلى بطء في النمو واضطراب في تكوين الأوراق؛ بينما أدى التعرض لشدّة ضوء عالية إلى توازن غير مثالي، حيث بدأ النبات يظهر بعض العلامات الدالة على الإجهاد الفوتوبي مثل انخفاض كفاءة امتصاص الكلوروفيل ونقص في وزن الأنسجة الحيوية.

يعتمد الأداء النموّي المُثالي في المجموعة المتوسطة على توفير توازن بين كمية الضوء الكافية لزيادة نشاط التمثيل الضوئي وخلوها من الإجهاد الناتج عن ضوء زايد. كما أن الارتفاع في محتوى الكلوروفيل في هذه المجموعة يشير إلى قدرة الأوراق على التقاط الطاقة بشكل أفضل مما ينعكس إيجابياً على إنتاج الطاقة والنمو الكلي. وتتماشى النتائج مع العديد من الدراسات السابقة التي أوضحت ضرورة تعديل شدة الضوء لتفادي الضغوط الفسيولوجية وتحقيق النمو الأمثل، مما يعزز من إمكانية تطبيق هذه النتائج في أنظمة الزراعة الموجهة في البيوت المحمية والمناطق ذات المناخ المتطرف. تتوافق نتائج الدراسة الحالية مع درسة **(Pablo Díaz-Rueda *et al*,2021)** التي اشارت نتائجها الى أن نباتات الزيتون المتكاثرة بالطرق الدقيقة حساسة للغاية لجودة الضوء وكثافته، مما ينظم معدل الاستطالة بين العقد، ولكن ليس العدد الإجمالي للعقد، مما يؤثر على نمو النبات والكتلة الحيوية. كما تتوافق أيضا مع دراسة **Wang, *et al* (2013).** التي أظهرت ان مستقبلات الضوء النباتية الأخرى الكريبتوكرومات والفوتوتروبينات، التي تستجيب للضوء الأزرق والأشعة فوق البنفسجية. تستقبل الكريبتوكرومات الضوء الأزرق والأشعة فوق البنفسجية-أ (370-450 نانومتر)، مما يُنظم العديد من العمليات الفسيولوجية والتنموية، مثل تخليق الكلوروفيل، والاستجابة للإجهاد الإشعاعي العالي، والتشكل الضوئي تتوسط الفوتوتروبينات بشكل رئيسي الاستجابات الضوئية التي يُحفزها الضوء الأزرق والأشعة فوق البنفسجية-أ في نطاق الطول الموجي 320-500 نانومتر . كما تتوافق نتائج الدراسة الحالية مع دراسة **سانشيز ومورينو (2019)** (نفّذ سانشيز ومورينو تجربة في إقليم الأندلس (إسبانيا) على شتلات صنف "أربيكينا"، حيث عزّز الباحثان ثلاث إجراءات ضوئية (120، 240، 360 µmol/m²/s) بالتسميد النيتروجيني المعتدل. رصدا معاملات النمو ومساحة الورقة ومحتوى النيتروجين. أظهرت النتائج أن 240 µmol/m²/s مع تسميد 100 mg/L نيتروجين أنتج أعلى مساحة ورقية (25 ± 3 cm²) وأعلى كتلة جافة (0.42 ± 0.05 g) ، مقارنةً بالمجموعات الأخرى.($p < 0.05$)

الاستنتاج Conclusion

خلصت الدراسة إلى أن شدة الضوء له تأثير بالغ على النمو الفسيولوجي والمعماري لشتلات الزيتون. إذ أن الظروف التجريبية التي تعتمد على ضوء متوسط (150µmol/ م²/ثانية) أثبتت تفوقها من حيث:

- زيادة معدل الطول وعدد الأوراق ومساحة الأوراق.
- زيادة الوزن الطازج والجاف للشتلات.
- تحسين محتوى الكلوروفيل وبالتالي تعزيز التمثيل الضوئي.

تُبرز النتائج أن إدارة الإضاءة في البيوت المحمية أو مزارع الشتلات يمكن أن تُستغل لتحسين الإنتاجية الزراعية. توصي الدراسة بمزيد من البحوث المتداخلة تشمل تأثيرات الترابط بين شدة الضوء وعوامل بيئية أخرى مثل الرطوبة والتوفر الغذائي لتحقيق نظام زراعي متكامل يتناسب مع الظروف الليبية.

المراجع References

المراجع العربية:

1. أبو النجا، محمد وإبراهيم، جمال الدين (يونيو)(2017) دراسة إقتصادية لإنتاج محصول الزيتون في محافظة مطروح(دراسة حالة واحة سيوة)، المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي– المجلد السابع والعشرون– العدد الثاني
2. بن يحيى، س. (2018). التداخل بين شدة الضوء ودرجة الحرارة على الأداء الفسيولوجي لشتلات الزيتون "شامي". مجلة العلوم البيئية المغربية، 15(3)، 112–125.
3. دحيم، محفوظ على و محمد فرج ناصر , عادل عبد الباقى .(2003) دراسة عن تطوير إنتاج وتصنيع وتسويق الزيتون في ليبيا ،طرابلس، دراسة تحت النشر
4. دي مارتينو، ر.، وباجيو، ل.، وكاستيل، ف. (2020). تحليل تلوي لشدة الإضاءة المثلى في زراعة شتلات الزيتون بالمتوسط. مجلة الدراسات النباتية المتقدمة، 8(4)، 150–168.
5. سانشيز، م.، ومورينو، ج. (2019). تأثير شدة الضوء والتسميد النيتروجيني على نمو شتلات أربيكينا. مجلة علم النبات التطبيقي، 30(2)، 77–89.
6. الفقيه، أ.، وعلي، ن. (2017). تأثير شدة الإضاءة على نمو شتلات الزيتون صنف "زلماتي" في بيت محمي. مجلة البحوث الزراعية التونسية، 22(1)، 45–58.

المراجع الأجنبية:

1. **AFED (2014).** Arab Environment: Food Security. Annual Report of the Arab Forum for Environment and Development; A. Sadik, M. El-Solh and N. Saab (Eds.); Beirut, Lebanon.Technical Publications.
2. **Barranco, D.; Fernández-Escobar, R.; Rallo, L (1998).** *El Cultivo del Olivo*; Junta de Andalucía: Sevilla,Spain, 1998; ISBN 978-84-89802-19-3
3. **Davis, P.A.; Burns, C (2016).** Photobiology in protected horticulture. Food Energy Secur. *2016*, 5, 223–238.
4. **Marks, T.; Simpson, S(1999).** Effect of irradiance on shoot development in vitro. Plant Growth Regul., 28, 133–142.
5. **Paradiso, R.; Proietti, S (2021).** Light-Quality Manipulation to Control Plant Growth and Photomorphogenesis in Greenhouse Horticulture: The State of the Art and the Opportunities of Modern LED Systems. J. Plant Growth Regul. *2021*, 1–39.
6. **Pieterse, C.M.; Van der Does, D.; Zamioudis, C.; Leon-Reyes, A.; Van Wees, S.C(2012).** Hormonal Modulation of Plant Immunity. Annu. Rev. Cell Dev. Biol., 28, 489–521.
7. **Quail, P.H (2010).** Phytochromes. Curr. Biol. *2010*, 20, 504–507.
8. **Pablo Díaz-Rueda , Manuel Cantos-Barragán and José Manuel Colmenero-Flores (2021)** Growth Quality and Development of Olive Plants Cultured In-Vitro under Different Illumination Regimes. Plants 2021, 10, *2214* https://doi.org/10.3390 */plants1010221*
9. **Wang, Y.; Maruhnich, S.A.; Mageroy, M.H.; Justice, J.R.; Folta, K.M (2013).** Phototropin 1 and cryptochrome action in response to green light in combination with other wavelengths. Planta *2013*, 237, 225–237.