Effect of salt stress on some growth parameters of gray mangrove seedlings *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.

Jihad M. M. Al-Zewar[1], Taha Yaseen. Al-Edany[2], Jabbar D. Naema[3]

1Marine Science Centre, University of Basrah, Iraq.,
2Collage of Agriculture, University of Basrah, Iraq.,
3Collage of Science, University of Basrah, Iraq.

*Corresponding Author E-mail: jihad.majeed@uobasrah.edu.iq

Received 11/01/2025 Accepted 18/03/2025 Published 25/06/2025

Abstract

The experiment was conducted in one of the orchards of Abu Al-Khaseeb district of Basrah Governorate Iraq for a period of 180 days from Nov. 2021 to May 2022, using a tidal bioreactor as a model for environmental conditions on the marine coasts. In the experiment, two-month-old (2m) and 24-month-old (24m) seedlings were used at planting and five salinity levels (5, 15, 25, 35, and 50 ppt) with 6 replicates. Measurements of growth indicators, which recorded the highest values in plants treated with 25 ppt saline concentration, for (24m) seedlings 6 months after the planting, as they reached 76.3 cm, 116.7 leaves.plant-1, 2280 cm2.plant-1, 17.33 branches.plant-1 and 62.4 µg.cm-2 for the indicators of the total height of the plant, the total number of leaves in the plant, the total leaf area, the number of lateral branches, and the total leaf content of chlorophyll, respectively. Recorded the highest value of the total fresh weight in treated plants 50 ppt was 124.81 g, while no large differences were observed in the percentage for the dry matter of the plants and for all the saline treatments, while the plants of the 35 ppt treatment achieved the highest survival rates of 100% for seedlings of (2m) and (24m) after six months of cultivation. The results were compared according to the Least Significant Difference (L.S.D.) test at a probability level of 0.05.

Keywords: Gray mangrove, Avicennia marina, bioreactor, vegetative traits, biomass, salt tolerance, chlorophyll content.

المقدمة:

أشجار المانغروف (القرم) هي مجموعة من النباتات الملحية أو النباتات التي تتحمل الملوحة والتي تشغل موائل المد والجزر داخل المناطق الساحلية ومصبات الأنهار. تتكيف هذه المجموعة من النباتات بشكل فريد للنمو في ظل ظروف إجهاد الملوحة المستمر، وكذلك التشبع المستمر للرواسب (Tomlinson, 1986)، ان نبات *Avicennia marina* (Forssk.) والمعروف أيضًا باسم القرم الرمادي أو القرم الأبيض، هو احد انواع المانغروف، ويعود هذا النوع الى عائلة Verbenaceae، ولكن وضع مؤخراً من قبل بعض علماء النبات ضمن عائلة Avicenniaceae واقترحت دراسات علم الوراثة الحديثة أن جنس *Avicennia* يعود الى عائلة Acanthaceae، والجنس مدرج في تلك العائلة في نظام Angiosperm Phylogeny Group. (https://en.wikipedia.org/wiki/Avicennia)

P-ISSN: 1812-237X, E-ISSN: 2788-5720, https://ijaqua.uobasrah.edu.iq/index.pip/iaqua
This is an open access article under the CC BY 4.0 license
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

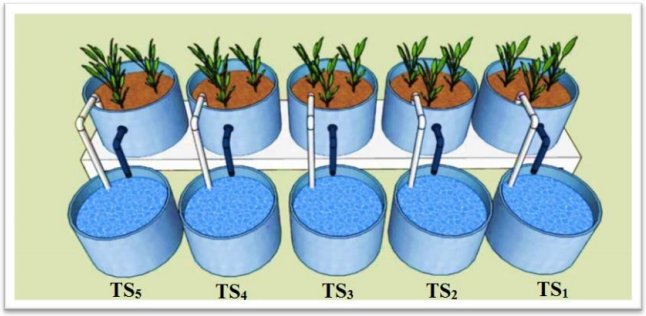
يعرف القرم الرمادي بأنه أحد أنواع المانغروف الموزعة على نطاق واسع والتي تزدهر في الموائل عالية الملوحة. وهو يلعب دورًا مهمًا في دعم النظام البيئي الساحلي وله إمكانيات فريدة لتحمّل الضغوط البيئية، لا سيما درجات الحرارة المنخفضة والملوحة العالية. اذ تتكيف أشجار المانغروف بشكل جيد للنمو تحت ضغط الملوحة المستمر بسبب العديد من التكيفات الفسيولوجية والكيميائية الحيوية. اذ يمكنها التغلب على الإجهاد التناضحي عن طريق تراكم الملح في الأوراق وفصل المياه عن الأيونات عند تغطيتها بمياه البحر (Stuart *et al*., 2007) و (Reef and Lovelock, 2015) طورت اشجار المانغروف استراتيجيات بقاء مختلفة مثل: تراكم الأسمولات Osmotics واستبعاد الملح من الجذور وإفراز الملح من خلال الأجزاء الهوائية من النباتات وعزل الملح بكفاءة في الأوراق القديمة (Tomlinson, 1986) و (Parida and Jha, 2010).

بناءً على هذه الآليات التكيفية تم تصنيف أشجار المانغروف الى نباتات مفرزة للملح مثل الأنواع التي تنتمي إلى الاجناس *Avicennia* L. و *Aegiceras* Gaertn. و *Acanthus* L. وغير المفرزة للملح (المرشحات الفائقة) مثل الأنواع التي تنتمي إلى الاجناس *Bruguiera* Lam. و *Rhizophora* L. و *Ceriops* Arn.، (Scholander *et al*., 1962) و (Tomlinson, 1986) و (Parida and Jha, 2010) كما بين Krishnamurthy *et al*., (2014) أن جذور نباتات المانغروف تقوم بتصفية الملح ومنع امتصاص الأيونات السامة في الأنسجة النباتية. تعد الملوحة أحد العوامل البيئية المحددة لموائل أشجار القرم الرمادي وتتباين من المياه العذبة الموسمية إلى البيئات المائية شديدة الملوحة في الطبيعة، ينتشر القرم الرمادي في الموائل عالية الملوحة مع ملوحة تصل إلى 1.5 مرة (Martin *et al*., 2010) أو مرتين (Reef *et al*., 2012) من مياه البحر، كما أنها واحدة من أكثر أشجار المانغروف تحملاً للملوحة والجفاف وانخفاض درجات الحرارة.(Morrisey *et al*., 2010) ووفقاً للعديد من دراسات النمو فان الملوحة المثلى لنمو القرم الرمادي تتراوح من 10 إلى 90٪ من مياه البحر الملوحة (35 ppt)، اعتماداً على مصدر الشتلات وظروف النمو. مع ذلك، تم العثور على نمو ضعيف باستمرار في المياه العذبة لأسباب غير معروفة Nguyen). (2015 *et al*.,بدأت أول محاولة لإدخال اشجار المانغروف صنف القرم الرمادي *A. marina* إلى العراق من قبل فريق علمي من مركز علوم البحار/ جامعة البصرة في عام 2016، وجرت محاولة استزراع هذه الأشجار في بعض المناطق الساحلية العراقية عام 2019 بالتعاون مع بعض المؤسسات العلمية المحلية والإقليمية ضمن تجربة تعد الاولى من نوعها في البلد Alrubaye). *et al*., 2023 (In press))

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد التركيز الملحي الأمثل لنمو شتلات القرم الرمادي من خلال دراسة بعض مؤشرات النمو للشتلات باستخدام طريقة المفاعل الحيوي (bioreactor) لمحاكاة نظام المد والجزر في البيئة الساحلية.

المواد وطرائق العمل:

أجريت هذه التجربة في احدى بساتين قضاء أبي الخصيب التابع لمحافظة البصرة، لمدة 180 يوماً للفترة من 2021/11/9 2022/5/9 استخدم فيها التصميم العشوائي الكامل مع عاملين، ست مكررات من نبات القرم الرمادي بعمر شهرين و ست مكررات بعمر سنتين في كل حوض لكل تركيز ملحي، وخمسة مستويات من التراكيز الملحية (TS1 و TS2 و TS3 و TS4 وTS5) 5 و 15 و 25 و 35 و 50 ppt على التوالي. استخدمت طريقة المفاعل الحيوي (Bioreactor) في التجربة لمحاكات ظاهرة المد والجزر في النظام البيئي للمانغروف من خلال تطبيق نظام المد والجزر مع دورتين مديتين باستخدام مضخات صغيرة، كل منهما يعمل لمدة 6 ساعات كما هو موضح في لوحة (1). تم تحضير المحاليل الملحية بإذابة الملح البحري النقي بوزن (5 و 15 و 25 و 35 و 50) غرام/لتر من الماء المقطر.



لوحة 1. تصميم نظام المفاعل الحيوي (Bioreactor) المد والجزر للزراعة المائية لنبات القرم الرمادي للتراكيز الملحية.

مؤشرات النمو للنبات :

قيست مؤشرات النمو في الاحواض لمدة ستة اشهر في الفترات P1 و P2 و P3 (0 و 3 و 6 اشهر) من عمر التجربة على التوالي. سجل ارتفاع النبات (سم) باستخدام شريط قياس من سطح التربة الى الطرف العلوي للنبات وتم تسجيل متوسط ارتفاع ثلاثة نباتات لشتلات (الشهرين و24 شهر) في كل حوض. وحسبت عدد الأوراق الكلي للنباتات المنتخبة. كما قيست المساحة السطحية للأوراق لكل نبات باستخدام برنامج ImageJ software وحسب طريقة Stawarczyk and Stawarczyk, (2015).

المساحة الورقية الكلية (سم^2.نبات$^{-1}$) = متوسط مساحة ورقة واحدة × العدد الكلي للأوراق

كما حسبت عدد النموات الجانبية لكل نبات مأخوذ خلال فترة التجربة. وتم حساب معدل البقاء للشتلات المستزرعة في نهاية التجربة.

$$\text{معدل البقاء (\%)} = \frac{\text{عدد الشتلات الباقية}}{\text{العدد الكلي للشتلات المستزرعة}} \times 100$$

بينما حسب الوزن الطري (غم) والنسبة المئوية للمادة الجافة (%) لأجزاء النبات وذلك بحصاد ثلاث نباتات بشكل كامل من كل معاملة، وتم تقسيم النباتات الى مجموع خضري (اوراق وسيقان) ومجموع جذري (جذور)، ثم غسلت بشكل جيد لإزالة الاتربة والرواسب عليها، تم اخذ الوزن الطري (غرام) للعينات، بعدها جففت جميع العينات بالفرن عند درجة حرارة 65°م ولمدة 48 ساعة حتى ثبات الوزن. وحسبت الكتلة الحية للعينات (النسبة المئوية للمادة الجافة %) ووفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{الكتلة الحية (النسبة المئوية للمادة الجافة للعينة \%)} = \frac{\text{الوزن الجاف للعينة (غم)}}{\text{الوزن الطري للعينة (غم)}} \times 100$$

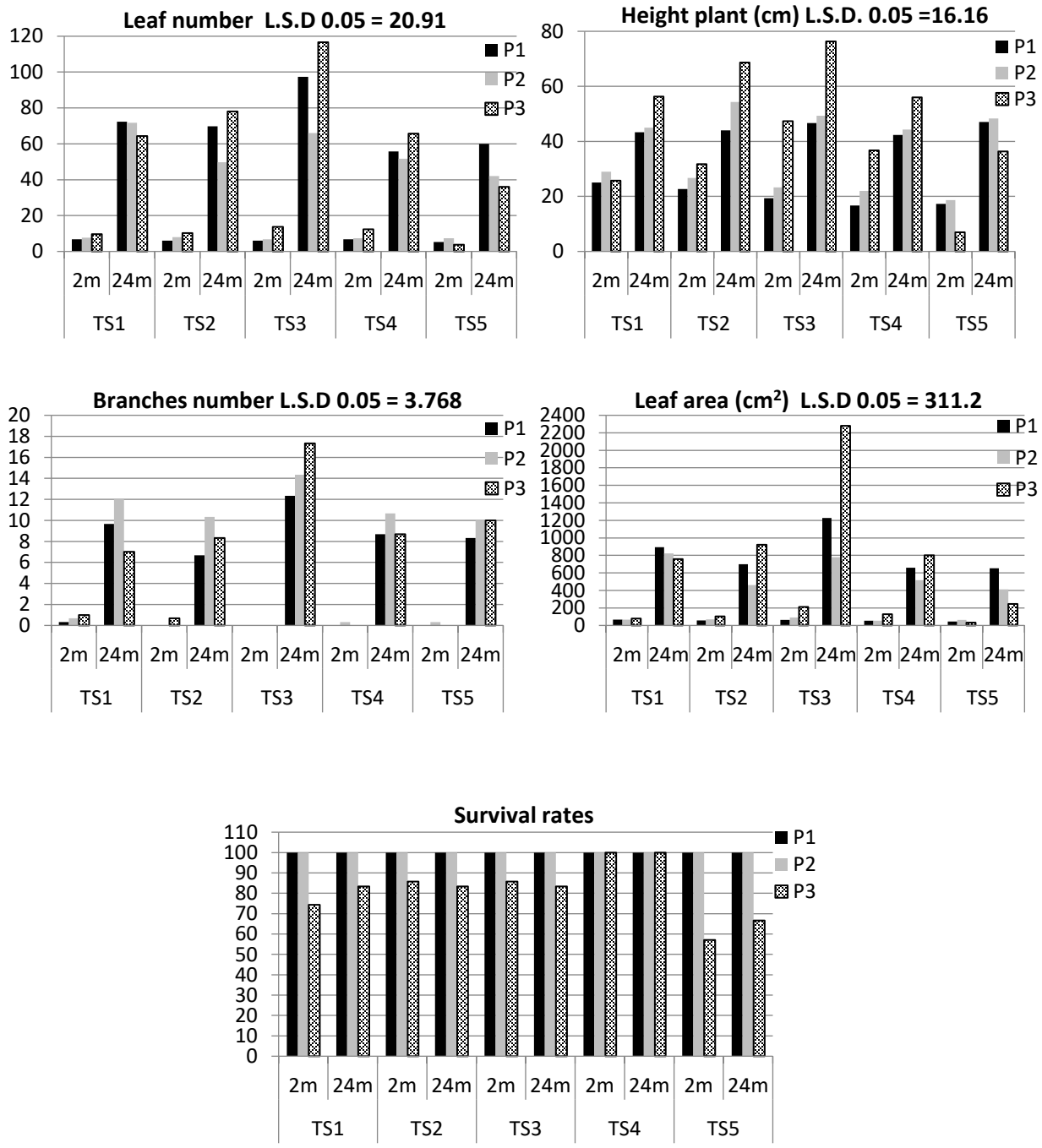
قيس محتوى الاوراق الكلي لصبغة الكلوروفيل (مايكروغرام.سم-2) باستخدام جهاز قياس الكلوروفيل atLEAF CHL PLUS Chlorophyll Meter (FT Green LLC, Wilmington, DE) تجميع امريكي.

التحليل الاحصائي:

اجري التحليل الإحصائي للبيانات باستخدام برنامج (GenStat 3) عند اقل فرق معنوي .L.S.D عند مستوى احتمال 0.05. للتحقق من استجابة اشجار المانغروف نوع القرم الرمادي للمعالجات الملحية.

النتائج:

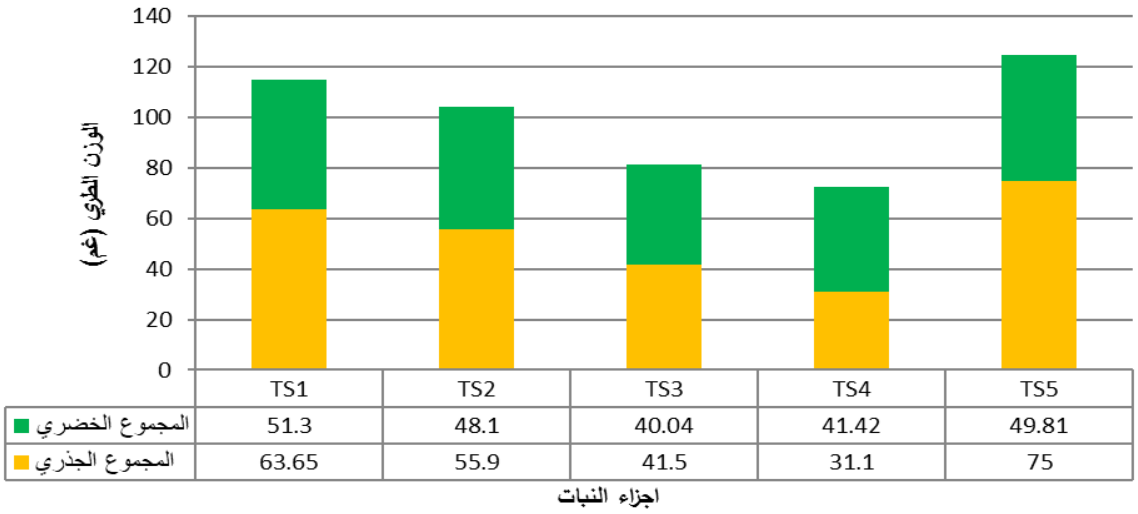
يظهر الشكل (1) نتائج الدراسة لمؤشرات النمو الخضري للنبات، اذ سجل أقصى متوسط نمو للشتلات m24 للمعاملة TS3 للفترة P3 لارتفاع النبات وعدد الاوراق والمساحة الورقية الكلية وعدد الافرع الجانبية والتي بلغت 76.3 سم و 116.7 ورقة.نبات-1 و 2280 سم2.نبات-1 و 17.33 فرع.نبات-1 على التوالي، في حين سجلت شتلات m2 ولنفس المعاملة وفترة القياس متوسط نمو بلغ 47.3 سم و 13.7 ورقة.نبات-1 و 213 سم2.نبات-1. كما بلغ ادنى متوسط نمو في شتلات m2 للمعاملة TS5 وللفترة نفسها اذ بلغت 7 سم و 3.7 ورقة.نبات-1 و 34 سم2.نبات-1 على التوالي، وسجلت شتلات m24 ادنى متوسط نمو خضري بلغ 36.3 سم و 36 ورقة.نبات-1 و 245 سم2.نبات-1 و 10 فرع.نبات-1 على التوالي ولنفس المعاملة وفترة القياس. كما تم احتساب نسب البقاء للنباتات المعاملة بتراكيز ملحية مختلفة للفترات P1 و P2 و P3 من بداية التجربة للشتلات بعمر شهرين m2 والشتلات بعمر سنتين m24 في بداية التجربة، حيث بين الشكل نفسه هذه النسب والتي كانت 100% بعد مرور 3 اشهر (P2) ولكل المعاملات، بينما اختلفت هذه النسب بعد مرور 6 اشهر (P3) اذ بلغت اقل نسبة بقاء لنباتات المعاملة TS5 لشتلات m2 والتي بلغت 57.14 % في حين بلغت نسبة البقاء لشتلات m24 ولنفس المعاملة 66.67 %، وحققت نباتات المعاملة TS4 اعلى نسبة بقاء بلغت 100 % ولكلا العمرين.



شكل 1. تأثير التراكيز الملحية المختلفة على معدل النمو الخضري ونسب البقاء لشتلات القرم الرمادي.

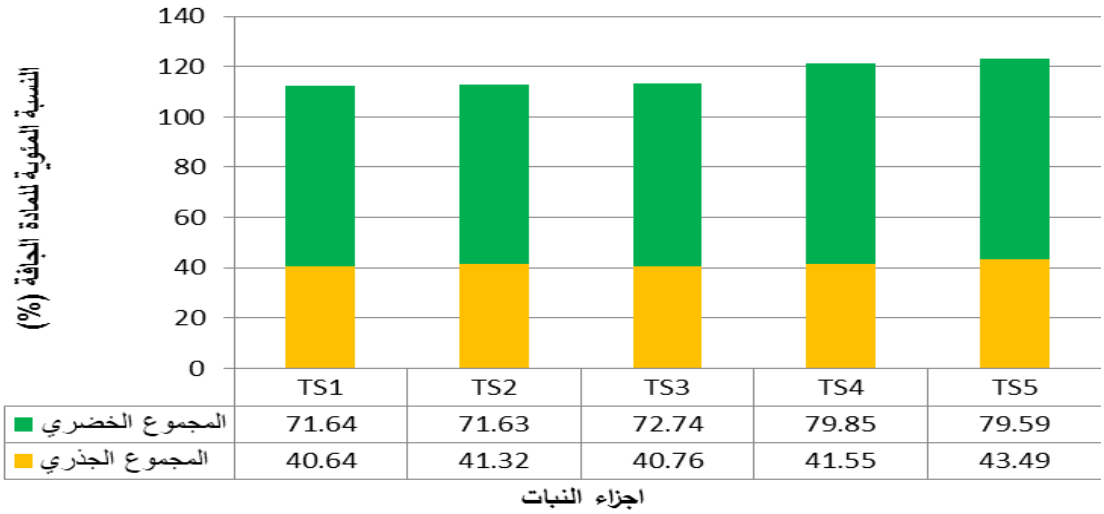
كما يوضح الشكل (2) الوزن الطري للأجزاء النباتية (المجموع الخضري والمجموع الجذري) لنبات القرم الرمادي والمعاملة بتراكيز ملحية مختلفة. اذ كانت لنباتات المعاملة TS5 اكبر قيمة اجمالية للوزن الطري للنبات سجلت 124.81 غم، بينما لوحظت ادنى قيمة اجمالية للوزن الطري عند المعاملة TS4 والتي بلغت 72.52 غم تلتها المعاملات TS3 و TS2 و TS1 والتي سجلت انخفاضاً في القيمة الاجمالية للوزن الطري مع زيادة التراكيز الملحية والتي بلغت 81.54 و 104.0 و 114.95 غم على التوالي. اما توزيع الوزن الطري بين الاجزاء النباتية فكان لنباتات المعاملة TS5 اعلى وزن طري للمجموع الجذري بلغ 75.0 غم

(60.09%) من الوزن الكلي للنبات مقارنة مع الوزن الطري للمجموع الخضري والذي بلغ 49.81 غم (39.91%) من الوزن الكلي للنبات. وكان اقل وزن طري للمجموع الجذري هو لنباتات المعاملة TS4 والتي بلغت 31.1 غم (42.88%) من الوزن الكلي للنبات قياساً مع الوزن الطري للمجموع الخضري 41.42 غم (57.12%).



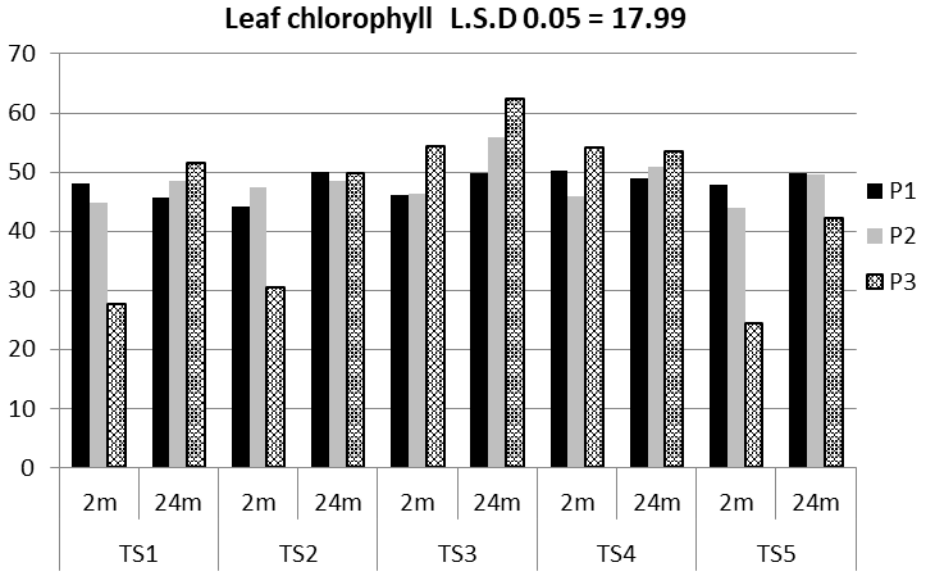
شكل 2. الوزن الطري للأجزاء النباتية (غم) لنبات القرم الرمادي المعاملة بتراكيز ملحية مختلفة.

كما اشارت النتائج في الشكل (3) الى النسبة المئوية للمادة الجافة (%) للأجزاء النباتية لنباتات القرم الرمادي والمعاملة بتراكيز ملحية مختلفة. اذ ازدادت القيمة الاجمالية للنسبة المئوية للمادة الجافة طردياً مع زيادة التراكيز الملحية، وسجلت اعلى قيمة اجمالية للنسبة المئوية للمادة الجافة (%) لنباتات المعاملة TS5 اذ كانت النسبة الاكبر للمجموع الخضري وبلغ 79.59%، قياساً بالنسبة المئوية للمجموع الجذري وكان 43.49%. بينما كانت اقل قيمة اجمالية للنسبة المئوية للمادة الجافة لنباتات المعاملة TS1 وكانت النسبة الاكبر للمجموع الخضري وبلغت 71.64% في حين بلغت النسبة المئوية للمادة الجافة للمجموع الجذري 40.64%.



شكل 3. النسبة المئوية للمادة الجافة للأجزاء النباتية (%) لنبات القرم الرمادي المعاملة بتراكيز ملحية مختلفة.

كما اوضح الشكل (4) تأثير التراكيز الملحية على المحتوى الكلي للكلوروفيل (مايكروغرام.سم$^{-2}$) في اوراق نبات القرم الرمادي اذ كان اكبر انخفاض في المحتوى الكلي للكلوروفيل وبشكل معنوي عند معاملة TS_5 ولشتلات 2m في الفترة P_3 اذ سجلت 24.5 مايكروغرام.سم$^{-2}$ مقارنة بالمعاملات الاخرى اذ بلغت اعلى قيمة للمحتوى الكلي للكلوروفيل 62.4 مايكروغرام.سم$^{-2}$ عند المعاملة TS_3 وشتلات بعمر 24m في فترة القياس نفسها.



شكل 4. تأثير التراكيز الملحية المختلفة على المحتوى الكلي للكلوروفيل لشتلات القرم الرمادي.

المناقشة:

ان مؤشرات النمو الخضري للنبات من الدلائل الحاسمة والاساسية على مدى مقاومة النبات للإجهاد الملحي وبالتالي على مدى امكانية هذا النبات على النمو في ظل هذا الاجهاد. اذ لوحظ من خلال الشكل (1) معدلات النمو الخضري (ارتفاع النبات والعدد الكلي للأوراق في النبات والمساحة الورقية الكلية للنبات وعدد الافرع الجانبية ومعدلات نسب البقاء) لنبات القرم الرمادي في ظل تراكيز ملحية مختلفة، اذ ازدادت معدلات النمو الخضري ونسب البقاء بتأثير التراكيز الملحية الى حد التركيز الامثل لنمو النبات اذ اعطت المعاملة TS_3 اعلى معدلات للنمو الخضري ونسب البقاء وهذا يتوافق مع العديد من الدراسات التي اجريت على نبات القرم (Aziz and Khan, 2001 و Jayatissa *et al.*, 2008 و Flowers and Colmer, 2015 و Moslehi *et al.*, 2021). بينما هنالك انخفاض ملحوظ في معدلات النمو الخضري في ظل زيادة التراكيز المحلية وهذا يتفق مع الدراسات (Reef and Lovelock, 2015; Naidoo, 2006; Aziz and Khan, 2001; Parida and Das, 2005)، حيث تحسن هذه النباتات من ادائها بعدها تبدأ بالتدهور مع الزيادة في مستوى التراكيز الملحية الى الحد الذي يحدث فيه حالات التقزم للنبات وقد تصل الى هلاكها وخاصة الشتلات الصغيرة في العمر، اذ اظهر نباتات المعاملة TS_5 انخفاضاً في هذه الصفات. تحتاج هذه النباتات الى مستويات ملوحة منخفضة في عملية الانبات حتى عمر (2-3) شهور بعدها تحتاج الى مستوى ملوحة اعلى لإكمال النمو حتى الوصول الى التركيز الامثل للأملاح الذي يكون عنده نمو النبات مكتملاً وكذلك الوظائف الفسلجية للنبات وتدعى هذه الظاهرة بالتحول في الملوحة المثلى (Kodikara *et al.,* 2017). ان التأثير الضار للأملاح يعود الى تثبيط امكانية النبات لامتصاص الماء والعناصر الغذائية، اذ يعيق وجود NaCl امتصاص المغذيات من التربة بسبب الاختلاف الأسموزي بين التربة وداخل خلايا الجذر مما يسبب اختلال التوازن الايوني (كتيون – انيون) في النبات تحت تأثير الملوحة (Fageria *et al.*, 2012; Petretto *et al.*, 2019)، اذ ان زيادة تركيز ايون الكلورايد يؤثر على عملية امتصاص النترات من قبل النبات بينما يؤثر ايون الصوديوم في امتصاص الكالسيوم والبوتاسيوم مما يؤدي الى نقص في هذين العنصرين (Qados, 2011). ان تركم الاملاح بكميات كبيرة داخل الانسجة النباتية يفوق حاجة النبات يؤثر سلباً على العمليات الكيموحيوية داخل الخلايا والذي تؤدي الى حدوث اضطراب الفعاليات المرتبطة باستمرار التفاعلات الكيميائية المتعلقة بالنمو وخاصة انزيمات البناء وتصنيع البروتينات

والكربوهيدرات وانزيمات دورة التحلل السكري (David and Nilsen, 2000 و Tuteja, 2005). كما تؤثر ظروف الشد الملحي العالي على نمو الاوراق وذلك من خلال انخفاض ضغط الامتلاء Turgor pressure في خلايا الاوراق وهذا يؤدي الى قلة تدفق الماء والمواد الغذائية وانتقال هرمونات النمو من الجذر الى باقي اجزاء النبات (Suárez and Sobrado, 2000 و Kawakami *et al.*, 2006). كذلك تشجع ظروف الشد الملحي العالي النبات على تكوين مثبطات النمو مثل حامض الابسيسك والاثلين، وتثبيط عملية التركيب من خلال غلق الثغور في الورقة وقلة نفاذ غاز ثاني اوكسيد الكاربون الى داخل الورقة مما يؤثر في انتاج الكربوهيدرات والمواد الضرورية لنمو الاوراق وتطورها وهذا يؤدي الى تحديد المساحة الورقية للنبات (Davis and Zhaug, 1991 و Parida and Das, 2005). هنالك آليات مختلفة لتحمل الملح، مثل استبعاد الملح وإخراج الملح وتراكم الملح والتنظيم التناضحي في نباتات المانغروف (Tomlinson, 1986). اذ أوضح Duarte *et al.,* (2014) أن أوراق أشجار المانغروف يمكن أن تفرز الملح لحماية عمليات التمثيل الغذائي للأوراق من التلف بسبب التركيز المفرط للملح. ويعزى التحمل العالي للشد الملحي لنبات القرم الرمادي الى افراز الملح من خلال الغدد الملحية في الاوراق وزيادة فعالية استبعاد الايونات في الجذور (Ye *et al.*, 2005). وبين Naidoo and Naidoo (2021) ان انخفاض النمو في اشجار المانغروف مع زيادة التراكيز الملحية العالية يعود الى زيادة تكلفة الطاقة لامتصاص المياه واستبعاد الملح.

اوضح الشكل (2) تأثير التراكيز الملحية على الوزن الطري لأجزاء النبات، فقد بين ان الوزن الطري لنباتات القرم قد ازداد في معاملات التراكيز الملحية العالية TS_5 تليها نباتات المعاملات الملحية المنخفضة TS_1 و TS_2 اذ ان اعلى قيمة للوزن الطري لهذه المعاملات كانت في المجموع الجذري مقارنة بنباتات المعاملات الملحية المتوسطة TS_3 و TS_4، وهذا يدل على ان هذه النباتات تتكيف للمعيشة في الترب المالحة والتي يكون فيها التراكم الايوني للكلورايد Cl^- والصوديوم Na^+ عالياً مما يؤدي الى جعلها ذات جهد مائي عالي السالبية وهذا يؤدي الى احتفاظها بالماء وقلة جاهزيته للنبات مما يقلل من امتصاص العناصر المعدنية الضرورية للنمو (Mensah *et al.*, 2006)، اذ تعمل نباتات القرم في الظروف الملحية العالية على تركيز الماء في الجذور وذلك للتغلب على السالبية العالية في التربة وزيادة امتصاص العناصر الغذائية من التربة مما يزيد من الوزن الطري لها، بينما في الترب ذات التراكيز الملحية المنخفضة يكون الجهد المائي داخل النبات اعلى سالبيه من التربة مما يزيد من امتصاص الماء وبذلك يكون الوزن الطري عالياً وخصوصاً في المجموع الجذري عكس النباتات التي تعيش في الظروف الملحية المعتدلة والتي تكون فيها نباتات القرم اكثر تكيفاً للمعيشة فيها. في حين لم تلاحظ فروق كبيرة في النسبة المئوية للمادة الجافة للنباتات ولكل المعاملات الملحية، اذ كانت النسبة المئوية الاكبر للمادة الجافة متمثلة في المجموع الخضري اذ لم تؤثر التراكيز الملحية المختلفة على النسبة المئوية للمادة الجافة الكلية لنبات القرم (الشكل 3).

كما بين الشكل (4) تأثير التراكيز الملحية المختلفة في المحتوى الكلي لصبغة الكلوروفيل في اوراق نبات القرم الرمادي، اذ اشارت النتائج الى عدم وجود تأثير معنوي للأملاح ولجميع التراكيز في المحتوى الكلي للكلوروفيل في الأوراق شتلات 24m، بينما ازداد المحتوى الكلي للكلوروفيل في شتلات 2m في الفترة P_3 لمعاملات التراكيز الملحية المتوسطة TS_3 و TS_4 مقارنة بمعاملات التراكيز الملحية المنخفضة والعالية، والسبب هو ان تأثير الاجهاد الملحي المنخفض والعالي على شتلات الصغيرة يكون اكبر مقارنة بشتلات الاكبر عمراً بسبب التحول في الملوحة المثلى.

يتأثر التمثيل الضوئي في النبات بشدة بالعوامل البيئية. اذ تؤثر الملوحة العالية على البناء الضوئي في نباتات المانغروف وذلك بسبب غلق الثغور تحت ظروف الاجهاد مما يؤدي الى خفض معدل التبادل الغازي وبالتالي تقليل معدل البناء الضوئي في النبات (Tayler and Rowley, 1971 و Farquhar and Shakey, 1982). تتحكم الثغور في التبادل الغازي بين الجزء الداخلي للورقة والجو الخارجي وتحسن من كفاءة استخدام المياه WUE (Water use efficiency) (Eyland *et al.*, 2021). تنمو اشجار المانغروف في منطقة المد والجزر وتعوق التربة المالحة امتصاص الماء، اي ليس من السهل الحصول على الماء في البيئة المالحة، لذا فقد طورت اشجار المانغروف سلسلة من التكيفات لتعزيز كفاءة استخدام المياه في عملية البناء الضوئي اثناء النهار للحفاظ على دور التمثيل الغذائي في البيئات شديدة الملوحة (Reef and Lovelock, 2015).

يعتبر التوصيل الثغري Stomatal Conductance (Gs) هو العامل المحدد الاساسي لعملية البناء الضوئي لأشجار المانغروف (Chen *et al.*, 2022). كما يعد اداء البناء الضوئي مؤشراً جيداً على مستويات الاجهاد الفسيولوجي في جميع النباتات، ويعكس اداء البناء الضوئي لأشجار المانغروف قدرتها على التكيف مع موائلها. اذ يرتبط الاختلاف في القدرة على البناء الضوئي لأشجار المانغروف بالملوحة. اذ لاحظ Ball and Farquher (1984) انخفاض معدل التمثيل الضوئي في شتلات المانغروف نوع القرم الرمادي تحت تأثير اجهاد الملوحة العالية مصحوباً بانخفاض التوصيل الثغري، وهذا يؤدي الى خفض

انتشار ثاني اوكسيد الكاربون في طبقة الميزوفيل وبالتالي خفض تركيزه في البلاستيدات الخضراء والذي يؤدي في النهاية الى خفض معدل البناء الضوئي ونمو النبات (Parida *et al.*, 2003).

الاستنتاجات:

تظهر النتائج ان التركيز الملحي الامثل لنمو نباتات القرم الرمادي يكون عند التراكيز الملحية المتوسطة (25 ppt) اذ لوحظ تحسين نمو النبات من خلال تفوق هذه النباتات في مؤشرات النمو الخضري للنبات (الارتفاع الكلي للنبات و العدد الكلي للأوراق في النبات والمساحة الورقية الكلية وعدد الافرع الجانبية ونسب البقاء والوزن الطري والنسبة المئوية للمادة الجافة لأجزاء النبات)، اضافة الى المحتوى الكلي لصبغة الكلوروفيل في الاوراق مقارنة بالتراكيز الملحية المنخفضة (5 و 15 ppt) والتراكيز الملحية العالية (35 و 50 ppt).

References

Alrubaye, A.; Al-Zewar, J.M.; Al-Aradi H.J. and Qasim, A.M. (2023). Possibility of cultivation gray mangroves *Avaccinnia marina* (Forsk.) Vierh. in the Iraqi coasts. Iraqi j. Aqua., 20(1), 1-18. https://doi.org/10.58629/ijaq.v20i1.453.

Aziz, I. and Khan, M.A. (2001). Effect of seawater on the growth, ion content and water potential of *Rhizophora mucronata* Lam. J. Plant Res., 114(3): 369. https://doi.org/10.1007/PL00013998.

Ball, M.C., and Farquhar, G.D. (1984). Photosynthetic and stomatal responses of two mangrove species, *Aegiceras corniculatum* and *Avicennia marina*, to long term salinity and humidity conditions. Plant Physiol., 74(1): 1-6. https://doi.org/10.1104/pp.74.1.1.

Chen, C.I.; Lin, K.H.; Huang, M.Y.; Wong, S.L.; Liao, T.S.; Chen, M.N.; ... and Wang, C.W. (2022). Photosynthesis in response to different salinities and immersions of two native Rhizophoraceae mangroves. Cells, 11(19): 3054. https://doi.org/10.3390/cells11193054.

David, M.O. and Nilsen, E.T. (2000). The Physiology of Plant Under Stress. John Wiley and Sons , Inc.

Davies, W.J. and Zhang, J. (1991). Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. Annu. Rev. Plant Boil., 42(1): 55-76. https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.42.1.55.

Duarte, B.; Sleimi, N. and Cacador, I. (2014). Biophysical and biochemical constraints imposed by salt stress: learning from halophytes. Front. Plant Sci., 5: 746. https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00746.

Eyland, D.; van Wesemael, J.; Lawson, T. and Carpentier, S. (2021). The impact of slow stomatal kinetics on photosynthesis and water use efficiency under fluctuating light. Plant Physiol., 186(2): 998-1012. https://doi.org/10.1093/plphys/kiab114.

Fageria, N.K.; Stone, L.F. and Santos, A.B.D. (2012). Breeding for salinity tolerance. In Plant Breeding for Abiotic Stress Tolerance (pp. 103-122). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-30553-5_7.

Farquhar, G.D. and Sharkey, T.D. (1982). Stomatal conductance and photosynthesis. Annu. Rev. Plant Physiol., 33(1): 317-345.

Flowers, T.J. and Colmer, T.D. (2015). Plant salt tolerance: adaptations in halophytes. Ann. Bot., 115(3): 327-331. https://doi.org/10.1093/aob/mcu267.

https://en.wikipedia.org/wiki/Avicennia.

Jayatissa, L.P.; Wickramasinghe, W.A.A.D.L.; Dahdouh-Guebas, F. and Huxham, M. (2008). Interspecific variations in responses of mangrove seedlings to two contrasting salinities. Int. Rev. Hydrobiol., 93(6): 700-710. https://doi.org/10.1002/iroh.200711017.

Kawakami, J.; Iwama, K. and Jitsuyama, Y. (2006). Soil water stress and the growth and yield of potato plants grown from microtubers and conventional seed tubers. Field Crops Res., 95(1): 89-96. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2005.02.004.

Kodikara, K.A.S.; Jayatissa, L.P.; Huxham, M.; Dahdouh-Guebas, F. and Koedam, N. (2017). The effects of salinity on growth and survival of mangrove seedlings changes with age. Acta Bot. Bras., 32: 37-46. https://doi.org/10.1590/0102-33062017abb0100.

Krishnamurthy, P.; Jyothi-Prakash, P.A.; Qin, L.; He, J.; Lin, Q.; Loh, C.S. and Kumar, P.P. (2014). Role of root hydrophobic barriers in salt exclusion of a mangrove plant *Avicennia officinalis*. Plant Cell Environ., 37(7): 1656-1671. https://doi.org/10.1111/pce.12272.

Martin, K.C.; Bruhn, D.A.N.; Lovelock, C.E.; Feller, I.C.; Evans, J.R. and Ball, M.C. (2010). Nitrogen fertilization enhances water-use efficiency in a saline environment. Plant, Cell Environ., 33(3): 344-357. https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2009.02072.x.

Mensah, J.K.; Akomeah, P.A.; Ikhajiagbe, B. and Ekpekurede, E.O. (2006). Effects of salinity on germination, growth and yield of five groundnut genotypes. Afr. J. Biotechnol., 5(20): 1973-1979.

Morrisey, D.J.; Swales, A.; Dittmann, S.; Morrison, M.A.; Lovelock, C.E. and Beard, C.M. (2010). The ecology and management of temperate mangroves. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev., 48: 43-160. https://doi.org/10.1201/EBK1439821169-c2.

Moslehi, M.; Pypker, T.; Bijani, A.; Ahmadi, A. and Hallaj, M.H.S. (2021). Effect of salinity on the vegetative characteristics, biomass and chemical content of red mangrove seedlings in the south of Iran. Sci. Forest., 49(132): e3748. https://doi.org/10.18671/scifor.v49n132.16.

Naidoo, G. (2006). Factors contributing to dwarfing in the mangrove *Avicennia marina*. Annals of Botany, 97(6), 1095-1101. DOI: 10.1093/aob/mcl064

Naidoo, G., and Naidoo, K. (2021). Salinity exacerbates oil contamination effects in mangroves. Environ. Sci. Pollut. Res., 28(48): 68398-68406. https://doi.org/10.1007/s11356-021-15450-9.

Nguyen, H.T.; Stanton, D.E.; Schmitz, N.; Farquhar, G.D. and Ball, M.C. (2015). Growth responses of the mangrove *Avicennia marina* to salinity: development and function of shoot hydraulic systems require saline conditions. Ann. Bot., 115(3): 397-407. https://doi.org/10.1093/aob/mcu257.

Parida, A.K. and Das, A.B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicol. Environ. Saf., 60(3): 324-349. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2004.06.010.

Parida, A.K., and Jha, B. (2010). Salt tolerance mechanisms in mangroves: a review. Trees, 24(2): 199-217. https://doi.org/10.1007/s00468-010-0417-x.

Parida, A.K.; Das, A.B. and Mittra, B. (2003). Effects of NaCl stress on the structure, pigment complex composition, and photosynthetic activity of mangrove *Bruguiera parviflora*

chloroplasts. Photosynthetica, 41 (2): 191-200. https://doi.org/10.1023/B:PHOT.0000011951.37231.69.

Petretto, G.L.; Urgeghe, P.P.; Massa, D. and Melito, S. (2019). Effect of salinity (NaCl) on plant growth, nutrient content, and glucosinolate hydrolysis products trends in rocket genotypes. Plant Physiol. Biochem., 141, 30-39. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.05.

Qados, A.M.A. (2011). Effect of salt stress on plant growth and metabolism of bean plant *Vicia faba* (L.). J. Saudi Soc. Agric. Sci., 10(1): 7-15. https://doi.org/10.1016/j.jssas.2010.06.002.

Reef, R. and Lovelock, C.E. (2015). Regulation of water balance in mangroves. Ann. Bot., 115(3): 385-395. https://doi.org/10.1093/aob/mcu174.

Reef, R.; Ball, M.C. and Lovelock, C.E. (2012). The impact of a locust plague on mangroves of the arid Western Australia coast. J. Trop. Ecol., 28(3): 307-311. https://doi.org/10.1017/S0266467412000041.

Scholander, P.F.; Hammel, H.T.; Hemmingsen, E. and Garey, W. (1962). Salt balance in mangroves. Plant Physiol., 37(6): 722. https://doi.org/10.1104/pp.37.6.722.

Stawarczyk, M. and Stawarczyk, K. (2015). Use of the ImageJ program to assess the damage of plants by snails. Chem.Didact. Ecol. Metrol., 20(1-2): 67-73. https://doi.org/10.1515/cdem-2015-0007.

Stuart, S.A.; Choat, B.; Martin, K.C.; Holbrook, N.M. and Ball, M.C. (2007). The role of freezing in setting the latitudinal limits of mangrove forests. New Phytol., 173(3): 576-583. https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01938.x.

Suárez, N. and Sobrado, M.A. (2000). Adjustments in leaf water relations of mangrove (*Avicennia germinans*) seedlings grown in a salinity gradient. Tree Physiol., 20(4): 277-282. https://doi.org/10.1093/treephys/20.4.277.

Taylor, A.O. and Rowley, J. (1971). Plants under climatic stress: I. Low temperature, high light effects on photosynthesis. Plant Physiol., 47(5): 713-718. https://doi.org/10.1104/pp.47.5.713.

Tomlinson, B.P. (1986). The Botany of Mangroves. Camb., Engl.: Camb. Univ. Press. U.K. 413 pp.

Tuteja, N. (2005).Unwinding after high salinity stress. II. Development of salinity tolerant plant without affecting yield. Plant J. (India) , 24: 219-229.

Ye, Y.; Tam, N.F.Y.; Lu, C.Y. and Wong, Y.S. (2005). Effects of salinity on germination, seedling growth and physiology of three salt-secreting mangrove species. Aquat. Bot., 83(3): 193-205. https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2005.06.006.

تأثير الاجهاد الملحي في بعض مؤشرات النمو لشتلات القرم الرمادي *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh

جهاد مكي مجيد الزوار[1]، طه ياسين العيداني[2]، جبار دهري نعمة[3]

مركز علوم البحار- جامعة البصرة – العراق
كلية الزراعة – جامعة البصرة – العراق
كلية العلوم – جامعة البصرة – العراق

*Corresponding Author E-mail: jihad.majeed@uobasrah.edu.iq

تاريخ الاستلام: 2025/01/11 تاريخ القبول: 2025/03/18 تاريخ النشر: 2025/06/25

المستخلص

تم إجراء التجربة في احدى بساتين قضاء أبي الخصيب التابع لمحافظة البصرة - العراق لمدة 180 يوم للفترة من تشرين الثاني 2021 الى آيار 2022، باستخدام مفاعل حيوي للمد والجزر (bioreactor) كنموذج للظروف البيئية في السواحل البحرية. اذ استخدمت في التجربة شتلات بعمر شهرين وشتلات بعمر 24 شهر عند الزراعة، وخمسة مستويات ملحية (5 و 15 و 25 و 35 و 50 ppt) مع 6 مكررات. تم أجراء قياسات مؤشرات النمو والتي سجلت اعلى قيم لها في نباتات المعاملة بالتركيز الملحي (ppt25)، لشتلات 24 شهر بعد مرور 6 اشهر من موعد الزراعة، اذ بلغت (76.3سم) و (116.7 ورقة.نبات$^{-1}$) و (2280 سم^{2}.نبات$^{-1}$) و (17.33 فرع.نبات$^{-1}$) و (62.4 مايكروغرام.سم$^{-2}$) لمؤشرات الارتفاع الكلي للنبات و العدد الكلي للأوراق في النبات والمساحة الورقية الكلية وعدد الافرع الجانبية ومحتوى الاوراق الكلي لصبغة الكلوروفيل، على التوالي، بينما بلغت اعلى قيمة اجمالية للوزن الطري في نباتات المعاملة (ppt50) 124.81غم، في حين لم تلاحظ فروق كبيرة في النسبة المئوية للمادة الجافة للنباتات ولكل المعاملات الملحية، فيما حققت نباتات المعاملة (ppt35) اعلى نسب بقاء بلغت 100% لشتلات 2 m و 24 m بعد مرور ستة اشهر من الزراعة. وقورنت النتائج حسب اختبار اقل فرق معنوي L.S.D. عند مستوى احتمال 0.05.

الكلمات المفتاحية: القرم الرمادي، *Avicennia marina*، المفاعل الحيوي، الصفات الخضرية، الكتلة الحية، التحمل الملحي، محتوى الكلوروفيل.