

The Effect of Transport and Storage Conditions on the Viability of Grey Mangrove (*Avicennia marina*) Seeds Collectors

Abdulnasir A. Qunbour^{1,*}  , Waad B. Alkamoushi²  , Samira A. Mahammed³  

¹Sustainable Development Research Center, Al-Khums, Libya

²The Libyan Academy for Graduate Studies, Al-Khums, Libya

³College of Renewable Energy, Tajoura, Libya

ARTICLE HISTORY

Received 07 March 2026

Revised 12 April 2026

Accepted 23 April 2026

Online 22 May 2026

KEYWORDS

Grey mangrove;
Transport and storage;
Moisture;
Aeration;
Rooting.

ABSTRACT

Grey mangrove (*Avicennia marina*) seeds are the fundamental element for ensuring the sustainability of coastal mangrove ecosystems, as they represent the sole means of propagation for this species. Consequently, their preservation is not merely an agricultural procedure but a vital investment in environmental and climate security. This study aimed to evaluate the impact of transport and storage conditions on the viability of *Avicennia marina* seeds by comparing three experimental treatments differing in transport duration, humidity, and aeration. Seeds were collected from the United Arab Emirates and the Kingdom of Bahrain, undergoing standardized pre-treatments including soaking and hydration prior to their transfer to Libya. Treatment 1 (T1) involved placing seeds in airtight moist plastic bags to create anaerobic conditions, which resulted in root necrosis and 100% seed mortality. Treatment 2 (T2) subjected the seeds to desiccation for 72 hours, yielding a 50% germination success rate due to dehydration damage to the emerging radicles. Treatment 3 (T3) provided stable humidity and optimal aeration, achieving a 100% germination rate. Statistical validation using One-way Analysis of Variance (ANOVA) confirmed a highly significant effect of aeration, humidity, and desiccation on germination rates. The calculated F-value (60.00) significantly exceeded the critical value, indicating that the variance between treatments far outweighed any random intra-group variance. The p-value (< 0.0001), being substantially lower than the significance threshold (0.05), confirms a high statistical significance of humidity and aeration conditions on germination success. The study concludes that *Avicennia marina* seeds are acutely sensitive to the balance between moisture and oxygen. Anaerobic immersion or prolonged desiccation leads to a profound decline in seed viability and regenerative capacity.

تأثير ظروف النقل والتخزين على حيوية بذور المانجروف الرمادي *Avicennia marina*

عبد الناصر عياد قنبور¹، وعد بنور الكموشي²، سميرة أحمد محمد³

المخلص	الكلمات المفتاحية
بذور المانجروف الرمادي <i>Avicennia marina</i> هي العنصر الأساسي لضمان استدامة أنظمة المانجروف الساحلية، فهي وسيلة الإكثار الوحيدة لهذا النوع، وبالتالي فإن العناية بها ليست مجرد خطوة زراعية، بل هي استمرار واستثمار في الأمن البيئي والمناخي. هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تأثير ظروف النقل والتخزين على حيوية بذور المانجروف الرمادي (<i>Avicennia marina</i>)، من خلال مقارنة ثلاث تجارب اختلفت في مدة النقل، والرطوبة، والتهوية لبذور المانجروف الرمادي جُمعت البذور من كل من دولة الإمارات العربية المتحدة ومملكة البحرين، وخضعت لمعاملات أولية متشابهة شملت النقع والترطيب قبل نقلها إلى ليبيا. المعاملة الأولى تمثلت في وضع البذور داخل أكياس بلاستيكية رطبة محكمة القفل لخلق ظروف لاهوائية تسببت في اسوداد الجذور وموت البذور بنسبة 100%. المعاملة الثانية، تمثلت في تعريض البذور للجفاف لمدة 72 ساعة حققت المعاملة الثانية نسبة نجاح لإنبات البذور بلغت 50%، بسبب تعرض مبادئ الجذور المتكونة للجفاف والذي تسبب في تضررها وانخفاض معدل الإنبات. أما المعاملة الثالثة، التي وفرت رطوبة مستقرة وتهوية جيدة، فقد سجلت نسبة انبات عالية 100% و تم إجراء تحليل التباين الأحادي للتحقق من مدى معنوية الفروق الظاهرية المرصودة في معدلات إنبات بذور المانجروف الرمادي <i>Avicennia marina</i> تحت تأثير متغيرات التهوية، الرطوبة والجفاف حيث بين التحليل الإحصائي أن قيمة F المحسوبة عالية جداً (60.00)، مما يعني أن التباين بين المعاملات أكبر بكثير من أي تباين عشوائي قد يحدث داخل كل مجموعة. الدلالة الإحصائية (< 0.0001) القيمة أقل بكثير من 0.05، وهذا يؤكد وجود تأثير معنوي عالٍ جداً لظروف الرطوبة والتهوية على نجاح الإنبات. استخلصت الدراسة أن بذور المانجروف الرمادي شديدة الحساسية للتوازن بين الرطوبة	المانجروف الرمادي النقل والتخزين الرطوبة التهوية التجذير

*Corresponding author

https://doi.org/10.63318/waujpas.sp_FISCSDR2026_07

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0).



المقدمة

الظروف الأولية للبذور يمثل أحد التحديات الرئيسية أمام نجاح عمليات إعادة تأهيل غابات المانجروف.

انطلاقاً من ذلك، تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير ظروف النقل والتخزين المختلفة على حيوية بذور المانجروف الرمادي، من خلال مقارنة ثلاث تجارب اختلفت في مصدر البذور، ومدة النقل، ومستوى الرطوبة، ودرجة التهوية. كما تسعى الدراسة إلى تحديد العوامل الأكثر تأثيراً على بقاء البذور، وبدء تكوين الجذور، ونسب الإنبات، وذلك بهدف وضع بروتوكول عملي يضمن الحفاظ على جودة البذور أثناء عمليات النقل، ويدعم نجاح برامج الاستزراع الساحلي في ليبيا وغيرها من المناطق الشبهية بيئياً.

تُعد أشجار المانجروف الرمادي *Avicennia marina* من أهم الأنواع الساحلية في المناطق الشبه المدارية، نظراً لأدوارها البيئية في حماية الشواطئ، ودعم التنوع الحيوي، وتحسين جودة المياه الساحلية. وتُعد البذور الناضجة لهذا النوع حساسة للظروف الخارجية، وقد تتأثر بشكل كبير أثناء النقل والتخزين قبل عملية الإكثار أو الاستزراع.

الدراسات السابقة

بذور وشتلات المانجروف الرمادي (*Avicennia marina*) تمتلك قدرة ملحوظة على التكيف مع الظروف الساحلية القاسية إلا أنها تظل حساسة للعديد من العوامل البيئية خلال مرحلتي التخزين والإنبات. فالبذور تتطلب رطوبة معتدلة وتهوية مناسبة لضمان استمرار التنفس الخلوي، بينما يؤدي تعرضها للغمر اللاهوائي أو الجفاف إلى تدهور سريع في حيويتها [7] كما بينت دراسة أخرى أن الملوحة تلعب دوراً جوهرياً في تحديد نجاح الإنبات وبقاء الشتلات، حيث تتحمل شتول *A. marina* مستويات ملوحة مرتفعة قد تصل إلى 1200 ملي مول، مع تسجيل أفضل نمو عند نحو 300 ملي مول، بينما يحدث انخفاض تدريجي في الوزن الجاف مع زيادة الملوحة [2] وقد أكدت دراسة أن تحمل الملوحة يختلف بشكل واضح بين أنواع المانجروف، مما يعكس أهميته في تفسير أنماط التوزيع البيئي لهذه الأنواع وإرشاد برامج الاستعادة الساحلية [3]، كما أظهرت دراسة أن مرحلة الإنبات تتأثر بعوامل موسمية وعمليات ما قبل المعالجة، إذ كانت البذور المجمعة في أكتوبر ونوفمبر أسرع في الإنبات وأكثر قوة من تلك المجمعة في ديسمبر، بينما أدت إزالة القشرة يدوياً إلى بطء الإنبات مقارنة بالنقع، دون تأثير كبير على النسبة النهائية للإنبات [9] وفي سياق تأثير الأملاح القلوية، أوضحت الدراسات أن مركبات مثل NaCl و NaHCO_3 لا تغير النسبة النهائية للإنبات، لكنها تبطل عمليات التجذير وتثبط نمو الجذور عند تركيزات عالية، ويرتبط ذلك بتراجع القدرة على التمثيل الضوئي تحت الإجهاد الملحي والقلوي [1] كما خلصت الدراسة إلى أن

التخزين عند درجات حرارة معتدلة (20م°) أو رطوبة نسبية مرتفعة (90%) لمدة أسبوعين يقلل بوضوح من نسبة وسرعة الإنبات ويزيد الزمن اللازم لوصول الإنبات إلى 50%، مما يعكس حساسية البذور الشديدة لظروف التخزين وتجمع هذه النتائج مجتمعة على أن نجاح استزراع المانجروف يعتمد على فهم دقيق لتأثير الملوحة، والرطوبة، ودرجة التهوية، وفترات التخزين والجمع، بما يضمن إنتاج شتلات ذات جودة عالية قادرة على دعم استعادة النظم البيئية الساحلية بكفاءة [7].

تُعد أشجار المانجروف الرمادي *Avicennia marina* من أهم الأنواع النباتية الساحلية في البيئات الرطبة لما تؤديه من وظائف بيئية بالغة الأهمية تشمل حماية الشواطئ من التعرية، وامتصاص الكربون، وتحسين جودة المياه، وتوفير موائل غنية للتنوع الحيوي [4]. لقد أثبتت الدراسات الوطنية الحديثة إمكانية نجاح هذا التوطن حيث أظهرت التجارب المنفذة في منطقة تاجوراء أن شتلات المانجروف المستوردة قادرة على التكيف مع الظروف البيئية الليبية عند توفير الرعاية المناسبة [6]. كما تشير دراسة إلى وجود إمكانات واعدة لاستزراع المانجروف الرمادي *Avicennia marina* في البيئات الساحلية الليبية، خاصة في بحيرة فروة، نظراً لملاءمة خصائص التربة الرملية الغربية وتوفر ظروف مائية مقبولة رغم تباين الملوحة. كما أظهرت التجارب الحقلية قدرة الشتلات على التكيف مع الظروف المحلية [5]، كما أكدت بعض الدراسات على أهمية إنشاء مشاتل للمانجروف خارج بيئتها الطبيعية لدعم جهود الحفاظ عليها مع التركيز على دور وسط الزراعة في تحسين نمو الشتلات [10]، أثبتت دراسة أخرى أن أعلى معدلات البقاء والنمو تتحقق في الأوساط ذات التي ترطب بمياه عذبة [8]. وهو ما يعزز من فرص نجاح مشاريع الاستزراع ويسلط الضوء على الدور البيئي المهم للمانجروف في حماية السواحل ودعم التنوع الحيوي والتخفيف من آثار التغير المناخي وتمثل البذور الناضجة لهذا النوع مرحلة حساسة في دورة حياته، إذ تعتمد بشكل كبير على توازن دقيق بين الرطوبة والتهوية ودرجات الحرارة المناسبة لضمان بقاءها وإنباتها بنجاح.

ووجدت دراسة أن بيئة الحفظ والرطوبة تؤثر بشكل كبير على صلاحية بذور المانجروف وأن أفضل طريقة حفظ تم تحديدها هي استخدام الصناديق الكرتونية مع قشور جوز الهند، بمحتوى رطوبة حوالي 50% والذي أدى إلى معدل إنبات 93% [11]

ويُعد فهم هذه المتطلبات أمراً ضرورياً لضمان نجاح برامج الإكثار الطبيعي والمشاريع الحديثة لاستزراع المانجروف في المناطق الساحلية، خصوصاً في ظل ازدياد التوجه نحو تعزيز الحلول البيئية المستدامة وتأهيل النظم الساحلية المتدهورة.

ورغم التقدم الملحوظ في دراسات تحمل الملوحة وآليات التكيف لدى المانجروف، فإن المعرفة المتعلقة بمرحلة ما قبل الإنبات وخاصة أثناء النقل والتخزين ما تزال محدودة. فقد أشارت دراسات عدة إلى أن بذور *A. marina* تتأثر سريعاً بالظروف اللاهوائية الناتجة عن التخزين الرطب داخل عبوات مغلقة، كما أن تعرضها للجفاف بعد بدء تكوين الجذور قد يؤدي إلى تلفها خلال فترة زمنية قصيرة. ومع ذلك، لا تزال المعلومات التفصيلية حول ظروف النقل الأنسب، وفترات التخزين المثلى، ومستويات الرطوبة الآمنة غير كافية لدعم برامج الاستزراع واسع النطاق، خصوصاً في الدول التي تعتمد على استيراد البذور أو نقلها لمسافات طويلة.

وتبرز هذه الفجوة العلمية بوضوح عند دراسة المشاريع التطبيقية التي تتطلب نقل البذور بين دول مختلفة أو عبر مسافات طويلة، حيث تختلف ظروف الحرارة والرطوبة ومدة النقل، ما يجعل فهم تأثير هذه المتغيرات على حيوية البذور أمراً بالغ الأهمية. كما أن ضعف جودة الشتول الناتج عن سوء



الشكل 2: نجاح تجدير البذور تحت ظروف رطوبة مستقرة وهوية جيدة



الشكل 3: حالة البذور في بيئة رطبة مغلقة دون تهوية

المعاملة الثانية

اعتمدت هذه المعاملة على توفير التهوية لبذور المانجروف الرمادي في نشارة الخشب الجافة في غياب الرطوبة حيث تم إجراء المعاملة الأولية بنقع البذور لمدة 12 ساعة بتاريخ 5 / 9 / 2025، ووضعت مباشرة بعد نقعها في حوض يحتوي نشارة خشب رطبة واستمرت فترة المحافظة على الرطوبة والتهوية بالتقليب الدوري لمدة أسبوع كامل حتى تكونت مبادئ الجذور في كل البذور. بعد تكون الجذور، جرى فصل 30 بذرة في عبوة مستقلة تحتوي على نشارة الخشب، تركت هذه العبوة بدون إضافة رطوبة، مع استمرار التقليب، بعد انقضاء 72 ساعة لوحظ ذبول الأوراق الفلقية، بالإضافة إلى تغير لون نهايات الجذور إلى اللون البني، نقلت البذور إلى أصص زراعة تحتوي على خليط من الرمل والبيتموس (الشكل 6) مع غمرها جزئياً بالماء داخل حوض خاص بعد مرور فترة زمنية 30 يوم تقريباً أنتجت 47% من الشتول أوراق حقيقية بينما تغير لون الأوراق الفلقية في باقي الشتول تدريجياً إلى اللون الأسود (الشكل 4)

المعاملة الثالثة

اعتمدت هذه المعاملة على توفير الرطوبة عن طريق ترطيب الوسط (نشارة الخشب) بالماء في مع استمرار التقليب لضمان التهوية الجيدة كانت الإجراءات الأولية قد شملت نقع البذور لمدة 12 ساعة في الماء، خلطت بعد ذلك بنشارة خشب رطبة (الشكل 1)، مع المحافظة على الترطيب بالماء والتقليب المستمر لضمان التهوية، واستمرت المعاملة لمدة أسبوع كامل حتى تكونت مبادئ الجذور (الشكل 5) في كل البذور، نُقلت البذور إلى أصص (الشكل 6) زراعة تحتوي على خليط من الرمل والبيتموس مع غمرها جزئياً بالماء داخل بعد مرور فترة زمنية تراوحت من 15 إلى 30 يوم تكونت مبادئ الأوراق الحقيقية في كل البذور المنقولة وبذلك سجلت هذه التجربة نسبة نجاح 100%، تم تقديرها بإنتاج الأوراق الحقيقية (الشكل 7)

أجريت هذه الدراسة خلال شهر سبتمبر في سنة 2025، حيث شملت عينات من بذور المانجروف الرمادي *Avicennia marina* التي جمعت من دولة الإمارات العربية المتحدة ومملكة البحرين خلال نفس الفترة الزمنية. وقد استكملت كافة مراحل الدراسة في مدينة طرابلس، ليبيا. وتم فيها تقسيم الدراسة إلى ثلاث معاملات كالتالي بعد إجراء الإعداد الأولي للبذور بنقعها في الماء لمدة 6 ساعات ثم خلطها بنشارة خشب مبللة (الشكل 1) مع التقليب من 3-4 مرات يومياً حتى تكون مبادئ الجذور لكل البذور (الشكل 2)

المعاملة الأولى

اعتمدت هذه المعاملة على توفير الرطوبة عن طريق ترطيب الوسط (نشارة الخشب) بالماء في غياب التهوية وكانت الإجراءات قد شملت نقع البذور لمدة 12 ساعة في الماء، خلطت بعد ذلك بنشارة خشب رطبة، مع المحافظة على الرطوبة والتقليب المستمر لضمان التهوية، بعد بدء تكوين مبادئ الجذور، جرى تعبئتها في أكياس بلاستيكية. نُقلت البذور داخل الأكياس البلاستيكية الرطبة إلى ليبيا، استغرقت رحلة النقل 10 أيام.

المعاملة الثانية

اعتمدت هذه المعاملة على توفير التهوية لبذور المانجروف الرمادي في نشارة الخشب الجافة في غياب الرطوبة حيث تم إجراء المعاملة الأولية بنقع البذور لمدة 12 ساعة بتاريخ 5 / 9 / 2025، ووضعت مباشرة بعد نقعها في حوض يحتوي نشارة خشب رطبة واستمرت فترة المحافظة على الرطوبة والتهوية بالتقليب الدوري لمدة أسبوع كامل حتى تكونت مبادئ الجذور في كل البذور. بعد تكون الجذور، جرى فصل 30 بذرة في عبوة مستقلة تحتوي على نشارة الخشب، تركت هذه العبوة بدون إضافة رطوبة، مع استمرار التقليب.

المعاملة الثالثة

اعتمدت هذه المعاملة على توفير الرطوبة عن طريق ترطيب الوسط (نشارة الخشب) بالماء في مع استمرار التقليب لضمان التهوية الجيدة كانت الإجراءات الأولية قد شملت نقع البذور لمدة 12 ساعة في الماء، خلطت بعد ذلك بنشارة خشب رطبة، مع المحافظة على الترطيب بالماء والتقليب المستمر لضمان التهوية، بعد بدء تكوين مبادئ الجذور، واستمرت المعاملة لمدة أسبوع كامل حتى تكونت مبادئ الجذور



الشكل 1: معاملة البذور من خلال نقعها وخلطها بنشارة خشب رطبة.

النتائج والمناقشة

تُظهر النتائج (الجدول 1) بوضوح أن بذور *Avicennia marina* شديدة الحساسية لظروف التخزين والنقل، خاصة فيما يتعلق بالتهوية والرطوبة. تؤكد النتائج في هذه الدراسة الحساسية العالية لبذور *Avicennia marina* لظروف النقل والتخزين، وهو ما يتفق مع العديد من الدراسات السابقة التي صنفت هذه البذور ضمن الأنواع التي لا تتحمل فقدان الماء أو نقص

المعاملة	ظروف الرطوبة	كفاءة التهوية	الملاحظات المورفولوجية	نسبة الإنبات بعد المعاملات
1	تشيع مائي مرتفع	انعدام التهوية (أكياس بلاستيكية محكمة)	تفحم الأنسجة البذرية	0%
2	بدأت المعاملة رطوبة متوسطة تلاها حفظ في غياب الرطوبة (72 ساعة)	تهوية أولية كافية	ذبول الفلقات مع تضرر القمم النامية للجنود بنسبة وصلت إلى 50% من البذور	50%
3	رطوبة مستقرة (مثالية)	تهوية جيدة مع تقليب دوري	نمو جنري سليم وظهور الأوراق الحقيقية	100%

تؤكد النتائج في هذه الدراسة الحساسية العالية لبذور *Avicennia marina* لظروف النقل والتخزين، وهو ما يتفق مع العديد من الدراسات السابقة التي صنفت هذه البذور ضمن الأنواع التي لا تتحمل فقدان الماء أو نقص الأكسجين. ويمكن تفسير انخفاض أو ارتفاع نسبة النجاح اعتمادًا على عدة عوامل:

التهوية والإجهاد اللاهوائي

أظهرت المعاملة الأولى أن بذور المانجروف تتطلب تهوية مناسبة لضمان استمرار التنفس الخلوي. إن تراكم نواتج التحلل اللاهوائي التي لاحتظانها في أسوداد البذور يعكس تدهور النشاط الأيضي الناتج عن نقص الأكسجين، وهي ظاهرة موثقة علمياً كعامل مدمر لحيوية بادرات المانجروف عند تعرضها للغمر.

الرطوبة وحساسية الجذور الحديثة

في المعاملة الثانية انخفضت نسبة نجاح البادرات في النمو بعد نقلها إلى الأخص إلى (50%) بسبب الجفاف المؤقت 72 ساعة. هذا التراجع في الحيوية وذبول الفلقات يؤكد ما أشار إليه حول أهمية التوازن المائي والملحي للنمو. فبينما يمتلك المانجروف قدرة على التكيف مع الملوحة، إلا أن الجفاف الفيزيائي في مراحل الإنبات الأولى يثبط نمو الجذور ويقلل الوزن الجاف للبادرة [1] [2] كما أن النتائج تدعم استنتاجات أن تخزين البذور حتى في رطوبة مرتفعة (90%) لفترات معينة يقلل من سرعة الإنبات. [7]

تحليل التباين الأحادي

للتحقق من مدى معنوية الفروق الظاهرية المرصودة في معدلات إنبات بذور المانجروف الرمادي *Avicennia marina* تحت تأثير متغيرات التهوية، الرطوبة والجفاف، خضعت البيانات النوعية والكمية لعمليات معالجة إحصائية (الجدول 2) بهدف استبعاد عامل المصادفة وتأكيد ما إذا كان التباين الحاد في النتائج يعود بصفة أساسية إلى الاختلاف في معاملات التهوية والرطوبة. حيث تم الاعتماد على اختبار تحليل التباين الأحادي كأداة إحصائية قياسية للمقارنة بين المعاملات الثلاث، وهو ما يوضحه الجدول.

الجدول 2: تحليل التباين الأحادي

مصدر التباين	درجات الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	قيمة f المحسوبة	قيمة p-value
	df	ss	ms		
بين المعاملات	2	15.88	7.50	60.00	> 0.0001
داخل المعاملات	87	10.88	0.125		
المجموع	89	25.88			

حيث بين التحليل الإحصائي أن قيمة F المحسوبة عالية جداً (60.00)، مما يعني أن التباين بين المعاملات أكبر بكثير من أي تباين عشوائي قد يحدث داخل كل مجموعة.



الشكل 4: تأثر جذور البذور بالجفاف بعد تكوّن نتيجة غياب الرطوبة.



الشكل 6: نجاح تجدير البذور تحت ظروف رطوبة مستقرة وتهوية جيدة.



الشكل 7: نقل البذور إلى الأخص بعد نجاح التجدير



الشكل 8: تكون الأوراق الحقيقية

- Bedagai, "J. Derma Pengabdian Dosen Perguruan Tinggi, vol. 4, no. 1, 2024. doi: 10.54123/deputi.v4i1.326
- [2] 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," *Int. J. Sci. Technol.*, vol. 36, no. 2, pp. 1–10, 2025. doi: 10.62341/amsw0306
- [3] 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 J. Med. Appl. Sci.*, vol. 3, no. 4, pp. 42–47, 2025.
- [4] S. E. Yuniatika, E. D. Hastuti, and E. S. Saptiningsih, "Respon Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Semai Bakau *Rhizophora mucronata* Lamk. Pada Komposisi Media Tanam yang Berbeda," *Bul. Anatomi Fisiol.*, vol. 8, no. 2, pp. 138–145, 2023. doi: 10.14710/baf.8.2.2023.138-145
- [5] F. Kimera, B. Sobhi, M. K. Omara, and H. Sewilam, "Impact of Salinity Gradients on Seed Germination, Establishment, and Growth of Two Dominant Mangrove Species Along the Red Sea Coastline," *Plants*, vol. 13, no. 24, p. 3471, 2024. doi: 10.3390/plants13243471
- [6] N. Yuniarti and D. F. Djaman, "Teknik pengemasan yang tepat untuk mempertahankan viabilitas benih bakau (*Rhizophora apiculata*) selama penyimpanan," *Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon.*, vol. 1, pp. 1438–1441, 2015. doi: 10.13057/PSNMBI/M010630
- [7] H. Halimursyadah, "Pengaruh kondisi simpan terhadap viabilitas dan vigor benih *avicennia marina* (forsk.) vierh. pada beberapa periode simpan," *J. Agrotek Tropika*, vol. 17, no. 2, 2020. doi: 10.23960/JA.V17I2.4281
- [8] Z. Barhoumi, A. A. Hussain, and A. Atia, "Physiological Response of *Avicennia marina* to Salinity and Recovery," *Russ. J. Plant Physiol.*, vol. 68, no. 4, pp. 696–707, 2021. doi: 10.1134/S1021443721040026
- [9] M. Basyuni et al., "Growth of salt-secreter and non-salt secreter mangrove seedlings with varying salinity and their relations to habitat zonation," *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, vol. 236, no. 1, p. 012050, 2019. doi: 10.1088/1755-1315/236/1/012050
- [10] H. Purnobasuki and E. S. W. Utami, "Seed germination of *avicennia marina* (forsk.) vierh. by pericarp removal treatment," *Biotropia*, vol. 23, no. 2, pp. 75–84, 2017. doi: 10.11598/BTB.2016.23.2.349
- [11] A. Atia, A. A. Hussain, and B. Zouhaier, "Germination and Photosynthetic Responses to Salinity and Alkalinity in *Avicennia marina* Propagules," *Phyton*, vol. 91, no. 5, pp. 1015–1026, 2022. doi: 10.32604/phyton.2022.017778

الدلالة الإحصائية (>0.0001) القيمة أقل بكثير من 0.05. وهذا يؤكد وجود تأثير معنوي عالي جدًا لظروف الرطوبة والتهوية على نجاح الإنبات.

الخلاصة

يتضح من المعاملات الثلاث أن ظروف النقل والتخزين تشكل العامل الأكثر تأثيرًا على حيوية بذور المانجروف الرمادي قبل الزراعة، وبالتالي تحتاج إلى توازن دقيق بين الرطوبة والتهوية، وأي خلل سواء بالغمر اللاهوائي أو بالجفاف يؤدي إلى انخفاض كبير في نسبة نجاح الإنبات. إن اعتماد بروتوكول نقل سريع ومعاملة رطبة جيدة التهوية يضمن نسبة إنبات عالية جدًا قد تصل إلى 100%.

التوصيات

- 1- المحافظة على التهوية الجيدة للبذور.
- 2- المحافظة على رطوبة متوسطة دون غمر مفرط.
- 3- تقليب الوسط المستخدم يوميًا لضمان التهوية.
- 4- عدم ترك البذور ذات الجذور الحديثة معرضة للجفاف لأكثر من 24 ساعة.
- 5- استخدام وسط زراعة نهائي مكون من رمل و بيتموس بالإضافة للغمر المائي الجزئي لضمان بيئة شبه ساحلية مناسبة.

Author Contributions: Qunbour, Alkamoushi, and Mahammed: Conceptualization, methodology; writing—original draft preparation, review and editing. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: "This research received no external funding."

Data Availability Statement: "The data supporting the findings of this study are available within the article."

Conflicts of Interest: "The authors declare that they have no conflict of interest."

Acknowledgments: "The authors would like to express their appreciation to the Sustainable Development Research Center, Al-Khums, Libya; the Libyan Academy for Graduate Studies, Al-Khums, Libya; and the College of Renewable Energy, Tajoura, Libya for their support during the study."

References

- [1] E. Chaniago, A. Lubis, and I. Hasrizart, "Penanaman Mangrove untuk menjaga Pelestarian ekosistem pantai di Desa Nagalawan Kecamatan Perbaungan Kabupaten Serdang