

رفتار جوانه‌زنی بذر آرتیشو *Cynara scolymus* L. تحت تأثیر رنگ

پوسته بذر و سطوح شوری

محمدعلی دری^{۱*}، هدیه مصنوعی^۲

^۱استادبار، بخش جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

^۲دانشجوی دکتری زراعت، گروه زراعت، عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۱۲

چکیده

این مطالعه برای تعیین ارتباط اثر رنگ پوسته بذر در دو سطح (سیاه و سبز) و شوری در پنج سطح (۰، ۶، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر) بر جوانه‌زنی بذر گیاه آرتیشو (*Cynara scolymus* L.) به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. بذر لازم از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تهیه شد. بذرها قبل از آزمایش با هیپوکلریت سدیم ضدعفونی و سپس با آب مقطر شسته شدند. صفات درصد جوانه‌زنی، نسبت طول اندام هوایی به ریشه، نسبت وزن اندام هوایی به ریشه و شاخص قدرت گیاهچه اندازه‌گیری شد. رنگ بذر بر نسبت طول اندام هوایی به ریشه و نسبت وزن اندام هوایی به ریشه اثر معنی‌دار نداشت در حالی که بر درصد جوانه‌زنی در سطح پنج درصد و بر شاخص قدرت گیاهچه در سطح یک درصد اثر معنی‌دار داشت. همه صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر شوری در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشتند. با افزایش شوری درصد جوانه‌زنی در هر دو بذر سیاه و سبز کاهش داشت و بیشترین کاهش در بذره‌های بارنگ سبز (۵۲ درصد) در سطح شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. نتایج حاکی از آن بود که بذره‌های بارنگ سیاه نسبت به بذره‌های سبزرنگ ارجحیت دارند.

واژه‌های کلیدی: آرتیشو، وزن خشک ریشه، رنگ بذر، شوری.

مقدمه

آرتیشو (*Cynara scolymus* L.) متعلق به خانواده آستراسه می‌باشد که در اروپا به‌طور وسیع کشت می‌شود. این گیاه به‌عنوان مصارف دارویی (آنتی‌اکسیدانت، ضد بیماری‌های کبدی) و غذایی در نواحی مدیترانه کاشته می‌شود (Lattanzio et al., 2009).

جوانه‌زنی به‌عنوان یکی از مراحل مهم زندگی گیاه مورد توافق محققان قرار گرفته است. رنگ پوسته بذر به‌عنوان یک عامل مؤثر بر جوانه‌زنی بذر در گیاهان زراعی مختلف شناخته شده است. مطالعات نشان داده است که رنگ پوسته دانه، برخی از صفات مانند جوانه‌زنی و سبز شدن بذر را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Mavi, 2010). رنگدانه پوسته بذر با کاهش سرعت تورم در برخی لگوم‌ها همبستگی دارد (Ertekin and Kirdar, 2010). رنگ پوسته بذر تحت تأثیر شرایط محیط مثل فتوپریود قرار می‌گیرد (De Souza and Marcos-Filho, 2001). بذرهای زردرنگ کتان به‌طور مشخص و آشکاری نسبت به بذرهای قهوه‌ای در آزمون قدرت بذر جوانه‌زنی کمتر و سبز شدن کمتری در مزرعه نشان دادند (Saiedi, 2007). آنالیز همبستگی بین ارزش رنگ بذر با درصد و میانگین زمان جوانه‌زنی زیاد و معنی‌دار بود (Mavi, 2010). بررسی‌های دیگر نیز نشان داده است که رنگ پوسته بذر برخی صفات مثل خواب بذر (Baskin et al., 2000) و جوانه‌زنی آن را (Nerson, 2002) تحت تأثیر قرار می‌دهد.

عوامل محیطی مختلفی جوانه‌زنی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Keblawy and Al-Rawai, 2006). شوری خاک و یا آب یکی از موانع استرس عمده و شرایط محیطی محدود کننده اولیه است که استقرار موفقیت‌آمیز بسیاری از محصولات به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک را محدود می‌سازد (Jamil et al., 2006). کاهش رشد گیاهچه دو گیاه دارویی *Matricaria chamomilla* و *Origanum majorana* تحت تأثیر تنش شوری گزارش شده است (Ali et al., 2010; Baatour et al., 2007). طبق گزارش Khayatnezhad et al. (2010) کاربرد کلرید سدیم را برای شبیه‌سازی تنش اسمزی در محیط آزمایشگاه، حفظ یکنواخت پتانسیل آب در طول آزمایش عنوان کردند. در تحقیقی تأثیر شوری تا سطح ۱۵۰ میلی‌مولار NaCl بر کاهش درصد جوانه‌زنی آرتیشو با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت و حداکثر جوانه‌زنی خود را حفظ کرد (Jorenush and Rajabi, 2015).

تجزیه واریانس داده‌های وزن خشک اندام رویشی آرتیشو طی دو سال نشان داد متوسط آستانه برای شروع کاهش رشد ۷/۸ دسی زیمنس بر متر است که به ازای هر واحد افزایش ۸/۳ درصد ثبت شد (Francois, 1995). طبق گزارش Graifenberg et al. (1993) این گیاه نسبت به شوری تحت شرایط گلخانه‌ای تحمل متوسط نشان داده است. استقرار گیاهان به‌طور یکنواخت در یک مزرعه برای تولید ضروری است. مطالعه حاضر باهدف تعیین و شناخت تأثیر رنگدانه (سیاه و سبز) بر رفتار جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه آرتیشو تحت شرایط افزایش شوری محیط انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی جوانه‌زنی بذر آرتیشو تحت تأثیر رنگ بذر در معرض شوری آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. برای این آزمایش بذر لازم از مزرعه تحقیقاتی گیاهان دارویی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان تهیه شد. بدین‌منظور ابتدا ۳ نمونه ۱۰۰ گرمی از میان بذرهای برداشت شده گرفته شد و سپس از هر نمونه، بذرهای بارنگ‌های موردنظر جدا شدند، به‌طوری‌که به دو گروه بذرهای سیاه و سبزرنگ تقسیم شدند. برای انجام آزمایش از پتری‌های ۹ سانتی‌متری که دو لایه کاغذ صافی که ۵۰ عدد بذر

در آن‌ها قرار داده شد استفاده گردید. قبل از قرار دادن بذرها در پتری‌های آزمایش با محلول هیپوکلریت سدیم دو درصد ضد عفونی شدند. محلول نمک (NaCl) در پنج غلظت صفر (شاهد)، ۶، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر تهیه و به پتری‌ها اضافه شد. بذور در ژرمیناتور در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۴ روز نگهداری شدند. بذرهایی جوانه‌زده محسوب شدند که طول ریشه‌چه دو میلی‌متر بود.

درصد جوانه‌زنی با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (Elouaer and Hannachi, 2012):

$$Gp = \sum_{i=0}^n \left(\frac{Ni \cdot 100}{N} \right) \quad (1) \text{ رابطه}$$

در این رابطه تعداد بذرهایی جوانه‌زده در روز i ام و N تعداد کل بذرها می‌باشد. صفات وزن خشک اندام هوایی و ریشه‌چه، طول اندام هوایی و ریشه‌چه تحت تأثیر تیمارهای مختلف با انتخاب پنج گیاهچه به صورت تصادفی در روز چهاردهم اندازه‌گیری شدند. شاخص قدرت گیاهچه^۱ (SVI) از رابطه (۲) محاسبه شد (Vashisth and Nagarajan, 2010; Islam et al., 2009):

$$SVI = \frac{((\text{seedling length (cm)} + \text{seedling weight (gr)}) \cdot \text{germination percentage})}{100} \quad (2) \text{ رابطه}$$

قبل از تجزیه واریانس از تبدیل زاویه‌ای داده‌ها، استفاده شد. برای تجزیه واریانس از نرم‌افزار SAS استفاده شد. میانگین‌ها با روش LSD در سطح پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که رنگ بذر بر نسبت طول اندام هوایی به ریشه و نسبت وزن اندام هوایی به ریشه اثر معنی‌دار نداشت درحالی‌که بر درصد جوانه‌زنی در سطح پنج درصد و بر شاخص قدرت گیاهچه در سطح یک درصد اثر معنی‌دار داشت (جدول ۱). شوری بر همه صفات اندازه‌گیری شده در سطح یک درصد اثر معنی‌دار داشت (جدول ۱). اثر متقابل رنگ بذر و شوری بر دو صفت درصد جوانه‌زنی و نسبت وزن اندام هوایی به ریشه در سطح پنج درصد و بر شاخص قدرت گیاهچه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

جدول ۱: تجزیه واریانس اثر رنگ بذر و شوری بر نسبت طول اندام هوایی به ریشه، نسبت وزن اندام هوایی به ریشه، درصد

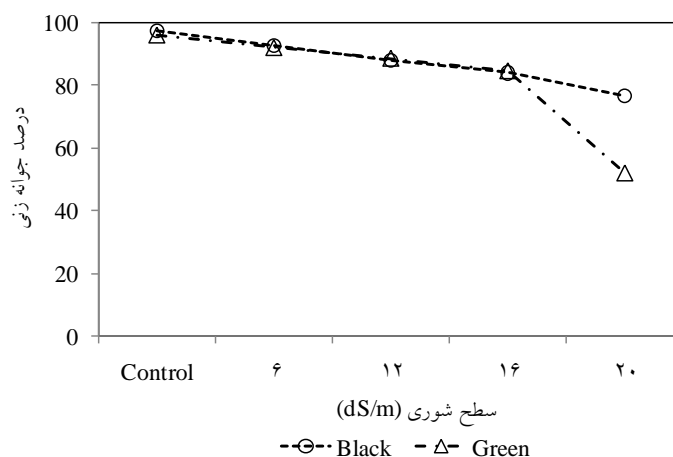
جوانه‌زنی و شاخص قدرت گیاهچه

منابع تغییر	درصد جوانه‌زنی	نسبت اندام هوایی به ریشه	
		طول	وزن خشک
رنگ بذر	۷۲/۱۶*	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۷۵ ^{ns}
سطح شوری	۶۷۱/۹۴**	۰/۸۵**	۶/۹۱**
رنگ بذر × سطح شوری	۷۱/۹۶*	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۸۶*
خطا	۱۵/۹۷	۰/۰۲	۰/۲۷
ضریب تغییرات	۵/۷۷	۲۱/۱۳	۲۵/۸

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

1. Seedling vigor index (SVI)

درصد جوانه‌زنی در هر دو گروه بذر سیاه و سبز، با افزایش سطح شوری کاهش داشت (شکل ۱). کاهش درصد جوانه‌زنی تا سطح شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر در هر دو گروه بذر از روند کاهشی یکسان پیروی کرده و نسبت به شاهد همان گروه کاهش قابل توجهی نداشت. این نتیجه با نتیجه تحقیق (Jorenush and Rajabi, 2015) که تا سطح بالایی از شوری جوانه‌زنی بذر آرتیشو کاهش چندانی نداشت مطابقت دارد. در بذره‌های سبزرنگ درصد جوانه‌زنی در سطح شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر (۵۲ درصد) ثبت شد، به طوری که نسبت به شاهد بذره‌های گروه سبز کاهش ۴۵/۸ درصدی داشت در حالی که در این سطح شوری کاهش جوانه‌زنی بذره‌های سیاه نسبت به شاهد ۲۱/۱۷ درصد ثبت شد (شکل ۱). بنابراین بذره‌های سیاه آرتیشو در سطوح بالاتر از ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر تحمل بیشتری نشان دادند و از توانایی بالاتری برای سبز شدن برخوردار بودند.



شکل ۱: روند کاهش درصد جوانه‌زنی بذره‌های سیاه و سبز آرتیشو در معرض سطوح شوری

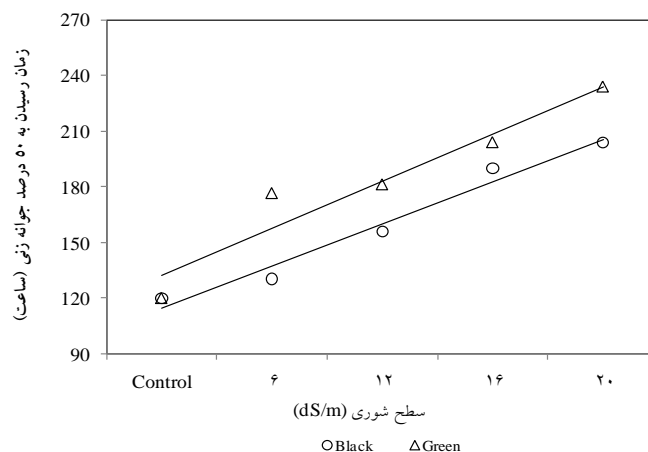
به گزارش Holubwicz and Agneszka (2008) جوانه‌زنی بذر نوعی بنفشه (*Viola tricolor*) تحت تأثیر رنگ بذر قرار گرفت. در تحقیقی مشخص شد که درصد و سرعت جوانه‌زنی در بذره‌های با رنگ تیره‌تر از بذره‌های بارنگ روشن بیش‌تر و سریع‌تر بود (Pimpini et al., 2002). Ashraf and Foolad (2005) نیز تأخیر شروع جوانه‌زنی و کاهش جوانه‌زنی تحت تأثیر شوری را تأکید نمودند.

جدول ۲: مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده بذره‌های بارنگ سیاه و سبز آرتیشو در معرض سطوح شوری

شاخص قدرت گیاهچه	نسبت اندام هوایی به ریشه		درصد جوانه‌زنی	سطوح شوری (dS.m ⁻¹)
	وزن خشک	طول		
۳/۲۹a	۲ b	۰/۹۲ a	۹۶/۸۹ a	صفر
۲/۶۲ b	۲/۱۶ b	۰/۷۵ b	۹۱/۲۳ b	۶
۲/۳ c	۲/۷۵ a	۰/۸۲ ab	۸۸/۵ bc	۱۲
۱/۲۵ d	۲/۷۹ a	۰/۵۲ c	۸۴/۳ c	۱۶
۰ e	۰ c	۰ d	۶۴/۴۵ d	۲۰
۰/۶۳	۰/۵۷	۰/۱۵	۴/۸۴	LSD, 0.05

*حروف مشابه در ستون نشانه عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

برای به‌دست آوردن ارتباط بین سطوح شوری و زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی یک خط رگرسیونی برازش داده شد (شکل ۲). مشاهده شد که همزمان با افزایش شوری، زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی افزایش می‌یابد به طوری که افزایش این زمان در بذره‌های سبز بیشتر از بذره‌های سیاه بود. تنها در تیمار شاهد بذره‌های هر دو رنگ، دارای زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی یکسانی بودند اما با افزایش سطح شوری، ضمن افزایش این زمان، مشاهده شد که بذره‌های سبزرنگ در سطوح شوری مشابه، نسبت به بذره‌های سیاه‌رنگ مدت‌زمان بیشتری را برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی سپری کرده‌اند (شکل ۲). این موضوع در شرایط محیط و مزرعه به‌عنوان امتیاز منفی برای بذر محسوب می‌گردد.



شکل ۲: رابطه رگرسیونی زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی در بذره‌های سیاه و سبزرنگ آرتیشو با افزایش سطح شوری

بر اساس ارتباط رگرسیونی، رابطه (۳) برای بذره‌های سیاه ($R^2=0/92^*$) و رابطه (۴) برای بذره‌های سبز ($R^2=0/97^*$) به دست آمد.

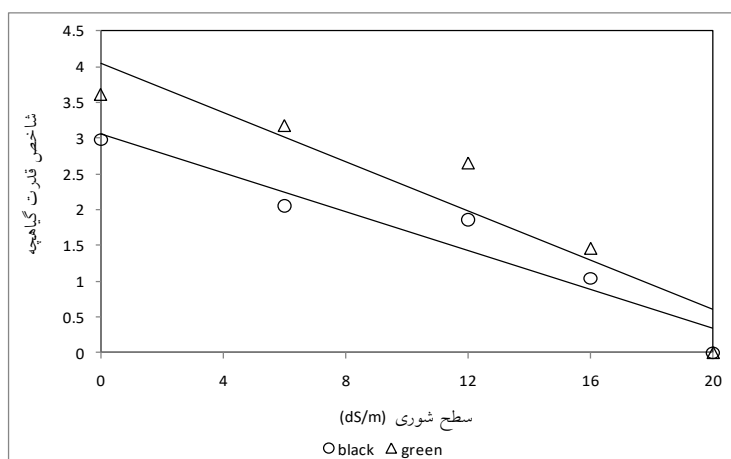
$$D50(bs) = 106.5 + 25.54X \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$D50(gs) = 91.85 + 22.75X \quad \text{رابطه (۴)}$$

نسبت اندام هوایی در جدول (۲) حاکی از تأثیر بیشتر شوری بر طول اندام هوایی می‌باشد به طوری که با افزایش شوری از ۶ به ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر این نسبت تا حدود ۷۰ درصد کاهش نشان می‌دهد به عبارتی طول اندام هوایی بیشتر کاهش یافته است و نسبت کوچک‌شده است. در تحقیقی که اثر شوری را بر روی جوانه‌زنی آرتیشو مطالعه کردند در موافقت با این نتیجه، حساسیت بیشتر طول اندام هوایی را به شوری گزارش نمودند (Jorenush and Rajabi, 2015). (Ghanbari et al., 2013) کاهش طول ریشه و اندام هوایی ریحان را در تیمار ۸ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد گزارش کردند.

نسبت وزن اندام هوایی به ریشه در سطوح شوری ۶، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به تیمار شاهد، به ترتیب ۸، ۳۷/۵ و ۳۹/۵ درصد افزایش داشت (جدول ۲). این نسبت به دلیل کاهش بیشتر در وزن ریشه تحت تأثیر شوری افزایش یافت که با نتیجه (Jorenush and Rajabi, 2015) در گیاه آرتیشو مبنی بر کاهش بیشتر وزن ریشه و همچنین با نتایج (Kaya et al., 2003) در مورد گلرنگ مطابقت دارد.

شاخص قدرت گیاهچه با افزایش شوری، کاهش داشت به طوری که در سطح ۱۲ دسی زیمنس بر متر ۵۰ درصد و در سطح ۱۶ دسی زیمنس بر متر این کاهش نسبت به شاهد به ۷۴/۶ درصد رسید (جدول ۲). تأثیر رنگ بذر نیز بر شاخص قدرت گیاهچه گزارش شده است (Saeidi and Mohammadi Mirik, 2006). بررسی رگرسیون خطی بین شاخص قدرت گیاهچه و سطوح شوری حاکی از کاهش این شاخص با افزایش شوری در هر دو گروه بذر می باشد (شکل ۳).



شکل ۳: رابطه رگرسیونی شاخص قدرت گیاهچه با افزایش شوری

با استفاده از رابطه (۵) برای بذرهای سیاه و رابطه (۶) برای بذرهای سبز، شاخص قدرت گیاهچه در برابر افزایش سطح شوری قابل برآورد می باشد، به طوری که رابطه (۵) ۹۲ درصد میزان تغییرات این شاخص را برای بذرهای سیاه رنگ و رابطه (۶) ۸۷ درصد میزان تغییرات این شاخص را برای بذرهای سبز رنگ توجیه می نماید.

$$SVI(bs) = 3.056 - 0.136X \quad (۵)$$

$$SVI(gs) = 4.038 - 0.172X \quad (۶)$$

به غیر از جوانه زنی که تا سطح شوری ۲۰ دسی زیمنس بر متر نیز ادامه داشت به علت تغییر شکل شدید در گیاهچه سایر صفات قابل اندازه گیری نبود (جدول ۲). بر مبنای تحقیقات Munns (2002) توقف رشد گیاه نسبت به شاهد به دلیل کاهش جذب آب و یا مس مویت حاصل از کلرید سدیم می باشد. توقف رشد علاوه بر کاهش جذب آب، به دلیل کمبودهای غذایی نیز می تواند باشد (Bajji et al., 2002).

نتیجه گیری نهایی

نتایج نشان داد که برخی صفات همچون جوانه زنی و رشد گیاهچه در گیاه آرتیشو زمانی که در معرض تنش شوری قرار دارند تحت تأثیر رنگ بذر قرار می گیرند. بنابر نتایج به دست آمده، اگر امکان تفکیک بذرهای این گیاه وجود داشته باشد، انتخاب بذرهای بارنگ سیاه نسبت به بذرهای سبز رنگ برای کشت ارجحیت دارد، چون این نوع از بذرها دارای درصد جوانه زنی و رشد گیاهچه مطلوب تری بودند.

References

- Abdul-Baki, A.A., and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. Crop Science, 13: 630-633.
- Agnieszka, R. and Holubowicz, R. 2008. Effect of Pansy (*Viola x wittrockiana gams*) Seeds Color and Size on their Germination. Notulae Botanicae Horti. Agrobotanici Cluj-Napoca, 36 (2): 47-50.

- Ali, R.M., Abbas, H.M., and Kamal, R.K. 2007.** The effects of treatment with polyamines on dry matter, oil and flavonoid contents in salinity stressed chamomile and sweet marjoram. *Plant, Soil and Environment* 53: 529-43.
- Ashraf, M. and Foolad, M. 2005.** Pre-sowing seed treatment shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. *Advances in Agronomy*, 88: 223-271.
- Baskin, J.M., Baskin, C.C. and Li, X. 2000.** Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. *Plant Species Biology*, 15: 139-152.
- Baatour, O.R., Kaddour, W., Wannas, A., Lachaal, M. and Marzouk, B. 2010.** Salt effects on the growth, mineral nutrition, essential oil yield and composition of marjoram (*Origanum majorana*). *Acta Physiologiae Plantarum*, 32: 45-51.
- Bajji, M., Kinet, J.M. and Lutt, S. 2002.** Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth and ions content of *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae). *Canadian Journal of Botany*, 80: 297-304.
- De-Souza, F.H.D. and Marcos-Filho, J. 2001.** The seed coat as a modulator of seed-environment relationships in *Fabaceae*. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, 24(4): 365-375.
- El-Keblawy, A. and Al-Rawai, A. 2006.** Effects of seed maturation time and dry storage on light and temperature requirements during germination in invasive *Prosopis juliflora*. *Flora - Morphology, Distribution. Functional Ecology of Plants*. 201: 135-143.
- Elouaer, M.A. and Hannachi, C. 2012.** Seed priming to improve germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius*) under salt stress. *Eur. Asian Journal of Bio Sciences*, 6: 76-84.
- Ertekin, M. and Kirdar, E. 2010.** Effects of seed coat color on seed characteristics of honeylocust (*Gleditsia triacanthos*). *African Journal of Agricultural Research*, 5 (17): 2434-2438.
- Francois, L.E. 1995.** Salinity effects on bud yield and vegetative growth of artichoke (*Cynara scolymus* L.). *Hort. Science*, 30 (1): 69-71.
- Ghanbari, A., Najafi, M.A., Al-Athar, M. and Mohajeri, F. 2013.** Effect of priming on morphological characteristics, proline, carbohydrate and essential oil contents of basil seed (*Ocimum basilicum*) under salt stress. *International Journal of Agri. Science*. 3(4): 308-315.
- Graifenberg, A., Lipucci di Paola, M., Giustiniani, L. and Temperini, O. 1993.** Yield and growth of globe artichoke under saline-sodic conditions. *Hort. Science*, 28: 791-793.
- Islam, A.K., Anuar, N. and Yaakob, Z. 2009.** Effect of genotypes and pre-sowing treatments on seed germination behavior of Jatropha. *Asian Journal of Plant Sciences*, 8:433-439.
- Jamil, M., Lee, D.B., Jung, K.Y., Lee, S.C. and Rha, E.S. 2006.** Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetables species. *Journal of Central European Agriculture*, 7 (2): 273-282.
- Jorenush, M.H. and Rajabi, M. 2015.** Effect of Drought and Salinity Tensions on Germination and Seedling Growth of Artichoke (*Cynara Scolymus* L.). *Int. J. Adv. Biol. Biom. Res* 3(3): 297-302.
- Kaya, M.D., Ipek, A. and Ozturk, A. 2003.** Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Turk. J. Agric.* 27: 221-227.
- Khayatnezhad, M., Gholamin, R., Jamaati Somarin, S.H., and Zabihi – Mahmoodabad, R. 2010.** Effects of peg stress on corn cultivars (*Zea mays* L.) at germination stage. *World Appl. Sci. J.* 11(5): 504-506.
- Lattanzio, V., Kroon, P.A., Linsalata, V. and Cardinali, A. 2009.** Globe artichoke: a functional food and source of nutraceutical ingredients. *J. Funct. Foods*, 1: 131-144.
- Mavi, K. 2010.** The relationship between seed coat color and seed quality in watermelon Crimson sweet.
- Munns, R. 2002.** Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell & Environment*, 25: 239-250.
- Nerson, H. 2002.** Effects of seed maturity, extraction practices and storage duration on germinability in watermelon. *Scientia Horticulturae*, 93: 245-256.
- Saeidi, G. and Mohammadi Mirik, A.A. 2006.** Fungicide Seed Treatment and Seed Color Effects on Seed Vigour and Emergence in Flax. *International Journal of Agriculture and Biology*, 8(6): 732-735.
- Saeidi, G. 2007.** Genetic variation and heritability for germination, seed vigor and field emergence in brown and yellow-seeded genotypes of flax. *International Journal of Plant Production*, 2(1):15-21.
- Vashisth, A. and Nagarajan, S. 2010.** Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field. *Jour. Plant Physiology*, 167(2): 149-156.