Water and Soil Management and Modeling

Online ISSN: 2783 - 2546

University of Mohaghegh Ardabili

# Impact of effective microorganisms on the amount of leaf and root elements of almond rootstocks under salinity stress

**Ali Akbar Shokouhian[1]*, Elnaz Hatami[2], Masumeh Jafari[3]**

[1] Associate Professor, Horticultural Sciences Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
[2] Graduated Ph.D. Student, Horticultural Sciences Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
[3] Graduated M.Sc. Student, Horticultural Sciences Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

## Abstract

### Introduction

Almond (*Prunus dulcis Mill*.) is one of the oldest and most critical dry fruits in the world and belongs to the Rosacea family. Salinity is one of the increasing problems in the world and it covers a large part of our country, so identifying work methods against abiotic stress is a major challenge. Salinity stress affects the absorption of nutrients. In the conditions of salinity stress, the occurrence of changes in the amount of absorption, distribution and transfer of nutrients in the plant parts or the physiological inactivation of the parts of the plant that are involved in the absorption of nutrients cause disturbance in the nutritional balance of the plant. Salinity first leads to a decrease in water absorption and then causes a disturbance in the absorption of nutrients in the plant, which leads to plant damage. Absorption of water and nutrients in plants are closely related, and the factors that limit water absorption may also cause tension in the absorption of nutrients. In the conditions of salinity stress, the decrease in the absorption of nutrients is caused by the decrease in the efficiency of the roots in the absorption of nutrients and the competition between sodium and chlorine ions with elements such as calcium and potassium. The use of almond-specific hybrids such as GF677, GF557, Titan, Hansen, and GN15 is beneficial for achieving salinity and drought tolerance. However, botanists need faster and more complete methods to cope with intense environmental stresses. Using effective microorganisms (EMs) is one of these options that increases plant resistance to environmental stresses through increasing metabolism. Therefore, this study was conducted to select new salinity-resistant rootstocks and investigate the effect of different levels of salinity and EM' treatments on the number of various nutrients in the leaf and root of almond seedlings.

### Materials and Methods

This research was carried out in the Department of Horticulture, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili in 2016. A pot experiment was carried out as a factorial based on the randomized complete block design (RCBD) with three replications. Almond rootstocks, two years old, healthy, and with the same growth ability, were provided. In March, they were removed from polyethylene pots and transformed into seven kg plastic pots containing equal amounts of cultivated soil and peat moss and each pot was considered as one repeat. The used soil texture was sandy loamy with pH = 6.8, EC = 1.63 ds $m^{-1}$, 179 ppm of K, 71 ppm of P, 0.17 % of total N, and 1.41 % of C. The experimental treatments included: effective microorganisms concentrations containing EM0: zero, EM1: 10, EM2: 20, and EM3: 30 ml $L^{-1}$ and salinity in four levels: B0: zero, B1: 60, B2: 120, and B3: 180 mM NaCl, that were applied on almond rootstocks: C0: Sangi almond seedling, C1: GF677, and C2: GN15. From the 5th of May and for two months, EMs have been applied once a week with irrigation water and soil application. The pots were irrigated with water containing various NaCl levels every two days, from the 5th of July for 60 days. Drainage water was removed from the bottom of the pot at each irrigation with saline water. The plant roots were thoroughly washed with ordinary water to minimize EC and pH changes due to salt accumulation in the planting bed each week. At the beginning of the experiment, to prevent the occurrence of sudden stress on plants, salinity stress increased by increasing the amount of 15 mM NaCl daily. To evaluate these conditions, on the studied almond rootstocks, nutrient

Water and Soil Management and Modeling

Online ISSN: 2783 - 2546

University of Mohaghegh Ardabili

elements such as sodium, chlorine, potassium, calcium, and nitrogen, and the potassium/sodium ratio of leaf and root were measured.

**Results and Discussion**

Analysis of the variance (ANOVA) showed that in the treatment of EMs, the interaction of the year and the rootstocks was significant on calcium leaf. The simple effects of treatments in all studied elements were statistically significant. The results showed that the sodium chloride of leaves and chlorine and roots increased with increasing salinity stress. Three tested rootstocks with stress expansion, but the GF677 and seedling rootstock had the lowest sodium and chloride in the leaf and root. With increasing salt stress levels, concentrations of potassium, calcium, nitrogen, and potassium/sodium ratio of leaves and roots, decreased in all three rootstocks but these indices were higher in the GF677 and seedling almond.

**Conclusion**

Among the evaluated traits elements, the leaf nitrogen, and potassium/sodium content were good markers to study and examine the salinity of almond rootstocks. The application of biofertilizers improved all studied indices in each of the three studied rootstocks and the best result in the Ems experiment was related to the GF677, the level of 30 ml per liter of EMs, and zero mM of salinity. Based on this, the GF677 hybrid was tolerant to salt stress conditions, and seedling almond and GN15 were placed in the next positions, respectively.

**Keywords:** Almond, Effective microorganisms, GF677, NaCl, Nitrogen, Potassium

**Article Type:** Research Article

*Corresponding Author, E-mail: shokouhiana@yahoo.com

**Citation**: Shokouhian, A., Hatami, E., & Jafari, M. (2023). Effects of effective microorganisms on the amount of elements leaf and root of almond rootstocks under salinity stress. *Water and Soil Management and Modeling*, 3(2), 185-197.
DOI: 10.22098/MMWS.2022.11694.1157
DOR: 20.1001.1.27832546.1402.3.2.13.3

Received: 19 October 2022, Received in revised form: 22 November 2022, Accepted: 22 November 2022, Published online: 22 November 2022
*Water and Soil Management and Modeling*, Year 2023, Vol.3, No. 2, pp. 185-197

Publisher: University of Mohaghegh Ardabili

© Author(s)

مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک

شاپا الکترونیکی: ۲۵۴۶-۲۷۸۳

# اثر ریزموجودات مفید بر میزان عناصر برگ و ریشهٔ پایه‌های بادام در شرایط تنش شوری

علی اکبر شکوهیان[۱*]، الناز حاتمی[۲]، معصومه جعفری[۳]

[۱] دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

[۲] دانش‌آموختهٔ دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

[۳] دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

**چکیده**

شناسایی روش‌های کارآمد در مقابله با تنش‌های غیرزیستی یک چالش بزرگ است. به‌منظور انتخاب پایه‌های جدید مقاوم به شوری و اثر سطوح مختلف شوری و تیمارهای ریزموجودات مفید بر میزان عناصر مختلف غذایی در برگ و ریشه نهال‌های بادام، پژوهشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در فضای باز دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۵ انجام شد. نهال‌های دوسالهٔ دو هیبرید هلو و بادام (GF677 و GN15) و پایهٔ بذری بادام، با کود زیستی ریزموجودات مفید با غلظت‌های EM0؛ صفر، EM1؛ ۱۰، EM2؛ ۲۰ و EM3؛ ۳۰ میلی‌لیتر بر لیتر به روش کاربرد خاکی روی پایه‌ها اعمال شدند. از اوایل تیر، به‌مدت ۶۰ روز، گلدان‌ها هر دو روز یک‌بار با آب شور حاوی سطوح مختلف کلریدسدیم (S0؛ صفر، S1؛ ۶۰، S2؛ ۱۲۰ و S3؛ ۱۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم) آبیاری شدند. برای ارزیابی این شرایط، روی پایه‌های بادام، عناصر غذایی نظیر سدیم، کلر، پتاسیم، کلسیم، نیتروژن و نسبت پتاسیم به سدیم برگ و ریشه اندازه‌گیری شدند. تحلیل واریانس داده‌ها نشان داد که در تیمار ریزموجودات مفید، اثر متقابل سال و پایه، بر کلسیم برگ از نظر آماری معنادار بود. اثرات سادهٔ تیمارها، در تمام عناصر مورد بررسی از نظر آماری، دارای تفاوت معناداری بودند. اثرات متقابل بین تیمارها نیز از نظر آماری اختلاف معناداری داشتند. از بین عناصر مورد ارزیابی، نیتروژن برگ، نسبت پتاسیم به سدیم برگ، نشان‌گرهای مناسبی به‌منظور بررسی تحمل به شوری پایه‌های بادام بودند. کاربرد کودهای زیستی باعث بهبود تمام شاخص‌های مورد مطالعه در هر سه پایهٔ مورد مطالعه شد و بهترین نتیجه، مربوط به ترکیب تیمار پایهٔ GF677، سطح ۳۰ میلی‌لیتر بر لیتر ریزموجودات مفید و صفر میلی‌مولار شوری بود. در شرایط فوق، هیبرید GF677، نسبت به دو پایهٔ دیگر، در شرایط تنش شوری ناشی از کلریدسدیم متحمل‌تر ارزیابی شد و پایه‌های بذری و GN15 در رده‌های بعدی قرار گرفتند.

**واژه‌های کلیدی:** بادام، پتاسیم، نیترات سدیم، EM، GF677

**نوع مقاله:** پژوهشی

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: shokouhiana@yahoo.com

**استناد:** شکوهیان، ع.ا.، حاتمی، ا.، و جعفری، م. (۱۴۰۲). اثر ریزموجودات مفید بر میزان عناصر برگ و ریشهٔ پایه‌های بادام در شرایط تنش شوری. *مدل سازی و مدیریت آب و خاک*، ۳(۲)، ۱۸۵-۱۹۷.

DOI: 10.22098/MMWS.2022.11694.1157

DOR: 20.1001.1.27832546.1402.3.2.13.3

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۲۷، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۹/۰۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۰۱، تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۹/۰۱

*مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک*، سال ۱۴۰۲، دوره ۳، شماره ۲، صفحه ۱۸۵ تا ۱۹۷

ناشر: دانشگاه محقق اردبیلی

© نویسندگان

## ۱- مقدمه

بادام با نام علمی *Prunus dulcis* Mill. A.Webb، یکی از قدیمی‌ترین و مهم‌ترین محصولات خشک‌بار در جهان بوده که امروزه بیش‌ترین تولید این گروه را به خود اختصاص داده است. شوری، به‌عنوان یک تنش غیرزیستی و یکی از عوامل مهم و مؤثر، رشد و تولید محصولات گسترده‌ای از گیاهان را در مناطق خشک و نیمه‌خشک که بارندگی سالانه برای آب‌شویی نمک از سطح خاک و جلوگیری از تجمع آن در منطقهٔ اطراف ریشه کافی نیست، کاهش می‌دهد (Duarte and Souza, 2015). تنش شوری جذب عناصر غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در شرایط تنش شوری، بروز تغییرات در میزان جذب، توزیع و انتقال عناصر غذایی در قسمت‌های گیاه و یا غیرفعال شدن فیزیولوژیکی بخش‌هایی از گیاه که در جذب عناصر غذایی دخالت دارند، باعث ایجاد اختلال در تعادل تغذیه‌ای گیاه می‌شوند (Grattan and Grieve, 1999). شوری ابتدا منجر به کاهش جذب آب و در ادامه باعث اختلال در جذب مواد غذایی در گیاه می‌شود که این امر منجر به آسیب گیاهان می‌شود (Levitt, 1980). جذب آب و عناصر غذایی در گیاه ارتباط نزدیکی با هم داشته و عواملی که جذب آب را محدود می‌نماید ممکن است سبب ایجاد تنش در جذب عناصر غذایی نیز گردند. در شرایط تنش شوری، کاهش در جذب عناصر غذایی ناشی از کاهش کارایی ریشه در جذب عناصر غذایی و رقابت بین یون‌های سدیم و کلر با عناصری مثل کلسیم و پتاسیم است (Asgharzade and Babaeian, 2012). استفاده از گیاهان مقاوم به شوری، یکی از مهم‌ترین و مؤثرترین راه‌های مقابله با مشکل شوری است و امکان استفادهٔ مؤثر از آب آبیاری با کیفیت پایین‌تر را نیز می‌دهد. یکی از مهم‌ترین شاخص‌های انتخاب پایهٔ مناسب برای درختان میوه، به‌ویژه در ایران، مقاومت به تنش‌های شوری و خشکی است (Dejampour et al., 2012). امروزه با توجه به کمبود آب و افزایش شوری خاک، استفاده از گیاهان پیوندی می‌تواند گزینهٔ خوبی، برای مقابله با این شرایط نامطلوب باشد (Soni et al., 2017). پایه‌هایی که از جذب و انتقال سدیم و کلر به قسمت‌های هوایی گیاه، جلوگیری می‌کنند، به‌عنوان پایه‌های متحمل به شوری محسوب می‌شوند (Storey and Walker, 1999). انتخاب مناسب‌ترین و سازگارترین پایه برای به‌دست آوردن بیش‌ترین عملکرد، کیفیت و نیز افزایش مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی، از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار است (Benhassaini et al., 2012) و استفاده از هیبریدهای بین‌گونه‌ای پرونوس، به‌عنوان پایه، در تحمل تنش شوری و خشکی، کاربرد بسیاری دارد (Dejampour et al., 2012). شناسایی روش‌های سازگاری آسان، کارآمد و کم هزینه در مقابل تنش‌های محیطی غیرزیستی یک چالش بزرگ بوده و بیش‌تر تکنولوژی‌های به‌کار رفته در این زمینه، هزینه‌بر هستند (Abdoli Nejad and Shekafendeh, 2014). مصرف کودهای زیستی از طریق افزایش محتوای نسبی آب سلول‌ها و در نتیجه افزایش فشار درونی سلول برای اتساع بیش‌تر دیواره‌های سلولی، زمینه را برای رشد سلول، به‌ویژه سلول‌های ریشه، فراهم کرده و با کمک به افزایش جذب آب و مواد غذایی، رشد گیاه را در شرایط تنشی حفظ می‌کند (Gorgini Shabankareh et al., 2015). لذا روش‌های میکروبی، در مقابلهٔ گیاهان با تنش‌ها، روشی کم‌هزینه، دوستدار طبیعت و قابل دسترس در زمان کوتاه بوده و ریزموجودات مفید مرتبط با گیاه، قادرند در مقاومت به تنش‌ها در گیاه نقش مهمی را ایفا نمایند (Shirvastava and Kumar, 2015). ریز موجودات مفید سبب افزایش فعالیت زیستی خاک و گیاه می‌شود. ایدهٔ ریزموجودات مفید (EM) در دانشگاه ریوکیوس ژاپن توسط پروفسور ترو هیگا معرفی شده است (Higa, 1996). وی برخی از ریزموجودات‌های مفید را از خاک جدا کرده و آن‌ها را ریزموجودات‌های مفید (EM) خواند. مفهوم EM مبتنی بر تلقیح از ریزموجودات‌های مفید به خاک است که در خاک تعادل میکروبیولوژیکی را تغییر داده و محیطی را ایجاد می‌کنند که از نظر رشد و سلامت گیاهان مطلوب باشد (Garcia-Sanchez et al., 2002). تلقیح EM به اکوسیستم گیاه می‌تواند باعث بهبود فتوسنتز و عملکرد گیاه شود (Jha, 2017). این ریزموجودات مفید باعث افزایش میزان عملکرد از طریق افزایش فتوسنتز، تولید ترکیبات فعال زیستی مثل هورمون‌ها و آنزیم‌ها، بهبود حاصل‌خیزی خاک و تأثیر در رشد ریشه، کنترل بیماری‌های خاکزی و تسریع تجزیهٔ مواد آلی در خاک می‌شوند (Bajji et al., 2001). تسریع تجزیهٔ مواد آلی باعث آزادسازی مواد مغذی بیش‌تری به خاک شده و با جذب این مواد توسط گیاه رشد و عملکرد بهتری حاصل می‌شود. در راستای انتخاب پایه‌های جدید مقاوم به شوری، به‌منظور توسعهٔ کشت باغات در مناطق با خاک‌های شور، دو هیبرید بین‌گونه‌ای بادام و یک پایهٔ بذری، در معرض سطوح مختلف شوری و تیمارهای ریزموجودات مفید با هدف گسترش مقاوت پایه در این شرایط به‌مدت دو سال متوالی قرار گرفته و سطوح عناصر غذایی موجود در برگ و ریشهٔ آن‌ها به‌منظور ارزیابی توان جذب و نگهداری عناصر غذایی انجام شد.

## ۲- مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر، از میان نهال‌های دوسالهٔ بادام بذری (رقم سنگی)، GF677 و GN15 (Garnm)، نهال‌های سالم، یکنواخت، با قدرت رشد یکسان و دارای سه تا شش شاخهٔ فرعی با فاصلهٔ پنج سانتی‌متری از هم و به تعداد ۴۸ نهال برای هر پایه انتخاب شد. نهال‌ها به گلدان‌های پلاستیکی هفت لیتری، به قطر دهانهٔ ۲۳ و ارتفاع ۲۱/۵ سانتی‌متر، حاوی مقادیر مساوی خاک زراعی سطح الارض (صفر تا ۳۰ سانتی‌متری سطح خاک) منتقل شدند که ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن در جدول ۱ ارائه شده است.

**جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در گلدان‌ها**
**Table 1- Some physical and chemical properties of soil used in the pot**

| عمق خاک | بافت خاک | پتاسیم (میلی‌گرم در لیتر) | فسفر (میلی‌گرم در لیتر) | نیتروژن کل (درصد) | کربن آلی (درصد) | pH | EC (دسی‌زیمنس بر متر) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0-30 | Sand-Loamy | 179 | 7.1 | 0.17 | 1.41 | 6.8 | 1.163 |

در این بررسی، ریزموجودات مفید با نام تجاری ای-ام بوکاشی، از شرکت امکان‌پذیر پارس شیراز، نمایندهٔ انحصاری سازمان جهانی EMRO ژاپن در ایران، تهیه و بعد از حل کردن میزان لازم هر سطح از این ترکیب زیستی در یک لیتر آب، برای هر واحد آزمایشی، غلظت‌های مورد نظر (شاهد، یک درصد Em1 (۱۰ میلی‌لیتر در لیتر) دو درصد Em2 (۲۰ میلی‌لیتر در لیتر) و سه درصد Em3 (۳۰ میلی‌لیتر در لیتر)) به‌صورت کاربرد خاکی، روی نهال‌ها اعمال شد. از اوایل تیر و به‌مدت ۶۰ روز (تا اوایل شهریور)، گلدان‌ها هر دو روز یک‌بار با آب‌شور حاوی سطوح مختلف کلریدسدیم (یک کیلویی، کد ۱۰۶۴۰۴، ساخت شرکت مرک آلمان، با وزن مولکولی ۵۸/۴۴ گرم بر مول) با غلظت‌های شاهد، ۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم (۴/۲ دسی‌زیمنس بر متر)، ۱۲۰ میلی‌مولار کلریدسدیم (۷/۱ دسی‌زیمنس بر متر)، ۱۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم (۹/۸ دسی‌زیمنس بر متر) آبیاری شدند. اجازه داده شد محلول اضافی از ته ظرف خارج شود. هفته‌ای یک‌بار هم با آب معمولی شست و شوی کامل محیط ریشهٔ گیاهان انجام شد تا تغییرات EC و pH ناشی از تجمع نمک در بستر کاشت در اثر انجام عمل آب‌شویی به حداقل برسد. برای جلوگیری از وارد شدن تنش ناگهانی به گیاهان، تیمارهای شوری در ابتدای آزمایش با افزایش روزانهٔ ۱۵ میلی‌مولار کلریدسدیم ادامه یافت (Fisarakis et al., 2001). در نهایت بعد از حدود دو هفته (چهار روز برای تکمیل تیمار ۶۰ میلی‌مولار، هشت روز برای تکمیل تیمار ۱۲۰ میلی‌مولار و ۱۲ روز برای تکمیل تیمار ۱۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم) کامل شدند. پس از اتمام تیمارهای آزمایشی مقادیر سدیم، کلر، پتاسیم، کلسیم و نیتروژن برگ‌ها و ریشه‌ها اندازه‌گیری شد. برای این منظور از هر گیاه چند برگ از وسط شاخهٔ سال جاری انتخاب و به‌عنوان نمونهٔ برگی استفاده شد. از ریشهٔ همین نهال‌ها نیز برای سنجش مقدار این عناصر در ریشه‌ها استفاده شد. نمونه‌ها بعد از جمع‌آوری، در داخل کیسه‌های پلی‌اتیلنی فوراً به آزمایشگاه انتقال داده شد و برای حذف گرد و غبار و آلودگی با آب و مایع ظرف‌شویی و سپس با اسیدکلریدریک ۰/۱ نرمال شست و شو و بعد از آبکشی با آب مقطر در آون و دمای ۶۵ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. نمونه‌های خشک آسیاب و در ظروف پلاستیکی دربدار نگهداری شدند (Patakas et al., 2002). ۰/۵ گرم از مادهٔ خشک را در درون بوته‌های چینی ریخته و به‌مدت دو ساعت در کوره با دمای ۵۵۰ ـ۵۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفت تا خاکستر سفیدرنگی حاصل شود. ۱۰ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک یک نرمال (۸۳ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک در یک لیتر آب مقطر) روی خاکستر سفیدرنگ اضافه و به‌مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم ۸۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شد تا رنگ لیمویی حاصل شود. نمونه‌ها بعد از صاف شدن با کاغذ صافی واتمن ۴۲، توسط آب مقطر در بالون ژوژهٔ ۱۰۰ میلی‌لیتری به حجم رسانیده شدند. از این عصاره برای اندازه‌گیری عناصر پتاسیم، سدیم و کلسیم استفاده شد (Sharma, 2002). از روش نشر شعله‌ای و دستگاه فلیم فتومتر عقربه‌ای صنعتی (مدل CORNING 405G، ساخت انگلستان) به‌ترتیب با طول‌موج ۵۸۹ و ۷۶۶/۵ برای اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم، نانومتر استفاده شد (Hamada and El-enany, 1994). اندازه‌گیری کلر در بافت گیاهی به روش رنگ‌سنجی و با تیتراسیون عصارهٔ حاصل، توسط نیترات نقرهٔ ۰/۰۵ نرمال (۸/۴۹۳ گرم نیترات نقره که قبلاً در آون با دمای ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت یک ساعت قرار گرفته بود در آب مقطر حل و به حجم یک لیتر رسانده شد) در مجاورت معرف دی‌کرومات پتاسیم به روش Johnson and Ulrich (1975) انجام شد. برای اندازه‌گیری کلسیم، پنج میلی‌لیتر از عصارهٔ عبور داده شده از کاغذ صافی برداشت و درون ارلن ۱۰۰ میلی‌لیتری ریخته شد. ۵۰ میلی‌گرم پرپورات آمونیوم (تهیهٔ پرپورات آمونیوم: ۰/۵ گرم پرپورات آمونیوم با ۱۰۰ گرم سولفات پتاسیم مخلوط شود) به همراه پنج قطره محلول سود چهار نرمال (تهیهٔ سود چهار نرمال: ۱۶۰ گرم سود در یک لیتر آب مقطر حل شود) جهت تثبیت pH به هر یک از نمونه‌های درون ارلن اضافه شد (معمولاً در pH برابر با ۱۱ رنگ معرف ظاهر می‌شود). با استفاده از یک میکروبورت و محلول EDTA ۰/۰۱ نرمال (محلول ورسین) تیتراسیون محلول حاصل به روش Ryan et al. (2001) انجام شد. برای اندازه‌گیری نیتروژن نمونه‌ها از روش یوهان کلدال یا کجلدال (اکسید کردن مرطوب) استفاده شد. این بررسی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار و در طی دو سال اجرا شد. داده‌های مربوط به آزمایش، به نرم‌افزار SAS9.2 منتقل و با استفاده از مدل خطی عمومی تحلیل شدند. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD با سطح احتمال ۰/۰۵ مورد مقایسه قرار گرفتند.

## ۳- نتایج و بحث

طبق نتایج تحلیل واریانس، اثر متقابل سال و پایه تنها برای میزان کلسیم برگ، از نظر آماری، در سطح احتمال پنج درصد، معنادار بود، تأثیر سال و اثرات متقابل آن با پایه، EM و شوری، بر مقدار تمام عناصر برگ و ریشه، معنادار نبود. اثرات اصلی پایه، EM و شوری بر مقدار تمام عناصر برگ و ریشه از نظر آماری در سطح احتمال یک

درصد معنادار بود و فقط تأثیر EM بر سدیم برگ، در سطح احتمال پنج درصد معنادار بود. اثر متقابل پایه و EM، پایه و شوری و EM و شوری، بر مقدار تمام عناصر برگ و ریشه، از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنادار بود و فقط اثر متقابل پایه و شوری بر پتاسیم ریشه، در سطح احتمال پنج درصد، معنادار بود. اثرات سه‌گانهٔ پایه، EM و شوری بر مقدار تمام عناصر برگ و ریشه از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنادار بود (جدول‌های ۲ و ۳).

**جدول ۲- تحلیل واریانس ترکیبی اثرات مختلف تیمارهای سال، پایه، EM و شوری بر شاخص‌های عناصر معدنی برگ بادام**

**Table 2- Combined analysis of various different effects of treatments year, rootstock, EM, and salinity on the indices of almond leaf mineral elements**

| | میانگین مربعات | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| منبع تغییرات | درجهٔ آزادی | سدیم برگ | کلر برگ | پتاسیم برگ | پتاسیم/سدیم برگ | کلسیم برگ | نیتروژن برگ |
| بلوک | 2 | $0.001^{n.s}$ | $0.021^{n.s}$ | $0.10^{n.s}$ | $2.19^{n.s}$ | $1.007^{n.s}$ | $0.0005^{n.s}$ |
| سال | 1 | $0.006^{n.s}$ | $0.002^{n.s}$ | $353.19^{n.s}$ | $34.92^{n.s}$ | $0.020^{n.s}$ | $39.173^{n.s}$ |
| پایه | 2 | $8.688^{**}$ | $43.327^{**}$ | $9797.08^{**}$ | $108892.22^{**}$ | $39.783^{**}$ | $39.173^{**}$ |
| EM | 3 | $2.337^{*}$ | $1.341^{**}$ | $20169.37^{**}$ | $164450.15^{**}$ | $31.962^{**}$ | $81.777^{**}$ |
| شوری | 3 | $13.180^{**}$ | $68.189^{**}$ | $37130.87^{**}$ | $1056524.90^{**}$ | $109.102^{**}$ | $30.536^{**}$ |
| پایه×EM | 6 | $0.060^{**}$ | $0.113^{**}$ | $3664.89^{**}$ | $14064.78^{**}$ | $1.376^{**}$ | $4.612^{**}$ |
| پایه× شوری | 6 | $1.168^{**}$ | $6.721^{**}$ | $2948.37^{**}$ | $28126.89^{**}$ | $1.479^{**}$ | $0.666^{**}$ |
| شوری×EM | 9 | $0.037^{**}$ | $0.140^{**}$ | $6538.61^{**}$ | $70628.72^{**}$ | $1.779^{**}$ | $1.967^{**}$ |
| پایه× شوری×EM | 18 | $0.011^{**}$ | $0.037^{**}$ | $1920.95^{**}$ | $9255.29^{**}$ | $0.462^{**}$ | $1.087^{**}$ |
| سال×EM | 3 | $0.004^{n.s}$ | $0.003^{n.s}$ | $689.49^{n.s}$ | $619.52^{n.s}$ | $0.221^{n.s}$ | $0.084^{n.s}$ |
| سال× شوری | 3 | $0.0009^{n.s}$ | $0.002^{n.s}$ | $267.65^{n.s}$ | $28.79^{n.s}$ | $0.180^{n.s}$ | $0.013^{n.s}$ |
| سال×پایه | 2 | $0.008^{n.s}$ | $0.002^{n.s}$ | $82.70^{n.s}$ | $521.75^{n.s}$ | $0.149^{*}$ | $0.008^{n.s}$ |
| سال×EM×شوری | 9 | $0.004^{n.s}$ | $0.005^{n.s}$ | $155.20^{n.s}$ | $101.53^{n.s}$ | $0.005^{n.s}$ | $0.010^{n.s}$ |
| سال×پایه× شوری | 6 | $0.001^{n.s}$ | $0.002^{n.s}$ | $91.19^{n.s}$ | $712.74^{n.s}$ | $5.131^{n.s}$ | $0.009^{n.s}$ |
| سال×EM×پایه | 6 | $0.002^{n.s}$ | $0.002^{n.s}$ | $44.25^{n.s}$ | $210.13^{n.s}$ | $3.221^{n.s}$ | $0.007^{n.s}$ |
| سال×پایه×EM×شوری | 24 | $0.002^{n.s}$ | $0.004^{n.s}$ | $36.81^{n.s}$ | $394.30^{n.s}$ | $0.030^{n.s}$ | $0.008^{n.s}$ |
| خطا | 190 | 0.0001 | 0.0037 | 0.94 | 2.691 | 0.007 | 0.002 |
| ضریب تغییرات (درصد) | - | 5.73 | 7.14 | 6.45 | 7.30 | 9.01 | 4.61 |

ns, * and **: Indicate non-significant, significant at 5% and 1% probability level, respectively.

**جدول ۳- تحلیل واریانس ترکیبی اثرات مختلف تیمارهای سال، پایه، EM و شوری بر شاخص‌های عناصر معدنی ریشهٔ بادام**

**Table 3- Combined analysis of various different effects of treatments year rootstock, EM, and salinity on the indices of almond root mineral elements**

| | میانگین مربعات | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| منبع تغییرات | درجهٔ آزادی | سدیم ریشه | کلر ریشه | پتاسیم ریشه | پتاسیم/سدیم برگ | کلسیم ریشه | نیتروژن ریشه |
| بلوک | 2 | $0.005^{n.s}$ | $0.022^{n.s}$ | $0.0006^{n.s}$ | $2.0001^{n.s}$ | $1.002^{n.s}$ | $0.0008^{n.s}$ |
| سال | 1 | $0.0007^{n.s}$ | $0.004^{n.s}$ | $0.007^{n.s}$ | $0.006^{n.s}$ | $0.003^{n.s}$ | $0.001^{n.s}$ |
| پایه | 2 | $28.232^{**}$ | $17.920^{**}$ | $39.33^{**}$ | $36.948^{**}$ | $63.776^{**}$ | $7.019^{**}$ |
| EM | 3 | $4.002^{**}$ | $9.972^{**}$ | $120.63^{**}$ | $10.888^{**}$ | $28.839^{**}$ | $7.663^{**}$ |
| شوری | 3 | $32.761^{**}$ | $34.791^{**}$ | $39.65^{**}$ | $114.042^{**}$ | $78.108^{**}$ | $59.304^{**}$ |
| پایه×EM | 6 | $0.117^{**}$ | $0.571^{**}$ | $9.66^{**}$ | $0.237^{**}$ | $5.712^{**}$ | $0.176^{**}$ |
| پایه× شوری | 6 | $0.682^{**}$ | $3.16^{**}$ | $0.15^{*}$ | $2.169^{**}$ | $3.984^{**}$ | $0.867^{**}$ |
| شوری×EM | 9 | $0.904^{**}$ | $0.232^{**}$ | $0.10^{**}$ | $0.404^{**}$ | $0.256^{**}$ | $0.240^{**}$ |
| پایه× شوری×EM | 18 | $0.076^{**}$ | $0.027^{**}$ | $0.23^{**}$ | $0.096^{**}$ | $0.499^{**}$ | $0.094^{**}$ |
| سال×EM | 3 | $0.031^{n.s}$ | $0.005^{n.s}$ | $0.007^{n.s}$ | $0.759^{n.s}$ | $0.259^{n.s}$ | $0.520^{n.s}$ |
| سال× شوری | 3 | $0.002^{n.s}$ | $0.001^{n.s}$ | $0.008^{n.s}$ | $0.165^{n.s}$ | $0.160^{n.s}$ | $0.053^{n.s}$ |
| سال×پایه | 2 | $0.004^{n.s}$ | $0.009^{n.s}$ | $0.009^{n.s}$ | $0.141^{n.s}$ | $0.087^{n.s}$ | $0.0005^{n.s}$ |
| سال×EM×شوری | 9 | $0.004^{n.s}$ | $0.001^{n.s}$ | $0.11^{n.s}$ | $0.040^{n.s}$ | $0.011^{n.s}$ | $0.006^{n.s}$ |
| سال×پایه× شوری | 6 | $0.001^{n.s}$ | $0.001^{n.s}$ | $0.008^{n.s}$ | $0.016^{n.s}$ | $0.036^{n.s}$ | $0.024^{n.s}$ |
| سال×EM×پایه | 6 | $0.003^{n.s}$ | $0.004^{n.s}$ | $0.003^{n.s}$ | $0.012^{n.s}$ | $0.023^{n.s}$ | $0.010^{n.s}$ |
| سال×پایه×EM×شوری | 24 | $0.004^{n.s}$ | $0.005^{n.s}$ | $0.002^{n.s}$ | $0.011^{n.s}$ | $0.024^{n.s}$ | $0.006^{n.s}$ |
| خطا | 190 | 0.002 | 0.003 | 0.001 | 0.0002 | 0.009 | 0.001 |
| ضریب تغییرات (درصد) | - | 7.16 | 5.12 | 8.55 | 7.41 | 7.05 | 6.12 |

ns, * and **: Indicate non-significant, significant at 5% and 1% probability level, respectively.

**۳-۱- سدیم برگ و ریشه**

بر اساس نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها، با افزایش سطح شوری، مقدار سدیم برگ و ریشه هر سه پایه، به‌ویژه پایهٔ GN15، افزایش داشت و میزان سدیم در ریشهٔ هر سه پایه، به‌ویژه پایهٔ GN15، بیش‌تر از برگ بود. افزایش سطح تیمار زیستی EM، باعث کاهش تجمع سدیم در برگ و ریشه شد. بیش‌ترین مقدار سدیم برگ (۱۸ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)، مربوط به ترکیب تیماری پایهٔ GN15، عدم کاربرد EM و شوری ۱۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم و کم‌ترین مقدار سدیم برگ (۰/۳ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)، مربوط به پایهٔ GF677، EM سه درصد و شوری صفر بود. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار سدیم ریشه (۲۹/۶ و ۰/۸ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) به‌ترتیب، مربوط به ترکیب تیماری پایهٔGF677، عدم کاربرد EM و شوری ۱۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم و پایهٔ GF677، EM سه درصد و شوری صفر بود (جدول‌های ۴ و ۵).

**۳-۲- کلر برگ و ریشه**

بر اساس نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها، با افزایش سطح شوری، مقدار کلر برگ و ریشهٔ هر سه پایه، به‌ویژه پایهٔ GN15، افزایش را نشان داد و میزان کلر در برگ هر سه پایه، به‌ویژه پایهٔ GN15، بیش‌تر از ریشه بود. افزایش سطح تیمار زیستی EM، باعث کاهش تجمع کلر در برگ و ریشه شد. بیش‌ترین میزان کلر برگ (۳۷/۱ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)، مربوط به ترکیب تیماری پایهٔ GN15، عدم کاربرد EM و شوری ۱۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم بود که با ترکیب تیماری پایهٔ GN15، EM یک و دو درصد و شوری ۱۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم، از نظر آماری، تفاوت معناداری نداشت و در واقع افزایش سطح تیمار EM قادر به کاهش کلر در برگ این پایه نبود ولی در دو پایهٔ دیگر، باعث کاهش میزان کلر برگ شد. بیش‌ترین میزان کلر ریشه (۲۹/۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک برگ) مربوط به ترکیب تیماری پایهٔ GF677، عدم کاربرد EM و شوری ۱۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم بود. کم‌ترین میزان کلر برگ (۰/۱ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و ریشه (۰/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)، مربوط به ترکیب تیماری پایهٔ GF677، EM سه درصد و شوری صفر بود، که در مورد کلر برگ با ترکیب تیماری پایهٔ بذری، EM سه درصد و شوری صفر از نظر آماری تفاوت معناداری نداشت (جدول‌های ۴ و ۵).

**۳-۳- پتاسیم برگ و ریشه**

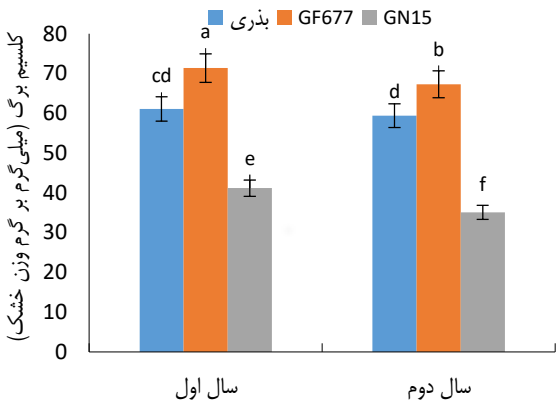
بر اساس نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها، با افزایش سطح شوری، مقدار پتاسیم برگ و ریشهٔ هر سه پایه، به‌ویژه پایهٔ GN15، کاهش داشت و میزان پتاسیم در برگ هر سه پایه، به‌ویژه پایهٔ GF677، بیش‌تر از ریشه بود. افزایش سطح تیمار زیستی EM، باعث افزایش تجمع پتاسیم در برگ و ریشه شده است. بیش‌ترین میزان پتاسیم برگ (۶۹/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و ریشه (۴۹/۵ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)، مربوط به ترکیب تیماری پایهٔ GF677، EM سه درصد و شوری صفر بود. کم‌ترین میزان پتاسیم برگ (۲۱/۷ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و ریشه (۱۱/۰ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)، به‌ترتیب، مربوط به پایهٔ بذری، عدم کاربرد EM و شوری ۱۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم و پایهٔ GN15، عدم کاربرد EM و شوری ۱۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم بود (جدول‌های ۴ و ۵).

**۳-۴- نسبت پتاسیم/سدیم برگ و ریشه**

بر اساس نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها، با افزایش سطح شوری، نسبت پتاسیم/سدیم برگ و ریشهٔ هر سه پایه، به‌ویژه پایهٔ GN15، کاهش داشت و نسبت پتاسیم/سدیم در برگ هر سه پایه، به‌ویژه پایهٔ GF677، بیش‌تر از ریشه بود. افزایش سطح تیمار زیستی EM، باعث افزایش نسبت پتاسیم/سدیم در برگ و ریشه شد. بیش‌ترین نسبت پتاسیم/سدیم برگ (۴۷۱/۱۸) و ریشه (۲۰۷/۰۱)، مربوط به ترکیب تیماری پایهٔ GF677، EM سه درصد و شوری صفر و کم‌ترین میزان این شاخص در برگ (۳/۹) و ریشه (۰/۶)، مربوط به ترکیب تیماری پایهٔ بذری، عدم کاربرد EM و شوری ۱۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم بود که در مورد نسبت پتاسیم/سدیم برگ، با ترکیب تیماری پایهٔ GN15، عدم کاربرد EM و یک درصد و شوری ۱۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم، از نظر آماری، تفاوت معناداری نداشت (جدول‌های ۴ و ۵).

**۳-۵- کلسیم برگ و ریشه**

بر اساس نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها، با افزایش سطح شوری، مقدار کلسیم برگ و ریشهٔ هر سه پایه، به‌ویژه پایهٔ GN15، کاهش نشان داد و میزان کلسیم در برگ هر سه پایه، به‌ویژه پایهٔ GF677، بیش‌تر از ریشه بود. افزایش سطح تیمار زیستی EM، باعث افزایش تجمع کلسیم در برگ و ریشه شد. بیش‌ترین مقدار کلسیم برگ (۹۰/۰ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و ریشه (۵۹/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)، مربوط به ترکیب تیماری پایهٔ GF677، EM سه درصد و شوری صفر و کم‌ترین مقدار کلسیم برگ (۲۳/۶ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و ریشه (۷/۰ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)، مربوط به پایهٔ GN15، عدم کاربرد EM و شوری ۱۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم بود (جداول ۴ و ۵). بر اساس نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها، اثر متقابل سال و پایه، نشان داد که، کلسیم برگ، در هر سه پایه، در سال اول بیش‌تر از سال دوم است. لذا، بیش‌ترین و کم‌ترین کلسیم برگ، به‌ترتیب، مربوط به سال اول و پایهٔ GF677 (۷۱/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و سال دوم و پایهٔ GN15 (۳۵/۱ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) بود (شکل ۱).




**شکل ۱- کلسیم برگ تحت تأثیر اثرات متقابل سال و نوع پایهٔ بادام (بذری، GF677 و GN15)**

**Figure 1- Calcium leaves affected by the interaction of the year and the rootstock type of almond (Seed, GF677, and GN15)**

### ۳-۶- نیتروژن برگ و ریشه

بر اساس نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها، با افزایش سطح شوری، مقدار نیتروژن برگ و ریشهٔ هر سه پایه، به‌ویژه پایهٔ GN15، کاهش داشت و میزان نیتروژن در برگ هر سه پایه، به‌ویژه پایهٔ GF677، بیش‌تر از ریشه بود. افزایش سطح تیمار زیستی EM، باعث افزایش تجمع نیتروژن در برگ و ریشه شد. بیش‌ترین مقدار نیتروژن برگ (۵/۶۸ درصد) و ریشه (۳/۹۱ درصد)، مربوط به ترکیب تیماری پایهٔ GF677، EM سه درصد و شوری صفر و کم‌ترین مقدار نیتروژن برگ (۰/۳۸ درصد) و ریشه (۰/۶۹ درصد)، مربوط به پایهٔ بذری، عدم کاربرد EM و شوری ۱۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم بود (جداول ۴ و ۵). کاهش جذب آب، توسط سلول‌های ریشه، در شرایط شوری، باعث بروز کمبود پتاسیم در اثر رقابت با سدیم می‌شود (Homee, 2002). در گیاهان حساس به شوری، به علت کاهش غلظت یون پتاسیم در برگ‌ها، تعادل اسمزی برگ به هم خورده و با بسته شدن روزنه‌ها، میزان فتوسنتز گیاه و در نهایت، رشد کلی گیاه کاهش می‌یابد. کاهش جذب عناصر غذایی مفید، نظیر کلسیم، منیزیم و نیتروژن، در گیاه تحت تنش شوری را، می‌توان به کاهش تعرق و کاهش توسعهٔ سیستم ریشه‌ای گیاه، در این شرایط، نسبت داد (Jones and Tardieu, 1998). کاهش آب در دسترس، در اثر تنش شوری، باعث کاهش انتقال کلسیم در آوندهای چوبی و آوندهای آبکشی و در نهایت کاهش غلظت کلسیم در اندام‌های هوایی گیاه می‌شود (Jones and Tardieu, 1998). که نخستین عامل رشد ضعیف گیاهان، در خاک‌های سدیمی، به شمار می‌رود (Homaye, 2002). در پژوهش حاضر، تنش شوری باعث کاهش جذب عناصر غذایی مفید، نظیر پتاسیم، کلسیم و نیتروژن و افزایش جذب عناصر سمی کلر و سدیم، در پایه‌های بادام تحت تنش شوری، به‌ویژه پایهٔ GN15، شد. پایهٔ GF677، احتمالاً به‌دلیل داشتن سیستم ریشه‌ای توسعه یافته‌تر، قادر به جذب بیش‌تر عناصر غذایی مفید بوده و با انتقال کم‌تر سدیم و کلر، از ریشه به اندام هوایی، از مکانیسم تنظیم اسمزی بهتر و اجتناب از تنش بهره برده است. در ضمن، احتمالاً، به‌دلیل وجود اثر آنتاگونیسمی بین جذب سدیم و پتاسیم و جذب کلر و نیتروژن، و اثر همیاری بین کلسیم و پتاسیم، با افزایش جذب سدیم و کلر، در شرایط شوری، از میزان جذب پتاسیم و نیتروژن توسط پایه‌های بادام، به‌ویژه پایهٔ GN15، کاسته و با افزایش جذب کلسیم، میزان جذب پتاسیم نیز افزایش یافت. نتایج پژوهش حاضر با نتایج مطالعهٔ Chartzoulakis et al. (2002) و Dejampour et al. (2012) روی بادام، Hatami et al. (2012) روی انگور، Shafieizargar et al. (2015) روی مرکبات، Olyaei et al. (2015) و Roussos et al. (2017) روی زیتون و Kharusi et al. (2017) روی خرما مطابقت دارد.

ریزموجودات مفید نسبت به کودهای دامی و شیمیایی در بهبود ساختار فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک‌های شور، قابلیت دسترسی به مواد غذایی خاک و حفظ سلامت گیاهان، ، موثر هستند (Zrig et al., 2015) و قادر به تثبیت نیتروژن اتمسفر، تجزیهٔ مواد آلی خاک و آزادسازی مواد ضروری گیاه و افزایش چرخهٔ مواد غذایی هستند (Shirvastava and Kumar, 2015) و با افزایش سنتز هورمون‌های گیاهی و در نتیجه تحریک تقسیم سلولی، باعث کمک به افزایش ریشه‌دهی و بهبود جذب مواد غذایی مفید از خاک نظیر پتاسیم، کلسیم و نیتروژن، در پاسخ به تنش شوری می‌شوند (Grover et al., 2011) این ریزموجودات با تحریک ترشح ACC، توسط گیاهان و تبدیل این ترکیب به آمونیوم و آلفاکتوبوتیرات، علاوه بر کاهش سنتز اتیلن، در شرایط تنش شوری، از ترکیبات حاصل، به‌عنوان منبع نیتروژنی، برای گیاه، بهره می‌برند (Glick et al., 1998). هم‌چنین، باکتری‌های تولیدکنندهٔ سیدروفور، از طریق کمک به افزایش جذب آهن (Antoun and Kloepper, 2001)، برخی از سویه‌های باکتری جنس سودوموناس، از طریق حل کردن ترکیبات نامحلول حاوی عنصر روی (Lonergan and Webb, 1993)، برخی باکتری‌های مفید از طریق حلالیت فسفات معدنی و نیز اگزوپلی‌ساکاریدهای حاصل از فعالیت ریزموجودات مفید (Cattelan et al., 1999) باعث بهبود رشد گیاه می‌شوند. نتایج پژوهش حاضر، مبنی بر تأثیر کاربرد تیمار ریزموجودات مفید، بر کاهش جذب عناصر کلر و سدیم و افزایش جذب عناصر مفید نظیر پتاسیم، کلسیم و نیتروژن، در شرایط تنش شوری، روی پایه‌های بادام، نشان داد که افزایش رشد و توسعهٔ سیستم ریشه‌ای پایه‌های بادام تحت تنش شوری، به‌ویژه پایهٔ GF677، در اثر خاصیت شبه‌اکسینی و شبه‌سیتوکینینی این تیمار زیستی، وجود باکتری‌های فتوسنتزی، به‌عنوان باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن اتمسفر، اگزوپلی‌ساکاریدهای حاصل از فعالیت این ریزموجودات و تأثیر آن‌ها در کاهش جذب سدیم و کلر و افزایش جذب پتاسیم و نیز بهبود ساختار فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، توسط این ترکیب زیستی، احتمالاً باعث افزایش جذب عناصر غذایی مفید و افزایش غلظت برگی

این عناصر نسبت به ریشه شده است. بیش‌ترین غلظت ریشه‌ای سدیم و کلر نیز، مربوط به پایهٔ GF677 بود که به احتمال زیاد، نشان‌دهندهٔ قدرت بیش‌تر این گیاه، در انتقال کم‌تر سدیم و کلر، از ریشه به اندام-های هوایی گیاه بود. نتایج پژوهش حاضر با نتایج Zydlik and Abdulrahman (2013)، Zydlik (2008)، Shokouhian et al. (2013) و El-Hamied (2014) روی نارنگی، Salama et al. (2014) روی خرما و Fan et al. (2016) روی کیوی مطابقت دارد.

**جدول ۴- مقایسهٔ میانگین عناصر موجود در برگ‌ها تحت اثرات متقابل سه جانبهٔ سطوح مختلف ریزموجودات مفید (E0: صفر، E1: یک درصد، E2: دو درصد و E3: سه درصد)، سطوح مختلف کلریدسدیم (S0: صفر، S1: ۶۰ میلی‌مولار ، S2: ۱۲۰ میلی‌مولار و S3: ۱۸۰ میلی‌مولار) و نوع پایهٔ بادام (بذری، GF677 و GN15)**

**Table 4- Comparison of the averages, the elements in the leaves, affected by different levels of effective microorganisms (E0, E1, E2, and E3%), different levels of sodium chloride or NaCl (S0; 0, S1;60 mM, S2;120 mM and S3; 180 mM) and the type of almond rootstock (seed, GF677, and GN15)**

| پایه | شوری | EM | سدیم برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) | کلر برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) | پتاسیم برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) | پتاسیم/سدیم برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) | کلسیم برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) | نیتروژن برگ (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بذری | S0 | EM0 | $19^{St}$ | $2^{w}$ | $37.6^{r}$ | $16.43^{g}$ | $74^{ef}$ | $3.17l^{m}$ |
| | | EM1 | $16^{tu}$ | $1.4^{wa}$ | $42.7^{no}$ | $2020.02^{g}$ | $73.5^{ef}$ | $3.1^{m}$ |
| | | EM2 | $1.5^{tu}$ | $0.2^{z}$ | $48.9^{j}$ | $0.305^{e}$ | $75.7^{de}$ | $3.65^{ig}$ |
| | | EM3 | $0.5^{wx}$ | $7.1^{pQ}$ | $56.30^{z}$ | $441^{b}$ | $77.8^{d}$ | $4.7^{ef}$ |
| | S1 | EM0 | $3.2^{qv}$ | $6.29^{r}$ | $21^{g}$ | $38.48^{st}$ | $65^{kl}$ | $2.5^{rs}$ |
| | | EM1 | $3.3^{qr}$ | $3.03^{u}$ | $28.8^{w}$ | $66.6^{qr}$ | $0.77^{g}$ | $2.8^{op}$ |
| | | EM2 | $1.8^{tu}$ | $17.3^{g}$ | $37^{rTU}$ | $75^{pk}$ | $72.8^{f}$ | $3.6^{ij}$ |
| | | EM3 | $1.3^{u}$ | $14^{Jk}$ | $53.8^{fg}$ | $138.6^{m}$ | $74.2^{ef}$ | $4.62^{f}$ |
| | S2 | EM0 | $8.2^{gh}$ | $128^{kl}$ | $16.2^{z}$ | $13.7^{xy}$ | $55^{p}$ | $1.6^{wy}$ |
| | | EM1 | $7.6^{ln}$ | $25.1^{e}$ | $43.6^{o}$ | $21.91^{vw}$ | $62^{p}$ | $2.2^{t}$ |
| | | EM2 | $4.8^{no}$ | $19.9^{f}$ | $26.1^{x}$ | $28.2^{u}$ | $60^{k}$ | $3.4^{k}$ |
| | | EM3 | $3.7^{pQ}$ | $18.2^{g}$ | $34.5^{tu}$ | $37.3^{st}$ | $67.3^{i}$ | $4.2^{h}$ |
| | S3 | EM0 | $15.3^{b}$ | $18^{g}$ | $51.1^{i}$ | $0.2^{z}$ | $41.6^{w}$ | $0.083^{wy}$ |
| | | EM1 | $11.8^{d}$ | $17.4^{gh}$ | $7.1^{z}$ | $10^{g}$ | $44.6^{w}$ | $1.6^{wy}$ |
| | | EM2 | $8.8^{gh}$ | $20.2^{f}$ | $21^{y}$ | $10^{g}$ | $80.8^{s}$ | $2.9^{n}$ |
| | | EM3 | $7.7^{gh}$ | $15.8^{a}$ | $31.4^{v}$ | $17^{w}$ | $61.3^{n}$ | $4.3^{gh}$ |
| GF776 | S0 | EM0 | $1.8^{st}$ | $1.9^{wy}$ | $29.3^{w}$ | $163.62^{f}$ | $70^{gh}$ | $3.13^{lm}$ |
| | | EM1 | $1.6^{tu}$ | $1.1^{y}$ | $49.3^{s}$ | $233.91^{f}$ | $75^{e}$ | $3^{mn}$ |
| | | EM2 | $0.9^{u}$ | $0.1^{zw}$ | $56.3^{a}$ | $372.6^{s}$ | $88.8^{b}$ | $4.2^{h}$ |
| | | EM3 | $0.3^{x}$ | $3.9^{t}$ | $47.4^{y}$ | $471.2^{a}$ | $90^{a}$ | $5.6^{a}$ |
| | S1 | EM0 | $2.8^{rs}$ | $3.9^{t}$ | $24.98^{y}$ | $80.53^{k}$ | $67^{i}$ | $2.34^{s}$ |
| | | EM1 | $2.2^{st}$ | $2.57^{w}$ | $40.3^{p}$ | $75p^{k}$ | $72^{fy}$ | $2.80^{op}$ |
| | | EM2 | $2.2^{st}$ | $1.5^{y}$ | $53.1^{gh}$ | $107^{n}$ | $82.1^{c}$ | $2.70^{ij}$ |
| | | EM3 | $1.2^{k}$ | $7.1p^{Q}$ | $65.4^{bc}$ | $174^{h}$ | $84.5^{s}$ | $5.48^{b}$ |
| | S2 | EM0 | $7.9^{g}$ | $1.5^{y}$ | $32^{y}$ | $34.74^{tu}$ | $59^{kr}$ | $1.8^{uw}$ |
| | | EM1 | $15.8^{hi}$ | $7.1^{pQ}$ | $32.2^{u}$ | $40.38^{st}$ | $63^{lm}$ | $2.5^{rs}$ |
| | | EM2 | $2.8^{rs}$ | $7.8^{rp}$ | $52.4^{hi}$ | $58^{r}$ | $71.5^{fj}$ | $3.5^{jk}$ |
| | | EM3 | $13.5^{c}$ | $4^{t}$ | $64.3^{s}$ | $75^{pk}$ | $73.8^{ef}$ | $5.2^{ed}$ |
| | S3 | EM0 | $2.7^{ts}$ | $14.7^{ij}$ | $21.7^{yz}$ | $0.5^{xy}$ | $43^{b}$ | $0.086^{z}$ |
| | | EM1 | $9.7^{e}$ | $37.1^{kl}$ | $287.4^{w}$ | $13^{wz}$ | $29.6^{y}$ | $1.7^{vw}$ |
| | | EM2 | $7.1^{in}$ | $12.8^{kl}$ | $487.6^{g}$ | $13^{wz}$ | $63.5l^{m}$ | $3^{nm}$ |
| | | EM3 | $7.98^{m}$ | $1.3^{n}$ | $62.5^{dn}$ | $32^{tu}$ | $68.7^{kl}$ | $5^{d}$ |
| GN15 | S0 | EM0 | $1.7T^{u}$ | $3.1^{w}$ | $37.2^{r}$ | $155.21^{i}$ | $70^{gh}$ | $3^{n}$ |
| | | EM1 | $1.6^{tu}$ | $1.8^{yz}$ | $36^{s}$ | $165.54^{i}$ | $68.5^{kl}$ | $2.7^{pk}$ |
| | | EM2 | $1.62^{u}$ | $0.5^{wz}$ | $43.9^{no}$ | $145^{i}$ | $70.6^{g}$ | $3.1^{m}$ |
| | | EM3 | $1.1^{Kl}$ | $10.1^{n}$ | $47.4^{i}$ | $213.5^{de}$ | $71.1^{g}$ | $3.62^{ij}$ |
| | S1 | EM0 | $4.4^{p}$ | $11.5^{t}$ | $29.1^{w}$ | $30.75^{tu}$ | $63^{mn}$ | $2.2^{t}$ |
| | | EM1 | $8.2^{g}$ | $12.5^{kl}$ | $32.1^{v}$ | $66^{kr}$ | $68.2^{hi}$ | $2.14^{t}$ |
| | | EM2 | $2.67^{ts}$ | $10.9^{mn}$ | $387^{k}$ | $85^{op}$ | $70.8^{g}$ | $2.6^{q}$ |
| | | EM3 | $1.9^{st}$ | $10.1^{n}$ | $44.4^{mn}$ | $13.7^{xy}$ | $47^{t}$ | $3.1^{m}$ |
| | S2 | EM0 | $9.1^{ef}$ | $27.1^{cd}$ | $22^{v}$ | $19.59^{w}$ | $53^{kr}$ | $0.09^{yz}$ |
| | | EM1 | $4.2^{op}$ | $26.9^{cd}$ | $27.1^{v}$ | $25^{uw}$ | $58.6^{o}$ | $1.3^{x}$ |
| | | EM2 | $6.2^{i}$ | $26.2^{de}$ | $31.6^{v}$ | $27^{u}$ | $62.5^{mn}$ | $2.3^{s}$ |
| | | EM3 | $5.3^{mn}$ | $37^{a}$ | $37.1^{r}$ | $0.1^{z}$ | $23.6^{y}$ | $2.5^{as}$ |
| | S3 | EM0 | $18^{a}$ | $37.1^{a}$ | $21.6^{yz}$ | $9^{z}$ | $29.6^{y}$ | $0.038^{z}$ |
| | | EM1 | $13.9^{c}$ | $37.1^{i}$ | $15.9^{z}$ | $8^{z}$ | $43^{v}$ | $0.9^{yz}$ |
| | | EM2 | $9.6^{ef}$ | $37.1^{i}$ | $25.5^{y}$ | $9^{z}$ | $71.6^{fj}$ | $1.5^{x}$ |
| | | EM3 | $9.3^{ef}$ | $32.5^{b}$ | $32^{w}$ | $9^{y}$ | $44.1^{uv}$ | $1.6^{wx}$ |

Different letters indicate significant differences were observed using the LSD test at 5% probability level.

**جدول ۵ – مقایسهٔ میانگین عناصر موجود در برگ، تحت تأثیر اثرات متقابل سه جانبهٔ سطوح مختلف ریزموجودات مفید (E0: صفر، E1: یک درصد، E2: دو درصد و E3: سه درصد)، سطوح مختلف کلریدسدیم (S0: صفر میلی‌مولار، S1: ۶۰ میلی‌مولار، S2: ۱۲۰ میلی‌مولار و S3: ۱۸۰ میلی‌مولار) و نوع پایهٔ بادام (بذری، GF677 و GN15)**

**Table 5- Comparison of the averages, the elements in the roots, affected by the effects of different levels of effective microorganisms (E0, E1, E2, and E3%), different levels of sodium chloride or NaCl (S0; 0, S1;60 mM, S2;120 mM and S3; 180 mM) and the type of almond rootstock (seed, GF677, and GN15)**

| پایه | شوری | EM | سدیم برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) | کلر ریشه (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) | پتاسیم ریشه (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) | پتاسیم/سدیم ریشه (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) | ریشه (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) | نیتروژن ریشه (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بذری | S0 | EM0 | $2.6^{wx}$ | $2.1^{uv}$ | $44^{ij}$ | $20.29^{ij}$ | $29.2^{s}$ | $2.27^{j}$ |
| | | EM1 | $2.2^{x}$ | $1.8^{wx}$ | $45.1^{hi}$ | $27.32^{gh}$ | $38.5^{l}$ | $3.13^{de}$ |
| | | EM2 | $1.5^{yz}$ | $1.3^{xy}$ | $48.2^{e}$ | $42.61^{d}$ | $43.5^{h}$ | $3.31^{c}$ |
| | | EM3 | $1.8^{yz}$ | $1.1^{y}$ | $50c^{d}$ | $98.41^{b}$ | $48.5^{d}$ | $3.76^{b}$ |
| | S1 | EM0 | $6.8^{p}$ | $7.4^{mn}$ | $26.4^{q}$ | $6.49^{op}$ | $23.7^{uv}$ | $1.77^{op}$ |
| | | EM1 | $4.7^{rs}$ | $4.8^{qr}$ | $47.1^{fg}$ | $18.75^{jk}$ | $40.6^{jk}$ | $2.71^{fg}$ |
| | | EM2 | $4.4^{st}$ | $4.2^{s}$ | $33^{n}$ | $20.11^{ij}$ | $35.5^{no}$ | $2.41^{hi}$ |
| | | EM3 | $3.1^{vw}$ | $2.4^{v}$ | $42.1^{k}$ | $42.14^{e}$ | $39.6^{kl}$ | $2.62^{g}$ |
| | S2 | EM0 | $12.^{8l}$ | $14.1^{gh}$ | $17.6^{vw}$ | $2^{st}$ | $20.4^{w}$ | $1.34^{tu}$ |
| | | EM1 | $9.6^{lm}$ | $11.6j^{k}$ | $21.1^{u}$ | $3.4^{qr}$ | $24.8^{u}$ | $1.67^{pq}$ |
| | | EM2 | $8.4^{n}$ | $8^{op}$ | $23.6^{st}$ | $7.19^{no}$ | $26.2^{tu}$ | $1.82^{no}$ |
| | | EM3 | $7.2^{op}$ | $5.1^{t}$ | $26.8^{q}$ | $14.15^{kl}$ | $30.1^{r}$ | $2.01^{l}$ |
| | S3 | EM0 | $26^{c}$ | $29.6^{b}$ | $13.1^{y}$ | $0.5^{v}$ | $8.8^{y}$ | $0.99^{wx}$ |
| | | EM1 | $21.8^{e}$ | $19. 4^{de}$ | $15.4^{x}$ | $1.8^{st}$ | $13.3^{x}$ | $1.08^{vw}$ |
| | | EM2 | $17.5^{f}$ | $13.5^{hi}$ | $16.6^{wx}$ | $3.5^{qr}$ | $13.1^{x}$ | $1.09^{vw}$ |
| | | EM3 | $10.1^{kl}$ | $8.2^{m}$ | $17.6^{vw}$ | $6^{p}$ | $13.4^{x}$ | $1.26^{u}$ |
| GF776 | S0 | EM0 | $2.6^{wx}$ | $2.3^{u}$ | $43.6^{ij}$ | $17.16^{jk}$ | $34.5^{o}$ | $3.02^{e}$ |
| | | EM1 | $1.6^{tu}$ | $1.1^{yz}$ | $43.9^{s}$ | $233.9^{1f}$ | $75^{e}$ | $3^{mn}$ |
| | | EM2 | $1.3^{yz}$ | $1.4^{xy}$ | $51.5^{b}$ | $72.44^{c}$ | $46.7^{ef}$ | $3.51^{c}$ |
| | | EM3 | $0.8^{z}$ | $0.8^{y}$ | $56.3^{a}$ | $208.0^{1a}$ | $59.4^{a}$ | $3.91^{a}$ |
| | S1 | EM0 | $7.3^{o}$ | $7.3^{mn}$ | $39.1^{l}$ | $8.95^{mn}$ | $32.1^{pq}$ | $2.43^{hi}$ |
| | | EM1 | $2.1^{xy}$ | $2.1^{vw}$ | $47.6^{ef}$ | $33.27^{ef}$ | $42.7^{hi}$ | $3.12^{de}$ |
| | | EM2 | $4.2^{rs}$ | $2.5^{u}$ | $46. 2^{gh}$ | $34.44^{gh}$ | $46.1^{fg}$ | $3.06^{de}$ |
| | | EM3 | $2.9^{vw}$ | $2.2^{u}$ | $51.8^{b}$ | $54.24^{d}$ | $57.5^{b}$ | $3.5^{c}$ |
| | S2 | EM0 | $14.3^{gh}$ | $14.4^{gh}$ | $29.6^{p}$ | $2.9^{rs}$ | $26^{tu}$ | $1.52^{rs}$ |
| | | EM1 | $9.1^{mn}$ | $10.2^{l}$ | $36.1^{m}$ | $5.7^{p}$ | $37.8l^{m}$ | $1.88^{mn}$ |
| | | EM2 | $6.7^{p}$ | $6. 1^{mn}$ | $37.7^{lm}$ | $19.09^{hi}$ | $45^{g}$ | $2.09^{kl}$ |
| | | EM3 | $5.6^{q}$ | $3.8^{pq}$ | $42.1^{k}$ | $23.99^{hi}$ | $51.3^{c}$ | $2.35^{ij}$ |
| | S3 | EM0 | $28.9^{b}$ | $29.9^{ab}$ | $20.7^{u}$ | $0.8^{uv}$ | $14.7^{wx}$ | $1.29^{u}$ |
| | | EM1 | $13.4^{hi}$ | $7.4^{f}$ | $33.6^{st}$ | $2.9^{rs}$ | $26.1^{tu}$ | $1.59^{qr}$ |
| | | EM2 | $11.4^{j}$ | $10.3^{l}$ | $24.2^{rs}$ | $6.9^{op}$ | $40.9^{j}$ | $1.75^{op}$ |
| | | EM3 | $9.5l^{m}$ | $5.1^{q}$ | $30.2^{p}$ | $11l^{m}$ | $48.1^{d}$ | $1.99^{l}$ |
| GN15 | S0 | EM0 | $2.5^{wx}$ | $2.1^{w}$ | $42.9^{jk}$ | $23.56^{hi}$ | $36.8^{m}$ | $3.11^{de}$ |
| | | EM1 | $3.4^{uv}$ | $1.5^{wx}$ | $45.4^{hi}$ | $34.18^{fg}$ | $41.5^{i}$ | $3.51^{c}$ |
| | | EM2 | $1.2^{xy}$ | $49.5^{e}$ | $45.7^{1e}$ | $46^{fg}$ | $3.86^{ab}$ | $1.6^{yz}$ |
| | | EM3 | $7.8^{o}$ | $8.4^{n}$ | $22.6^{t}$ | $6.56^{op}$ | $28^{st}$ | $1.87^{mn}$ |
| | S1 | EM0 | $6.4^{p}$ | $6.1^{p}$ | $30.4^{p}$ | $8.1^{mn}$ | $28.8^{s}$ | $1.96^{l}$ |
| | | EM1 | $4.8^{t}$ | $4.2^{rs}$ | $31.7^{op}$ | $14.73^{kl}$ | $31.4^{qr}$ | $2.29^{j}$ |
| | | EM2 | $4.1^{t}$ | $3.2^{vw}$ | $33.6^{n}$ | $23.34^{hi}$ | $34.3^{o}$ | $2.42^{hi}$ |
| | | EM3 | $14.5^{gh}$ | $13.8^{h}$ | $18.4^{v}$ | $2.4^{rs}$ | $23.4^{uv}$ | $1.31^{u}$ |
| | S2 | EM0 | $10.1^{kl}$ | $13^{i}$ | $19.2^{uv}$ | $3.3^{qr}$ | $21.7^{v}$ | $1.41^{st}$ |
| | | EM1 | $9.2^{mn}$ | $10.6^{kl}$ | $22.9^{t}$ | $5.22^{p}$ | $22.7^{uv}$ | $1.56^{qr}$ |
| | | EM2 | $9.1^{mn}$ | $8.4^{tu}$ | $24.8^{r}$ | $7.86^{no}$ | $27.7^{st}$ | $1.8^{no}$ |
| | | EM3 | $29.6^{ab}$ | $31.1^{a}$ | $11^{z}$ | $0.6^{uv}$ | $7^{z}$ | $0.69^{y}$ |
| | S3 | EM0 | $23.2^{d}$ | $22.2^{c}$ | $12.9^{y}$ | $1.1^{mn}$ | $8.4^{yz}$ | $0.81^{x}$ |
| | | EM1 | $17.8^{f}$ | $18.2^{ef}$ | $15.7^{x}$ | $2.7^{rs}$ | $8.3^{yz}$ | $0.95^{wx}$ |
| | | EM2 | $14.7^{gh}$ | $12.3^{ij}$ | $17.3^{w}$ | $2.8^{rs}$ | $8.8^{y}$ | $1.03^{wx}$ |
| | | EM3 | $2.6^{wx}$ | $2.1^{uv}$ | $44^{ij}$ | $20.29^{ij}$ | $29.2^{s}$ | $2.27^{j}$ |

Different letters indicate significant differences were observed using the LSD test at 5% probability level

## ۴- نتیجه‌گیری

از بین عناصر مورد ارزیابی، نیتروژن برگ، نسبت پتاسیم به سدیم برگ، نشان‌گرهای مناسبی به‌منظور بررسی تحمل به شوری پایه‌های بادام بودند. کاربرد کودهای زیستی باعث بهبود تمام شاخص‌های مورد مطالعه در هر سه پایهٔ مورد مطالعه شد و بهترین نتیجه در آزمایش ریزموجودات مفید، مربوط به ترکیب تیماری پایهٔ GF677، سطح ۳۰ میلی‌لیتر بر لیتر ریزموجودات مفید و صفر میلی‌مولار شوری بود. در شرایط فوق، هیبرید GF677، نسبت به دو پایهٔ دیگر، در شرایط تنش شوری ناشی از کلریدسدیم متحمل‌تر ارزیابی شد و پایه‌های بذری و GN15 در رده‌های بعدی قرار گرفتند.

**سپاسگزاری**

این پژوهش با حمایت معاونت محترم پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی تهیه شده است و در این راستا از معاونت محترم پژوهشی تشکر و قدردانی می‌شود.

**منابع**

مستوفی، یونس، و نجفی، فرزانه (۱۳۸۴). روش‌های آزمایشگاهی تجزیه-ای در علوم باغبانی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶ صفحه.

شکوهیان، علی اکبر، داوری‌نژاد، غلامحسین، تهرانی‌فر، علی، رسول‌زاده، علی، و ایمانی، علی (۱۳۹۲). ارزیابی اثرات تنش آبی و ریز موجودات مفید بر خصوصیات مرفوفیزیولوژیک و بیوشیمیایی پایه‌های رویشی بادام. پایان‌نامهٔ دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد.

گرگینی شبانکاره، حسین، اصغری‌پور، محمدرضا، و فاخری، براتعلی (۱۳۹۴). اثر کودهای زیستی بر شاخص‌های رشد و اسانس بادرشبو (Dracoceohalum moldivica L.) تحت تنش خشکی. *اکوفیزیولوژی گیاهی*، ۷(۲۳)، ۱۸۷-۱۹۴. dor: 20.1001.1.20085958.1394.7.23.17.3

همائی، مهدی (۱۳۸۱). واکنش گیاهان به شوری. چاپ اول، کمیتهٔ ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۱۲ صفحه.

## References

Abdoli Nejad, R., & Shekafendeh, A. (2014). Salt stress-induced changes in leaf antioxidant activity, proline and protein content in Shah Anjir and Anjir Sabz fig seedlings. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 1(2), 121-129. doi:10.22059/ijhst.2014.52782

Abdulrahman, A.S. (2013). Effect of foliar spray of ascorbic acid, zinc, seaweed extracts and biofertilizer (EM1) on growth of almond (Prunus amygdalus) seedling. *International Journal of Pure and Applied Science and Technology*, 17(2), 62-71.

Asgharzade, A., & Babaeian, M. (2012). Investigation the effects of humic acid and acetic acid foliar application on yield and leaves nutrient content of grape (Vitis vinifera). *African Journal of Micribiology Research*, 6(31), 6049-6054. doi:10.5897/AJMR12.425

Antoun, H., & Kloepper, J.W. (2001). Plant growth promoting rhizobacteria. Pp. 1477-1480, In: Brenner, S., Miller, J.H. (Ed.), *Encyclopedia of genetics*, New York, Academic.

Benhassaini, H., Fetati, A., Hocine, A.K., & Belkhodja, M. (2012). Effect of salt stress on growth and accumulation of proline and saluble sugars on plantlets of Pistacia atlantica Desf. Subsp. atlantica used as rootstocks. *Biotechnology, Agronomie, Society, and Environment*, 16(2), 159-165.

Bajji, M., Kinet, J.M., & Lutts, S. (2002). The use of the electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water stress tolerance test in durum wheat. *Plant Growth Regulation*, 36(1), 61-70. doi:10.1023/A:1014732714549

Cattelan, A.J., Hartel, P.G., & Fuhrman, J.J. (1999). Screening for plant growth promoting rhizobacteria to promote early soybean growth. *Soil Science Society of America Journal*, 63(6), 1670-1680. doi:10.2136/sssaj1999.6361670x

Chartzoulakis, K., Loupassaki, M., Bertaki, M., & Androulakis, I. (2002). Effect of NaCl salinity on growth, ion content and $CO_2$ assimilation rate of six olive cultivars. *Scientia Horticulturae*, 96(1), 235-247. doi:10.1016/S0304-4238(02)00067-5

Dejampour, J., Aliasgharzad, N., Zeinalabedini, M., Rohan Niya, M., & Majidi Hervan, E. (2012). Evaluation of salt tolerance in almond (Prunus dulcis L. Batsch) rootstocks. *African Journal of Biotechnology*, 11(56), 11907-11912. doi: 10.5897/AJB11.2996

Duarte, H.H.F., Souza, E.R. (2015). Soil water potential and Capsicum annum L. under salinity. *Revista Brasileria de Ciencia do Solo*, 40, 1-10. doi:10.1590/18069657rbcs20150220

El-Hamied, S.A.A. (2014). Effect of multi-ingredient of Bokashi on productivity of mandarin trees and soil properties under saline water irrigation. *ISOR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7(11), 79-87.

Fan, L., Zhou, X., Li, Y., Ji, L., Wu, G., & Li, B. (2016). The influence of effective microorganisms on microbes and nutrients in kiwifruit plantingsoil. *Applied Sciences*, 6(6), 1-9. doi:10.3390/app6060168

Fisarakis, I., Chartzoulakis, K., & Stavrakas, D. (2001). Response of Sultana vines (V. vinifera L.) on six rootstocks to NaCl salinity exposure and recovery. *Agricultural Water Management*, 51(1), 13-27. doi:10.1016/S0378-3774(01)00115-9

Grover, M., Shandhya, SK.Z., Rasal, A., & Venkateswarlu, B. (2011). Role of microorganisms in adaptation of agriculture crops to abiotic stress. *World Journal of Microbial and Biotechnology*, 27(5), 1231-1240. doi:10.1007/s11274-010-0572-7

Garcia-Sanchez, F., Jifon, J.L., Carvajal, M., & Syvertsen, J.P. (2002). Gas exchange, chlorophyll and nutrient content in relation to $Na^+$ and $Cl^-$ accumulation in 'Sunburst' mandarin grafted on different rootstocks. *Plant Science*, 162(5), 705-712. doi:10.1016/S0168-9452(02)00010-9

Grattan, S.R., & Grieve, C.M. (1998). Salinity-mineral nutrient relation in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 78, 127-157. doi:10.1016/S0304-4238(98)00192-7

Glick, B.R., Penrose, D.M., & Li, J. (1998). A model for the lowering of plant ethylene concentrations by plant growth-promoting bacteria. *Journal of Theoretical Biology*, 190(1), 63-68. doi:10.1006/jtbi.1997.0532

Gorgini Shabankareh, H., Asgharipour, M.R., & Fakheri, B.A. (2015). The effect of bio fertilizers on some growth parameters and essential oil of Moldavian dragonhead under drought condition. *Plant Ecophysiology*, 7(23), 187-194. dor: 20.1001.1.20085958.1394.7.23.17.3 [In Persian]

Hatami, E., Esna-Ashari, M., & Javadi, T. (2012). Effect of salinity on some growth characteristics and concentration of elements in two grape (Vitis vinifera L.) cultivars, Rishbaba, and Sahebi. *Plant Stress*, 6(1), 77-80.

Hamada, A.M., & El-enany, A.E. (1994). Effect of NaCl salinity on growth, pigment, mineral contents and gas exchange of broad bean and pea plants. *Biologia Plantarum*, 36(1), 75-81. doi:10.1007/BF02921273

Higa, T. (1996). *An earth saving revolution*. Sunmark Publishing Tokyo, Japan.

Homaee, M. (2002). *Plants Response to Salinity*. 1th Edition: ranian National Committee on Irrigation and Drainage, 112 pages. [In Persian]

Jha, Y. (2017). Cell water content and lignification in maiz regulated by rhizobacteria under salinity. *Brazilian Journal of Biological Sciences*, 4(7), 9-18. doi:10.21472/bjbs.040702

Jones, H.G., & Tardieu, F. (1998). Modeling water relations of horticultural crops: a review. *Scientia Horticulturae*, 74(1), 21-46. doi:10.1016/S0304-4238(98)00081-8

Johnson, J.M., & Ulrich, A. (1975). Analytical methods for use in plant analysis. *Scientia Horticulturae*, 766(1), 26-78.

Kharusi, L.A., Assaha, D.V.M., Al-Yahyai, R., & Yaish, M.W. (2017). Screening of date palm (Phoenix dactylifera L.) cultivars for salinity tolerance. *Forests*, 8(4), 1-14. doi:10.3390/f8040136

Levitt, J. (1980). *Responses of plants to environmental stresses: water, radiation, salt and other stresses*. New York, Academic Press.

Lonergan, J.F., & Webb, M.J. (1993). Interactions between zinc and other nutrients affecting the growth of plants. Pp. 119-134, In: Robson, A.D. (Eds.), *Zinc in soils and plants*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Mostofi, Y., & Najafi, F. (1384). *Laboratory Manual of Analytical Techniques in Horticulture*. Tehran University Publications, 136 pages. [In Persian]

Olyaei, F., Baninasab, B., Ghobadi, C., & Gholami, M. (2015). Ion content and its correlation with some physiological parameters in olive cultivars in response to salinity. *Iran Agricultural Research*, 34(2), 61-70.

Patakas, A., Nikolaou, N., Zioziou, E., Radoglou, K., & Noitsakis, B. (2002). The role of organic solute and ion accumulation in osmotic adjustment in drought-stressed grapevines. *Plant Science*, 163(1), 361-367.

Roussos, P.A., Assimakopoulou, A., Nikoloudi, A., Salmas, I., Nifakos, K., Kalogeropoulos, P., & Kostelenos, G. (2017). Intra- and inter-cultivar impacts of salinity stress on leaf photosynthetic performance, carbohydrates and nutrient content of nine indigenous Greek olive cultivars. *Acta Physiologiae Plantarum*, 39(6), 1-17. doi:10.1007/s11738-017-2431-8

Ryan, J., Estefan, G., & Rashid, A. (2001). Soil and Plant Analysis Laboratory Manual. Second Edition. Available from ICARDA, Aleppo, Syria.172 pages.

Soni, A., Dhakar, S., & Kumar, N. (2017). Mechanisms and strategies for improving salinity tolerance in fruit crops. *International Journal Current Microbiology Applied Scientia*, 6(8), 1917-1924. doi:10.20546/ijcmas.2017.608.22

Salama, A.S.M., El-Sayed, O.M., & El Gammal, O.H.M. (2014). Effect of effective microorganisms (EM) and potassium sulphate on productivity and fruit quality of "Hayany" date palm grown under salinity stress. *IOSR Journal of Agriculture and Verterinary Scienc*e, 7(6), 90-99. doi:10.9790/2380-07619099

Storey, R., & Walker, R.R. (1998). Citrus and salinity. *Scientia Horticulturae*, 78(1), 39-81. doi:10.1016/S0304-4238(98)00190-3

Shafieizargar, A.R., Awang, Y., Ajamgard, F., Juraimi, A.Sh., Othman, R., & Kalantar Ahmadi, A. (2015). Assessing five citrus rootstocks for NaCl salinity tolerance using mineral concentrations, proline and relative water contents as indicators. *Asian Journal of Plant Science*, 14(1), 20-26. doi:10.3923/ajps.2015.20.26

Shirvastava, P., & Kumar, R. (2015). Soil salinity: a serius environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. *Saudi Journal of Biological Scientces*, 22(2), 123-131. doi:10.1016/j.sjbs.2014.12.001

Sharma, R.R. (2002). *Growing strawberries*. First edition, International book distributing

Company, New Delhi, 164 pages.

Shokouhian, A., Davarynejad, GH., Tehehranifar A., Rasoulzadeh, A., & Imani, A. (2013). Evaluate the effects of water stress and effective microorganisms on morphophysiological and biochemical properties of almond vegetative rootstocks. Ph.D. Thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. [In Persian]

Zrig, A., Ben Mohammed, H., Tounekti, T., Ahmed, S.O., & Khemira, H. (2015). Differential responses of antioxidant enzymes in salt-stressed almond tree grown under san and shade condition. *Journal of Plant Science and Research*, 2(1), 1-12.

Zydlik, P., & Zydlik, Z. (2008). Impact of biological effective microorganisms (EM) properties some physico-chemical properties of soil and the vegetative growth of apple-tree rootstocks. *Nauka Przyroda Technologie*, 2(1), 1-8.