اثر شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاهان دارویی هوفاریقون و قدومه شیرازی

شیوا اکبری[1*]، شهرام رضوان‌بیدختی[2]

[1]دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، ایران.

[2]استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، دامغان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۰۱

چکیده

به‌منظور بررسی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه دو گیاه دارویی قدومه و هوفاریقون تحت تنش شوری، آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با فاکتور شوری (کلرید سدیم) در ٦ سطح (۰، ۲، ٤، ٦، ۸ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) و چهار تکرار، در آزمایشگاه علوم زراعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان در سال ۱۳۹۱ انجام گرفت. تنش شوری اثر معنی‌داری بر کلیه صفات مورد مطالعه داشت. در هر دو گیاه، تحت تأثیر تنش شوری، درصد و سرعت جوانه‌زنی، وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، بنیه بذر، شاخص تحمل به شوری به‌طور معنی‌داری کاهش و میانگین زمان جوانه‌زنی افزایش یافت. اکثر پارامترهای اندازه‌گیری شده، در هوفاریقون در سطوح پایین‌تر شوری، به طور معنی‌داری دچار کاهش شدند. اما در قدومه، برخی از صفات مانند طول ساقه‌چه و وزن تر و خشک ریشه‌چه و وزن تر و خشک ساقه‌چه در سطوح اولیه شوری تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد نشان ندادند ولی در شوری‌های شدیدتر دچار کاهش معنی‌داری گردیدند. شاخص تحمل به شوری در هوفاریقون در مقایسه با قدومه، در سطح شوری پایین‌تر در مقایسه با شاهد دچار کاهش معنی‌داری شد و می‌توان نتیجه گرفت، هوفاریقون نسبت به شوری حساس‌تر می‌باشد ولی قدومه تحمل نسبتا خوبی در برابر تنش شوری به خصوص سطوح پایین‌تر و ضعیف‌تر شوری دارا می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بنیه بذر، ریشه‌چه، ساقه‌چه، شاخص تحمل، وزن خشک.

*نویسنده مسئول: shivaa.akbari@yahoo.com

مقدمه

تنش‌های محیطی و از جمله تنش شوری، از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی به‌شمار می‌روند (Al Niemi et al., 1992). محیط‌های شور یکی از بارزترین انواع محیط‌های تنش‌زا می‌باشند که بر تعداد زیادی از ویژگی‌های رشدی و فیزیولوژیکی گیاهان، همانند رشد، نمو، تولید و توزیع گیاهان اثر می‌گذارند (Deng et al., 2014). خسارات شوری از طریق، اثر اسمزی و اثر سمیت ویژه یون‌ها و اختلال در جذب آب و عناصر غذایی می‌باشد (Mauromicale and Licandro, 2002). اثر شوری بر عدم توسعه جوانه‌زنی به طور عمده در نتیجه اثر اسمزی کلرید سدیم می‌باشد (Azarneevand et al., 2005). تنش شوری، باعث تسریع در تولید و فعالیت گونه‌های فعال اکسیژن[1]، می‌شود که برای سلول‌های گیاهی زیان‌آور است (Gill and Tuteja, 2010). شوری باعث آسیب به جوانه‌زنی بذور، اختلال در روند تشکیل گیاهچه، تاخیر در رشد گیاه و کاهش عملکرد محصول می‌شود (Baghbani et al., 2013). گزارش شده است که شوری می‌تواند سبب کاهش وزن تر و خشک گیاه و در سطوح شدیدتر باعث مرگ گیاه گردد (Parida and Das, 2005). با این وجود برخی مطالعات نیز نشان داده‌اند که مقادیر کم شوری باعث بهبود جوانه‌زنی شده است (Bao et al., 2010). با این حال گزارشاتی نیز موجود است که تنش شوری سبب کاهش و ممانعت از جوانه‌زنی بذور دو گونه شورزیست شد و با تشدید شوری این کاهش در جوانه‌زنی افزایش یافت (Deng et al., 2014). یکی از راه‌های استفاده از منابع آب و خاک شور، شناسایی گیاهان مقاوم به شوری است که دارای ارزش غذایی، علوفه‌ای و یا دارویی هستند (Glenn and Brown, 1999).

گیاهان دارویی یکی از منابع بسیار ارزشمند در گستره وسیع منابع طبیعی ایران هستند که در صورت شناخت علمی خصوصیات گیاهی، کشت و توسعه آن‌ها، می‌توانند نقش مهمی در سلامت جامعه، اشتغال‌زایی و صادرات غیر نفتی داشته باشند (Sedaghati et al., 2016). قدومه شیرازی (*Alyssum homolocarpum*) متعلق به خانواده براسیکاسه می‌باشد. ایران یکی از مراکز پراکنش این جنس با حدود ۳٦ گونه یک‌ساله یا چندساله است (Fahid et al., 2009). دانه قدومه با قرار گرفتن در آب، لعابی تولید می‌کند که به‌عنوان نرم‌کننده سینه، رفع درد گلو و گرفتگی صدا، سرفه و سنگ‌شکن مصرف سنتی دارد (Koochaki et al., 2011). هوفاریقون (*Hypericum perforatum* L.) یا علف چای گیاهی داروئی از خانواده هایپریکاسه یا کلوسیاسه است. این گیاه دارای ساقه‌های فراوان علفی و دائمی است (Butola et al., 2007). این گیاه دارای اثرات ضدافسردگی و ضدویروسی است (Cellarova et al., 1995). از آن در درمان سوختگی‌ها، ترمیم زخم‌ها و درمان بی‌خوابی استفاده می‌گردد (Azizi and Omidbeigi, 2001).

چون تاکنون مطالعه جامعی در مورد خصوصیات جوانه‌زنی این گیاهان تحت تنش شوری صورت نگرفته است، بررسی خصوصیات جوانه‌زنی آن‌ها، به عنوان گونه‌های دارویی ضروری به نظر می‌رسد. هدف از انجام این مطالعه بررسی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاهان دارویی هوفاریقون و قدومه و میزان تحمل آن‌ها در سطوح مختلف تنش شوری بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش‌ها به‌صورت مجزا در قالب طرح کاملا تصادفی با شش سطح شوری (۰، ۲، ٤، ٦، ۸، ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) و چهار تکرار در سال ۱۳۹۱ در آزمایشگاه علوم زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی دامغان انجام شد. سطوح شوری توسط کلرید سدیم خالص طبق معادله زیر آماده گردیدند (Kafi and Rahimi, 2010):

1- Reactive Oxygen Species (ROS)

$$EC = \frac{TDS}{640} \quad (۱$$

در معادله فوق، EC، هدایت‌الکتریکی محلول بر حسب دسی‌زیمنس بر متر و TDS، غلظت املاح محلول بر حسب میلی‌گرم در لیتر می‌باشند. در هر پتری کاغذ صافی واتمن و ۲۵ بذر ضدعفونی شده قرار داده شد و ۵ میلی‌لیتر از محلول‌های تهیه شده اضافه گردید. پتری‌دیش‌ها به داخل ژرمیناتور با دمای ۲±۲۲ درجه سانتی‌گراد با تناوب نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی منتقل شدند. برای بذور قدومه، بذرها به‌مدت هفت روز و در رابطه با بذور هوفاریقون، به‌علت طولانی‌تر بودن دوره تکمیل جوانه‌زنی بذور به مدت ۱۸ روز، به‌طور روزانه در یک ساعت مشخص بازبینی شده و تعداد بذرهایی که ریشه‌چه آن‌ها قابل رویت بود به‌عنوان بذرهای جوانه‌زده شمارش شد. در روز آخر (روز هفتم) برای بذور قدومه و (روز هجدهم) برای بذور هوفاریقون، بذور از هر پتری دیش خارج و طول و وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه آن‌ها اندازه‌گیری شد. سپس با قرار دادن در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲٤ ساعت، وزن خشک آن‌ها توسط ترازو با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم اندازه‌گیری گردید. برای تعیین سرعت جوانه‌زنی از معادله زیر استفاده شد (Kafi and Rahimi, 2010):

$$RG = \sum_{i=1}^{n} \frac{ni}{di} \quad (۲$$

RG[1]، سرعت جوانه‌زنی، ni، تعداد بذر جوانه‌زده در هر شمارش و di تعداد روز شمارش تا روز n ام می‌باشند.

برای محاسبه درصد جوانه‌زنی از معادله زیر استفاده شد (Kafi and Rahimi, 2010):

$$PG = \frac{n}{N} \times 100 \quad (۳$$

که در آن PG[2]، درصد جوانه‌زنی، n، تعداد کل بذرهای جوانه زده و N، تعداد کل بذرها می‌باشند. تبدیل زاویه‌ای به‌صورت $Z=\arcsin(x)^{1/2}$ انجام شد تا فرض توزیع نرمال برای تمامی مشاهدات برقرار باشد.

متوسط زمان جوانه‌زنی با استفاده از معادله ذیل محاسبه گردید (Munns *et al*., 1982):

$$MGT = \sum_{i=1}^{n} \frac{nidi}{N} \quad (٤$$

در این معادله MGT[3]، متوسط زمان جوانه‌زنی، ni، تعداد بذور جوانه‌زده در شمارش روزانه و di روز شمارش و N، تعداد کل بذور جوانه‌زده (پس از هفت روز برای قدومه و پس از ۱۸ روز برای هوفاریقون) می‌باشند.

شاخص بنیه بذر، از معادله زیر محاسبه گردید (Isvand and Alizadeh, 2003):

شاخص بنیه بذر = (درصد جوانه‌زنی × میانگین طول گیاهچه) / ۱۰۰ (۵

برای اندازه‌گیری شاخص تحمل به شوری (STI)[4]، مطابق با معادله زیر عمل شد (Hajghani et al., 2008):

$$STI = \frac{TWSs}{TWSc} \times 100 \quad (٦$$

در رابطه فوق، TWS_c و TWS_s به‌ترتیب وزن خشک ساقه‌چه‌های شاهد و وزن خشک ساقه‌چه‌های تحت تنش می‌باشند. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) ۵ درصد و آنالیز داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS انجام شد.

1- Rate of Germination
2- Percentage of Germination
3- Mean Germination Time
4- Salt Tolerance Index

نتایج و بحث

سرعت و درصد جوانه‌زنی: در قدومه با اعمال شوری در سطح ۲ دسی‌زیمنس بر متر، کاهش معنی‌داری در سرعت جوانه‌زنی مشاهده نشد اما با افزایش شوری در سطوح بالاتر، سرعت جوانه‌زنی بطور معنی‌داری کاهش یافت. با افزایش تنش شوری به سطح ۲ دسی‌زیمنس بر متر، کاهش معنی‌داری در سرعت جوانه‌زنی بذور هوفاریقون نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین سرعت جوانه‌زنی در بذور هر دو گیاه، متعلق به تیمار شاهد و کمترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به بالاترین سطح شوری یعنی شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد (جدول ۱و۲). نتایج بررسی اثرات تنش شوری بر جوانه‌زنی ۲ گونه چمن شور[1] و چمن شور ساحلی[2] نیز حاکی از این بود که بیشترین سرعت جوانه‌زنی، در شوری کم رخ داد و با افزایش شوری از سرعت جوانه‌زنی به شدت کاسته شد (Dianati tilaki et al., 2005). در تنش شوری، کاهش پتانسیل اسمزی و سمیت نمک باعث کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی می‌شود (Mir Mohammadi Meybodi and Ghare Yazi, 2002). درصد جوانه‌زنی در هر دو نوع بذور به‌طور معنی‌داری با افزایش سطوح شوری، کاهش یافت. بیشترین و کم‌ترین درصد جوانه‌زنی در هر دو نوع بذور به ترتیب متعلق به تیمار شاهد و شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد (جدول ۲). نتایج آزمایش بر روی آکاکیا آریکالیفرمیس[3] نیز نشان داد با افزایش سطوح شوری، درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Rashid et al., 2004). با افزایش شوری، مکانیسم فعالیت داخل بذر دچار اختلال می‌شود (Anvari et al., 2009).

متوسط زمان جوانه‌زنی: متوسط زمان جوانه‌زنی در بذور هر دو گیاه بطور معنی‌داری تحت تاثیر تنش شوری قرار گرفت و با افزایش شوری، افزایش یافته و جوانه‌زنی به تاخیر افتاد (جدول ۱ و ۲). در بذور قدومه، با افزایش شوری به ٦ دسی‌زیمنس بر متر، متوسط زمان جوانه‌زنی نسبت به شاهد افزایش یافت. بیشترین و کمترین مقدار متوسط زمان جوانه‌زنی بذور هوفاریقون به ترتیب متعلق به شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر و تیمار شاهد می‌باشد (جدول۲). متوسط زمان جوانه‌زنی در بذور گیاه خرفه نیز با افزایش سطوح شوری، افزایش یافته است (Kafi and Rahimi, 2010). تمرکز بیش از حد NaCl مانع از فعالیت آنزیم‌هایی می‌شود که نقش اساسی در جوانه‌زنی دارند (Katambe et al., 1998). شوری سبب تغییرات اسمزی نامناسب در محیط بذر می‌گردد. چنانچه جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد و یا جذب آب به آرامی صورت گیرد، فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی به آرامی انجام خواهد شد و در نتیجه مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش می‌یابد (Keshavarz Afshar et al., 2012).

1- *Aeluropus littoralis*
2- *Aeluropus lagopoides*
3- *Acacia auriculiformis*

جدول ۱: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاه هوفاریقون و قدومه

منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه	شاخص بنیه بذر	شاخص تحمل به شوری
هوفاریقون													
تنش شوری	۵	۰/۰۷۱*	۱/۳۸***	۱۶/۲۵***	۰/۵۷***	۰/۲۶***	۱/۲۰***	۰/۳۲***	۵/۷۳**	۰/۶۳**	۰/۱۶***	۰/۹۹***	۲۴۱۵/۰۳**
خطا	۱۸	۰/۰۱۹	۰/۱۱	۰/۶۴	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۸۹	۰/۱۳	۰/۰۲	۰/۰۴	۴۶۷/۰۰۰۰۷
قدومه													
تنش شوری	۵	۰/۲۱۴۳***	۸۸/۴۸۸***	۷/۵۳۸***	۶/۷۱۷***	۰/۲۵۶۶***	۲۳/۱۱۲***	۲۰/۸۳۵***	۱۲۱۴/۱*	۴۲/۰۶**	۰/۱۱۹۸***	۱۰/۷۸۵***	۲۷۱۷/۷۴**
خطا	۱۸	۰/۰۲۵۳	۱/۹۳۹	۰/۳۵۹	۰/۶۱۲	۰/۰۱۴۶	۱/۲۹۱	۱/۰۶۲	۳۳۳/۵۶	۸/۳۹	۰/۰۰۷۰	۰/۵۹۹	۵۹۵/۳۲۱

ns= معنی دار نبودن *= معنی دار در سطح احتمال (P≤ ۰/۰۵) **= معنی دار در سطح احتمال (P≤ ۰/۰۱) ***= معنی دار در سطح احتمال (P≤ ۰/۰۰۱)

جدول ۲: مقایسات میانگین خصوصیات جوانه‌زنی بذور گیاه هوفاریقون و قدومه در سطوح مختلف تنش شوری

سطح شوری (دسی زیمنس بر متر)	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (جوانه در روز)	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز)	طول ریشه‌چه (سانتی متر)	طول ساقه‌چه (سانتی متر)	وزن تر ریشه‌چه (میلی گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی گرم)	وزن تر ساقه‌چه (میلی گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی گرم)	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه	شاخص بنیه بذر	شاخص تحمل به شوری
هوفاریقون												
۰	۷۴ a	۲/۴۷ a	۸/۳۶ d	۱/۱۶۸ a	۰/۸۱۲ a	۱/۴۵ a	۰/۶۵۰ a	۴/۱۷۵ a	۱/۶ a	۰/۴۱۷ a	۱/۴۷ a	۱۰۰ a
۲	۶۸ a	۱/۹۵ b	۹/۵۵ c	۰/۴۴۶ bc	۰/۳۷۲ b	۰/۸۵ b	۰/۴۷۵ ab	۳/۵ a	۱/۲۷۵ ab	۰/۳۸۷ a	۰/۵۶ b	۸۱/۲۷ ab
۴	۶۴ ab	۱/۶۵ bc	۱۰/۸۳ b	۰/۴۷۴ b	۰/۲۸۷ bc	۰/۸ b	۰/۴۵۰ b	۳/۱۵ a	۱/۲۲۵ ab	۰/۳۸۶ a	۰/۴۸ b	۷۷/۶۵ ab
۶	۶۳ ab	۱/۶۳ bc	۱۰/۳۲ bc	۰/۲۷۲ cd	۰/۱۹۸ c	۰/۱۵ c	۰/۰۵۰ c	۲/۸ ab	۱ bc	۰/۰۵۶ b	۰/۳۰ bc	۶۳/۹۳ b
۸	۴۵ bc	۱/۲۴ c	۹/۸۶ bc	۰/۱۸۴ d	۰/۱۴۰ c	۰/۱۲۵ c	۰ c	۱/۶۲۵ bc	۰/۷۷۵ bc	۰ b	۰/۱۶ c	۴۹/۹۶ bc
۱۰	۴۳ c	۰/۷۶ d	۱۴/۲۸ a	۰/۱۴۰ d	۰/۱۳۵ c	۰/۱ c	۰/۰۲۵ c	۰/۹۷۵ c	۰/۴۷۵ c	۰/۰۴۲ b	۰/۱۴ c	۳۰/۷۶ c
قدومه												
۰	۱۰۰ a	۱۵/۰۵ a	۱/۸۸ c	۲/۳۹ b	۰/۹۱ a	۵/۸ a	۴/۳ a	۶۵/۲ a	۱۲/۷ a	۰/۳۳۸۸ a	۳/۳ bc	۱۰۰ a
۲	۹۶ a	۱۳/۷۱ a	۱/۹۵ c	۴/۴۹ a	۱/۰۰ a	۶/۳ a	۵/۲ a	۵۸/۱ a	۱۴/۳ a	۰/۳۷۰۴ a	۵/۲۵ a	۱۱۵/۱۰ a
۴	۹۶ a	۱۰/۳۲ b	۲/۶۴ c	۳/۷۴ a	۰/۸۴ a	۵/۹ a	۴/۶ a	۵۵/۵ a	۱۲/۳ a	۰/۳۷۰۸ a	۴/۴ ab	۹۹/۱۸ a
۶	۹۱ a	۷/۰۰ c	۳/۶۵ b	۲/۰۲ bc	۰/۵۳ bc	۲/۷ b	۲/۴ b	۳۸/۱ ab	۱۱/۹ a	۰/۲۰۱۵ b	۲/۳۴ cd	۹۶/۷۴ a
۸	۷۱ b	۴/۸۰ d	۴/۴۱ ab	۱/۹۵ bc	۰/۵۴ b	۱/۵ b	۰/۲ c	۲۶/۲ b	۷/۳ b	۰/۰۱۵۹ c	۱/۷۹ de	۵۴/۳۲ b
۱۰	۷۰ b	۳/۶۶ d	۵/۲۵ a	۰/۹۴ c	۰/۳۶ c	۱/۰ b	۰/۰ c	۲۴/۴ b	۶/۲ b	۰/۰۰۰۰ c	۰/۸۸ e	۵۳/۴ b

میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)، دارای تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد نمی‌باشند.

طول ریشه‌چه و ساقه چه: شوری اثر معنی‌داری بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بذور قدومه و هوفاریقون داشت (جدول۱) و با افزایش شوری میانگین این صفات به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در بذور هوفاریقون، بیشترین و کم‌ترین این مقادیر برای هر دو صفت به‌ترتیب متعلق به تیمار شاهد (۱/۱٦۸ سانتی‌متر ریشه‌چه و ۰/۸۱۲ سانتی‌متر ساقه‌چه) و شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر (۰/۱٤۰ سانتی‌متر ریشه‌چه و ۰/۱۳۵ سانتی‌متر ساقه‌چه) بود. علت این کاهش می‌تواند تاثیر منفی و وفور یونی بر عملکرد غشاء سلولی باشد. تنش شوری از طریق محدود کردن فعالیت دیواره سلولی و تغییر در میزان پروتئین‌های موثر در دیواره، موجب کاهش فعالیت مریستم‌ها و به تبع آن کاهش تقسیم سلولی می‌شود (Farshid et al., 2014). در بذور قدومه طول ریشه‌چه با افزایش شوری تا سطح ۲ و ٤ دسی‌زیمنس بر متر، نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت و سپس با افزایش سطوح شوری، به‌طور معنی‌داری دچار کاهش گردید (جدول۲). افزایش طول ریشه‌چه در شرایط تنش را می‌توان بدین علت دانست که گیاه بتواند با تامین آب توسط بخش وسیع‌تری از اندام زیرزمینی برای اندام هوایی، تنش اسمزی را تحمل نموده و غالبا این گسترش از طریق ریشه‌های باریک‌تر و نازک‌تر حاصل می‌شود (Fallahi et al., 2009). با افزایش غلظت نمک در بستر بذر، جذب یون‌هایی نظیر کلسیم و منیزیم توسط ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهان افزایش می‌یابد. با توجه به اهمیت این یون‌ها، خصوصا کلسیم بر خصوصیت غشاء و رشد سلول، افزایش یون‌های مذکور می‌تواند از دلایل افزایش رشد ریشه‌چه در سطوح پایین تنش شوری باشد. اما در سطوح بالاتر شوری، کاهش پتانسیل آب یا افزایش غلظت املاح مضر در محیط رشد گیاه باعث کاهش طول ریشه‌چه می‌گردد (Behboudian et al., 2006). طول ساقه‌چه قدومه تا شوری ٤ دسی‌زیمنس بر متر، تفاوت معنی‌داری با مقدار این خصیصه در تیمار شاهد نداشت اما با تشدید سطوح شوری به صورت معنی‌داری از مقدار آن کاسته شد (جدول ۲). عدم کاهش رشد ساقه‌چه در مقادیر پایین شوری را می‌توان ناشی از جذب بعضی یون‌ها و سنتز ترکیبات ویژه‌ای جهت تنظیم اسمزی دانست (Main and Nafziger, 1994). به نظر می‌رسد، بذور قدومه از نظر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطوح پایین‌تر شوری نسبت به شرایط تنش دارای تحمل می‌باشند اما با افزایش شوری افت نموده‌اند. گزارش شده است که با افزایش سطح شوری، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاهان چای ترش، سنای هند، زوفا، ریحان، کنگرفرنگی کاهش یافت (Khammari et al., 2007). کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌تواند بعلت سمیت یون‌ها و اثر منفی آن‌ها بر غشای سلول باشد.

شاخص بنیه بذر: شوری اثر معنی‌داری بر شاخص بنیه بذور قدومه و هوفاریقون داشت (جدول ۱). در بذور قدومه، در سطوح پایین‌تر شوری، شاخص بنیه بذر نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت ولی با افزایش شوری به ٦ دسی‌زیمنس بر متر و بالاتر، پارامتر مذکور دچار افت گردید (جدول ۲). گزارش شده است که شاخص بنیه بذر گیاه ماش سبز، در سطوح اولیه شوری اندکی افزایش نشان داد و سپس با افزایش شوری، به طور معنی‌داری کاهش یافت (Karimi Roozbehani et al., 2010). اما در بذور هوفاریقون، در تنش شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر، کاهش معنی‌داری در شاخص بنیه بذر نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد و با افزایش شوری کاهش بیشتری نیز حادث گردید (جدول ۲). 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، کاملا قابل انتظار می‌باشد.

وزن تر و خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه: در هر دو بذور قدومه و هوفاریقون، تنش شوری بر وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه اثر معنی‌داری ایجاد نمود (جدول ۱). در کلیه این صفات، با افزایش تنش شوری، مقادیر میانگین‌های صفت‌های مذکور کاهش یافت (جدول ۲). در بذور قدومه حداکثر وزن تر و خشک ساقه‌چه به ترتیب متعلق به تیمار

شاهد و شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد و به‌عبارت دیگر وزن تر و خشک ساقه‌چه تا شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر، تفاوت معنی‌داری با مقدار این صفات در تیمار شاهد نداشتند و سپس با تشدید تنش شوری در سطح ۸ دسی‌زیمنس بر متر به‌طور معنی‌داری کاهش نشان دادند. حداکثر وزن تر و خشک ریشه‌چه بذور قدومه، متعلق به شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد و در واقع مقادیر این صفات تا شوری ٤ دسی‌زیمنس بر متر، تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشتند و سپس با افزایش تنش شوری به ٦ دسی‌زیمنس بر متر، وزن تر و خشک ریشه‌چه در قدومه نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌دار نشان داد. حداقل وزن تر و خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه بذور قدومه مربوط به شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد که نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری دچار کاهش شده‌اند (جدول۲). آزمایشات انجام شده بر روی جوانه‌زنی گیاه ماش سبز نیز نشان داد که سطوح پایین نمک، وزن ساقه‌چه و ریشه‌چه را افزایش داد، اما سطوح بالاتر شوری در وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش معنی‌داری ایجاد کرد (Karimi Roozbehani et al., 2010). اما در بذور هوفاریقون، وزن تر ریشه‌چه با اعمال شوری در سطح ۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت و در سطوح بالاتر شوری، کاهش شدیدتری حاصل گردید. وزن خشک ریشه‌چه بذور هوفاریقون نیز در شوری ٤ دسی‌زیمنس بر متر به طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد و در شوری‌های شدیدتر، کاهش بیشتری حادث شد. وزن تر و خشک ساقه‌چه بذور هوفاریقون به‌ترتیب در شوری‌های ۸ و ٦ دسی‌زیمنس بر متر، کاهش معنی‌داری را نسبت به تیمار شاهد نشان دادند (جدول ۲). با افزایش شوری، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاه رازیانه نیز به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (Moradi and Rezvani Moghaddam, 2010). به‌نظر می‌رسد کاهش پتانسیل اسمزی و اثرات سمیت یونی با افزایش شوری فرایند رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه را دچار اختلال نموده و کاهش وزن خشک گیاهچه را به‌دنبال داشت (Yazdani Biuki et al., 2010).

نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه: در بذور قدومه و هوفاریقون نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه نیز به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر شوری قرار گرفت و با افزایش شوری، کاهش یافت. در بذور قدومه و هوفاریقون با افزایش شوری تا ٤ دسی‌زیمنس بر متر، نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه تفاوت معنی‌داری با این مقدار در تیمار شاهد نداشت و سپس با افزایش شوری در ٦ دسی‌زیمنس بر متر، پارامتر مذکور به‌طور معنی‌داری دچار کاهش گردید (جدول ۲). در بذور هوفاریقون و قدومه با توجه به این نکته که کاهش معنی‌دار در وزن تر و خشک ریشه‌چه در سطوح پایین‌تر شوری نسبت به تیمار شاهد ایجاد شده است، در حالی که کاهش معنی‌دار نسبت به تیمار شاهد در وزن تر و خشک ساقه‌چه در شوری‌های بالاتر و شدیدتری حادث گردیده، بیانگر این موضوع می‌باشد که ریشه‌چه هوفاریقون و قدومه نسبت به ساقه‌چه آن‌ها به تنش شوری حساس‌تر بوده است. در گلرنگ با افزایش شوری، وزن خشک ریشه‌چه نسبت به وزن خشک ساقه‌چه کاهش بیشتری نشان داد (Hajghani et al., 2008).

شاخص تحمل به شوری: این پارامتر برای بذور قدومه و هوفاریقون به طور معنی‌داری، تحت تاثیر شوری قرار گرفت و در قدومه با افزایش شوری به ۸ دسی‌زیمنس بر متر، به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت (جدول ۲). گزارش شده است که شاخص تحمل به شوری در گیاه گلرنگ، در بالاترین سطح شوری اعمال شده، به‌طور معنی‌داری دچار کاهش گردید (Hajghani et al., 2008). در هوفاریقون با افزایش تنش شوری به ٦ دسی‌زیمنس بر متر، کاهش معنی‌داری در شاخص تحمل به شوری نسبت به تیمار شاهد مشاهده گردید و با افزایش شوری به سطوح بالاتر، کاهش بیشتری نیز مشاهده شد (جدول ۲). از آنجایی که وزن خشک ساقه‌چه در مقدار

شاخص تحمل به شوری دخیل می‌باشد و با افزایش شوری، وزن خشک ساقه‌چه نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت، کاهش شاخص تحمل به شوری نیز قابل انتظار می‌باشد. غلظت بالای یون سدیم، از طریق ایجاد مسمومیت یونی در ساقه‌چه، بخشی از کاهش رشد گیاه را موجب می‌شود و بخشی دیگر هم ممکن است ناشی از اثرات اسمزی محلول باشد (Khosh Kholgh Sima et al., 2013).

نتیجه‌گیری نهایی

بهترین شرایط جوانه‌زنی بذور قدومه در ارتباط با اکثر صفات بررسی شده، شرایط عدم تنش تا حداکثر شوری ٤ دسی‌زیمنس بر متر بود و در سطوح بالاتر شوری به‌طور محسوسی، صفات مذکور کاهش یافت. بذور قدومه، در اکثر شاخص‌های جوانه‌زنی، نسبت به سطوح پایین شوری تحمل نسبتاً مطلوبی را از خود نشان دادند و اکثر پارامترهای اندازه‌گیری شده در سطوح پایین شوری (۲ و ٤ دسی‌زیمنس بر متر)، اندکی افزایش نشان دادند اما با افزایش شوری اثرات منفی تنش نمایان گشت. با توجه به نتایج فوق، بدین‌دلیل که با تنش شوری، کلیه صفات مورد بررسی در بذور هوفاریقون به طور معنی‌داری کاهش یافت و در بسیاری از صفات با اعمال شوری در سطح ۲ و ٤ دسی‌زیمنس بر متر، نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری حادث گردید، می‌توان چنین گفت که بذور هوفاریقون حتی نسبت به سطوح پایین شوری نیز حساس و آسیب‌پذیر می‌باشند

Reference

Al Niemi, T.S., Campbell, W.F., and Rumbaug, D. 1992. Response of alfalfa cultivars to salinity during germination and postgermination growth. Crop Science, 32: 476-480.

Anvari, M., Mehdikhani, H., Shahriari, A.R. and Nouri, Gh.R. 2009. Effect of salinity stress on 7 species of range plants in germination stage. Iranian Journal of Range and Desert Research, 16(2): 266-273. (In Persian)

Azarneevand, H., Nosrati, K., Bizhanzadeh, E. and Shahbazi, A. 2005. Influence of salinity and temperature on germination and growth of two species of *Atriplex*. Desert, 10(2): 383-398. (In Persian)

Azizi, M. and Omidbeigi, R. 2001. Effects of different levels of nitrogen and phosphorus fertilizer on growth, yield and hypericin content of St. John's wort. Iranian Journal of Agricultural Science, 32(4):719-725. (In Persian)

Bao, G.R., Wu, R.H., Baoburen, Q.Q., Wang, H.L. and Chen, L. 2010. Effect of saline on seed germination of *Onobrychis viciaefolia*, Journal of Inner Mongolia for Nationalities (Natural Sciences), 25 (6): 640–642.

Baghbani, A., Forghani, A.H. and Kadkhodaie, A. 2013. Study of salinity stress on germination and seedling growth in greenhouse cucumber cultivars. Journal of Basic and Applied Scientific Research, 3(3):1137-1140.

Behboudian, B., Lahouti, M. and Nezami, A. 2006. Effects of salt stress on germination of chickpeas cultivars. The Scientific Journal of Agriculture (SJA), 28(2): 127-137. (In Persian)

Butola, J.S., Pant, S. and Samant, A.A. 2007. Effect of pre-sowing seed treatments in *Hypericum perforatum* L: A high value medicinal plant. Seed Research, 35(2): 205-209.

Cellarova, E., Kimakova, K., Daxnerova, Z. and martonfi, P. 1995. *Hypericum perforatum* (St. Johns wort): In vitro culture and the production of Hypericin and other secondary metabolites. Bajaj, Y.P.S.(ed): Biotechnology in Agriculture and forestry, 33: Medicinal and Aromatic Plant, VIII. Berlin, Heidelberg, Springer- Verlag. 261-275.

Deng, Y., Yuan, F., Feng, Z., Ding, T., Song, J. and Wang, B. 2014. Comparative study on seed germination characteristics of two species of Australia saltbush under salt stress. Acta Ecologica Sinica, 34: 337–341.

Dianati tilaki, G.A., Nasiri, M., Nouri, S. and Kaboli, S.H. 2005. The effect of salinity stress on seed germination of four accessions of two *Aeluropus* species. Iranian Journal of Range and Desert Research, 12 (3(20)): 335-349. (In Persian)

Fahid, F., Mazooji, A., Salimpour, F. and Tajadod, G. 2009. Micromorphological study on several *Alyssum* L. species (Brassicaceae). The quarterly journal of biological sciences, Azad Islamic university, Zanjan Branch, 3(1): 53-58. (In Persian)

Fallahi, J., Ebadi, M.T. and Ghorbani, R. 2009. The effects of salinity and drought stress on germination and seedling growth of clary. Environmental Stresses in Crop Science, 1(1): 57-67. (In Persian)

Farshid, R., Sahrai, E. and Zamani, Gh.R. 2014. Effect of NaCl salinity on germination and seedling growth of 12 Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars. Iranian Journal of Field Crops Research, 12(1): 146-152. (In Persian)

Gill, S.S. and Tuteja, N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abioticstress tolerance in crop plants. Plant Physiology and Biochemistry, 48: 909-30.

Glenn, E.P. and Brown, J.J. 1999. Salt tolerance and crop potential of halophytes. Critical Reviews In Plant Sciences, 18: 227-255.

Hajghani, M., Saffari, M. and Maghsoudi Moud, A.A. 2008. The effect of different levels of salinity (NaCl) on germination and seedling growth of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars**.** Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science, 12(45): 449-458. (In Persian)

Isvand, H.R. and Alizadeh, M.A. 2003. Evaluation in some seed quality characters (germination and vigor index) of Moldavin balm (*Dracocephalum moldavica* L.) using accelerated against test. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 11(2): 249-256. (In Persian)

Kafi, M. and Rahimi, Z. 2010. Effect of different levels of salinity on germination characteristics of (*Portulaca oleracea* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 8(4): 615-621. (In Persian)

Karimi Roozbehani, K., Farboodi, M., Moraghebi, F., Khodabandeh, N. and Ekhtiari, R. 2010. The effect of salinity on germination of green gram (*Vigna radiate* L.), in laboratory conditions. *Journal of Plant and Ecosystem,* 6(23): 53-65. (In Persian)

Katembe, W.J., Ungar, I.A. and Mitchell, J.P. 1998. Effect of Salinity on Germination and Seedling Growth of two Atriplex species (Chenopodiaceae). Annals of Botani, 82: 167-175.

Keshavarz Afshar, R., Keykhah, M., Chaeichi, M.R. and Ansari, M. 2012. Effect of different levels of salinity and drought stress on seed germination characteristics and seedling growth of forage Turnip (*Brassica rapa* L.). Iranian Journal of Field Crop Science, 43(4): 661-671. (In Persian)

Khammari, I., Sarani, Sh.A. and Dahmardeh, M. 2007. The effect of salinity on seed germination and growth in six medicinal plants. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 23(3): 331-339. (In Persian)

Khosh Kholgh Sima, N.A., Alitabar, R.A., Eghbali Nejad, M., Babazadeh, P. and Tale Ahmad, S. 2013. Effect of salinity on germination and threshold salinity in Barley. Iranian Journal of Field Crops Research, 11(1): 107-120. (In Persian)

Koochaki, A., Shahidi, F., Mortazavi, S.A., Karimi, M. and Milani, E. 2011. Effect of Qodume shirazi (*Alyssum homolocarpum*) seed and xanthan gum on Rheological properties of wheat flour dough and quality of bread. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 7(1): 9-16. (In Persian)

Main, M.A.R. and Nafziger, E.D. 1994. Seed size and water potential effect on germination and salinity growth of winter wheat. Crop Scientific, 34:169-171.

Mauromicale, G. and Licandro, P. 2002. Salinity and temperature effects on germination, emergence and seedling growth of global Artichoke. Agronomie, 22:443-450.

Mir Mohammadi Meybodi, A.M. and GhareYazi, B. 2002. Physiologic and breeding aspects of salt stress. Esfahan University of Technology Press. 274p. (In Persian)

Moradi, R. and Rezvani Moghaddam, P. 2010. The effects of seed pre-priming with salicylic ACID under salinity stress on germination and growth characteristics of *Foeniculum vurgare* Mill (Fennel). Iranian Journal of Field Crops Research, 8(3):489-500. (In Persian)

Munns, R., Greenway, H., Delane, R. and Gibbs, J. 1982. Ion concentration and carbohydrate status of the elongating leaf tissue of *Hordeum vulgare* growing at high external NaCl. Journal of Experimental Botany, 33: 574-583.

Parida, A.K. and Das, A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants. A review. Ecotoxicology *and* Environmental Safety, 60: 324-349.

Rashid, M.M, Hoque, A.K.F. and Iftekhar, M.S. 2004. Salt tolerances of some multipurpose Tree species as determined by seed germination. Journal of Biological Sciences, 4(3): 288-292.

Sedaghati, A.R., Kafi, M., Rezvan Beidokhti, Sh. and Akbari, Sh. 2016. Effects of planting date and density on yield and yield components and allicin content of two garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 31(6): 1024-1034.

Yazdani Biuki, R., Rezvani Moghaddam, P., Khazaie, H.R., Ghorbani, R. and Astaraei, A.R. 2010. Effects of salinity and drought stresses on germination characteristics of Milk Thistle (*Silybum marianum*). Iranian Journal of Field Crops Research, 8(1):12-19. (In Persian)