

## مطالعه تأثیر کاربرد سلنیوم بر جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه‌ی گیاهچه‌های سه گیاه دارویی بالنگوی شهری، قدومه و کاسنی تحت تنش شوری

معصومه عامریان<sup>۱\*</sup> و علی‌رضا خسروی<sup>۲</sup>

۱. استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران  
۲. کارشناسی تولیدات گیاهی-گیاهان دارویی و معطر، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی،  
دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران  
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۰۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۸)

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر شوری و سلنیوم بر جوانه‌زنی بذر سه گیاه دارویی بالنگوی شهری، قدومه و کاسنی پژوهشی به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه‌ی طرح کاملاً تصادفی با دو عامل شامل سطوح مختلف شوری و سلنیوم در سه تکرار اجرا شد. عامل اول شامل سطوح صفر، ۲، ۴، و ۸ میلی‌مولار کلرید سدیم و عامل دوم سطوح صفر، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم بود. نتایج نشان داد، بر خلاف سلنیوم، شوری درصد جوانه‌زنی، شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه را در هر سه گیاه دارویی مورد مطالعه کاهش داد. درصد جوانه‌زنی قدومه ۴۰٪، کاسنی ۴۹/۱٪ و بالنگوی شهری ۵۲/۵٪ بود که بیانگر حساسیت بیش‌تر قدومه نسبت به تنش شوری است، درحالی‌که بالنگوی شهری تحمل بیشتری نسبت به تنش شوری نشان داد. با افزایش غلظت سلنیوم طول گیاهچه در هر سه گیاه دارویی مورد مطالعه نسبت به شاهد افزایش یافت. بیش‌ترین طول گیاهچه (۲۰ میلی‌متر) در تیمار ۲۰ میلی‌گرم سلنات سدیم همراه با غلظت ۸ میلی‌مولار کلرید سدیم در قدومه مشاهده گردید و کم‌ترین طول گیاهچه در کاسنی (۶/۲ میلی‌متر) و در تیمار صفر میلی‌گرم سلنات سدیم همراه با غلظت ۸ میلی‌مولار کلرید سدیم بود. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت سلنیوم (در سطح ۲۰ میلی‌گرم سلنات سدیم) می‌تواند میزان جوانه‌زنی بذر و رشد دانه‌ها هر سه گیاه دارویی را تحت شرایط تنش شوری افزایش دهد.

**کلمات کلیدی:** درصد جوانه‌زنی، سلنات سدیم، کلرید سدیم، شاخص‌های جوانه‌زنی

## Study of the effect of selenium application on seed germination and initial growth of seedlings of three medicinal plants of dragons head, alyssum and chicory under salt stress

M. Amerian<sup>1\*</sup> and A.R. Khosravi<sup>2</sup>

1. Assistant Professor, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Science and Agricultural Engineering, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran
2. Undergraduate Plant Production-Medicinal and Aromatic plant, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Science and Agricultural Engineering, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran

(Received: Oct. 30, 2020 – Accepted: Feb. 06, 2021)

### Abstract

In order investigate the effect of salinity and selenium on seed germination of three medicinal plants dragons head, alyssum and chicory, this study was performed as a factorial experiment based on a complete randomized design with two factors including different levels of salinity and selenium in three replications. The first factor included 0, 2, 4, and 8 mM NaCl and the second factor was 0, 5, 10, and 20 mg L<sup>-1</sup> sodium selenate levels. Unlike selenium, salinity reduced germination percentage, germination characteristics and initial growth in all three medicinal plants. The germination percentage of chicory was 40%, alyssum was 49.1% and dragons head was 52.5%, which indicates that chicory is more sensitive to salinity stress, while dragons head showed more tolerance to salinity stress. With increasing selenium concentration, seedling length in all three medicinal plants increased compared to the control. The highest seedling length (20 mm) was observed in treatment 20 mg L<sup>-1</sup> sodium selenate with a concentration of 8 mM NaCl in alyssum. The lowest seedling length was in chicory (6.2 mm) and in 0 mg L<sup>-1</sup> sodium selenate treatment with 8 mM NaCl. The use of selenium can improve germination characteristics and to some extent reduce the effects of salinity stress. In general, it can be concluded that selenium (at the level of 20 mg L<sup>-1</sup> of sodium selenate) can increase seed germination and seedling growth of all three medicinal plants under salinity stress.

**Keywords:** Germination percentage, Sodium selenate, NaCl, Germination characteristics

\* Email: masoomehamerian@yahoo.com

## مقدمه

استفاده از گیاهان دارویی در کشورهای مختلف به سرعت در حال افزایش است، چراکه اثربخشی مواد مؤثره‌ی گیاهان دارویی اثبات شده است و در اکثر جوامع بشری مورد استقبال قرار گرفته‌اند (Ghasemi et al., 2020). بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica* L.) به عنوان گیاهی یکساله-چند ساله شناخته می‌شود و گونه‌ای گلدار در خانواده‌ی Lamiaceae است. عصاره‌ی آن دارای خواص دارویی و درمانی است که شامل ترپنوئیدها، ترکیبات فلاونوئیدی و روغن‌های ضروری است که برگ‌ها و روغن دانه‌ها قابل مصرف هستند (Ghasemi et al., 2020). کاسنی (*Cichorium intybus* L.) متعلق به خانواده‌ی Asteraceae به عنوان یک گونه‌ی گیاهی با ارزش از نظر دارویی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. کاسنی خواص دارویی متعددی دارد از جمله می‌توان به رفع بیماری‌های کبدی اشاره کرد (Abedi et al., 2020). قدومه (*Alyssum homalocarpum* L.) از خانواده‌ی Cruciferae و یکساله می‌باشد. دانه‌ها خاصیت دارویی دارند که حاوی ترکیبات لعابی (موسیلاژی) می‌باشند. گیاه قدومه حاوی ترکیبات گلوکوزاینولاتی، موسیلاژ، ترکیبات روغنی و پروتئینی می‌باشد (Zaferanieh et al., 2020). شوری یکی از عوامل کاهش دهنده‌ی رشد و عملکرد بسیاری از محصولات کشاورزی در سراسر دنیا می‌باشد (Castañares and Bouzo, 2019). در حال حاضر نزدیک به ۶/۵٪ کل مناطق جهان و حدود ۲۰٪ اراضی زیر کشت تحت تأثیر شوری هستند. میزان زیاد نمک در خاک باعث عدم تعادل پتانسیل اسمزی، تعادل یونی و جذب مواد مغذی می‌شود (Kaur and Gupta, 2018). در واقع شوری یکی از شایع‌ترین تنش‌های محیطی است که رشد و تولید گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بذر از مرحله کاشت تا استقرار گیاهچه شدیداً در برابر تنش‌ها آسیب‌پذیر می‌باشند شوری خاک از طریق کاهش پتانسیل

آب اطراف بذر و ممانعت از جذب آب توسط بذر و نیز به واسطه‌ی اثرات سمی یون‌های سدیم و کلر جوانه‌زنی بذر را کاهش می‌دهد. جوانه‌زنی بذر و استقرار دانه‌رست بحرانی‌ترین مرحله در چرخه‌ی زندگی گیاه است که عامل تعیین‌کننده در توزیع گونه‌ها است و بذر اکثر گونه‌های گیاهی بیش‌ترین مقاومت را در برابر تنش‌های شدید محیطی دارند. افزایش سطح شوری منجر به کاهش یا تأخیر در جوانه‌زنی می‌شود و مرگ بذر را قبل از جوانه‌زنی از طریق اثرات اسمزی یا سمیت یونی در پی دارد (Huaran et al., 2019).

سلنیوم در غلظت‌های کم رشد و عملکرد گیاه را افزایش می‌دهد و عنصر مفیدی برای گیاهان محسوب می‌شود (Lan et al., 2019). بر اساس تحقیقات انجام شده سلنیوم اثرات نامطلوب ناشی از تنش‌های محیطی شامل خشکی (Ali et al., 2020)، شوری (Nemat Alla et al., 2020)، گرما (Saleem et al., 2020)، سرما (Chu et al., 2010)، فلزات سنگین (Alves et al., 2020)، ماوراءبنفش (Mata-Ramírez et al., 2019) را کاهش می‌دهد. کاربرد سلنیوم در غلظت‌های پایین با کاهش انواع اکسیژن فعال منجر به افزایش خاصیت آنتی‌اکسیدانتی گیاهان عالی می‌شود. در حالی که سلنیوم در سطوح بالا به عنوان اکسیدان عمل کرده و باعث افزایش پراکسیداسیون لیپید در غشای سلول می‌شود (Lapaz et al., 2019). مکانیسم سلنیوم برای افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های زیستی افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی (پراکسیداز، کاتالاز و...)، ترکیبات آنتی‌اکسیدانتی (آنتوسیانین، فلاونوئید، ترکیبات فنولی و...) و کاهش تنش‌های اکسیداتیو است. کاربرد سلنیوم در سطوح پایین تأثیر مثبتی بر جوانه‌زنی چند گیاه از جمله لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L. Walp) و گندم (*Triticum aestivum* L.) داشته است (Galochkina et al., 2020; Lapaz et al., 2019). در مرحله‌ی جوانه‌زنی سطوح بالای سلنیوم منجر به غیرفعال

به مدت ۱۰ دقیقه انجام گرفت. پس از آن بذرهای با آب مقطر استریل سه بار شسته شدند تا اثر هیپوکلریت سدیم به طور کامل از بین برود. سپس بذرها (۲۵ بذر) به پتری‌های مربوط (واحدهای آزمایشی) منتقل و تیمارهای شوری (کلرید سدیم) و سلنیوم (سلنات سدیم) به صورت محلول در آب به پتری دیش‌ها اضافه شدند. برای تیمار شاهد فقط آب مقطر اضافه گردید. پتری‌ها داخل انکوباتور با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. تعداد بذرهای جوانه‌زده به طور روزانه در یک ساعت معین به مدت ۱۴ روز یادداشت گردید (Moradian *et al.*, 2015). به منظور بررسی طول گیاهچه، ساقه‌چه و ریشه‌چه در پایان روز چهاردهم دانهال‌ها از پتری خارج و توسط خط کش اندازه‌گیری شد. جهت تعیین وزن خشک، گیاهچه‌ها در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. وزن تر و خشک گیاهچه‌ها با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی و شاخص قدرت بذر از روز چهارم تا چهاردهم با استفاده از معادلات زیر محاسبه شدند.

$$GP = \frac{n}{N} \times 100 \quad (1)$$

در معادله ۱: GP درصد جوانه‌زنی، n تعداد بذر جوانه‌زده در روز i ام و N تعداد کل بذر می‌باشد. میانگین زمان جوانه‌زنی بر اساس معادله Matthews Khajeh-Hosseini and (2007) (معادله ۲) محاسبه شد:

$$MGT = \sum \frac{FX}{F} \quad (2)$$

F، تعداد بذر تازه جوانه‌زده در زمان X و X تعداد روزهایی که از کشت بذرها می‌گذرد. سرعت جوانه‌زنی بر اساس معادله Maguire (1982) (معادله ۳) محاسبه گردید:

شدن آنزیم‌های تجزیه‌کننده‌ی کربوهیدرات می‌شود که ممکن است مرگ جنین را در پی داشته باشد (Lapaz *et al.*, 2019).

یکی از موانع مهم توسعه و کشت گیاهان دارویی در کشور، استقرار ضعیف و غیریکنواخت آن در خاک‌های مناطق خشک خصوصاً در شرایط وجود تنش‌های محیطی غیرزنده از جمله تنش شوری و خشکی است. با توجه به این که شوری و خشکی از جمله عوامل محیطی هستند که تأثیر شدیدی بر جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه دارند، تشخیص وضعیت جوانه‌زنی گیاهان دارویی در شرایط مختلف تنش خشکی و شوری می‌تواند راهنمای کشت گیاهان مقاوم در مناطق خشک یا شور باشد (Javadi *et al.*, 2014). لذا برای اولین بار تأثیر سلنیوم بر جوانه‌زنی و رشد اولیه‌ی توده‌های بالنگوی شهری، قدومه و کاسنی تحت تنش شوری مورد مطالعه قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تنش شوری و سلنیوم بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد دانه‌رست‌های گیاهان دارویی بالنگوی شهری، قدومه و کاسنی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشکده‌ی علوم و مهندسی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی اجرا گردید. عامل اول شامل صفر، ۲، ۴، و ۸ میلی‌مولار کلرید سدیم و عامل دوم نیز شامل سطوح صفر، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم بود. اثر تنش شوری و سلنیوم بر این سه گیاه دارویی هم‌زمان و به طور مستقل طی سه آزمایش انجام شد. در این آزمایش از توده‌های بومی شهرستان سنقر و کلیایی (استان کرمانشاه) استفاده گردید. این شهرستان در طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و عرض ۳۴ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی واقع شده که ارتفاع آن از سطح دریا ۱۶۸۱ متر است.

ضد عفونی سطحی بذرهای با هیپوکلریت سدیم ۱٪

$$GR = \left[ \frac{(n1 \times r1) + (n2 \times r2) + (n3 \times r3)}{T} \right] \quad (3)$$

n تعداد بذرهای جوانه‌زده پس از ۱، ۲، ۳، ...، T روز پس از شروع جوانه‌زنی است.

شاخص قدرت دانهال براساس طول (شاخص طولی قدرت بذر) و وزن دانهال (شاخص وزنی قدرت بذر) بر اساس معادله‌ی Vashisthand and Nagarajan (2010) (معادله‌های ۵ و ۴) محاسبه شد:

$$(4) \quad = \text{شاخص طولی قدرت بذر} \\ \text{درصد جوانه‌زنی} \times \text{طول دانهال (ریشه+ساقه)}$$

$$(5) \quad = \text{شاخص وزنی قدرت بذر} \\ \text{درصد جوانه‌زنی} \times \text{وزن دانهال (ریشه+ساقه)}$$

تجزیه‌ی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه‌ی ۹/۱ انجام شد و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ( $P \leq 0.05$ ) استفاده شد.

## نتایج

بر اساس نتایج تجزیه واریانس بالنگوی شهری تنش شوری، سلنات‌سدیم و اثر متقابل بین دو فاکتور اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر درصد جوانه‌زنی بذر، میانگین زمان جوانه‌زنی، شاخص‌های طولی و وزنی قدرت بذر داشتند. شوری و سلنات‌سدیم اثر معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) بر سرعت جوانه‌زنی بذر بالنگوی شهری داشتند. در حالی که اثر متقابل بین تنش شوری و سلنات‌سدیم بر سرعت جوانه‌زنی بذر بالنگوی شهری معنی‌دار نبود (جدول ۱).

طبق نتایج تجزیه واریانس در گیاه قدومه تنش شوری، سلنات‌سدیم و اثر متقابل بین تنش شوری و سلنات‌سدیم اثر معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی داشتند. شوری و سلنات‌سدیم اثر معنی‌داری در سطح

احتمال یک درصد بر شاخص‌های طولی و وزنی قدرت بذر قدومه داشتند. اثر متقابل بین دو فاکتور بر میزان شاخص‌های طولی و وزنی قدرت بذر معنی‌دار نبود (جدول ۱).

با توجه به نتایج تجزیه واریانس در گیاه کاسنی تنش شوری و سلنات‌سدیم اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، شاخص‌های طولی و وزنی قدرت بذر داشتند. اثر متقابل بین تنش شوری و سلنات‌سدیم اثر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی بذر، شاخص طولی قدرت بذر (در سطح احتمال یک درصد) و شاخص وزنی قدرت بذر (در سطح احتمال پنج درصد) داشتند. اثر متقابل بین دو فاکتور بر میانگین زمان جوانه‌زنی بذر کاسنی معنی‌دار نبود (جدول ۱).

طبق نتایج تجزیه واریانس گیاه بالنگوی شهری تنش شوری، سلنات‌سدیم و اثر متقابل بین دو فاکتور اثر معنی‌داری (سطح احتمال یک درصد) بر میزان طول گیاهچه، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه داشتند (جدول ۲).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس گیاه قدومه تنش شوری اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه داشت. تنش شوری اثر معنی‌داری بر طول گیاهچه نداشت. سلنات‌سدیم اثر معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) بر میزان طول گیاهچه، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه داشت. اثر متقابل بین دو فاکتور اثر معنی‌داری بر میزان طول گیاهچه (در سطح احتمال پنج درصد) و وزن تر گیاهچه (در سطح احتمال یک درصد) داشت (جدول ۲).

با توجه به نتایج تجزیه واریانس در گیاه کاسنی تنش شوری و سلنات‌سدیم اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان طول گیاهچه، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه داشتند. اثر متقابل بین

دو فاکتور اثر معنی داری بر میزان طول گیاهچه، طول ساقه چه، وزن تر و خشک گیاهچه داشتند. در حالی که اثر متقابل بین تنش شوری و سلنات سدیم بر میزان طول ریشه چه معنی دار نبود (جدول ۲).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف تنش شوری، سلنیوم و اثر متقابل بین دو فاکتور بر درصد جوانه زنی و شاخصه های جوانه زنی بذر بالنگوی شهری

Table 1- Analysis of variance effect different levels of salt stress, selenium and interaction between two factors on Germination percentage and seed germination characteristics dragons head

	منبع پراکنش S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات (Means of Square)				
			درصد جوانه زنی Germination percentage	سرعت جوانه زنی Germination Rate	میانگین زمان جوانه زنی Mean Germination Time	شاخص طولی قدرت بذر Seed Vigour Length Index	شاخص وزنی قدرت بذر Seed Vigour Weight Index
بالنگوی شهری Dragons head	تنش شوری Salt Stress (S)	3	3258.46**	39.989**	9.9538**	99121476.9**	3537128.5
	سلنات سدیم Sodium Selenate (Se)	3	263.32**	0.5824**	1.956**	19597009.4**	161917.20**
	تنش شوری × سلنات سدیم S × Se	9	50.824**	0.09164 <sup>ns</sup>	0.1568**	1538808.1**	5459.79**
	اشتباه آزمایشی Error	32	2.994	0.0483	0.0218	41712.5	450.92
	ضریب تغییرات C.V	-	2.014	5.760	3.168	3.855	1.82
قدومه Alyssum	تنش شوری Salt Stress (S)	3	4027.18**	37.08**	0.8479**	3486154.17**	8840.33**
	سلنات سدیم Sodium Selenate (Se)	3	660.74**	22.78**	0.6626**	3712344.30**	20172.89**
	تنش شوری × سلنات سدیم S × Se	9	90.11**	0.366**	0.0470**	61222.78 <sup>ns</sup>	216.23 <sup>ns</sup>
	اشتباه آزمایشی Error	32	5.500	0.1135	0.0037	33163.94	124.32
	ضریب تغییرات C.V	-	3.25	2.60	3.312	11.77	10.35
کاسنی Chicory	تنش شوری Salt Stress (S)	3	1067.83**	41.589**	0.2356**	7496857.55**	23863.86**
	سلنات سدیم Sodium Selenate (Se)	3	1051.17**	41.998**	0.4542**	6772825.95**	64696.18**
	تنش شوری × سلنات سدیم S × Se	9	137.97**	4.201**	0.0180 <sup>ns</sup>	1731860.47**	1422.18*
	اشتباه آزمایشی Error	32	13.411	0.4948	0.0085	131305.53	613.36
	ضریب تغییرات C.V	-	4.21	6.39	4.94	13.12	15.92

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد

ns\* and \*\*: non-significant and significant at the 1% and 5% level of probability, respectively

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف تنش شوری، سلنیوم و اثر متقابل بین دو فاکتور بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی دانه‌رست بالنگوی شهری

Table 2- Analysis of variance effect different levels of salt stress, selenium and interaction between two factors on some morphological dragons head seedling

	منبع پراکنش S.O.V.	df	میانگین مربعات (Means of Square)				
			طول گیاهچه Seedling Length	طول ساقه‌چه Shoot Length	طول ریشه‌چه Root Length	وزن تر گیاهچه Seedling Fresh Weight	وزن خشک گیاهچه Seedling Dry Weight
بالنگوی شهری Dragons head	تنش شوری Salt Stress (S)	3	237.51**	166.81**	7.13**	435807.50**	423.68**
	سلنات سدیم Sodium Selenate (Se)	3	10.49**	5.73**	1.58**	1404.13**	151.47**
	تنش شوری × سلنات سدیم S × Se	9	1.037**	1.35**	0.088**	97.57**	5.793**
	اشتباه آزمایشی Error	32	0.0095	0.266	0.0043	97.57**	5.793
	ضریب تغییرات C.V	-	0.756	0.907	2.30	0.71	2.60
	تنش شوری Salt Stress (S)	3	0.013 <sup>ns</sup>	0.078**	0.0578**	39067.7**	66.62**
قادومه Alyssum	سلنات سدیم Sodium Selenate (Se)	3	2.59**	0.225**	1.82**	218118.5**	407.04**
	تنش شوری × سلنات سدیم S × Se	9	0.046*	0.003 <sup>ns</sup>	0.016 <sup>ns</sup>	15125.4**	6.28 <sup>ns</sup>
	اشتباه آزمایشی Error	32	0.0185	0.0037	0.0124	2163.15	4.44
	ضریب تغییرات C.V	-	9.40	10.71	12.73	12.33	10.21
	تنش شوری Salt Stress (S)	3	1.631**	0.175**	0.812**	24610.9**	539.04**
	سلنات سدیم Sodium Selenate (Se)	3	5.502**	0.909**	2.563**	147073.2**	432.25**
کلشن Chicory	تنش شوری × سلنات سدیم S × Se	9	0.1955**	0.056**	0.0245 <sup>ns</sup>	3008.23**	197.81**
	اشتباه آزمایشی Error	32	0.0571	0.012	0.0152	1593.65	11.46
	ضریب تغییرات C.V	-	13.99	15.30	12.49	15.44	11.04

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد

ns, \* and \*\*: non-significant and significant at the 1% and 5% level of probability, respectively

بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی بذر بالنگوی شهری (۱۰۰٪) در تیمارهای بدون تنش شوری بود که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ۲ میلی‌مولار کلرید سدیم همراه با سطوح مختلف سلنیوم نشان ندادند. کم‌ترین درصد جوانه‌زنی

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر تنش شوری و سلنیوم بر درصد جوانه‌زنی بذر بالنگوی شهری (جدول ۳) نشان داد که تنش شوری درصد جوانه‌زنی را کاهش داد در حالی که سلنیوم درصد جوانه‌زنی را افزایش داد.

قدومه کاهش نشان داد. کمترین درصد جوانه‌زنی بذر در تیمار ۸ میلی مولار کلرید سدیم همراه با صفر میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم بود. در گیاه کاسنی (جدول ۳)، با افزایش سطح سلنیوم در هر چهار سطح تنش شوری درصد جوانه‌زنی بذر کاسنی افزایش نشان داد. کمترین درصد جوانه‌زنی بذر در تیمار ۸ میلی مولار کلرید سدیم همراه با صفر میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم مشاهده گردید. بیشترین درصد جوانه‌زنی در چهار سطح کلرید سدیم همراه با ۲۰ میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم مشاهده گردید. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر تنش شوری و سلنیوم بر طول گیاهچه‌ی بالنگوی شهری، قدومه و کاسنی (جدول ۳) نشان داد، بیشترین طول گیاهچه در تیمار بدون تنش شوری (شاهد) همراه با ۲۰ میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم بود. در حالی که کمترین طول گیاهچه‌ی بالنگوی شهری در تیمار ۸ میلی مولار کلرید سدیم همراه با صفر میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم مشاهده شد. براساس نتایج اثر متقابل بین دو فاکتور (جدول ۳)، در هر چهار سطح شوری با افزایش غلظت سلنیوم طول گیاهچه‌ی بالنگوی شهری افزایش نشان داد (جدول ۳). کمترین میزان طول گیاهچه‌ی قدومه در تیمار ۸ میلی مولار همراه با صفر میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم بود. در حالی که بیشترین میزان طول گیاهچه‌ی قدومه در هر چهار سطح شوری همراه با ۲۰ میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم مشاهده گردید. بیشترین میزان طول گیاهچه‌ی کاسنی در تیمار ۴ میلی مولار کلرید سدیم همراه با ۲۰ میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای صفر و ۲ میلی مولار کلرید سدیم همراه با ۲۰ میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم نداشت. کمترین میزان طول گیاهچه‌ی کاسنی در تیمار ۴ میلی مولار کلرید سدیم همراه با صفر میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم بود که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای ۲ و ۸ میلی مولار کلرید سدیم همراه با صفر میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم مشاهده نشد.

(۵۲/۵٪) مربوط به تیمار ۸ میلی مولار کلرید سدیم همراه با صفر میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم بود. با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل بین دو فاکتور (جدول ۳)، در تیمارهای ۴ و ۸ میلی مولار کلرید سدیم درصد جوانه‌زنی بذر بالنگوی شهری کاهش یافت. شوری درصد جوانه‌زنی بذر قدومه را نیز کاهش داد. بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمارهای بدون تنش شوری همراه با چهار سطح سلنیوم بود و با افزایش سطح سلنیوم درصد جوانه‌زنی بذر قدومه کاهش نشان داد. کمترین درصد جوانه‌زنی بذر در تیمار ۸ میلی مولار کلرید سدیم همراه با صفر میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم بود. در گیاه کاسنی (جدول ۳)، با افزایش سطح سلنیوم در هر چهار سطح تنش شوری درصد جوانه‌زنی بذر کاسنی افزایش نشان داد. کمترین درصد جوانه‌زنی بذر در تیمار ۸ میلی مولار کلرید سدیم همراه با صفر میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم مشاهده گردید. بیشترین درصد جوانه‌زنی در چهار سطح کلرید سدیم همراه با ۲۰ میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم مشاهده گردید. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر تنش شوری و سلنیوم بر درصد جوانه‌زنی بذر بالنگوی شهری (جدول ۳) نشان داد که تنش شوری درصد جوانه‌زنی را کاهش داد. در حالیکه سلنیوم درصد جوانه‌زنی را افزایش داد. بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر بالنگوی شهری (۱۰۰٪) در تیمارهای بدون تنش شوری بود که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ۲ میلی مولار کلرید سدیم همراه با سطوح مختلف سلنیوم نشان ندادند. کمترین درصد جوانه‌زنی (۵۲/۵٪) مربوط به تیمار ۸ میلی مولار کلرید سدیم همراه با صفر میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم بود. با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل بین دو فاکتور (جدول ۳)، در تیمارهای ۴ و ۸ میلی مولار کلرید سدیم درصد جوانه‌زنی بذر بالنگوی شهری کاهش یافت. شوری درصد جوانه‌زنی بذر قدومه را نیز کاهش داد. بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمارهای بدون تنش شوری همراه با چهار سطح سلنیوم بود و با افزایش سطح سلنیوم درصد جوانه‌زنی بذر

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تنش شوری و سلنات سدیم بر برخی ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و مرفولوژیکی دانه رست بالنگوی شهری، قدومه و کاسنی

Table 3- Comparison of the mean effect of different levels of salt stress and sodium selenate on some characteristics of seed germination and morphological of dragons head, alyssum and chicory

تنش شوری (میلی مولار) Salt Stress (mM)	سلنات سدیم (میلی گرم بر لیتر) Sodium Selenate (mg L <sup>-1</sup> )	بالتگوی شهری Dragons head			قدومه Alyssum			کاسنی Chicory		
		درصد جوانه‌زنی (%) Germination percentage (%)	طول ساقچه (میلی متر) Shoot Length (mm)	طول گیاهچه (میلی متر) Seedling Length (mm)	درصد جوانه‌زنی (%) Germination Percentage (%)	طول گیاهچه (میلی متر) Seedling Length (mm)	درصد جوانه‌زنی (%) Germination Percentage (%)	طول ساقچه (میلی متر) Shoot Length (mm)	طول گیاهچه (میلی متر) Seedling Length (mm)	
0	0	100.0 <sup>a</sup>	12.4 <sup>cd</sup>	15.1 <sup>c</sup>	97.0 <sup>a</sup>	11.0 <sup>cd</sup>	90.0 <sup>bc</sup>	6.6 <sup>def</sup>	16.1 <sup>de</sup>	
2	5	100.0 <sup>a</sup>	12.5 <sup>bcd</sup>	15.9 <sup>c</sup>	98.0 <sup>a</sup>	13.3 <sup>c</sup>	93.3 <sup>abc</sup>	7.7 <sup>cd</sup>	21.0 <sup>cd</sup>	
4	10	100.0 <sup>a</sup>	1.256 <sup>bc</sup>	16.2 <sup>b</sup>	100.0 <sup>a</sup>	16.9 <sup>b</sup>	100.0 <sup>a</sup>	9.3 <sup>bc</sup>	23.8 <sup>bc</sup>	
8	20	100.0 <sup>a</sup>	13.1 <sup>a</sup>	17.1 <sup>a</sup>	100.0 <sup>a</sup>	18.2 <sup>ab</sup>	100.0 <sup>a</sup>	14.0 <sup>a</sup>	26.7 <sup>ab</sup>	
0	0	92.5 <sup>b</sup>	11.9 <sup>c</sup>	15.2 <sup>c</sup>	62.0 <sup>f</sup>	9.0 <sup>de</sup>	81.6 <sup>de</sup>	4.1 <sup>ij</sup>	8.04 <sup>hi</sup>	
2	5	97.5 <sup>a</sup>	12.3 <sup>d</sup>	15.5 <sup>d</sup>	68.0 <sup>cde</sup>	12.6 <sup>c</sup>	88.3 <sup>bc</sup>	4.9 <sup>gh</sup>	14.7 <sup>fg</sup>	
4	10	100.0 <sup>a</sup>	13.5 <sup>bc</sup>	15.6 <sup>d</sup>	70.6 <sup>cd</sup>	16.6 <sup>b</sup>	92.5 <sup>bc</sup>	7.7 <sup>cd</sup>	18.0 <sup>def</sup>	
8	20	100.0 <sup>a</sup>	13.0 <sup>a</sup>	16.2 <sup>b</sup>	75.3 <sup>b</sup>	19.5 <sup>a</sup>	100.0 <sup>a</sup>	12.3 <sup>ab</sup>	27.2 <sup>ab</sup>	
0	0	75.0 <sup>f</sup>	9.8 <sup>h</sup>	12.2 <sup>h</sup>	48.0 <sup>h</sup>	8.3 <sup>de</sup>	79.1 <sup>c</sup>	2.7 <sup>j</sup>	6.6 <sup>i</sup>	
2	5	78.3 <sup>e</sup>	10.3 <sup>g</sup>	13.5 <sup>g</sup>	64.6 <sup>de</sup>	13.3 <sup>c</sup>	87.5 <sup>cd</sup>	5.6 <sup>efg</sup>	11.2 <sup>gh</sup>	
4	10	84.0 <sup>d</sup>	10.4 <sup>g</sup>	13.6 <sup>g</sup>	67.3 <sup>de</sup>	16.0 <sup>b</sup>	90.0 <sup>bc</sup>	7.1 <sup>d</sup>	18.3 <sup>def</sup>	
8	20	88.3 <sup>c</sup>	10.9 <sup>f</sup>	14.1 <sup>f</sup>	68.0 <sup>cde</sup>	20.0 <sup>a</sup>	93.3 <sup>abc</sup>	10.8 <sup>b</sup>	28.8 <sup>a</sup>	
0	0	52.5 <sup>i</sup>	2.2 <sup>l</sup>	4.1 <sup>l</sup>	40.0 <sup>i</sup>	6.2 <sup>f</sup>	49.1 <sup>g</sup>	3.5 <sup>j</sup>	7.0 <sup>hi</sup>	
2	5	62.5 <sup>h</sup>	5.1 <sup>k</sup>	6.4 <sup>k</sup>	57.3 <sup>g</sup>	13.3 <sup>c</sup>	70.8 <sup>f</sup>	5.8 <sup>hi</sup>	11.0 <sup>gh</sup>	
4	10	67.5 <sup>g</sup>	5.5 <sup>j</sup>	7.1 <sup>j</sup>	64.6 <sup>ef</sup>	16.9 <sup>b</sup>	80.0 <sup>e</sup>	7.5 <sup>efg</sup>	14.8 <sup>fg</sup>	
8	20	75.0 <sup>f</sup>	5.8 <sup>i</sup>	8.2 <sup>i</sup>	72.9 <sup>bc</sup>	20.0 <sup>a</sup>	90.0 <sup>ab</sup>	10.5 <sup>b</sup>	19.2 <sup>de</sup>	

در هر ترکیب تیماری حروف مشابه عدم اختلاف معنی دار و حروف غیرمشابه اختلاف معنی دار را در سطح احتمال ۵٪ نشان می‌دهد (آزمون چند دامنه‌ای دانکن)

In each column means that common letters are significantly different at the 5% level are Duncan's multiple range test

ساقه‌چه افزایش نشان داد، اما تفاوت معنی‌داری بین سطوح پایین سلنیوم مشاهده نشد. در تیمار ۴ میلی‌مولار کلرید سدیم تفاوت معنی‌داری بین سطوح ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم وجود نداشت. در گیاه کاسنی (جدول ۳)، با افزایش غلظت سلنیوم در هر چهار سطح تنش شوری میزان طول ساقه‌چه افزایش نشان داد. بیش‌ترین طول ساقه‌چه در تیمار شاهد (بدون تنش شوری) همراه با ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار ۲ میلی‌مولار کلرید سدیم همراه با ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم نداشت. کم‌ترین میزان طول

بر اساس نتایج مقایسه میانگین تنش شوری و سلنیوم بر میزان طول ساقه‌چه بالنگوی شهری (جدول ۳)، بیش‌ترین میزان طول ساقه‌چه در تیمار ۸ میلی‌مولار کلرید سدیم همراه با صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار ۲ میلی‌مولار همراه با ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم مشاهده نشد. کم‌ترین میزان طول ساقه‌چه در تیمار ۸ میلی‌مولار همراه با صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم بود. با افزایش غلظت سلنیوم در هر چهار سطح سلنیوم میزان طول ساقه‌چه افزایش نشان داد. در تیمار بدون تنش شوری (شاهد) با افزایش غلظت سلنیوم طول



صفر میلی گرم بر لیتر سلفات سدیم مشاهده گردید. در هر چهار سطح تنش شوری با افزایش غلظت سلفات سدیم طول ریشه چه افزایش نشان داد. اما در سطح ۲ میلی مولار کلرید سدیم تفاوت معنی داری بین سطوح ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی گرم بر لیتر سلفات سدیم مشاهده نشد. در تیمار ۴ میلی مولار کلرید سدیم تفاوت نامحسوسی بین سطوح بالای سلفات سدیم بود (جدول ۴).

ساقه چه در تیمارهای بدون سلفات سدیم همراه با سطوح ۲، ۴ و ۸ میلی مولار کلرید سدیم بود. در رابطه با اثر تنش شوری و سلفات سدیم بر میزان طول ریشه چه بالنگوی شهری، مقایسه میانگین ها (جدول ۴) نشان دادند که بیشترین میزان طول ریشه چه (۴/۱ سانتی متر) در تیمار بدون تنش شوری همراه با ۲۰ میلی گرم بر لیتر سلفات سدیم بود. کمترین میزان طول ریشه چه (۱/۳ سانتی متر) در تیمار ۸ میلی مولار کلرید سدیم همراه با

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تنش شوری و سلفات سدیم بر برخی ویژگی های جوانه زنی بذر و مرفولوژیکی دانه رست بالنگوی شهری  
Table 4- Comparison of the mean effect of different levels of salt stress and sodium selenate on some characteristics of seed germination and morphological of dragons head, alyssum and chicory

تنش شوری (میلی مولار) Salt Stress (mM)	سلفات سدیم (میلی گرم بر لیتر) Sodium Selenate (mg L <sup>-1</sup> )	طول ریشه چه (میلی متر) Root Length (mm)	وزن تر گیاهچه (میلی گرم) Seedling Fresh Weight (mg)	وزن خشکی گیاهچه (میلی گرم) Seedling dry weight (mg)	میانگین زمان جوانه زنی (روز) Mean Germination Time (Day)	شاخص طولی قدرت بذر Seed Vigour length Index	شاخص وزنی قدرت بذر Seed Vigour Weight Index
0	0	32.0 <sup>de</sup>	645.0 <sup>h</sup>	44 <sup>e</sup>	3.4 <sup>i</sup>	5400.0 <sup>f</sup>	1510.0 <sup>d</sup>
2	5	34.5 <sup>c</sup>	737.5 <sup>d</sup>	69 <sup>c</sup>	3.6 <sup>ij</sup>	8050.0 <sup>c</sup>	1590.0 <sup>bc</sup>
4	10	37.5 <sup>b</sup>	755.5 <sup>b</sup>	76.5 <sup>b</sup>	3.7 <sup>hij</sup>	9000.0 <sup>b</sup>	1625.0 <sup>b</sup>
8	20	41.5 <sup>a</sup>	820.0 <sup>a</sup>	92.5 <sup>a</sup>	3.9 <sup>h</sup>	10850.0 <sup>a</sup>	1715.0 <sup>a</sup>
0	0	24.0 <sup>h</sup>	686.5 <sup>g</sup>	47 <sup>e</sup>	3.8 <sup>hi</sup>	5455.0 <sup>f</sup>	1431.9 <sup>e</sup>
2	5	31.5 <sup>de</sup>	719.5 <sup>f</sup>	63 <sup>d</sup>	4.2 <sup>g</sup>	6888.8 <sup>e</sup>	1493.1 <sup>d</sup>
4	10	32.0 <sup>ed</sup>	728.0 <sup>e</sup>	64 <sup>d</sup>	4.3 <sup>fg</sup>	7600.0 <sup>d</sup>	1565.0 <sup>c</sup>
8	20	32.5 <sup>d</sup>	748.0 <sup>e</sup>	70 <sup>c</sup>	4.4 <sup>ef</sup>	8050.0 <sup>c</sup>	1620.0 <sup>b</sup>
0	0	26.0 <sup>g</sup>	501.0 <sup>k</sup>	33.5 <sup>h</sup>	4.3 <sup>fg</sup>	2512.5 <sup>k</sup>	915.0 <sup>i</sup>
2	5	30.1 <sup>f</sup>	569.8 <sup>i</sup>	36.1 <sup>f</sup>	5.0 <sup>d</sup>	3656.7 <sup>i</sup>	1061.5 <sup>h</sup>
4	10	30.8 <sup>ef</sup>	575.6 <sup>i</sup>	37.8 <sup>f</sup>	4.7 <sup>e</sup>	4165.0 <sup>h</sup>	1160.2 <sup>g</sup>
8	20	31.5 <sup>de</sup>	598.5 <sup>i</sup>	43.5 <sup>e</sup>	5.9 <sup>b</sup>	4890.8 <sup>g</sup>	1245.6 <sup>f</sup>
0	0	13.0 <sup>k</sup>	289.0 <sup>o</sup>	24.5 <sup>hi</sup>	5.2 <sup>d</sup>	1392.1 <sup>m</sup>	259.1 <sup>m</sup>
2	5	15.5 <sup>j</sup>	301.0 <sup>n</sup>	21.5 <sup>ij</sup>	5.5 <sup>c</sup>	1560.8 <sup>m</sup>	336.1 <sup>l</sup>
4	10	19.0 <sup>i</sup>	322.5 <sup>m</sup>	25.5 <sup>h</sup>	5.8 <sup>b</sup>	2127.1 <sup>l</sup>	479.4 <sup>k</sup>
8	20	24.0 <sup>h</sup>	398.5 <sup>l</sup>	32 <sup>g</sup>	6.3 <sup>a</sup>	3150.0 <sup>j</sup>	618.7 <sup>j</sup>

در هر ترکیب تیماری حروف مشابه عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشابه اختلاف معنی دار را در سطح احتمال ۵٪ نشان می دهد (آزمون چند دامنه ای دانکن)

In each column means that common letters are significantly different at the 5% level are Duncan's multiple range test

سدیم همراه با صفر میلی گرم بر لیتر سلفات سدیم بود و کمترین میزان وزن تر گیاهچه در تیمار ۸ میلی مولار همراه با صفر میلی گرم بر لیتر سلفات سدیم بود. با افزایش

با توجه به نتایج مقایسه میانگین تنش شوری و سلفات سدیم بر میزان وزن تر گیاهچه بالنگوی شهری (جدول ۴)، بیشترین میزان وزن تر گیاهچه در تیمار ۸ میلی مولار کلرید

۴). در رابطه با شاخص وزنی قدرت بذر نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول ۴) بیش‌ترین و کم‌ترین میزان شاخص قدرت بذر به ترتیب در تیمارهای بدون تنش شوری (شاهد) همراه با ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر سلمات‌سدیم و ۸ میلی‌مولار کلرید سدیم همراه با صفر میلی‌گرم بر لیتر سلمات‌سدیم بود. در هر چهار سطح تنش شوری با افزایش غلظت سلیوم میزان شاخص وزنی قدرت بذر افزایش یافت. البته در تیمار بدون تنش شوری اختلاف معنی‌داری بین سطوح پایین سلیوم از نظر میزان شاخص وزنی قدرت بذر مشاهده نشد (جدول ۴). با توجه به نتایج مقایسه میانگین تنش شوری و سلیوم بر میزان وزن خشک گیاهچه بالنگوی شهری (جدول ۴)، بیش‌ترین میزان وزن خشک گیاهچه در تیمار ۸ میلی‌مولار کلرید سدیم همراه با صفر میلی‌گرم بر لیتر سلمات‌سدیم بود و کم‌ترین میزان وزن خشک گیاهچه در تیمار ۸ میلی‌مولار همراه با صفر میلی‌گرم بر لیتر سلمات‌سدیم بود. با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل بین دو فاکتور (جدول ۴) با افزایش غلظت سلیوم در هر چهار سطح سلیوم میزان وزن خشک گیاهچه افزایش نشان داد. در تیمار بدون تنش شوری (شاهد) با افزایش غلظت سلیوم وزن خشک گیاهچه افزایش نشان داد. در تیمارهای ۲ و ۴ میلی‌مولار کلرید سدیم تفاوت معنی‌داری بین سطوح ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلمات‌سدیم مشاهده نشد. در تیمار ۸ میلی‌مولار کلرید سدیم تفاوت معنی‌داری بین سطوح پایین سلیوم وجود نداشت.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵)، بیش‌ترین میزان وزن تر گیاهچه‌ی قدومه در تیمار بدون تنش همراه با ۲۰ میلی‌گرم سلمات‌سدیم مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با ۲ و ۴ میلی‌مولار کلرید سدیم همراه با ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر سلمات‌سدیم نداشت. کم‌ترین میزان وزن تر گیاهچه در تیمار شاهد و صفر میلی‌گرم بر لیتر سلمات‌سدیم بود که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ۴ میلی‌مولار کلرید سدیم همراه با صفر میلی‌گرم بر لیتر سلمات‌سدیم و

غلظت سلیوم در هر چهار سطح سلیوم میزان وزن تر گیاهچه افزایش نشان داد. در تیمار ۴ میلی‌مولار کلرید سدیم تفاوت معنی‌داری بین سطوح ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلمات‌سدیم مشاهده نشد (جدول ۴).

مقایسه میانگین داده‌های اثر تنش شوری و سلیوم بر میانگین زمان جوانه‌زنی بذر بالنگوی شهری (جدول ۴) نشان می‌دهد که بیش‌ترین میانگین زمان جوانه‌زنی در تیمار ۸ میلی‌مولار کلرید سدیم همراه با صفر میلی‌گرم بر لیتر سلمات‌سدیم مشاهده شد و کم‌ترین میانگین زمان جوانه‌زنی در تیمار بدون تنش شوری همراه با ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر سلمات‌سدیم بود که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای بدون تنش شوری همراه با ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلمات‌سدیم نداشت (جدول ۴). با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل بین تنش شوری و سلیوم (جدول ۴)، در هر چهار سطح تنش شوری با افزایش غلظت سلیوم میانگین زمان جوانه‌زنی بذر کاهش نشان داد که بیانگر نقش مثبت سلیوم در کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی بذر بالنگو است. در تیمار بدون تنش شوری اختلاف نامحسوسی بین چهار سطح سلیوم از نظر میانگین زمان جوانه‌زنی مشاهده شد. در تیمار ۲ میلی‌مولار کلرید سدیم با افزایش غلظت سلیوم میانگین زمان جوانه‌زنی بذر بالنگوی شهری کاهش یافت، البته تفاوت معنی‌داری بین سطوح پایین سلیوم مشاهده نگردید. با افزایش غلظت سلیوم در تیمارهای ۴ و ۸ میلی‌مولار کلرید سدیم میانگین زمان جوانه‌زنی کاهش نشان داد (جدول ۴).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر تنش شوری و سلیوم بر شاخص طولی قدرت بذر بالنگوی شهری (جدول ۴)، بیش‌ترین شاخص طولی قدرت بذر در تیمار بدون تنش شوری همراه با ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر سلمات‌سدیم مشاهده شد. کم‌ترین میزان آن در تیمار ۸ میلی‌مولار کلرید سدیم همراه با سطوح صفر و ۵ میلی‌گرم بر لیتر سلمات‌سدیم بود. در هر چهار سطح تنش شوری همراه با افزایش غلظت سلیوم شاخص طولی قدرت بذر افزایش نشان داد (جدول

بدون تنش همراه با ۲۰ میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم بود که اختلاف معنی داری با تیمار ۲ میلی مولار کلرید سدیم همراه با ۲۰ میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم و تیمار بدون تنش همراه با ۱۰ میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم نداشت. براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵)، سلنیوم بر خلاف تنش شوری تأثیر مثبتی بر سرعت جوانه‌زنی بذر قدومه داشت. بیش‌ترین و کم‌ترین سرعت جوانه‌زنی به ترتیب در تیمارهای ۲ میلی مولار کلرید سدیم همراه با ۲۰ میلی گرم سلنات سدیم و ۸ میلی مولار کلرید سدیم همراه با صفر میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم مشاهده گردید.

۸ میلی مولار کلرید سدیم همراه با صفر و پنج میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم نداشت. با افزایش سلنیوم در هر چهار سطح تنش شوری میزان وزن تر گیاهچه افزایش نشان داد. البته در سطوح ۲، ۴ و ۸ میلی مولار کلرید سدیم تفاوت معنی داری بین سطوح پایین سلنیوم مشاهده نشد. با توجه به نتایج به دست آمده (جدول ۵)، برخلاف سلنیوم با افزایش تنش شوری میانگین زمان جوانه‌زنی بذر قدومه افزایش یافت. بیش‌ترین میانگین زمان جوانه‌زنی در ۸ میلی مولار کلرید سدیم همراه با صفر میلی گرم بر لیتر سلنات سدیم مشاهده شد. کم‌ترین میانگین زمان جوانه‌زنی در تیمار

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تنش شوری و سلنات سدیم بر برخی ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و مرفولوژیکی دانه‌رست قدومه

Table 5- Mean comparison of effect different levels of salt stress and sodium selenate on some seed germination morphological characteristics alyssum

تنش شوری (میلی مولار) Salt Stress (mM)	سلنات سدیم (میلی گرم بر لیتر) Sodium Selenate (mg L <sup>-1</sup> )	وزن تر گیاهچه (میلی گرم) Seedling Fresh Weight (mg)	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز) Mean Germination Time (Day)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination Rate (seed day <sup>-1</sup> )
0	0	157.0 <sup>j</sup>	1.7 <sup>ef</sup>	12.9 <sup>f</sup>
2	5	439.8 <sup>de</sup>	1.6 <sup>gh</sup>	14.2 <sup>cd</sup>
4	10	527.5 <sup>bc</sup>	1.5 <sup>hij</sup>	14.7 <sup>bc</sup>
8	20	604.1 <sup>a</sup>	1.4 <sup>i</sup>	15.1 <sup>b</sup>
0	0	337.0 <sup>fgh</sup>	1.8 <sup>de</sup>	12.2 <sup>g</sup>
2	5	352.1 <sup>fg</sup>	1.6 <sup>fgh</sup>	14.3 <sup>cd</sup>
4	10	388.6 <sup>ef</sup>	1.6 <sup>ghi</sup>	14.4 <sup>cd</sup>
8	20	536.6 <sup>ab</sup>	1.5 <sup>ij</sup>	15.9 <sup>a</sup>
0	0	222.0 <sup>ij</sup>	2.3 <sup>b</sup>	10.5 <sup>h</sup>
2	5	262.0 <sup>hi</sup>	1.8 <sup>de</sup>	12.9 <sup>f</sup>
4	10	451.0 <sup>cd</sup>	1.7 <sup>f</sup>	13.5 <sup>e</sup>
8	20	558.5 <sup>ab</sup>	1.7 <sup>fg</sup>	14.0 <sup>de</sup>
0	0	201.5 <sup>ij</sup>	2.7 <sup>a</sup>	8.5 <sup>i</sup>
2	5	233.5 <sup>ij</sup>	2.1 <sup>c</sup>	10.4 <sup>h</sup>
4	10	279.0 <sup>ghi</sup>	2.0 <sup>c</sup>	10.9 <sup>h</sup>
8	20	484.0 <sup>bcd</sup>	1.9 <sup>d</sup>	12.1 <sup>g</sup>

در هر ترکیب تیماری حروف مشابه عدم اختلاف معنی دار و حروف غیرمشابه اختلاف معنی دار را در سطح احتمال ۵٪ نشان می‌دهد (آزمون چند دامنه‌ای دانکن)

In each column means that common letters are significantly different at the 5% level are Duncan's multiple range test

بود. در کاسنی با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۶)، با افزایش غلظت سلیوم میزان شاخص طولی قدرت بذر افزایش نشان داد. به طوری که در هر چهار سطح تنش شوری بیش‌ترین میزان شاخص طولی قدرت بذر در غلظت ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر سلیوم بود. در تیمار صفر میلی‌مولار کلرید سدیم تفاوت نامحسوسی بین سطوح سلیوم از نظر میزان شاخص طولی قدرت بذر مشاهده شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول ۶)، شوری تأثیر منفی بر شاخص وزنی قدرت بذر دارد و در هر چهار سطح شوری با افزایش غلظت سلیوم میزان شاخص وزنی قدرت بذر افزایش نشان داد. کم‌ترین میزان شاخص وزنی قدرت بذر در تیمارهای ۴ و ۸ میلی‌مولار کلرید سدیم همراه با صفر میلی‌گرم بر لیتر سلیوم بود.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۶)، با افزایش غلظت سلیوم میزان وزن خشک گیاهچه‌ی کاسنی افزایش نشان داد. بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه در تیمار بدون تنش همراه با ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر سلیوم مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با ۲ میلی‌مولار کلرید سدیم همراه با ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر سلیوم نداشت. در هر چهار سطح تنش شوری با افزایش غلظت سلیوم میزان وزن خشک گیاهچه‌ی کاسنی افزایش نشان داد. کم‌ترین وزن خشک گیاهچه در تیمار ۲ میلی‌مولار کلرید سدیم همراه با صفر میلی‌گرم بر لیتر سلیوم بود. براساس نتایج به دست آمده (جدول ۶)، بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی بذر کاسنی در تیمارهای بدون تنش شوری همراه با ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر سلیوم مشاهده شد. کم‌ترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۸ میلی‌مولار کلرید سدیم همراه با صفر میلی‌گرم بر لیتر سلیوم

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تنش شوری و سلیوم سدیم بر برخی ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و مرفولوژیکی دانه‌رست کاسنی

Table 6- Mean comparison of effect different levels of salt stress and sodium selenate on some seed germination morphological characteristics chicory

تنش شوری (میلی‌مولار) Salt Stress (mM)	سلیوم سدیم (میلی‌گرم بر لیتر) Sodium Selenate (mg L <sup>-1</sup> )	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling Dry Weight (mg)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination Rate (seed day <sup>-1</sup> )	شاخص طولی قدرت بذر Seed Vigour length Index	شاخص وزنی قدرت بذر Seed Vigour Weight Index
0	0	33.1 <sup>ef</sup>	10.5 <sup>ef</sup>	3316.7 <sup>cd</sup>	145.1 <sup>cde</sup>
2	5	36.6 <sup>cde</sup>	12.6 <sup>bc</sup>	3666.7 <sup>bc</sup>	196.4 <sup>b</sup>
4	10	40.8 <sup>bc</sup>	14.3 <sup>a</sup>	3810.0 <sup>abc</sup>	238.7 <sup>a</sup>
8	20	46.8 <sup>a</sup>	15.3 <sup>a</sup>	3215.0 <sup>ab</sup>	267.5 <sup>a</sup>
0	0	18.0 <sup>gh</sup>	10.6 <sup>ef</sup>	1476.7 <sup>g</sup>	68.9 <sup>h</sup>
2	5	30.3 <sup>f</sup>	11.4 <sup>cde</sup>	2683.3 <sup>ed</sup>	130.0 <sup>def</sup>
4	10	37.1 <sup>cde</sup>	12.1 <sup>bcd</sup>	3440.8 <sup>e</sup>	166.7 <sup>bcd</sup>
8	20	44.0 <sup>ab</sup>	12.8 <sup>b</sup>	4400.0 <sup>a</sup>	272.5 <sup>a</sup>
0	0	16.5 <sup>gh</sup>	8.7 <sup>gh</sup>	1309.6 <sup>g</sup>	52.9 <sup>i</sup>
2	5	20.5 <sup>gh</sup>	9.7 <sup>fg</sup>	1753.3 <sup>fg</sup>	99.1 <sup>fgh</sup>
4	10	28.6 <sup>f</sup>	10.4 <sup>ef</sup>	2580.0 <sup>e</sup>	165.3 <sup>bcd</sup>
8	20	39.8 <sup>bcd</sup>	11.1 <sup>de</sup>	3738.3 <sup>bc</sup>	270.3 <sup>a</sup>
0	0	14.0 <sup>h</sup>	4.5 <sup>i</sup>	698.3 <sup>h</sup>	34.9 <sup>i</sup>
2	5	21.8 <sup>g</sup>	8.3 <sup>h</sup>	1556.3 <sup>g</sup>	78.1 <sup>ghi</sup>
4	10	28.3 <sup>f</sup>	10.6 <sup>ed</sup>	2266.7 <sup>ef</sup>	118.4 <sup>efg</sup>
8	20	34.3 <sup>def</sup>	12.6 <sup>bc</sup>	3268.3 <sup>cd</sup>	183.0 <sup>bc</sup>

در هر ترکیب تیماری حروف غیرمشابه اختلاف معنی دار را در سطح احتمال ۵٪ نشان می‌دهد (آزمون چند دامنه‌ای دانکن)

In each column means that common letters are significantly different at the 5% level are Duncan's multiple range test

نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۷)، نشان داد با افزایش تنش شوری طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، شاخص طولی قدرت بذر و شاخص وزنی قدرت بذر قدومه را کاهش داد و اختلاف معنی داری بین سطوح شاهد و تیمار ۸ میلی مولار کلرید سدیم مشاهده شد. با افزایش سطح سلیوم صفات ذکر شده‌ی قدومه افزایش نشان داد. بیشترین و کمترین طول ریشه‌چه به ترتیب در تیمارهای صفر و ۲۰ میلی گرم بر لیتر سلفات سدیم وجود نداشت.

در قدومه با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تنش شوری و سلفات سدیم بر برخی ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و مرفولوژیکی دانه‌رست بالنگوی شهری، قدومه و کاسنی

Table 7- Mean comparison of effect different levels of salt stress and sodium selenate on some seed germination morphological characteristics dragons head, alyssum and chicory

تیمارها Treatments	بالنگوی شهری Dragons head			قدومه Alyssum			کاسنی Chicory			
	سرعت جوانه‌زنی (بذر بر روز) Germination Rate (seed day <sup>-1</sup> )	طول ریشه‌چه (میلی متر) Root Length (mm)	طول ساقه‌چه (میلی متر) Shoot length (mm)	وزن خشک گیاهچه (میلی گرم) Seedling Dry Weight (mg)	شاخص طولی قدرت بذر Seed Length Vigor Index	شاخص وزنی قدرت بذر Seed Weight Vigor Index	طول ریشه‌چه (میلی متر) Root Length (mm)	طول ساقه‌چه (میلی متر) Shoot Length (mm)	وزن تر گیاهچه (میلی گرم) Seedling Fresh Weight (mg)	میانگین زمان جوانه‌زنی Mean Germination Time
تنش شوری (میلی مولار) Salt Stress (mM)										
0	5.7 <sup>a</sup>	9.5 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>	23.3 <sup>a</sup>	2315.0 <sup>a</sup>	147.6 <sup>a</sup>	13.3 <sup>a</sup>	8.5 <sup>a</sup>	309.7 <sup>a</sup>	1.6 <sup>c</sup>
2	4.8 <sup>b</sup>	9.1 <sup>ab</sup>	6.1 <sup>ab</sup>	21.5 <sup>b</sup>	1508.0 <sup>b</sup>	101.6 <sup>b</sup>	10.1 <sup>b</sup>	7.6 <sup>b</sup>	277.6 <sup>a</sup>	1.8 <sup>b</sup>
4	2.6 <sup>c</sup>	8.3 <sup>bc</sup>	5.8 <sup>b</sup>	19.7 <sup>b</sup>	1263.1 <sup>c</sup>	92.7 <sup>b</sup>	8.6 <sup>c</sup>	6.9 <sup>b</sup>	241.6 <sup>b</sup>	1.9 <sup>b</sup>
8	1.8 <sup>d</sup>	8.0 <sup>c</sup>	4.5 <sup>c</sup>	17.8 <sup>c</sup>	1100.3 <sup>d</sup>	88.8 <sup>c</sup>	7.3 <sup>d</sup>	5.6 <sup>c</sup>	204.8 <sup>c</sup>	2.0 <sup>a</sup>
سلفات سدیم (میلی گرم بر لیتر) Sodium Selenate (mg L <sup>-1</sup> )										
0	3.5 <sup>b</sup>	3.6 <sup>d</sup>	4.2 <sup>d</sup>	13.8 <sup>d</sup>	901.4 <sup>d</sup>	57.2 <sup>d</sup>	4.6 <sup>d</sup>	4.5 <sup>d</sup>	145.1 <sup>d</sup>	2.1 <sup>a</sup>
5	3.7 <sup>b</sup>	8.0 <sup>c</sup>	5.1 <sup>c</sup>	18.6 <sup>c</sup>	1361.0 <sup>c</sup>	94.9 <sup>c</sup>	8.3 <sup>c</sup>	5.8 <sup>c</sup>	205.1 <sup>c</sup>	1.8 <sup>b</sup>
10	3.9 <sup>a</sup>	10.8 <sup>b</sup>	5.8 <sup>b</sup>	22.2 <sup>b</sup>	1705.1 <sup>b</sup>	126.2 <sup>b</sup>	10.7 <sup>b</sup>	7.6 <sup>b</sup>	281.7 <sup>b</sup>	1.7 <sup>c</sup>
20	4.0 <sup>a</sup>	12.5 <sup>a</sup>	7.4 <sup>a</sup>	27.6 <sup>a</sup>	2219.0 <sup>a</sup>	152.3 <sup>a</sup>	15.7 <sup>a</sup>	10.8 <sup>a</sup>	401.7 <sup>a</sup>	1.6 <sup>d</sup>

در هر ترکیب تیماری حروف مشابه عدم اختلاف معنی دار و حروف غیرمشابه اختلاف معنی دار را در سطح احتمال ۵٪ نشان می‌دهد (آزمون چند دامنه‌ای دانکن)

In each column means that common letters are significantly different at the 5% level are Duncan's multiple range test

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۷)، شوری طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن تر گیاهچه‌ی کاسنی را کاهش داد. تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد و ۸ میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده شد. با افزایش سطح شوری میانگین زمان جوانه‌زنی افزایش نشان داد و بیش‌ترین میانگین زمان جوانه‌زنی در تیمار ۸ میلی‌مولار و کم‌ترین میزان آن در تیمار شاهد بود. سلنیوم تأثیر مثبتی بر میزان شوری طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن تر گیاهچه‌ی کاسنی داشت. با افزایش سطح سلنیوم میانگین زمان جوانه‌زنی بذر کاسنی کاهش نشان داد.

### بحث

با توجه به نتایج به‌دست آمده با افزایش سطح شوری درصد جوانه‌زنی و ویژگی‌های رشدی هر سه گیاه دارویی کاهش نشان داد (جدول ۴). قدومه بیشتر از کاسنی و بالنگوی شهری تحت تأثیر تنش شوری قرار گرفت. در غلظت ۸ میلی‌مول کلرید سدیم درصد جوانه‌زنی قدومه ۴۰٪، کاسنی ۴۹/۱٪ و بالنگوی شهری ۵۲/۵٪ بود. در واقع شوری منجر به عدم تعادل یونی، اختلالات تنظیم اسمزی و در نهایت کاهش جذب آب توسط بذر می‌شود که فرایند رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه را دچار اختلال نموده و کاهش وزن خشک گیاهچه را به‌دنبال داشت (Akbari and Rezvan Bidokhti, 2015 and Shekari et al., 2017). شوری با ایجاد اختلال در ترشح آنزیم‌هایی از جمله آمیلاز و لیپاز مانع از تجزیه مواد اندوخته بذر شده (Ghaenian and Sadeghi, 2015) که می‌تواند تأثیر منفی بر درصد جوانه‌زنی بذر و ویژگی‌های رشدی داشته باشد (جدول‌های ۴ و ۵). شاخص بنیه بذر تابعی از درصد جوانه‌زنی و میانگین طول گیاهچه است و با افزایش شوری، این مقادیر کاهش یافتند، بنابراین کاهش بنیه بذر با افزایش تنش شوری، کاملاً قابل انتظار می‌باشد.

با توجه به نتایج به‌دست آمده سلنیوم در غلظت ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم درصد جوانه‌زنی بذر و خصوصیات رشدی دانه‌رست بالنگوی شهری، قدومه و کاسنی را افزایش داد (جدول‌های ۳ و ۴) که مطابق نتایج Ei و همکاران (۲۰۲۰) در گیاه برنج و Dang و همکاران (۲۰۲۰) در گیاه سویا بود. در واقع سلنیوم در غلظت ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم به‌عنوان آنتی‌اکسیدان و محرک رشد عمل می‌کند. بی‌گالاکتوزیداز، یک آنزیم مهم هیدرولیزکننده کربوهیدرات‌ها در طی جوانه‌زنی است که سلنیوم در سطوح پایین منجر به افزایش این آنزیم و در نهایت افزایش درصد جوانه‌زنی می‌شود (Zeid et al., 2019). چراکه سلنیوم با تنظیم آنزیم‌های متابولیسم کربوهیدرات سوسترای انرژی را برای رشد افزایش می‌دهد. سلنیوم با تأثیر بر تقسیم و رشد سلول و نیز برخی آنزیم‌های هیدرولیتیک ( $\alpha$  آمیلاز،  $\beta$  آمیلاز و پروتاز) منجر به استفاده بهینه از ذخایر بذر، تحریک فعالیت آنتی‌اکسیدانتی و افزایش توانایی جذب و استفاده از آب می‌شود که افزایش رشد دانهال را در پی دارد. غلظت‌های پائین سلنیوم، تقسیم سلولی را در سلول‌های مرستمی نوک ریشه و متعاقب آن رشد ریشه را در گیاه سیر بهبود می‌بخشد. اما سطوح بالای آن منجر به کاهش تقسیم سلولی در این سلول‌ها می‌شود (Han-Wens, 2010). در نتیجه این احتمال وجود دارد که در سه گیاه دارویی مورد مطالعه سلنیوم با افزایش میزان جذب آب تحت تنش شوری منجر به افزایش سرعت جوانه‌زنی گردد. افزایش میزان ورود آب به بذر، فرایندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار داده و میزان و یا سرعت انجام آن‌ها افزایش می‌یابد. در نتیجه مدت زمان لازم برای خروج ریشه‌چه از بذر کاهش یافته و سرعت جوانه‌زنی افزایش می‌یابد (Jing et al., 2019). تاکنون بررسی اثر متقابل بین شوری و سلنیوم بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر خیلی کم صورت گرفته است. در هر سه

آنتی‌اکسیدانی مانع از این کاهش می‌شود (جدول ۳).

### نتیجه‌گیری نهایی

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که در بین سه گیاه دارویی، بالنگوی شهری به‌دلیل درصد و سرعت جوانه‌زنی بالا تحمل نسبتاً خوبی نسبت به تنش شوری دارد. استفاده از سلنیوم می‌تواند باعث بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و تا حدودی تعدیل اثر تنش شوری شود. می‌توان نتیجه گرفت ۲۰ میلی‌گرم سلنات سدیم در هر سه گیاه دارویی مورد مطالعه می‌تواند میزان جوانه‌زنی بذر و رشد دانه‌ها را تحت شرایط تنش شوری افزایش دهد.

گیاه دارویی مورد مطالعه، با افزایش سطح سلنیوم در هر چهار سطح تنش شوری درصد جوانه‌زنی بذر، طول گیاهچه و وزن تر گیاهچه افزایش نشان داد (جدول ۳) که مطابق نتایج Rabieyan و همکاران (۲۰۱۴) است. تنش شوری سمیت یونی ایجاد شده در اثر سدیم و کلر موجب افزایش میزان نشت الکترولیت و آب از دیواره سلولی و نهایتاً تخریب سلول می‌شود. سلنیوم می‌تواند باعث کاهش نشت الکترولیت و آب از دیواره سلولی تحت تنش شوری گردد (Wani *et al.*, 2017). گردد. در نتیجه‌ی عدم تعادل یونی و تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن تحت تنش شوری درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه کاهش می‌یابد (جدول ۳). در حالی‌که سلنیوم با افزایش فعالیت آنزیم‌های

## Reference

## منابع

- Abedi, S., A. Iranbakhsh, Z.O. Ardebili, and M. Ebadi. 2020.** Seed priming with cold plasma improved early growth, flowering, and protection of *Cichorium intybus* against selenium nanoparticle. *J. Theor. Appl. Phys.* 14: 113-119.
- Akbari, Sh, and Sh. Rezvan Bidokhti. 2015.** Effect of Salinity on Germination Characteristics and Seedling Growth of Hofariqoon and alyssum Shirazi Medicinal Plants. *Res. J. Seed Sci.* 6(19): 34-44.
- Ali, J., I.U. Jan, and H. Ullah. 2020.** Selenium supplementation affects vegetative and yield attributes to escalate drought tolerance in okra. *Sarhad J. Agric.* 36(1): 120-129.
- Alves, L.R., E.R. Prado, R.D. Oliveira, E.F. Santos, I.L. Souza, A.R. Reis, R.A. Azevedo, and P.L. Gratão. 2020.** Mechanisms of cadmium-stress avoidance by selenium in tomato plants. *Ecotoxicol.* 29: 594-606.
- Castañares, J., and C.A. Bouzo. 2019.** Effect of exogenous melatonin on seed germination and seedling growth in melon (*Cucumis melo* L.) under salt stress. *Hortic. Plant J.* 5(2): 79-87.
- Chu, J., X. Yao, and Z. Zhang. 2010.** Responses of wheat seedlings to exogenous selenium supply under cold stress. *Biol. Trace Elem. Res.* 136: 355-363.
- Ei, H.H., T. Zheng, M.U. Farooq, R. Zeng, Y. Su, Y. Zhang, Y. Liang, Z. Tang, X. Ye, X. Jia, and J. Zhu. 2020.** Impact of selenium, zinc and their interaction on key enzymes, grain yield, selenium, zinc concentrations, and seedling vigor of biofortified rice. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 27: 16940-16949.
- Galochkina, N.A., I.A. Glotova, and N.V. Podlesnykh. 2020.** Influence of germination of wheat grain with selenium sources on the components of protein-carbohydrate complex. *Environ. Earth Sci.* 422(1): 1-9.
- Ghanaatiyan, K, and H. Sadeghi. 2016.** Evaluation of the effect of NaCl salt stress on some growth traits and antioxidant enzymes in two chicory (*Cichorium intybus*) seed ecotypes. *Iranian J. Seed Sci. Res.* 3(1): 33-45. (In Persian)
- Ghasemi, V.M., S.S. Moghaddam, A. Rahimi, L. Pourakbar, and J.P. c-Djordjević. 2020.** Winter cultivation and nano fertilizers improve yield components and antioxidant traits of Dragon's Head (*Lallemantia iberica* (M.B.) Fischer & Meyer). *Plants.* 9(2): 1-15.
- Han-Wens, S., H. Jing, L. Shu-Xuan, and K. Wei-Jun. 2010.** Protective role of selenium on garlic growth under cadmium stress. *Commun. Soil Sci Plant.* 41: 1195-1204.

- Huaran, H., L. Hao, and L. Feihu. 2019.** Seed germination of hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars responds differently to the stress of salt type and concentration. *Ind. Crops Prod.* 123: 254-261.
- Javadi, H., M.J. Thiqah al-Islami, and S.G.R. Seyed Gholamreza Mousavi. 2014.** Investigation of the effect of salinity on germination and initial seedling growth of four medicinal plants. *Iranian J. Crop Res.* 12 (1): 64-53. (In Persian)
- Kaur, H, and N. Gupta. 2018.** Ameliorative effect of proline and ascorbic acid on seed germination and vigour parameters of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under salt stress. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl.* 7(1): 3523-3532.
- Lan, C.Y., K.H. Lin, W.D. Huang, and C.C. Chen .2019.** Protective effects of selenium on wheat seedlings under salt stress. *Agron.* 9(6): 1-11.
- Lapaz, A.M., L.F.M. Santos, C.H.P. Yoshida, R. Heinrichs, M. Campos, and A.R. Reis. 2019.** Physiological and toxic effects of selenium on seed germination of cowpea seedlings. *Bragantia.* 78(4): 498-508.
- Maguire, I.D. 1982.** Speed of germination—aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.* 22: 176–177.
- Mata-Ramírez, D., S.O. Serna-Saldívar, and M. Antunes-Ricardo. 2019.** Enhancement of anti-inflammatory and antioxidant metabolites in soybean (*Glycine max*) calluses subjected to selenium or UV-light stresses. *Sci. Hortic.* 257 (13): 1-24.
- Matthews, S., and M. Khajeh-Hosseini. 2007.** Length of the lag period of germination and metabolic repair explain vigor differences in seed lots of maize (*Zea mays*). *Seed Sci. Technol.* 35: 200–212.
- Moradian, Z., H. Omid, T. Karimi, F. AzadBakht, and C.M. Bazmakani. 2015.** The effect of hormonal pretreatment on germination and seedling growth indices of *Lallemantia iberica* under drought stress. *J. Seed Res.* 7(23): 21-29. (In Persian)
- Nemat Alla, M.M., E.G. Badran, F.A. Mohammed, M. Nemat, N.M. Hassan, and M.A. Abdelhamid. 2020.** Overexpression of Na<sup>+</sup>-manipulating genes in wheat by selenium is associated with antioxidant enforcement for enhancement of salinity tolerance. *Rend. Lincei. Scienze Fisiche e Naturali.* 31: 177–187.
- Rabieyan, E., M. Jiriaie, and A. Ayneband. 2014.** Evaluation of Selenium's influence on diminishing the negative effects of salinity and low seed storage in rice germination. *Env. Stresses Crop Sci.* 7(1): 53-63. (In Persian)
- Saleem, M.F., M.A. Kamal, M. Shahid, A. Saleem, A. Shakeel, and S.A. Anjum. 2020.** Exogenous selenium-instigated physiochemical transformations impart terminal heat tolerance in Bt cotton. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 20: 274–283.
- Saleem, N., K. Msaada, W. Dhifi, F. Limam, and B. Marzouk. 2014.** Effect of salinity on plant growth and biological activities of *Carthamus tinctorius* L. extracts at two flowering stages. *Acta Physiol. Plant.* 36: 433-445.
- Shekari, F., A. Abbasi, and S.H. Mustafavi. 2017.** Effect of silicon and selenium on enzymatic changes and productivity of dill in saline condition. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* 16: 367-374.
- Silva, D.F., P.E. Cipriano, R.R. Souza, M.S. Júnior, R.F. Silva, V. Faquin, M.L.S. Silva, and L.R.G. Guilherme. 2020.** Anatomical and physiological characteristics of *Raphanus sativus* L. submitted to different selenium sources and forms application. *Sci. Hortic.* 260 (25): 1-21.
- Vashisth, A., and S. Nagarajan. 2010.** Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field. *J. Plant Physiol.* 167: 149–156.
- Wani, A.S., I. Tahir, S.S. Ahmad, R.A. Dar, and S. Nisar. 2017.** Efficacy of 24-epibrassinolide in improving the nitrogen metabolism and antioxidant system in chickpea cultivars under cadmium and/or NaCl stress. *Sci. Hortic.* 225: 48-55.
- Zaferanieh, M., B. Mahdavi, and B. Torabi. 2020.** Effect of temperature and water potential on *Alyssum homolocarpum* seed germination: Quantification of the cardinal temperatures and using hydro thermal time. *S. Afr. J. Bot.* 131: 259-266.



**Zeid, I.M., F.A.E.L. Gharib, S.M. Ghazi, and E.Z. Ahmed. 2019.** Promotive Effect of Ascorbic Acid, Gallic Acid, Selenium and Nano-Selenium on Seed Germination, Seedling Growth and Some Hydrolytic Enzymes Activity of Cowpea (*Vigna unguiculata*) Seedling. J. Plant Physiol. 7(1): 1-8.