http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-irego58

Received	2026/06/01	تم استلام الورقة العلمية في
Accepted	2026/06/28	تم قبول الورقة العلمية في
Published	2026/06/30	تم نشر الورقة العلمية في

تأثير تراكيز ملوحة متدرجة على نمو وتزهير شتلات المانجروف الرمادي تحت ظروف المشتل

عبد الناصر عياد قنبور[1]، سميرة أحمد محمد[2]، وعد بنور الكموشي[3]

1- المركز الليبي لأبحاث التنمية المستدامة، ليبيا
2- كلية الطاقات المتجددة، تاجوراء، ليبيا
3- الأكاديمية الليبية للدراسات العليا (الخمس)، ليبيا
gan1094bor@gmail.com

الملخص:

تبحث هذه الدراسة تأثير الري بمياه ذات ملوحة متدرجة على نمو وتزهير شتلات المانجروف الرمادي (Avicennia marina) في مشتل مُتحكم به بتاجوراء شرق طرابلس. تراوحت تراكيز المواد الصلبة الذائبة (TDS) بين 103.4 و30,000 ملغم/لتر، مع متابعة مستمرة للرقم الهيدروجيني والموصلية الكهربائية لمحاكاة بيئات ملوحة متغيرة مثل بحيرة فروة. أظهرت النتائج قدرة عالية للشتلات على تحمل الملوحة، مع تأخر طفيف في التزهير مقارنة بالشتلات المزروعة في الإمارات. كما سجلت الدراسة تحسنًا تدريجيًا في النمو الخضري بارتفاع الملوحة، مما يشير إلى قدرة النوع المدروس على التأقلم الإيجابي وربما حاجته إلى حدود معينة من الملوحة لتحقيق أداء فسيولوجي أفضل. وتبرز النتائج أهمية الري التدريجي في تقليل الإجهاد الملحي أثناء تهيئة الشتلات، إضافة إلى دور التربة الرملية الغرينية تصنيف (SM) في دعم النمو، مع الحاجة لرفع المحتوى العضوي لتحسين الاحتفاظ بالماء والمغذيات. تمثل هذه الدراسة امتدادًا لعمل سابق على 28 شتلة مانجروف تحت الظروف الليبية، ويدعم إمكانية استزراع المانجروف الرمادي في الساحل الليبي، خاصة في البيئات عالية الملوحة مع الإدارة الدقيقة للري والنمو.

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 38 العدد
Part 2 المجلد
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
International Science and Technology Journal
ISTJ

تأثير تراكيز ملوحة متدرجة على نمو وتزهير شتلات المانجروف الرمادي تحت ظروف المشتل

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-irego58

وقد تم عرض هذه الورقة العلمية في جلسات المؤتمر الدولي للطاقة المتجددة والنفط والغاز وتغير المناخ "أيريقو" في الفترة 25–27 ابريل 2026م. طرابلس – ليبيا.

كلمات مفتاحية: المانجروف الرمادي، الإجهاد الملحي، تأقلم النبات، الساحل الليبي، الري التدريجي.

Effect of Graded Salinity Concentrations on the Growth and Flowering of *Avicennia marina* Seedlings Under Nursery Conditions

Abdelnasser Ayad Qanbour[1], Samira Ahmed Mohamed Saleh[2], Waad Binour Al Kamoshi[3]

[1] Libyan Center for Sustainable Development Research (LSD)
[2]College of Renewable Energies – Tajoura - Libya
[3] The Libyan Academy for Graduate Studies (Al-Khums),

Abstract:

This study investigates the effect of graduated salinity irrigation on the growth and flowering of Grey Mangrove *Avicennia marina* seedlings within a controlled nursery environment in Tajoura, east of Tripoli. Total Dissolved Solids (TDS) concentrations ranged from 103.4mg/L to 30,000mg/L, alongside continuous monitoring of pH and electrical conductivity (EC) to simulate dynamic saline environments, such as Farwa Lagoon. The results demonstrated a high salt tolerance capacity in the seedlings, exhibiting only a slight delay in flowering compared to counterparts cultivated in the United Arab Emirates. Furthermore, a progressive improvement in vegetative growth was recorded with increasing salinity levels, suggesting a positive acclimatization capacity of the studied species and potentially its physiological requirement for specific salinity thresholds to achieve optimal performance. The findings highlight the critical importance of graduated irrigation in mitigating salinity stress during seedling hardening, as well as the pivotal role of silty sand soil (SM classification) in supporting growth, while underscoring the need to enrich organic matter content to optimize water and nutrient retention. This study builds upon and extends previous research conducted on 28 mangrove seedlings under Libyan environmental conditions, strongly supporting the viability of Grey Mangrove cultivation along the

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-irego58

Libyan coastline, particularly in hypersaline environments, provided meticulous irrigation and growth management are applied.
This scientific manuscript was presented at the sessions of the International Renewable Energy, Gas, Oil and Climate Change Conference "iREGO" in the period of April 25-27, 2026. Tripoli - Libya
Keywords: Grey Mangrove, Salinity Stress, Plant Acclimatization, Libyan Coastline, Graduated Irrigation.

1. المقدمة

تُعد غابات المانجروف من النظم البيئية الساحلية ذات القيمة البيئية والاقتصادية العالية، إذ تساهم في حماية الشواطئ ودعم التنوع الحيوي [1]. ويُعتبر المانجروف الرمادي *Avicennia marina* من أكثر الأنواع تحملاً للملوحة، مما يجعله مناسبًا لبرامج الاستزراع في المناطق الساحلية القاحلة [2]. وفي ليبيا، أثبتت الدراسات الوطنية الحديثة إمكانية نجاح هذا التوطين؛ حيث أظهرت التجارب المنفذة في منطقة تاجوراء أن شتلات المانجروف المستوردة قادرة على التكيف مع الظروف البيئية الليبية عند توفير الرعاية والمتابعة [3]. كما تشير الأدبيات إلى وجود إمكانات واعدة لاستزراع المانجروف الرمادي في البيئات الساحلية الليبية، خاصة في بحيرة فروة، نظرًا لملاءمة خصائص التربة الرملية الغرينية وتوفر ظروف مائية مقبولة رغم تباين الملوحة [4].

أدى ضعف الغطاء النباتي الساحلي إلى تبني مبادرات لاستزراع المانجروف بهدف تعزيز الاستقرار البيئي، خصوصًا في بيئات مرتفعة الملوحة [6،5]. وتُظهر الدراسات أن الري المتدرج بالملوحة يساعد النباتات على بناء مقاومة فسيولوجية تدريجية وتحسين قدرتها على التكيف [7]، غير أن بعض الدراسات أظهرت أن الخصائص المائية مثل الملوحة والرقم الهيدروجيني تؤثر مباشرة على العمليات الفسيولوجية للمانجروف، حيث ترتبط زيادة الملوحة بتأخر بداية التزهير لدى المانجروف الرمادي [2]. ففي شبه جزيرة مالايا، تراوحت الملوحة بين 14–25 PSU مما أثر على وظائف النبات [8]، بينما أوضحت دراسة في خليج كانتش أن ارتفاع الملوحة يبطئ التزهير ويؤثر على النمو [6]. كما ثبت أن زيادة الملوحة تؤخر بدء التزهير دون أن تعيق اكتمال دورة التكاثر [2]، وأن المانجروف الرمادي

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-irego58

في البيئات عالية الملوحة ينمو بالقرب من حدوده الفسيولوجية القصوى، مما ينعكس على كفاءة نموه وإنتاجيته.[9]

إن المستقر عليه علميًا هو دور المياه العذبة في دعم النمو الخضري لشتول المانجروف، لكن تأثير نمط الري سواء كان الري بمياه عذبة مستمرة أو بالتدرج في مستويات الملوحة على الكفاءة التكاثرية للمحصول لم يُدرس كفاية في البيئة المحلية. من هنا، تبرز هذه الدراسة لسد الثغرة المعرفية القائمة حول مدى تفوق الشتول المعاملة بالتدرج الملحي في معدلات الإزهار، ونسب نجاح عقد الأزهار وتكوين البذور، مقارنة بنظيراتها التي تروى بمياه عذبة طوال الوقت.

تم في هذه الدراسة تقييم الاستجابة الفسيولوجية والتكاثرية لشتلات المانجروف الرمادي عبر تطبيق نظام ري ذي تدرج ملحي تصاعدي دقيق يتراوح بين 103.4 ملغ/لتر و ملغ/لتر، وإدخاله عند عمر 4 أشهر لمواكبة الدورة البيولوجية والنضج الجنسي للنبات. وقد اشتمل العمل الميداني على اختبار كفاءة بيئة نمو مكونة من خليط التربة الرملية والبيتموس، ورصد قدرتها على تثبيت الرقم الهيدروجيني بين 7.43 – 7.23 و حماية المجموع الجذري من الصدمات الملحية الحادة. وتُوجت الدراسة بإثبات الفعالية الفسيولوجية للتدرج الملحي كمرتكز أساسي لتحفيز الإزهار ومنع تساقط الأزهار، مقارنة بالري العذب المستمر، مما يقدم نموذجًا تطبيقيًا وبنية بيانات متكاملة لخدمة مشاريع الاستزراع الساحلي المستدام.

2. مواد وطرق البحث

أجريت هذه الدراسة في الفترة الممتدة من شهر 12/ 2024، إلى شهر 11/ 2025 في منطقة تاجوراء بمدينة طرابلس حيث شملت شتول المانجروف الرمادي *Avicennia marina* تم استيرادها من دولة الإمارات العربية المتحدة.

2.1 عينة النبات

أُختيرت شتلات بعمر وحجم وحالة صحية متجانسة لضمان ثبات العوامل المؤثرة، ثم نُقلت إلى مشتل مُتحكم في حرارته ورطوبته وملوحة الري.

تأثير تراكيز ملوحة متدرجة على نمو وتزهير شتلات المانجروف الرمادي تحت ظروف المشتل

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-irego58

2.2 تصميم التجربة

تم إعداد نظام ري بزيادة تدريجية منظمة للملوحة مع تثبيت الرقم الهيدروجيني بين 7.23–7.43. وزعت الشتلات على مجموعات تجريبية في أصص موحدة تحتوي خليط رمل وبيتموس.

2.3 مستويات الملوحة وبرنامج الري

بدأ الري بالتركيز الأدنى (103.4 mg/L TDS) لمدة شهر، ثم رُفعت الملوحة تدريجيًا وفق جدول زمني أسبوعي حتى 30,320 mg/L خلال 20 أسبوعًا (كما في الجدول 1)، مع قياس الموصلية الكهربائية (EC) لكل مرحلة.

2.4 متابعة النمو والتزهير

تابعَت الدراسة النمو الطولي، التفرعات، ظهور البراعم الزهرية، والأزهار المتفتحة، مع تسجيل تاريخ ظهور أولى البراعم وتفتح أول زهرة. كما تم مقارنة الأداء مع شتلات من مصدر مماثل في مشتل الإمارات.

(جدول1): يوضح التدرج في الملوحة خلال مراحل الدراسة

الفترة الزمنية	(mg/l)TDS	(ms/cm)EC
الشهر الاول	103.4	151.7
بعد 6 أسابيع	4350	6390
بعد 8 أسابيع	8000	11700
بعد 10 أسابيع	11780	17210
بعد 12 أسابيع	15930	23280
بعد 14 أسابيع	20210	29530
بعد 16 أسابيع	23300	34050
بعد 18 أسبوع	26140	38200
بعد 20 أسبوع	30320	44308

تأثير تراكيز ملوحة متدرجة على نمو وتزهير شتلات المانجروف الرمادي تحت ظروف المشتل

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-irego58

3. النتائج والمناقشة

بدأت ملاحظة بداية تكون البراعم الزهرية في الأسبوع الأخير من شهر يونيو 2025 عند معاملة ملوحة حوالي 30320 ملغ/ لتر (الشكل1، 2) وبدأت ملاحظة تفتح أول الأزهار نهاية الأسبوع الأول من شهر يوليو (الشكل3) واستمر الإزهار إلى شهر نوفمبر 2025 عند نفس معاملة الملوحة (الشكل4) وتمت ملاحظة بداية عقد الثمار في الأسبوع الأخير من شهر يوليو 2025 (الشكل5).

شكل (1) بداية تكون البراعم الزهرية

شكل (2) بداية تكون البراعم الزهرية

شكل (3) تفتح أول الأزهار

الشكل (4) استمرار الإزهار لشتول المانجروف

تأثير تراكيز ملوحة متدرجة على نمو وتزهير شتلات المانجروف الرمادي تحت ظروف المشتل

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-irego58

الشكل (5) بداية عقد الثمار

كذلك ملاحظة تغير لون السطح العلوي للأوراق إلى اللون الأخضر الزاهي باستمرار التدرج في الملوحة من بعد الأسبوع 12 بعد أن كان أخضر باهت قبل ذلك.

أيضا تم تسجيل ملاحظات بداية تفرع الساق بداية من شهر مارس واستمر نمو هذه التفرعات طوال أشهر أبريل، مايو، يونيو، يوليو، أغسطس، وسبتمبر حيث أصبحت شتول المانجروف أكثر كثافة في المجموع الخضري.

فأظهرت النتائج أن الشتلات نمت ببطء عند الملوحة المنخفضة (103.4 ملغم/لتر)، بينما تحسن النمو وازدادت التفرعات وبدأ تكوّن وتفتح البراعم الزهرية وظهور العقد بعد 12 أسبوع من بداية التجربة، مما يعكس قدرة النباتات على التأقلم التدريجي مع الملوحة المرتفعة.

الجدير بالذكر أن البادرات أظهرت قدرة عالية على التكيف والتحمل الفسيولوجي للتدرج التصاعدي في الملوحة من المياه العذبة وحتى الملوحة البحرية الكاملة (30.320 ملغ/لتر). وساهم هذا التدرج الزمني المنتظم في حماية البادرات من صدمة الملوحة، مما سمح للنبات باستكمال دورة حياته الطبيعية من نمو خضري، وتكشف برعمي، وإثمار بنجاح، دون أن تشكل الملوحة المرتفعة عائقًا أمام نموه.

الشهر الأول ملوحة منخفضة في هذه المرحلة يحتاج النبات إلى ملوحة منخفضة لتقليل الضغط الأسموزي وتخفيف آثار صدمة النقل وتسهيل امتصاص الماء لنمو الجذور والسيقان.

تأثير تراكيز ملوحة متدرجة على نمو وتزهير شتلات المانجروف الرمادي تحت ظروف المشتل

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-irego58

في الشهور الأربعة الأولى من حياة بادرة المانجروف، يتركز نموها في اتجاهين بناء جذر وتدي أولي، وإنتاج أول زوجين إلى ثلاثة أزواج من الأوراق الحقيقية.

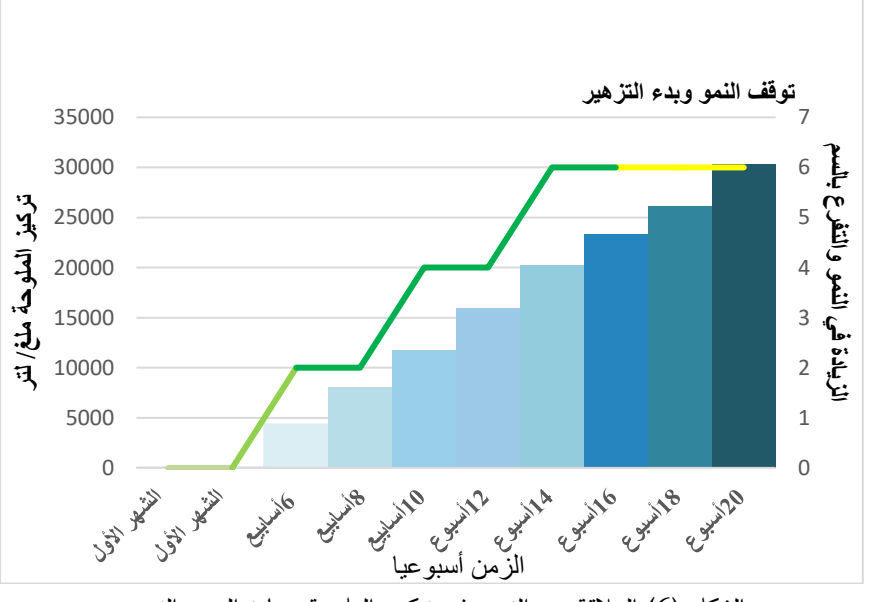
قضاء هذه الفترة في الإمارات تحت الري العذب سمح للبادرات ببناء مجموع جذري سليم وقوي وخالٍ من إجهاد الملوحة الحاد في أكثر مراحل حياتها حساسية.

3.1 توقيت صدمة التكيف الإيجابي

دخول التدرج الملحي على الشتول فور انتهاء فترة التعافي من صدمة النقل في هذا العمر نشطت الغدد الملحية، وتحول مسار الطاقة في النبات من إلى النمو الخضري بالإضافة إلى ميكانيكية البقاء والتكاثر (الشكل6).

3.2 تفسير التزامن مع الجدول الزمني للإزهار

إدخال التدرج الملحي التصاعدي في هذا العمر الحرِج (4 أشهر) مثّل صدمة فسيولوجية محفزة نجحت في تفعيل الغدد الملحية وتحويل الطاقة الحيوية للنبات نحو النضج التكاثري مقارنة مع الشتول في نفس العمر في الإمارات العربية المتحدة والتي لم تنتج أزهار لاستمرار ريها المياه العذبة.



الشكل (6) العلاقة بين التدرج في تركيز الملوحة وزيادة النمو والتزهير

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-irego58

3.3 الوسط المناسب للنمو

أثبتت التربة الرملية ذات التصنيف المخلوطة مع البيتموسSM ملاءمتها لنمو شتول المانجروف، حيث توفر تصريفًا جيدًا مع مضاعفة القدرة على الاحتفاظ بالرطوبة، بما يدعم مقاومة النبات للجفاف والملوحة. كما ساهم استقرار قيم الأس الهيدروجيني (7.23–7.43) في ثبات الظروف الكيميائية للمشتل، ما حسن امتصاص العناصر الغذائية. تتوافق نتائج الدراسة مع الدراسات التي تؤكد أهمية أقلمة الشتول تدريجيًا بمياه مالحة والذي يساعد في بناء مقاومة فسيولوجية للنبات وتحسين أدائه في البيئات المالحة [2]. كما تظهر أهمية تحسين جودة التربة وزيادة محتواها العضوي لضمان كفاءة امتصاص الماء والعناصر وتقليل الإجهاد البيئي [3].

الخلاصة

أظهرت نتائج الدراسة أن الرفع التدريجي لمستويات الملوحة من **103.4ملغ/لتر** إلى **30,320 ملغ/لتر** شكّل محفزاً فسيولوجياً حاسماً لتحفيز الإزهار ومنع تساقط الأزهار في شتلات القرم (*Avicennia marina*)، مقارنة بالري المستمر بالمياه العذبة. وقد تبين أن إدخال معاملة الإجهاد الملحي عند عمر **4 أشهر** وافق تماماً الدورة البيولوجية ومرحلة النضج الجنسي للنبات، مما أدى إلى استجابة تكاثرية مثلى. كما لعبت بيئة النمو المستخدمة والمكونة من خليط التربة الرملية والبيتموس (SM) دوراً وقائيًا في امتصاص صدمة الملوحة الحادة، من خلال الحفاظ على الرطوبة واستقرار الرقم الهيدروجيني pH بين **7.23 – 7.43** .

المراجع

[1] S. Mishra and B. Jha, “Role of root-associated microbiomes in salinity tolerance of mangroves,” Frontiers in Marine Science, vol. 8, p. 623456, 2021, doi: 10.3389/fmars.2021.

[2] O. L. Fadugba et al., “Phenology and reproductive cycles of Avicennia marina in the Red Sea,” Journal of Plant Ecology, vol. 16, no. 3, pp. 422–434, 2023.

[3] A. N. A. Ganbor, M. M. Aburas, S. A. M. Mohamed, and W. B. Al-Kamoshi, “Development of grey mangrove (Avicennia marina) seedlings in Libya to evaluate the possibility of its localization as a sustainable solution to climate change,” International Journal of

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-irego58

Science and Technology, vol. 36, no. 2, pp. 1–10, 2025, doi: 10.62341/amsw0306.

[4] A. M. Egdih, S. A. Mohammed, A. A. Ganbor, and W. B. Al-Kamoshi, "Analysis of soil and water characteristics of Farwa Lake for the feasibility of grey mangrove (Avicennia marina) cultivation in Libya," Libyan Journal of Medical and Applied Sciences, vol. 3, no. 4, pp. 42–47, 2025.

[5] B. Varona, "Mangrove Forest soil classification and properties in Sao Francisco River delta, Brazil," Journal of Coastal Research, vol. 39, no. 2, pp. 250–259, 2023.

[6] C. L. Kong et al., "Variations of physicochemical parameters and their effects on mangrove ecosystems in Kutch Gulf," Marine Pollution Bulletin, vol. 144, pp. 338–345, 2019.

[7] S. Saifullah et al., "Soil characteristics and nutrient dynamics in Mangrove forests of Indian Sundarbans," International Journal of Ecology, 2019.

[8] D. Thivakaran et al., "Water quality analysis and mangrove eco-physiology in Malay Peninsula," Ecological Indicators, vol. 130, pp. 108–117, 2021.

[9] F. Al-Shammari and C. M. Duarte, "Ecophysiological thresholds of Avicennia marina under hypersaline conditions," Physiologia Plantarum, vol. 177, no. 2, p. e14327, 2025, doi:10.1111/ppl.143