مجلة الفاروق للعلوم
المجلد (2) العدد 2 مايو 2026
ردمد: 3135-2359

عدد خاص بالمؤتمر العلمي الدولي الأول لأبحاث التنمية المستدامة عن بعد 12-14 مايو 2026

تأثير مستويات الملوحة المختلفة على إنبات وبقاء بادرات المانجروف الرمادي Avicennia marina في منطقة تاجوراء، ليبيا

عبد الناصر عياد قنبور[1]، وعد بنور الكموشي[2]

مركز أبحاث التنمية المستدامة، الخمس. ليبيا1
الأكاديمية الليبية للدراسات العليا، الخمس. ليبيا[2]
gan1094bor@gmail.com
Waad918sh@gmail.com

Impact of Different Salinity Levels on the Germination and Survival of Grey Mangrove Avicennia marina Seedlings in Tajoura, Libya

Abdelnasser Ayad Qanbour[1] , Waad Binour Al Kamoshi[2]

[1] Sustainable Development Research Center, Tripoli, Libya

[2] The Libyan Academy for Graduate Studies (Al-Khums), Tripoli, Libya

تاريخ الاستلام:2026/3/20 –تاريخ المراجعة: 2026/3/23– تاريخ القبول: 2026/3/26– تاريخ للنشر : 12/ 5/ 2026

الملخص

تعد مرحلة الإنبات المبكر من أكثر المراحل حساسية في حياة المانجروف، حيث تتأثر بشدة بمستويات الملوحة. هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تأثير تركيزات مختلفة من الملوحة على إنبات وبقاء بادرات المانجروف الرمادي *Avicennia marina* في الساحل الليبي. أُجريت التجربة في بلدية تاجوراء، طرابلس، خلال شهر واحد باستخدام ثلاث معاملات: مياه عذبة 100ملغ/لتر (T1) ، خليط مياه عذبة ومياه بحر بنسبة 17500ملغ/لتر تقريبا (T2)، ومياه بحر كاملة بنسبة 35000ملغ/لتر تقريبا (T3)، بحيث ضمت كل معاملة 12 بادرة. أظهرت النتائج أن جميع البادرات في المعاملة T1 نجت (100% بقاء) دون مظاهر إجهاد، بينما بقيت 41.7% من البادرات في المعاملة T2 مع ظهور بلورات ملحية على الساق كدلالة على الإجهاد الملحي. في المقابل، سجلت المعاملة T3 موتا كاملًا للبذور (0% بقاء). وكشف تحليل التباين عن تأثير جوهري ذي دلالة إحصائية عالية لمستويات الملوحة على بقاء بادرات A. marina في مراحل نموها الأولى، حيث بلغت قيمة F المحسوبة (34.26) متجاوزة قيمتها الحرجة وبمستوى دلالة ($P < 0.001$). تشير هذه النتائج إلى التأثير الحاد للملوحة على البقاء في المراحل المبكرة للإنبات، مع إمكانية تحسين البقاء عبر استخدام المياه العذبة أو الأقلمة التدريجية للملوحة. توفر هذه الدراسة بيانات تطبيقية مهمة لبرامج الاستزراع الساحلي في ليبيا، وتسهم في تصميم استراتيجيات إدارة الملوحة وتحسين نجاح مشاريع تنمية أشجار المانجروف في ليبيا.

الكلمات المفتاحية: المانجروف الرمادي، إنبات البذور، بقاء الشتلات، الإجهاد الملحي، الاستزراع الساحلي، ليبيا

Abstract
Early germination represents one of the most critical stages in the lifecycle of mangroves, as it is highly sensitive to salinity levels. This study aimed to evaluate the impact of different salinity concentrations on the germination and survival of Grey Mangrove (Avicennia marina) seedlings along the Libyan coast. The experiment was conducted in Tajoura, Tripoli, over a period of one month, utilizing three treatments: freshwater (100 mg/L; T1), a mixture of freshwater and seawater (approximately 17,500 mg/L; T2), and full seawater (approximately 35,000 mg/L; T3), with 12 seedlings per treatment.Results indicated that all seedlings in T1 survived (100% survival rate) without exhibiting stress symptoms. In contrast, only 41.7% of seedlings in T2 survived, with the appearance of salt crystals on the stems, indicating significant salt stress. T3 recorded total mortality (0% survival rate). Statistical analysis using One-way ANOVA revealed a highly significant effect of salinity levels on seedling survival ($F = 34.26$, exceeding the critical value; $P < 0.001$).These findings highlight the acute impact of salinity on survival during early germination stages, suggesting that survival rates can be optimized through the use of freshwater or gradual salinity acclimation. This study provides crucial empirical data for coastal afforestation programs in Libya and contributes to designing salinity management strategies to enhance the success of mangrove development projects.
Keywords: Grey mangrove, seed germination, seedling survival, salinity stress, coastal restoration, Libya.

1. المقدمة

تعد غابات المانجروف من الأنظمة البيئية الساحلية الأكثر حيوية، حيث تعمل كبالوعات طبيعية للكربون الأزرق، مما يسهم بشكل مباشر في الحد من آثار التغير المناخي العالمي. وتبرز أهميتها في حماية الخطوط الساحلية من التعرية وتوفير موائل غنية للتنوع البيولوجي البحري. وفي السنوات الأخيرة، تزايد الاهتمام العلمي في ليبيا بضرورة توطين واستزراع المانجروف الرمادي *Avicennia marina* كحل مستدام للتحديات المناخية البيئية التي تواجه الساحل الليبي.

لقد أثبتت الدراسات الوطنية الحديثة (Ganbor et al., 2025) إمكانية نجاح هذا التوطين حيث أظهرت التجارب المنفذة في منطقة تاجوراء أن شتلات المنجروف المستوردة قادرة على التكيف مع الظروف البيئية الليبية عند توفير الرعاية المناسبة.

فقد تبين أن استخدام خليط تربة من الرمل والبيتموس بنسبة حجمية 3:1، مع التغذية بسمادNPK ، والري التدريجي بتركيزات ملوحة متفاوتة، يساهم بشكل فعال في دعم نمو الأوراق الجديدة واستقرار الشتلات في بيئتها الجديدة. كما شددت الدراسة

على أن تقليص فترات النقل وتوفير الرعاية المكثفة يمكن أن يرفع معدل بقاء الشتلات إلى ما يتجاوز 80.%وتأتي هذه الدراسة الحالية استكمالا لهذه الجهود، حيث تركز بشكل أعمق على فهم حساسية الملوحة خلال مراحل الإنبات الأولى. فبينما أكد (Wijayasinghe et al., 2019)على السلوك الملحي الاختياري للمانجروف، أثبتت دراسة أخرى (Kimera et al., 2024) أن أعلى معدلات البقاء والنمو تتحقق في الأوساط ذات الملوحة المنخفضة. كما تشير الدراسة (Egdih et al., 2025) إلى وجود إمكانات واعدة

لاستزراع المانجروف الرمادي *Avicennia marina* في البيئات الساحلية الليبية، خاصة في بحيرة فروة، نظرًا لملاءمة خصائص التربة الرملية الغرينية وتوفر ظروف مائية مقبولة رغم تباين الملوحة. كما أظهرت التجارب الحقلية قدرة الشتلات على التكيف مع الظروف المحلية

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير تركيزات مختلفة من الملوحة على بقاء بادرات المانجروف خلال المرحلة المبكرة من النمو، بهدف تحديد الظروف الملحية الأكثر ملاءمة لنجاح برامج الاستزراع الساحلي. وذلك من خلال دراسة تأثير المياه

العذبة، الملوحة المتوسطة، ومياه البحر الكاملة على نسبة بقاء بادرات المانجروف.

بالإضافة إلى مقارنة استجابة البادرات لمستويات الملوحة المختلفة خلال الشهر الأول بعد الزراعة. رصد المظاهر المرئية للإجهاد الملحي المرتبطة بكل معاملة. تحديد المعاملة الملحية الأنسب لمرحلة الإنبات والتأسيس الأولي.

أظهرت الدراسات السابقة أن استجابة بذور وشتلات المانجروف للملوحة تختلف باختلاف النوع ومرحلة النمو والوسط البيئي. فقد أوضح (Wijayasinghe et al., 2019) أن إنبات بذور عدة أنواع من المانجروف يتسم بسلوك ملحي اختياري،

مما يسمح بالإنبات عبر نطاق واسع من البيئات المالحة، مع التأكيد على أهمية فهم هذه الاستجابة في جهود الحفاظ على النظم البيئية.

وبيّن (Amenoudji et al., 2024) أن Rhizophora racemosa تحقق أفضل تكاثر في ظروف ملوحة منخفضة إلى متوسطة، وأن البيئات الطينية تعزز معدلات الظهور والنمو. كما أشار Soares et al. (2020) إلى أن الري بالمياه العذبة

أو بمحاليل ملحية منخفضة التركيز (5%) في بيئات رملية ساحلية ينتج شتلات مانجروف ذات جودة عالية وقريبة من تلك المزروعة بالمياه العذبة.

وأفادت دراسة (Kimera et al., 2024) بأن Avicennia marina تُظهر أعلى معدلات إنبات وبقاء في المياه العذبة مع انخفاض واضح في الملوحة المرتفعة، في حين تواجه Rhizophora mucronata صعوبات في البيئات المالحة. وفي

السياق نفسه، أوضحت (Negrão-Rodrigues.2023) أن شتلات المانجروف قادرة على التأقلم الفسيولوجي مع الزيادة التدريجية في الملوحة، مع تأثير سلبي محدود على النمو عند تطبيق الأقلمة.

كما وجد (Jaikishun & Ram. 2023) أن الملوحة المنخفضة تعزز نمو شتلات المانجروف الأسود، بينما أشار

Sinsin et al. (2022) إلى أن بقاء ونمو Rhizophora racemosa يتأثران بدرجة أكبر بالموقع البيئي وتوقيت الاستعادة، موصين بتنفيذ مشاريع الاستعادة قبل موسم الأمطار للاستفادة من تخفيف ملوحة الركيزة بالمياه العذبة.

في دراسة (Nuquiet al., 2023) سجلت بادرات المانجروف الرمادي المنزرعة في التربة الرملية أقصى زيادة في الطول عند ريها بالمياه العذبة، متفوقة بذلك على كافة مستويات الملوحة الأخرى، وفي المقابل أظهر المجموع الجذري مرونة حيوية لافتة، حيث لم يتأثر تطوره بشكل ملموس بتغير تراكيز الملوحة، مما يشير إلى أن تأثير الملوحة في هذه المرحلة يتركز بشكل أساسي على النمو الخضري الطولي ووسط الاستزراع.

على الرغم من تناول الدراسات السابقة لتأثير الملوحة على إنبات ونمو المانجروف، إلا أن معظمها ركز إما على مراحل متقدمة من النمو أو على تدرجات ملحية تدريجية دون التركيز الكافي على مرحلة التأسيس المبكرة بعد الإنبات.

وتهدف الدراسة الحالية لسد هذه الفجوة من خلال تقييم مباشر لتأثير التعرض الفوري لمستويات مختلفة من الملوحة على بقاء البادرات، وتقديم نتائج تطبيقية تخدم برامج الاستزراع والهندسة البيئية الساحلية في البيئات الجافة وشبه الجافة مثل الساحل الليبي.

تُعد الملوحة من أكثر العوامل البيئية تأثيرًا على نجاح إنبات ونمو بادرات المانجروف، لاسيما خلال المراحل المبكرة بعد الإنبات التي تُعد مرحلة حرجة في دورة حياة النبات. وعلى الرغم من الأهمية البيئية والاقتصادية لغابات المانجروف ودورها في حماية السواحل واستعادة النظم البيئية المتدهورة، إلا أن المعرفة التطبيقية المتعلقة بالحدود الملحية المثلى

لإنبات البذور في البيئات الجافة وشبه الجافة لا تزال محدودة.

في السياق الليبي، تتسم المناطق الساحلية بتذبذب كبير في مستويات الملوحة نتيجة التبخر المرتفع، وضعف تدفق المياه العذبة، والتغيرات المناخية، مما يحد من نجاح محاولات استزراع المانجروف ويزيد من معدلات فشل البادرات في المراحل الأولى. كما أن العديد من برامج الاستزراع تعتمد على التعرض المباشر لمياه البحر دون أسس تجريبية محلية واضحة، الأمر الذي قد يؤدي إلى خسائر كبيرة في مواد الإكثار والجهود المبذولة.

وعليه، تبرز الحاجة إلى دراسة تجريبية تقيم بشكل علمي تأثير تدرج الملوحة على بقاء بادرات المانجروف، بهدف توفير أساس علمي يدعم تصميم وتنفيذ مشاريع الاستزراع والاستعادة الساحلية ضمن إطار الهندسة البيئية التطبيقية.

2. المواد وطرق البحث:

2.1 موقع الدراسة:أجريت هذه الدراسة في بلدية تاجوراء بمدينة طرابلس، ليبيا، خلال الفترة الممتدة من 21 سبتمبر 2025 ولمدة شهر واحد.

تم تنفيذ التجربة تحت ظروف شبه محكومة، مع تثبيت العوامل البيئية قدر الإمكان لضمان عزل تأثير الملوحة على إنبات وبقاء بادرات المانجروف.

2.2 جمع البذور والمعاملة الأولية:

تم جمع بذور المانجروف قبل بدء التجربة بأسبوع واحد.

شملت البذور المستخدمة في الدراسة بذورًا مستوردة من مملكة البحرين (الشكل1)، حيث تم جمعها حديثًا وشحنها إلى

مدينة طرابلس خلال مدة لم تتجاوز 24 ساعة من تاريخ الجمع، وذلك للحفاظ على حيويتها.

(الشكل 1) البذور المستوردة من مملكة البحرين

بعد وصول البذور، خضعت لمرحلة معاملة أولية شملت:

- نقع البذور في مياه عذبة لفترة مناسبة.
- حفظها في بيئة رطبة مكونة من نشارة خشب تم ترطيبها باستمرار باستخدام مياه عذبة (الشكل2).
- تقليب البذور أربع مرات يوميًا لضمان التهوية ومنع تراكم الرطوبة الموضعية.
- المساعدة اليدوية للبذور في التخلص التدريجي من القشرة الخارجية، بهدف تقليل فرص التعفن وتحفيز الإنبات.

استمرت هذه المرحلة إلى حين ظهور مبادئ الجذور، والتي اعتُمدت كمؤشر على جاهزية البذور للانتقال إلى مرحلة الزراعة.

(شكل2) المعاملة الأولية للبذور

2.3 زراعة البادرات:بعد ظهور مبادئ الجذور، تم نقل البذور بعناية إلى أحواض الزراعة، حيث تم تنفيذ تجربة لدراسة تأثير تركيز الملوحة على بقاء بادرات المانجروف.

تم تقسيم البادرات إلى ثلاث معاملات ملحية، بحيث ضمت كل معاملة 12 بادرة، ليكون العدد الإجمالي للبادرات المستخدمة في التجربة 36 بادرة.

شملت المعاملات التجريبية ما يلي:

1- مياه عذبة خالية من الملوحة بتركيز حوالي 100ملغ/لتر (12 بادرة).

2- خليط مياه عذبة ومياه بحر بتركيزحوالي 17500ملغ/لتر بنسبة خلط (1:1) (12 بادرة).

3- مياه بحر كاملة بتركيز حوالي 35000ملغ/لتر (12 بادرة).

تم توزيع البادرات بشكل عشوائي على المعاملات المختلفة، مع توحيد جميع العوامل البيئية الأخرى، لضمان أن يكون تركيز الملوحة هو المتغير المستقل الوحيد المؤثر في نتائج التجربة.

2.4 تحضير معاملات الملوحة:

تم تحضير المعاملات باستخدام مياه بحر طبيعية ومياه عذبة نظيفة.

تم خلط المياه العذبة ومياه البحر بنسبة حجمية متساوية تقريبا بتركيز حوالي لإعداد معاملة الملوحة المتوسطة.

تم قياس الملوحة دوريًا باستخدام جهاز قياس الملوحة للتأكد من ثبات مستويات الملوحة طوال فترة التجربة.

2.5 جمع البيانات والمراقبة:

تمت متابعة البذور والبادرات يوميًا خلال فترة الدراسة، حيث تم تسجيل:

نسبة بقاء البادرات (%) خلال الشهر الأول

المظاهر المرئية للإجهاد الملحي، بما في ذلك ظهور بلورات ملحية متجمعة على الساق والدبول الكامل والموت.

2.6 التحليل الإحصائي

تم تحليل بيانات الإنبات والبقاء المبكر للبادرات باستخدام تحليل التباين الأحادي (One-way ANOVA)لدراسة تأثير مستويات الملوحة المختلفة (مياه عذبة، مياه نصف مالحة، ومياه مالحة).

اعتُبرت الفروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية .($p < 0.05$) تم إجراء التحليل الإحصائي باستخدام برنامج Microsoft Excel.

3. النتائج والمناقشة:

تُظهر نتائج هذه الدراسة بوضوح أن تركيز الملوحة يُعد العامل الحاسم في تحديد نجاح بقاء باذرات المانجروف خلال المراحل المبكرة من النمو، وهي مرحلة حرجة غالبًا ما تُهمل في برامج الاستزراع الساحلي. فقد عكست استجابة البادرات نمطًا تدرجيًا واضحًا، حيث تحقق البقاء الكامل (الشكل3) تحت ظروف منخفضة الملوحة، مقابل تراجع حاد في البقاء مع زيادة تركيز الأملاح وصولًا إلى النفوق التام (الشكل4) عند التعرض المباشر لمياه البحر.

(الشكل 3) البادرات عند مستوى الري بمياه عذبة

(الشكل 4) تأثر الشتول بمستوى مياه البحر

إن الموت الكامل للبادرات المعاملة بمياه البحر الكاملة خلال الشهر الأول يعكس عدم اكتمال تطور الآليات الفسيولوجية المنظمة للأملاح في مرحلة ما بعد الإنبات مباشرة، مما يؤدي إلى اختلال التوازن الأسموزي وتراكم أيونات الصوديوم والكلوريد بمستويات سامة داخل الأنسجة النباتية. وتتفق هذه النتيجة مع الاتجاه العام للدراسات السابقة التي تؤكد أن تحمل المانجروف للملوحة لا يكون ثابتًا عبر مراحل النمو، بل يزداد تدريجيًا مع نضج الأنسجة وتطور الغدد الملحية.

في المقابل، أظهرت معاملة الملوحة المتوسطة قدرة محدودة على البقاء، إلا أن ظهور البلورات الملحية المتجمعة على سطح الساق يشير إلى تعرض الباذرات لإجهاد ملحي مزمن الشكل (5)، يستلزم استهلاكًا مرتفعًا للطاقة من أجل تنظيم الأملاح. وعلى الرغم من أن هذه الآلية قد تسمح بالبقاء قصير الأمد، فإن استمرارها قد يحد من كفاءة النمو والاستقرار طويل الأمد، وهو عامل بالغ الأهمية عند تقييم نجاح مشاريع الاستزراع من منظور هندسي بيئي وليس فقط بيولوجي.

(الشكل5) الري بمياه 50% مياه بحر

أما معاملة المياه العذبة، فقد وفرت ظروفًا مثلى لإنبات وبقاء جميع البادرات دون ظهور أعراض إجهاد، مما يؤكد أن خفض الإجهاد الملحي خلال مرحلة التأسيس الأولي يمثل استراتيجية فعالة لزيادة فرص نجاح الاستزراع. وتدعم هذه النتيجة التوجهات الحديثة في الهندسة البيئية التي توصي ببدء الإكثار في بيئات منخفضة الملوحة، يتبعها تطبيق برامج أقلمة ملحية تدريجية قبل النقل إلى البيئات الساحلية الطبيعية.من منظور تطبيقي، تقدم هذه الدراسة دليلًا عمليًا يدعم إعادة تصميم بروتوكولات إكثار المانجروف في المشاتل، خاصة في البيئات الجافة وشبه الجافة مثل الساحل الليبي، حيث تتسم الملوحة بتذبذب حاد وتأثير مباشر على معدلات البقاء.

وتبرز أهمية النتائج في توجيه مشاريع الاستعادة البيئية نحو حلول منخفضة التكلفة وأكثر كفاءة، قائمة على إدارة العوامل البيئية في المراحل المبكرة بدلًا من التعامل مع خسائر لاحقة في الحقل.

وعلى الرغم من أن الدراسة أُجريت ضمن إطار زمني محدود وبحجم عينة مقيد، فإن وضوح الفروق بين المعاملات يمنح النتائج قوة تفسيرية وتطبيقية عالية، ويمهد الطريق لدراسات مستقبلية أوسع نطاقًا تدمج التدرج الملحي مع متغيرات أخرى مثل نوع الوسط، درجة الحرارة، وطول فترة الأقلمة.

بشكل عام، تؤكد هذه الدراسة أن نجاح استزراع المانجروف لا يعتمد فقط على اختيار النوع المناسب، بل على التوقيت وشدة التعرض للملوحة خلال المراحل المبكرة من النمو. وتمثل هذه النتائج إضافة علمية مهمة في مجال الهندسة البيئية الساحلية، وتوفر أساسًا تطبيقيًا يمكن الاستناد إليه في تصميم وتنفيذ برامج استزراع واستعادة المانجروف في ليبيا والمناطق الساحلية المشابهة، بما يسهم في تعزيز استدامة النظم البيئية الساحلية والتكيف مع التغير المناخي.

أظهر تحليل التباين الأحادي (One-way ANOVA) وجود تأثير معنوي عالٍ لمستويات الملوحة المختلفة على بقاء بادرات المانجروف الرمادي *Avicennia marina* في المراحل المبكرة من النمو، حيث بلغت قيمة F المحسوبة (34.26) وهي أكبر من القيمة الحرجة (3.28)، مع قيمة احتمالية (P-value = 8.87×10^{-9}) أقل بكثير من مستوى

الدلالة المعتمد (0.05).

سجلت معاملة المياه العذبة أعلى نسبة بقاء للبادرات بلغت 100%، في حين انخفضت نسبة البقاء بشكل ملحوظ في معاملة المياه نصف المالحة لتصل إلى 41.7%، مع ظهور أعراض إجهاد ملحي واضحة على البادرات. أما معاملة المياه المالحة (مياه البحر الكاملة) فقد أدت إلى نفوق كامل للبادرات بنسبة 0.%

(جدول 1) تأثير مستويات الملوحة المختلفة على نسبة بقاء بادرات المانجروف الرمادي

معاملة الملوحة	نسبة البقاء (%)
مياه عذبة	(a) 100 ± 0
مياه نصف مالحة	(b) 41.7 ± 5
مياه مالحة	(c) 0 ± 0

القيم تمثل المتوسط ± الانحراف المعياري. تشير الحروف المختلفة إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات عند مستوى دلالة.($p < 0.05$)

الخلاصة:

تؤكد هذه الدراسة أن الملوحة تعد عاملًا حاسمًا في نجاح إنبات وبقاء بادرات المانجروف الرمادي *Avicennia marina* في المراحل المبكرة، حيث تسهم المستويات المنخفضة من الملوحة في تحسين البقاء وتقليل الإجهاد، بينما تؤدي الملوحة العالية إلى نفوق كامل للبادرات. وعليه، فإن التحكم في الملوحة، سواء باستخدام المياه العذبة أو من خلال الأقلمة التدريجية، تُعد ضرورية لنجاح برامج استزراع المانجروف على السواحل الليبية.

التوصيات:

- استخدام المياه العذبة أو منخفضة الملوحة في مرحلة الإنبات المبكر لتحسين نسب البقاء والنمو.
- تطبيق الأقلمة الملحية التدريجية قبل نقل الشتلات إلى البيئات الساحلية لتقليل الإجهاد الملحي.
- اختيار وسط زراعي مناسب لتعزيز تطور المجموع الجذري والخضري.
- توقيت الزراعة بحيث يتزامن مع فترات انخفاض الملوحة الطبيعية أو موسم الأمطار لزيادة معدلات النجاح.
- دعم مشاتل متخصصة للمانجروف وإدماج نتائج البحث في برامج الاستزراع والاستعادة الساحلية المستدامة.

المراجع:

Amenoudji, C. I., Sanogo, S., Djogli, K. R., Adanve, J.-F., & Sodedji, K. F. A. (2024). Effect of salinity and substrate on the emergence and growth of propagules of the mangrove species Rhizophora racemosa in the Sassandra-Dagbego Ramsar complex, Côte d'Ivoire. Annual Research & Review in Biology, 39(7), 21–31. https://doi.org/10.9734/arrb/2024/v39i72095

Egdih, A. M., Mohammed, S. A., Ganbor, A. A., & Al-Kamoshi, W. B. (2025). 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, 3(4), 42–47.

Ganbor, A. N. A., Aburas, M. M., Mohamed, S. A. M., & Al-Kamoshi, W. B. (2025). 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 Science and Technology, 36(2), 1–10. https://doi.org/10.62341/amsw0306

Jaikishun, S., & Ram, M. (2023). Impacts of different salinity levels on seedling growth and survival of black mangrove (Avicennia germinans). Asian Journal of Forestry, 7(1). https://doi.org/10.13057/asianjfor/r070108

Kimera, F., Sobhi, B., Omara, M. K., & Sewilam, H. (2024). Impact of salinity gradients on seed germination, establishment, and growth of two dominant mangrove species along the Red Sea coastline. Plants, 13(24), 3471. https://doi.org/10.3390/plants13243471

Negrão-Rodrigues, V., Brum, M., & Teodoro, G. (2023). Hydraulic and tissue adjustments enable the maintenance of mangrove seedling growth under increasing salinity

Nuqui, R. L., Al Jamali, E. A. H., Alherbawi, M. M. A. N., & Al Hammadi, A. H. Y. (2023). Mangrove seedling development under different salinity. International Journal of Research Publications. https://doi.org/10.47119/ijrp10013611120235635

Sinsin, L. C. B., Salako, K. V., Tohoun, R. J., & Kakaï, R. G. (2022). Survival, growth, and productivity of Rhizophora racemosa transplanted in natural ecosystems: Implications for mangrove restoration. Wetlands, 42(6). https://doi.org/10.1007/s13157-022-01583-1

Soares, S. R. F., Gurgel, M. T., Miranda, N. de O., Travassos, K. D., & Pimenta, A. S. (2020). Mudas de mangue branco irrigadas com água de rejeito de salina solar em substrato areia de restinga para replantio de manguezais degradados. 24(3), 298–304. https://doi.org/10.17921/1415-6938.2020v24n3p298-304

Wijayasinghe, M. M., Jayasuriya, K. M. G. G., Gunatilleke, C. V. S., Gunatilleke, I. A. U. N., & Walck, J. L. (2019). Effect of salinity on seed germination of

five mangroves from Sri Lanka: Use of hydrotime modelling for mangrove germination. Seed Science Research, 29(1), 55–63. https://doi.org/10.1017/S0960258518000405