

EFFET DE LA CONTRAINTE SALINE SUR LA CROISSANCE ET LE DÉVELOPPEMENT DE LA CORIANDRE *CORIANDRUM SATIVUM L.*

AMARA Nacira^{1*} et BENRIMA Atika¹

1. Université de Blida 1, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département des Biotechnologies, Laboratoire de Recherche en Biotechnologie des Productions Végétales, B.P. 270, route de Soumaa, Blida 09000, Algérie

Reçu le 20/05/2017, Révisé le 12/06/2017, Accepté et mis en ligne le 30/06/2017

Résumé

Description du sujet. L'étude de la contrainte saline chez la coriandre, nous a permis de distinguer au cours de son développement des perturbations sur sa croissance.

Objectifs. Le présent travail a pour objectif d'étudier les effets du stress salin sur les paramètres biométriques, physiologiques et biochimiques de la coriandre (*Coriandrum sativum L.*).

Méthodes. La coriandre a été soumise au stress salin par quatre traitements : 0 mM/l, 50 mM/l, 75 mM/l et 100 mM/l de NaCl. Des mesures biométriques et des dosages des paramètres physiologiques au stade phénologique ont été effectués.

Résultats. La salinité a engendré, une réduction au niveau des paramètres biométriques et des teneurs en chlorophylles. En revanche, l'accumulation en sucres solubles et en proline ont été augmentées.

Conclusion. Le stress salin a provoqué des perturbations morphologiques et une diminution de l'activité photosynthétique de la coriandre.

Mots clés : *Coriandrum sativum L.* ; contrainte saline ; croissance ; proline ; chlorophylles ; développement.

SALT STRESS EFFECTS ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF CORIANDER *CORIANDRUM SATIVUM L.*

Abstract

Description of the subject. The study of saline stress in coriander allowed us to distinguish during its development disturbances on its growth.

Objective. The aim of this work is to study the effects of saline stress on the physiological and biochemical parameters of coriander (*Coriandrum sativum L.*).

Methods. Coriander was subjected to salt stress by four treatments: 0 mM / l, 50 mM / l, 75 mM / l and 100 mM / l. However, biometric measurements were made at the vegetative stage and physiological parameters were measured at the phenological stage.

Results. Salinity resulted in a reduction in biometric parameters and chlorophyll levels. On the other hand, the accumulation in soluble sugars and prolin has been increased.

Conclusion. Salt stress caused morphological perturbations and decreased photosynthetic activity of coriander.

Keywords: *Coriandrum sativum L.*, salt stress; growth; prolin; chlrophylls; development.

*Auteur correspondant : Université de Blida 1- Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie – Département des Biotechnologies – Laboratoire de Recherche en Biotechnologie des Productions Végétales, B.P. 270, route de Soumaa, Blida 09000, Algérie. E-mail: amara_nacira@live.fr

INTRODUCTION

La salinisation des sols et de l'eau, sont les principaux facteurs abiotiques qui limitent la production végétale [1,2]. L'Algérie a connu une évolution écologique irréversible caractérisée par un passage du régime semi-aride à aride couvrant de grande surface [3]. La diminution des ressources hydriques dans ces régions [4] et l'extension des surfaces irriguées déclenchent la salinisation des sols [5]. La réponse au stress des végétaux, dépend de l'espèce, de la variété, de la concentration en sel et du stade du développement de la plante [6]. En conditions stressantes, les plantes peuvent réagir en mettant en œuvre des mécanismes physiologiques [7] et biochimiques [8] impliquant une activité enzymatique [9], Par la synthèse de composés organiques ayant un rôle d'osmoprotecteurs ou régulateurs osmotiques [10]. Dans le but d'explorer l'effet de la salinité sur les modifications et les réponses d'ordre morphologiques et physiologiques de la plante, nous nous sommes intéressés à une glycophyte, la coriandre plante aromatique et médicinale. L'objectif de ce travail s'oriente vers la connaissance de certains mécanismes liés à l'adaptation aux contraintes salines de la coriandre à savoir la réponse morphologique par des mesures biométriques et des dosages des paramètres physiologiques et biochimiques.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Matériel végétal et conduite de la culture

Le matériel végétal, utilisé est la coriandre (*Coriandrum sativum* L). La culture a été conduite sur sol dans des sachets en plastique noirs de capacité de 5 kg, dans une serre à aération latérale et où les températures maximales oscillent entre 11 et 21 °C et les températures minimales varient entre 04 et 10 °C durant la période de plantation (15 Novembre 2015 au 15 Mars 2016). Le semis a été effectué directement dans un substrat composé d'un mélange de 80% de sol et 20% de tourbe. L'irrigation a été faite avec l'eau du robinet selon les besoins jusqu'au stade levée.

2. Méthodes d'étude

2.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est un bloc aléatoire complet. La disposition des traitements a été faite d'une manière aléatoire selon la table de permutation des nombres aléatoires de 1 à 50. Après un mois, les plantules ont été soumises à quatre traitements différents par arrosage avec de l'eau du robinet à laquelle a été ajoutée du NaCl : 50 mM/l, 75 mM/l et 100 mM/l comparé au témoin 0 mM/l. Au niveau de chaque traitement nous avons 10 répétitions soit 10 sachets, 05 plants par sachet. Ce qui correspond à 50 plants par traitement et 200 plants au total.

2.2. Paramètres mesurés

Afin de déterminer l'effet des différents traitements de NaCl sur la coriandre, des paramètres biométriques (croissance en longueur et biomasse fraîche et sèche de la tige et de la racine) ont été effectués au stade végétatif et physiologique (dosage de la chlorophylle, les sucres solubles et la proline) ont été réalisés aux trois stades phénologique (végétatif, floraison et fructification) de la plante. Le dosage de la chlorophylle a, b et c a été réalisé selon la méthode de [11]. Les sucres solubles ont été dosés selon la méthode de [12]. La proline a été dosée selon la technique utilisée par [13].

2.3. Analyse statistique

L'analyse de la variance et la comparaison des moyennes ont été réalisées selon la méthode de Newman Keuls basée sur la petite différence significative, à l'aide du test de Fischer $P < 0,05$

RÉSULTATS

1. Effet de NaCl sur la hauteur de la tige et la racine

La variation des hauteurs des parties aérienne (PA) et racinaire (PR), chez la coriandre pour les quatre traitements (T_0 , T_1 , T_2 et T_3) est représentée dans la (Fig.1).

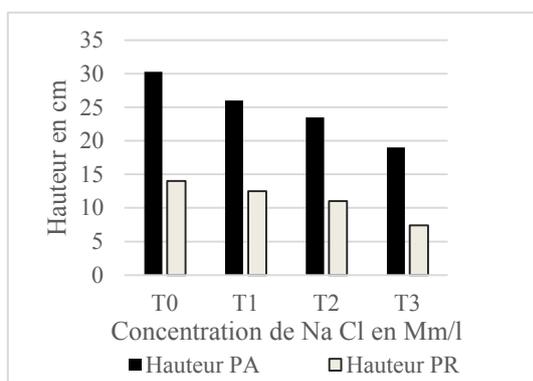


Figure 1: Effet du stress salin sur la hauteur de la tige et de la racine

Le stress salin a entraîné une diminution significative de la croissance en longueur de la partie aérienne et souterraine au niveau des trois traitements (T_1 , T_2 et T_3) testés par rapport au témoin T_0 . Effectivement, les taux de réduction, les plus élevés de la croissance en longueur de la tige et de la racine par rapport au témoin ont été obtenus au traitement T_3 100mM/l (37,29%) et (47,14%) respectivement. Cependant, les taux de réduction les plus faibles correspondent au traitement T_1 50 mM/l (14,19%) et (10,71%) respectivement. En somme, cette réduction est d'autant plus importante que la contrainte saline est plus sévère.

2. Effet de NaCl sur la biomasse fraîche et sèche produites

Les valeurs des mesures des biomasses fraîche et sèche des parties aérienne et souterraine de la coriandre soumise à un stress salin à différentes concentrations sont regroupées dans les (Fig. 2) et (Fig. 3).

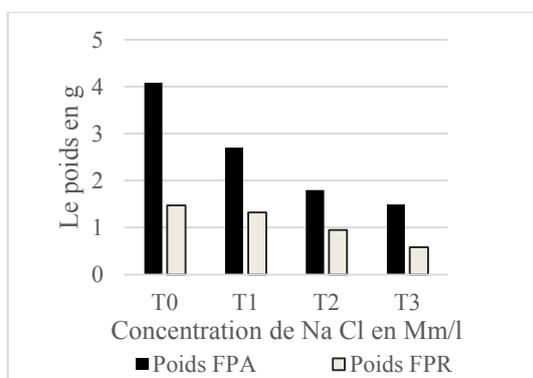


Figure 2 :Effet du stress salin sur la biomasse fraîche de la partie aérienne et racinaire.

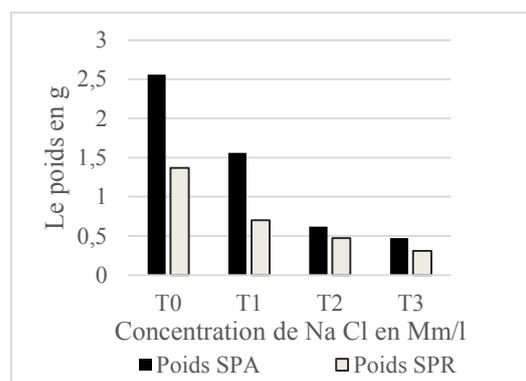


Figure 3 :Effet du stress salin sur le poids sec de la partie aérienne et racinaire.

D'après les résultats obtenus, nous avons remarqué que, la réduction du poids frais et de la biomasse sèche des parties aérienne et souterraine de la coriandre est proportionnelle à la concentration en sel de l'eau d'irrigation pour les trois traitements T_1 , T_2 et T_3 testés par rapport au témoin T_0 . Ainsi les taux de réduction les plus élevés des biomasses fraîche et sèche des parties aérienne et souterraine par rapport au témoin ont été enregistrés au niveau du traitement T_3 (63,48% et 60,05) et (81,64% et 77,37%) respectivement. Les taux de réduction les plus faibles ont été obtenus au traitement T_1 (33,82% et 10,20%) et (39,06% et 48,90%) respectivement.

3. Effet du NaCl sur la teneur en chlorophylles (a, b et c)

Les résultats relatifs aux teneurs en pigments chlorophylliens (a, b et c) au niveau des feuilles médianes, suivant les stades phénologiques (végétatif, floraison et fructification), ont montré que les plantes soumises à un stress salin qu'il soit modéré ou sévère ont présenté de faibles teneurs en chlorophylles en comparaison avec celles des plantes témoins. En outre les taux de réduction les plus élevés ont été obtenus au traitement T_3 aux stades floraison et fructification pour les chlorophylles (a) et (b) (69,09% et 55,27%) et (74,61% et 71,28%) respectivement. Les taux de réduction les plus faibles ont été notés pour le traitement T_1 (36,05% et 23,16%) et (51,43% et 41,41%) respectivement. En effet, cette diminution est d'autant plus marquée avec la sévérité de la contrainte saline. Par conséquent le stress salin a engendré une diminution de l'activité photosynthétique des plantes étudiées (Fig.4).

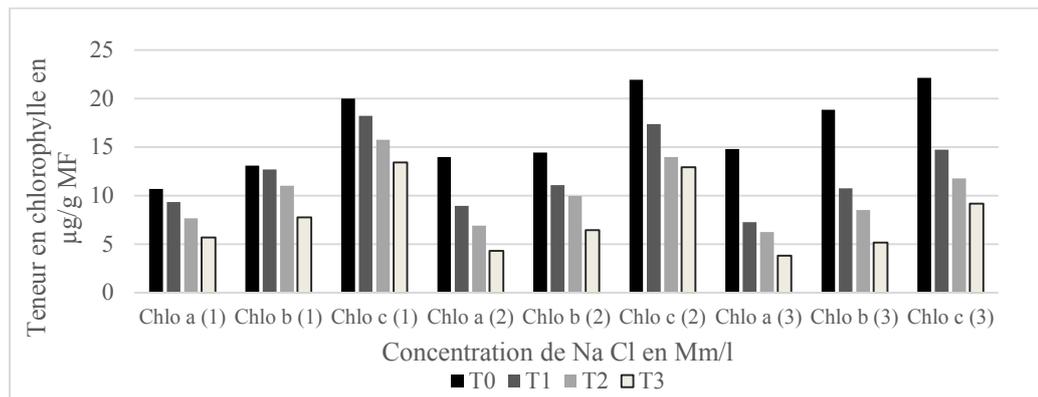


Figure 4 :Effet de de NaCl sur la teneur en chlorophylles suivant les stades phénologique. (1) Stade végétatif. (2) Stade floraison. (3) Stade fructification.

4. Effet du NaCl sur l'accumulation des sucres solubles et de proline

Les résultats de l'effet de NaCl à différentes concentrations, ont montré que les teneurs en sucres solubles et en proline des feuilles médianes, suivant les stades phénologiques de *Coriandrum sativum* L sont corrélatives avec la sévérité du stress salin. Après une irrigation avec l'eau du robinet contenant du NaCl nous avons constaté que, la teneur en sucres solubles et en proline dans les feuilles médianes prélevées de cette dernière a été significativement différente dans les traitements T₁, T₂ et T₃ suivant le stade phénologique de la plante étudiée.

La salinité dans sa globalité a induit une augmentation des teneurs en sucres solubles et en proline au niveau des feuilles testées. En effet, au fur et à mesure que le stress salin devient sévère, les plantes accumulent des teneurs en sucres et en proline élevées dans leurs feuilles. Ceci a été remarqué beaucoup plus aux stades végétatif et fructification pour les sucres solubles au traitement T₃ avec des taux de réduction (151,87% et 61,34%) respectivement. Les taux de réduction les plus faibles sont constatés au niveau du traitement T₁ (58,49% et 13,18%) respectivement.

Concernant, la proline, son accumulation a été plus marquée aux stades végétatif et floraison avec des taux de réduction (73% et 39,83%) respectivement. Par ailleurs, les taux de réduction les plus faibles ont été notés au niveau du traitement T₁ (22% et 12,33%) respectivement.

De ce fait, les teneurs les plus élevées sont enregistrées pour les traitements T₃, T₂ et T₁ respectivement (Fig. 5) et (Fig. 6).

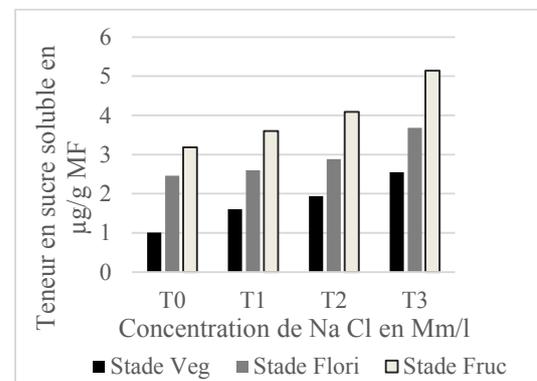


Figure 5 :Effet de NaCl sur la teneur en sucre soluble suivant les stades phénologique.

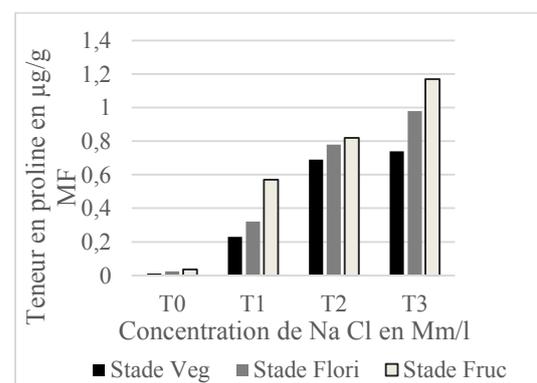


Figure 6 :Effet de NaCl sur la teneur en proline suivant les stades phénologique.

DISCUSSION

D'une façon générale, nous avons constaté que, la croissance en longueur des tiges et des racines et les biomasses fraîche et sèche diminuent avec l'augmentation de l'intensité du stress salin conformément à ce que plusieurs auteurs ont remarqué chez le petit pois [14], les céréales [15], la luzerne [16], la coriandre [17] et la fève [18,19]. En effet, pour s'adapter au stress salin, la plante peut éviter les dommages par la réduction de la croissance [20]. C'est l'effet le plus commun des stress abiotiques sur la physiologie des plantes. La réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique. En fait, ce retard de développement permet à la plante d'accumuler de l'énergie et des ressources pour combattre le stress avant que le déséquilibre entre l'intérieur et l'extérieur de l'organisme n'augmente jusqu'à un seuil où les dommages seront irréversibles. La croissance est inversement corrélée à la résistance au stress salin d'une espèce/variété [21]. Par ailleurs, le stress salin a engendré une diminution de l'activité photosynthétique des plantes surtout la chlorophylle (a) et (b) aux stades floraison et fructification pour les concentrations de NaCl supérieures ou égales à 50 mM/l. Ces résultats concordent avec plusieurs études réalisées sur différentes plantes. En condition de stress salin sévère le contenu de la chlorophylle diminue considérablement chez les plants sauvages d'*Arabidopsis thaliana* en comparaison avec les plants mutants [22]. Trois cultivars de *Lycopersicon esculentum* et une accession de *Lycopersicon sheesnani* ont été étudiés sous différents régimes d'irrigation à l'eau saline. Les teneurs en chlorophylle (a), (b) et totale ont été réduites sous l'effet d'un stress salin [23]. Cependant, [24] ont rapporté que la salinité a réduit la teneur en pigments chlorophylliens chez *Spirodela polyrrhiza* et [25] chez *Carum carvi* L. En outre, les résultats obtenus montrent que l'accumulation des sucres solubles et la proline dans les feuilles médianes de la coriandre augmentent en fonction de l'intensité du stress salin, les taux les plus élevés obtenus sont au traitement 100mM/l par rapport au témoin.

Ceci explique que, le métabolisme de la plante est perturbé par le stress salin, notamment celui des acides aminés libres dont la proline constitue un marqueur de la résistance des plantes aux contraintes abiotiques. Nos résultats concordent avec plusieurs travaux, concernant l'ajustement osmotique qui est un mécanisme majeur d'adaptation aux stress ionique et osmotique. Ce phénomène s'explique par la capacité d'un végétal d'accumuler, au niveau symplasmique et de manière active des ions tels que les K⁺, Na⁺ et Cl⁻ [26] ou des composés organiques tels que les sucres solubles et certains amino-acides comme la proline [27]. Ainsi l'ajustement osmotique permet le maintien de nombreuses fonctions physiologiques (photosynthèse, transpiration, croissance...) et peut intervenir à tous les stades du développement du végétal [28,29].

CONCLUSION

Le stress salin a provoqué des perturbations morphologiques sur la coriandre et a induit des augmentations des teneurs en sucres solubles et en proline, proportionnellement aux concentrations appliquées. Par contre, les teneurs en chlorophylles ont été réduites.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. Baatour O. Mrah S. & Benbrahim N. (2004). Réponse physiologique de la gesse (*Lathyrus sativus*) à la salinité du milieu. Revue des régions arides, 1, p. 346-358.
- [2]. Zhu J. K. (2001). Plant salt tolerance. Trends in plant sci, 6, p.66-71.
- [3]. Belkhdja M. & Bidai, Y. (2009). Réponse des graines d'*Atriplex halimus* à la salinité au stade de la germination. Sécheresse, 15, p. 331-335.
- [4]. Munns R. (2006). Genes and salt tolerance bringing them together. New Physiologist, 167, 654-663.
- [5]. Araujo S. A. M. Silveira J. A. G. & Almeida T. D. (2006). Salinity tolerance of halophyte *Atriplex nummularia* grown under increasing NaCl levels. Engenharia Agrícola Ambiental, 10, p. 840-848.

- [6]. **Ben Nacer M. Cheikh M. H. Maalem S. & Rahmoune C. (2005).** Les indications précoces de la tolérance à la salinité. 1er Colloque Euro-méditerranéen de Biologie Végétale et Environnement Annaba 28 et 30 Novembre.
- [7]. **Parida A.L. & Das A. B. (2005).** Salt tolerance and salinity effect on plants. Review Ecotoxicology and Environmental Safety, 60, p. 324-349.
- [8]. **Brugnoli E. & Lauteri H. (1991).** Effects of salinity on stomatal conductance, photosynthetic capacity and carbon isotope discrimination of salt tolerant (*Gossypium hirsutum* L.) and salt sensitive (*Phaseolus vulgaris* L.) C3 non-halophytes. Plant physiology, 95, p. 628-635.
- [9]. **Chaffei C. Pageau K. & Suzuki A. (2004).** Cadmium toxicity induced changes in nitrogen in *Lycopersicon esculentum* leading to metabolic safeguard through an amino-acid storage strategy plant. Cell Physiology, 45, p.1681-1693.
- [10]. **Rathinasabapathi B. Sigua C. Ho J. & Gage D.A. (2000)** Osmoprotectant β -alanine betaine synthesis in plumbaginaceae: S-adenosyl-L methionine dependant N-methylation of β -alanine to its betaine is via N-methyl and N, N dimethyl β -alanines. Physiologia plantarum 109, p.225-231.
- [11]. **Dubois M. & Gillet K. A. (1965).** Dosage des sucres totaux à l'ortho-toluidine. Agro Food Chemistry. 137, p. 9-15.
- [12]. **El Midaoui M. Talouizt A. Benbella M. & Erville A. (1999).** Reponse of sunflower (*Helianthus annuus*) to nitrogen and potassium deficiency. Helia. 22, p.139-148.
- [13]. **Monneveux P. H. & Nemmar P. (1986).** Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le ble tendre (*Triticum aestivum*) et le ble dur (*Triticum durum*). Etude de l'accumulation de la proline au cycle de développement. Agronomie. 6, p. 583-590.
- [14]. **Okcu G. Kaya M.D. & Atar M. (2005).** Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). Turk J Agric For 29, p. 237-242.
- [15]. **Atak M. Kaya M.D. Kaya G. Cikili Y. & Ciftci C.Y. (2006).** Effects of NaCl on the germination, seedling growth and water uptake of triticale. Turk J Agric For 30, p. 39-47.
- [16]. **Abdul Qados A.M.S. (2011)** Effect of salt stress on plant growth and metabolism of bean plant *Vicia faba* L. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences vol 10, Issue 1, p. 7-15
- [17]. **Ben Fredj M. Zhani K. Hannachi C. Mehwachi T. & Belanger A. (2014).** Effect of priming of growth biochemical parameters and mineral composition of different cultivars of coriander (*Coriandrum sativum* L.) under salt stress. Journal of Stress Physiology and Biochemistry vol 10 No 3, p. 84-109.
- [18]. **Lachhab L. Louahla S. Laamarti M. & Hammani K. (2013).** Effect d'un stress salin sur la germination et l'activité enzymatique de deux génotypes de *Medicago sativa*. International Journal of Innovation and Applied Studies 2 (3), p. 511-516.
- [19]. **Benidire L. Daoui K. Fatemi Z.A. Achouak W. Bouarab L. & Oufdou K. (2015).** Effet du stress salin sur la germination et le développement des plantules de *Vicia faba* L. J Mater Environ. Sci 6 (3), p. 800-851.
- [20]. **Lamzeri T. (2007).** Réponses écophysiological de trois espèces forestières du genre Acacia, Eucalyptus et Schinus (A. cyanophylla, E. Gomphocephala, et S. Molle) soumises à un stress salin. Mémoire de magister en Ecologie et Environnement. Option : Ecologie Végétale. Université Mentouri Constantine 140 p.
- [21]. **Bois, G. (2005).** Ecophysiology of seed of conifers ectomycorrhizal in saline and sodic. Thèse de doctorat 187p.
- [22]. **Mitsuya S. Tanigochi M. Miake H. & Takabe T. (2006).** Overexposure of RCI 2A decreases Na⁺ uptake and mitigates salinity-induced damages in Arabidopsis thaliana. Plants Physiologia Plantarum. Vol 128 No1, p.95-102.

- [23].El Iklil Y. Karrou M. M'rabet R. & Benichou M. (2002). Effet du stress salin sur la variation de certains métabolites chez *Lycopersicon esculentum* et *Lycopersicon sheesmanii*. Canadian Journal of Plant Science. Vol 82 No1, p. 177-183.
- [24].Lablebici Z. Aksoy A. & Duman F. (2009). Influence of salinity on the growth and heavymetal accumulation capacity of *Spirodela polyrrhiza* (Lemnaceae). Turk J Biol 35, p. 215-220.
- [25].Laribi B. Charbi A. Kouki K. M'hamdi M. & Bettaieb T. (2016) Etude de la tolérance à la salinité chez une plante condimentaire le carvi (*Carum carvi* L.) Journal of new sciences, Agriculture and biotechnology, IABC (17), p. 1321- 1327.
- [26].Munns R. Richard A.J. & Lauchli A. (2006). Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany. Vol 57, no5, p.1025-1043.
- [27].Hassani A. Dellal A. Belkhodja M. & Kaid-Harche M. (2008). Effet de la salinité sur l'eau et certains osmolytes chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.). European Journal of Scientific Research. Vol 18. No 1, p. 61-69.
- [28].Martinez J.P. Silva H. Ledent J.F. & Pinto M. (2007). Effect of drought stress on the osmotic adjustment, cell wall elasticity and cell volume of six cultivars of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). European Journal of Agronomy. Vol 26 No1, p. 30-38.
- [29].Benhassaini H. Fetati A. Kaddour-Hocine A. & Belkhodja M. (2012). Effect of salt stress on growth and accumulation of prolin and soluble sugars on plantlets of *Pistacia atlantica* Desf. Supsp. Atlantica used as rootstocks. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 16 (2), p. 159-165.