گل و گیاهان زینتی (۱۴۰۲)، ۸(۲): ۳۱۱-۳۲۶
مقاله پژوهشی

بهبود شاخص‌های تنژگی بذرهای اطلسی (*Petunia hybrida* L.) و آهار (*Zinnia elegans* L.) با استفاده از روش‌های آماده‌سازی

مهدی فلاح لطیف حمودی، منصور مطلوبی*، علیرضا مطلبی آذر، مینا امانی

گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۲۸، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۷/۱۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۱۳

mmatloobi@gmail.com

چکیده

تنژگی سریع گل‌های فصلی ازجمله اطلسی (*Petunia hybrida*) و آهار (*Zinnia elegans*) باعث افزایش یکنواختی دانهال و گلدهی همزمان آن‌ها می‌شود. در این پژوهش اثر آماده سازی بذر بر شاخص‌های تنژگی و بنیه گیاهچه‌های اطلسی و آهار بررسی شده است. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور، فاکتور اول نوع گیاه و فاکتور دوم شامل سه نمک نیترات پتاسیم، کلسیم کلرید و سدیم کلرید به همراه شاهد در آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه القاسم‌الاخضراء در شهر بابل عراق انجام شد. نتایج نشان داد که در هر دو گیاه، تیمار نمک-آماده سازی با ۵۰ میلی‌مولار نیترات پتاسیم و کلسیم کلرید به مدت ۲۴ ساعت نتایج بهتری را از نظر ویژگی‌های تنژگی و رشد دانهال ارائه داد. بین دو تیمار نیترات پتاسیم و کلسیم کلرید در ویژگی‌های زمان رسیدن به ۵۰٪ تنژگی، میانگین زمان تنژگی، شاخص تنژگی، تنژگی نهایی و وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی اطلسی و وزن خشک اندام هوایی آهار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. به‌طورکلی، یافته‌های این بررسی در درک اثر فیزیولوژیک مستقیم نمک-آماده سازی در افزایش بنیه بذر و استقرار گیاهچه در آهار و اطلسی دارای اهمیت خواهد بود و می‌تواند اطلاعات دقیقی را در مورد اثربخشی بالقوه آماده سازی با نیترات پتاسیم و کلسیم کلرید به صنعت بذر بدهد.

واژه‌های کلیدی: بنیه بذر، درصد تنژگی، شاخص تنژگی، نمک-آماده سازی.

مقدمه

اطلسی از تیره سیب‌زمینی سانان[1] یکی از بهترین گل‌های باغچه‌ای شناخته شده می‌باشد که به طور گسترده در بیشتر نقاط دنیا کشت می‌شود (Chehregani & Ramezani, 2016). آهار یکی از گل‌های زینتی تیره میناسانان[2] با گل‌های رنگی و بومی مکزیک است (Rahmani *et al.*, 2019). برای تسریع در آماده‌سازی گیاهان فصلی، آماده سازی بذرها مفید واقع می‌شود. آماده

۱- Solanaceae
۲- Asteraceae

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.8.2.311]

سازی عبارت است از جذب آب به مقدار لازم برای آغاز فرایندهای تنژگی بذر، که هدف آن افزایش درصد و سرعت تنژگی، کوتاه شدن میانگین زمان تنژگی، بهبود رشد و بنیه گیاهچه در گستره وسیعی از شرایط محیطی می‌باشد (Afzal *et al.*, 2009). نمک-آماده سازی فنی است که شامل پیش تیمار اسمزی بذرها به‌تنهایی یا به دنبال خشکی است. مطالعات متعدد مشخص کرده‌اند که آماده سازی بذر می‌تواند اثرات مفیدی بر انباشت رویشی و یا زیست توده گیاه داشته باشد (Ali *et al.*, 2019; Demir *et al.*, 2018; Majda *et al.*, 2019). نمک-آماده سازی باعث بهبود تنژگی و رویش گیاهچه به‌طور یکنواخت در شرایط محیطی عادی و تنش می‌شود. افزون بر این، نمک-آماده سازی امکان خروج از خفتگی بذر را به دلیل شرایط محیطی نامطلوب در طول نگهداری، با تغییر متابولیسم آن فراهم می‌کند (Afzal *et al.*, 2009). در پژوهشی روی بذر بامبو نشان داده شد که آب-آماده سازی و آماده سازی با نیترات پتاسیم، تنژگی بذر را افزایش داد (Sarkar *et al.*, 2020). آماده سازی یک فن اقتصادی، ساده و قابل توصیه به کشاورزان برای بهبود تنژگی، رویش، استقرار گیاهچه‌ها و عملکرد است. تأثیر آب-آماده سازی و نمک-آماده سازی برای تنژگی بذر بامیه بررسی شد و نتایج نشان داد که بیشینه درصد تنژگی بذر، شاخص بنیه بذر، روزهای رسیدن تا برداشت، وزن هزار دانه و تعداد کل میوه در بذرهای آماده سازی شده با آب داغ (۵۰ درجه سلسیوس) برای ۵ دقیقه مشاهده شد. همچنین صفات ذکر شده در تیمارهای نمک-آماده سازی (۳٪ NaCl) و آب معمولی نیز مشاهده شد. آب-آماده سازی (با آب گرم) نسبت به نمک-آماده سازی و آماده سازی (با آب معمولی) برتری داشت، ولی آب-آماده سازی و نمک-آماده سازی می‌توانند تنژگی بذر بامیه و همچنین تولید بامیه را بهبود بخشند (Tania *et al.*, 2020). در مطالعه‌ای مشاهده شد که آماده سازی سرعت تنژگی گل کلم و کلم بروکلی را بیشتر از بذور آماده‌سازی‌نشده در شرایط تنش شوری و کنترل شده افزایش می‌دهد (Wu *et al.*, 2019). اثر نیترات پتاسیم بر شاخص‌های تنژگی و فتوسنتزی دو رقم گلرنگ بررسی شد و نتایج نشان داد که پیش‌تیمار نیترات پتاسیم باعث افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی گردید (Ahmadi *et al.*, 2022). باتوجه به مطالب ذکر شده، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تأثیر آماده سازی بر بهبود تنژگی و بنیه گیاهچه در گل‌های اطلسی و آهار انجام شد.

مواد و روش‌ها

بذرهای اطلسی رقم 'Damask White' و آهار رقم 'Dreamland Rose' از شرکت پاکان بذر اصفهان خریداری گردید. پس از تهیه تیمارها، بذر در محلول هوادهی شده ۵۰ میلی‌مولار نیترات پتاسیم، کلسیم کلرید و سدیم کلرید به طور جداگانه به مدت ۲٤ ساعت در دمای ۲±۲۵ درجه سلسیوس غوطه‌ور شدند. بعد از آماده سازی، بذرها به‌سرعت با آب مقطر شسته و سپس در یک لایه نازک روی کاغذ صافی خشک قرار گرفته و به‌مدت ۲ روز در دمای ۳۰ درجه سلسیوس به‌منظور رسیدن به وزن اولیه خشک شدند (Afzal *et al.*, 2009). سپس این بذرها در کیسه‌های پلی‌اتیلنی با رطوبت ۱۲٪ بسته‌بندی و به مدت هفت روز در یخچال با دمای ۱۰ درجه سلسیوس نگهداری شدند؛ بنابراین این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور شامل نوع گیاه به‌عنوان فاکتور اول (آهار و اطلسی) و فاکتور دوم (شامل سه نوع نمک نیترات پتاسیم، کلسیم کلرید و سدیم کلرید) به همراه شاهد (آماده‌سازی‌نشده) در چهار تکرار در سال ۱٤۰۰ در آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه القاسم الاخضراء در شهر بابل عراق اجرا گردید. برای ارزیابی صفات مربوط به تنژگی بذر، ابتدا

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.8.2.311]

پتری‌دیش‌ها در آون گندزدایی شدند، سپس چهار تکرار ۲۵ عددی از هر بذر در پتری دیش بر روی کاغذ واتمن که با چهار میلی‌لیتر آب مقطر مرطوب شده بود، قرار داده شدند. سپس درب پتری‌دیش‌ها بسته شد و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰٪ قرار گرفتند (Basra *et al.*, 2005; Ellis, 1981). بذرها روزانه بازبینی شدند و مبنای تنژگی (بذور تنژیده دارای ریشه‌هایی به طول ۳-۲ میلی‌متر) در نظر گرفته شد. شمارش بذور تنژیده از روز اول آغاز گردید و تا پایان روز هفتم (ثابت شدن میزان تنژگی) به طول انجامید و شاخص‌های مربوط به تنژگی اندازه‌گیری شد.

صفات اندازه‌گیری شده مربوط به تنژگی

زمان رسیدن به ۵۰٪ تنژگی: زمان رسیدن به ۵۰٪ تنژگی (T_{50}) توسط رابطه ۱ محاسبه گردید (Coolbear *et al.*, 1980):

$$T_{50} = t_i \times \frac{\left(\frac{N}{2} - n_i\right)(t_j - t_i)}{(n_j - n_i)} \quad (۱)$$

دراین‌رابطه، N: تنژگی نهایی؛ n_i و n_j جمع بذرهای تنژیده با شمارش متوالی در زمان‌های t_i و t_j زمانی که $n_i<N/2<n_j$ است، می‌باشد.

میانگین زمان تنژگی

با شمارش روزانه بذور تنژیده میانگین زمان تنژگی با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Ellis, 1981).

$$MGT = \frac{\sum(nd)}{\sum n} \quad (۲)$$

در این رابطه d: تعداد روزها پس از شروع تنژگی و n: تعداد بذرهای تنژیده در روز d می‌باشد.

شاخص تنژگی

شاخص تنژگی با استفاده از فرمول زیر تعیین گردید (Aosa, 1983):

$$G.I = \frac{\sum Ni}{\sum Nd} \quad (۳)$$

در این رابطه $\sum N_i$: مجموع کل بذور تنژیده تا پایان آزمایش و $\sum Nd$: مجموع زمان برحسب روز از شروع آزمایش تنژگی می‌باشد.

انرژی تنژگی

انرژی تنژگی در روز چهارم پس از کاشت ثبت شد. انرژی تنژگی درصد تنژگی بذر ٤ روز پس از کاشت نسبت به تعداد کل بذرهای آزمایش شده است و از طریق فرمول زیر محاسبه گردید (ISTA, 2006).

$$GE = \frac{nt\,4}{N} \times 100 \quad (٤)$$

N: تعداد کل بذرها؛ n: تعداد بذرهای تنژیده در زمان t می‌باشد.

تنژگی نهایی

درصد نهایی تنژگی با استفاده از شمارش تعداد نهایی بذور تنژیده در هر تکرار از آزمایش و میانگین از اعداد به‌دست‌آمده محاسبه و گزارش گردید.

وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی دانهال

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.8.2.311]

بذرهای شاهد و تیمارشده در سینی‌های کاشت حاوی کوکوپیت و پرلیت (به‌ترتیب با نسبت ۲۵:۷۵) با ۳ تکرار کاشته شد و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند. دانهال‌ها پس از دو هفته برداشت و با آب مقطر شسته شدند. سپس وزن تر ریشه و اندام هوایی دانهال با استفاده از ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم تعیین گردید. سپس نمونه‌های موردنظر جهت اندازه‌گیری وزن خشک در درون آون در دمای ٦۵ درجه سلسیوس به مدت ٤۸ ساعت قرار داده شدند تا به طور کامل خشک شوند و سپس با ترازوی بادقت ۰/۰۰۱ گرم وزن خشک اندازه‌گیری شد.

واکاوی آماری داده‌های به‌دست‌آمده در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل انجام شد.

نتایج و بحث

زمان رسیدن به ۵۰٪ تنژگی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر گونه گیاهی و نمک-آماده سازی بذرها در سطح احتمال یک درصد بر زمان رسیدن به ۵۰٪ تنژگی بذور آهار و اطلسی معنی‌دار بود، ولی برهمکنش گیاه در تیمار آماده سازی معنی‌دار نبود (جدول ۱). میانگین کمترین زمان رسیدن به ۵۰٪ تنژگی (۱/٤۷ روز) در بذرهای آهار مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری کمتر از بذرهای اطلسی بود (شکل ۱). در بین تیمارهای آماده سازی نیز تیمار نیترات پتاسیم کمترین زمان رسیدن به ۵۰٪ تنژگی (۱/۲۲ روز) را نشان داد، ولی اختلاف معنی‌داری با تیمار کلسیم کلرید نداشت، درحالی‌که بیشترین زمان رسیدن به ۵۰٪ تنژگی بذرها (۱/۸٤ روز) در تیمار سدیم کلرید مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت (شکل ۲). شاخص زمان رسیدن به ۵۰٪ تنژگی بذر نشان‌دهندهٔ مدت زمانی است که طول می‌کشد تا ۵۰٪ تنژگی رخ دهد؛ بنابراین هرچه این زمان کوتاه‌تر باشد، سرعت تنژگی نیز بالاتر خواهد بود (Sung *et al.*, 2008). نتایج پژوهش نشان داد که تیمارهای نیترات پتاسیم و کلسیم کلرید مدت‌زمان رسیدن به ۵۰٪ تنژگی را در هر دو گیاه به‌طور معنی‌داری کاهش دادند. این امر می‌تواند به این دلیل باشد که جذب آب در بذور پرایم‌شده با نیترات پتاسیم و کلسیم کلرید زودتر آغاز شده و با سرعت بیشتری انجام می‌شود. درنتیجه این جذب سریع آب، تقسیم سلولی با سرعت بالاتری صورت‌گرفته و باعث افزایش سرعت تنژگی و وزن دانهال می‌شود. در پژوهشی، Afzal و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که کلسیم کلرید به‌طور قابل‌توجهی میانگین زمان تنژگی و تعداد روز تا رویش ۵۰٪ بذرهای همیشه‌بهار را کاهش داد که در تطابق با نتایج پژوهش حاضر می‌باشد.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.8.2.311]

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تأثیر نمک-آماده سازی بر تنژگی و رشد دانهال های اطلسی و آهار.

Table 1- The results of the analysis of variance of the effect of halo-priming on the germination and growth of the seedlings of petunia and zinnia.

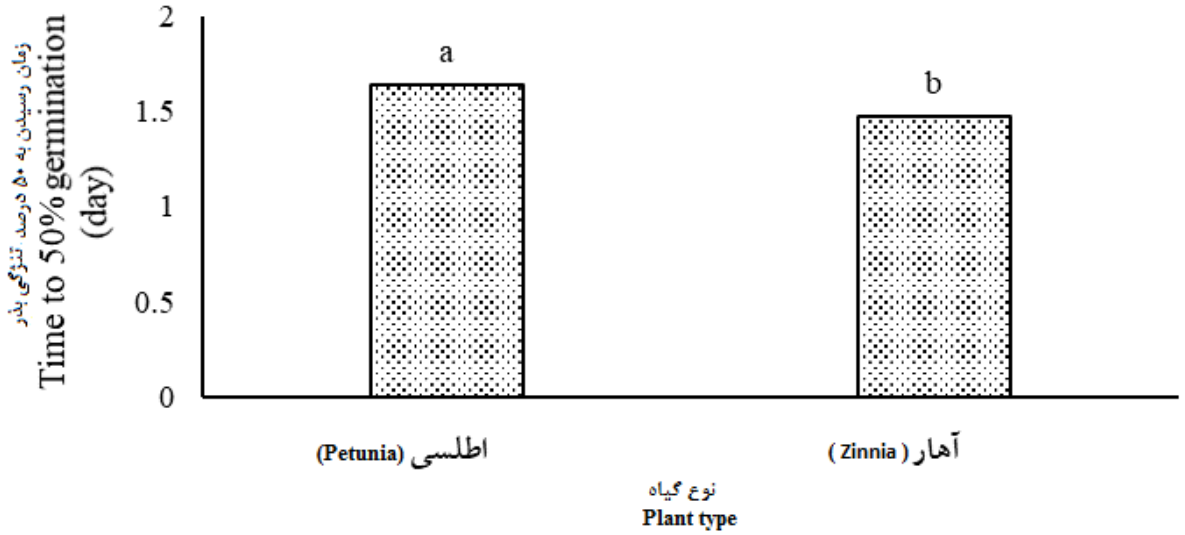
منبع تغییرات S. O. V	درجه آزادی (d.f)	میانگین مربعات (Mean square)								
		وزن خشک اندام هوایی (Dry weight of aerial parts)	وزن تر اندام هوایی (Fresh weight of aerial parts)	وزن خشک ریشه (Root dry weight)	وزن تر ریشه (Root fresh weight)	تنژگی نهایی (Final germination)	انرژی تنژگی (Germination energy)	شاخص تنژگی (Germination index)	میانگین زمان تنژگی (Average germination time)	زمان رسیدن به ۵۰٪ تنژگی (Time to reach 50% germination)
جنس گیاه (Plant genus)	1	205.22**	2955.93**	113.05**	1536.32**	10.57^{ns}	5.18**	18.65**	1.03**	0.16**
نمک-آماده سازی (Halo-priming)	3	175.002**	5150.08**	13.63**	351.36**	1465.31*	5.28**	14.36**	19.05**	0.68**
جنس گیاه × نمک-آماده سازی (Plant species × halopriming)	3	3.2**	560.2**	1.83**	25.26**	30.14*	0.07^{ns}	0.38*	0.09^{ns}	0.015ns
اشتباه آزمایشی (Error)	16	0.73	3.38	0.08	0.93	8.67	0.04	0.08	0.1	0.01
ضریب تغییرات (Coefficient of variation)	-	5.13	8.56	7.03	4.37	4.13	6.22	4.28	7.37	6.41

**، * و ^{ns} به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیرمعنی‌دار.

^{ns}, ** and *: non-significant, significant at $p\leq0.01$ and $p\leq0.05$, respectively.

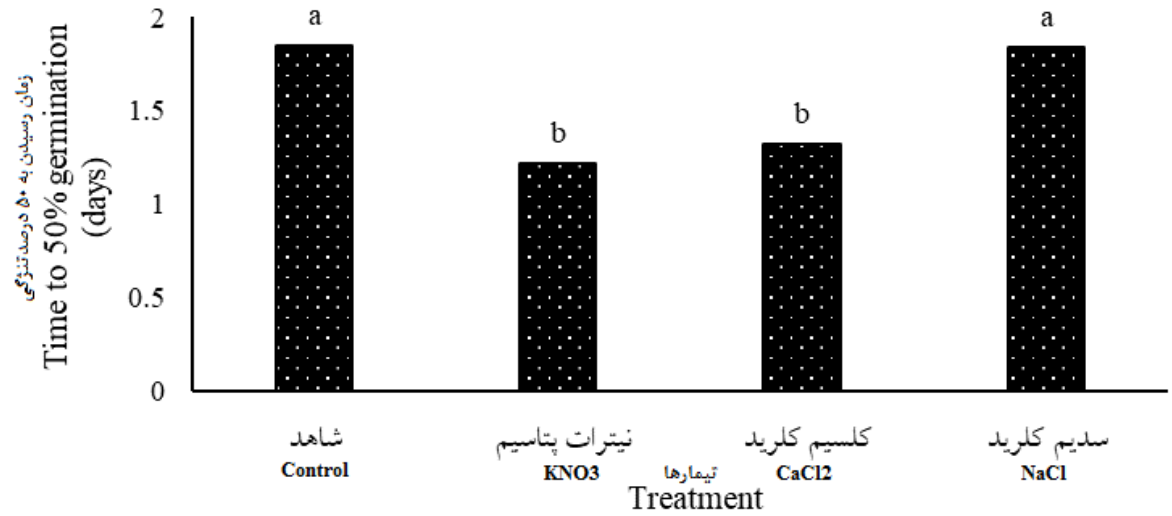
[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.8.2.311]



شکل ۱- میانگین زمان رسیدن به ۵۰٪ تنژگی بذر در اطلسی و آهار. تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Figure 1- Average time to reach 50% seed germination in petunia and zinnia. Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.



شکل ۲- اثر تیمارهای آماده سازی بر زمان رسیدن به ۵۰٪ تنژگی. تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

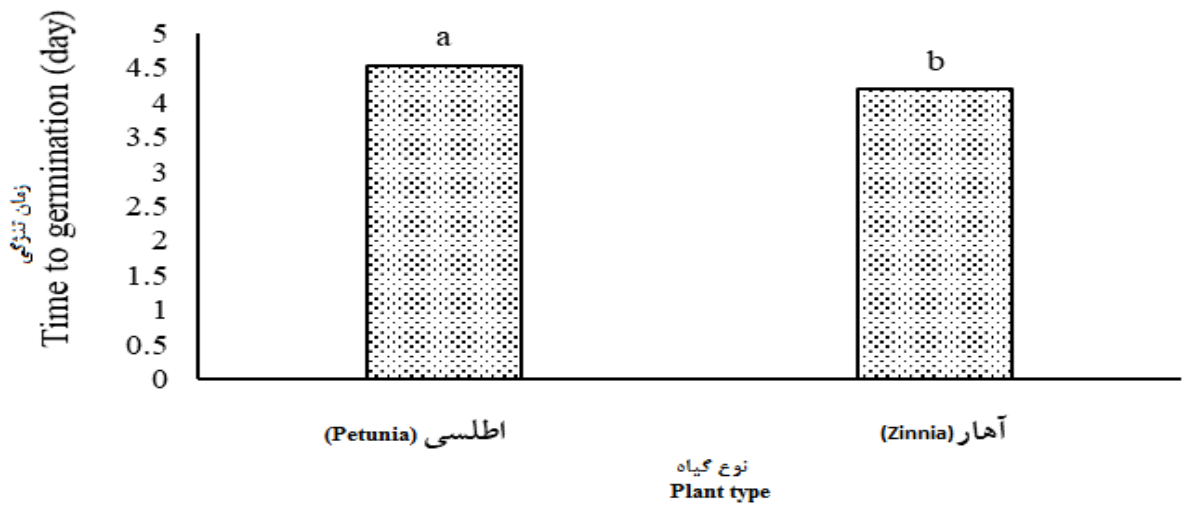
Figure 2- The effect of priming treatments on the time to reach 50% germination. Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.8.2.311]

میانگین زمان تنژگی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر گونه گیاهی و آماده سازی بذرها در سطح احتمال یک درصد بر میانگین زمان تنژگی بذور آهار و اطلسی معنی‌دار بود، ولی برهمکنش این دو عامل معنی‌دار نبود (جدول ۱). بیشترین میانگین زمان تنژگی (٤/٥۳ روز) در بذرهای اطلسی مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری بیشتر از بذرهای آهار بود (شکل ۳). در بین تیمارهای آماده سازی نیز تیمار نیترات پتاسیم کمترین میانگین زمان تنژگی (۳/۰٥ روز) را نشان داد، ولی اختلاف معنی‌داری با تیمار کلسیم کلرید نداشت، درحالی‌که بیشترین میانگین زمان تنژگی بذرها (٦/۸۸ روز) در تیمار شاهد به‌دست آمد (شکل ٤). میانگین زمان تنژگی مرتبط با مدت زمانی (روز) است که ریشه‌چه خارج می‌شود، هرچه مقدار عددی آن کوچک‌تر باشد، نشان از تنژگی سریع‌تر می‌باشد (Khadraji *et al.*, 2020). در پژوهش حاضر مشاهده شد که آماده سازی بذر با تیمارهای مختلف به‌ویژه نیترات پتاسیم و کلسیم کلرید موجب کاهش میانگین زمان تنژگی شد. کاهش زمان تنژگی می‌تواند به علت افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده مثل آلفا آمیلاز و همچنین سنتز DNA، RNA و پروتئین و تولید متابولیت‌های لازم برای تنژگی باشد (Basra *et al.*, 2005). در پژوهشی، Khadraji و همکاران (2020) نشان دادند که تیمار نمک-آماده سازی به‌طور معنی‌داری میانگین زمان تنژگی و درصد تنژگی را درمقایسه با بذور بدون تنش شوری بهبود بخشید که با نتایج پژوهش حاضر همسویی دارد.

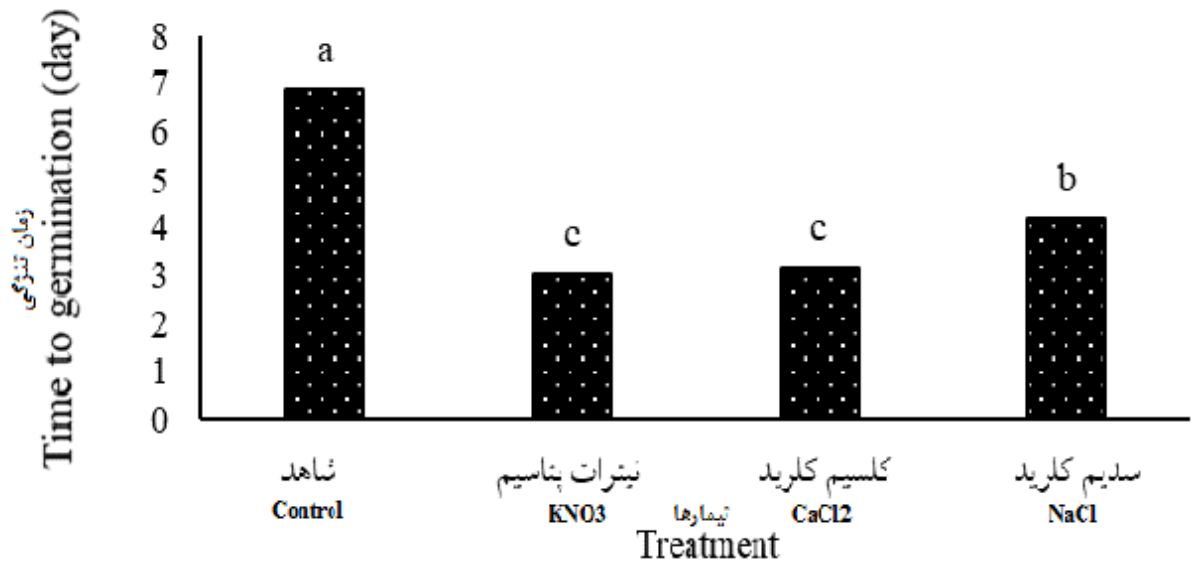


شکل ۳- میانگین زمان تنژگی بذر در اطلسی و آهار. تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Figure 3- The average time of seed germination in petunia and zinnia. Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.8.2.311]



شکل ٤- اثر تیمارهای آماده سازی بر میانگین زمان تنزگی بذر. تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

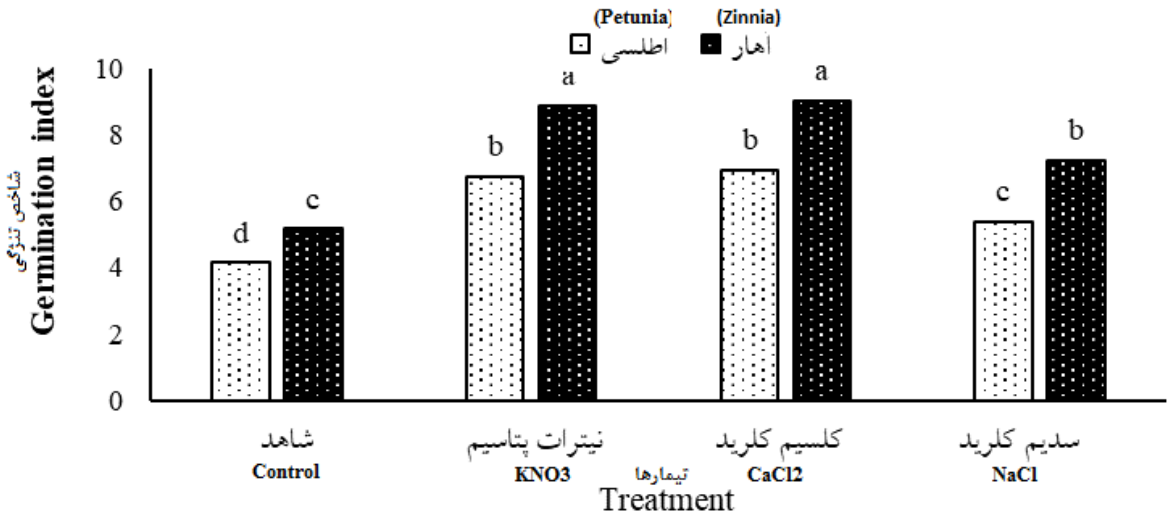
Figure 4- The effect of priming treatments on the average seed germination time. Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

شاخص تنزگی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر گونه گیاهی و آماده سازی بذرها در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش این دو عامل در سطح احتمال ۵٪ بر شاخص تنزگی بذور اطلسی و آهار معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین ترکیبات تیماری گونه گیاهی و تیمارهای آماده سازی نشان داد که بیشترین شاخص تنزگی در تیمارهای نیترات پتاسیم و کلسیم کلرید در آهار به‌دست آمد و کمترین شاخص تنزگی نیز در تیمار شاهد در اطلسی مشاهده شد (شکل ۵). شاخص تنزگی بذر نشان‌دهنده قدرت بیشتر بذر و سرعت بیشتر تنزگی آن است. نتایج نشان داد که نمک-آماده سازی شاخص تنزگی بذور اطلسی و آهار را افزایش داد و بیشترین شاخص تنزگی در تیمارهای کلسیم کلرید و نیترات پتاسیم مشاهده شد. در همین راستا، Kumari و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که کمترین شاخص تنزگی بذرهای ذرت در تیمار شاهد به‌دست آمد، درحالی‌که نمک-آماده سازی با نیترات پتاسیم و کلسیم کلرید شاخص تنزگی را افزایش داد و کلسیم کلرید نتایج بهتری را نسبت به پتاسیم نیترات نشان داد. انرژی تنزگی مبین قدرت بذر برای تندش در چند روز اول تنزگی است. تنزگی و رشد سریع اندام‌های رویشی باعث می‌شود قبل از کاهش آب قابل‌دسترس و سخت شدن سطح خاک، گیاهچه از زمین خارج شده و سریع‌تر استقرار یابد (Akhondi *et al.*, 2017).

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.8.2.311]



شکل ۵- اثر میانگین برهمکنش گونه گیاهی در آماده سازی بر شاخص تنزگی بذر. تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی-داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Figure 5- Average interaction effect of plant species in priming on seed germination index. Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

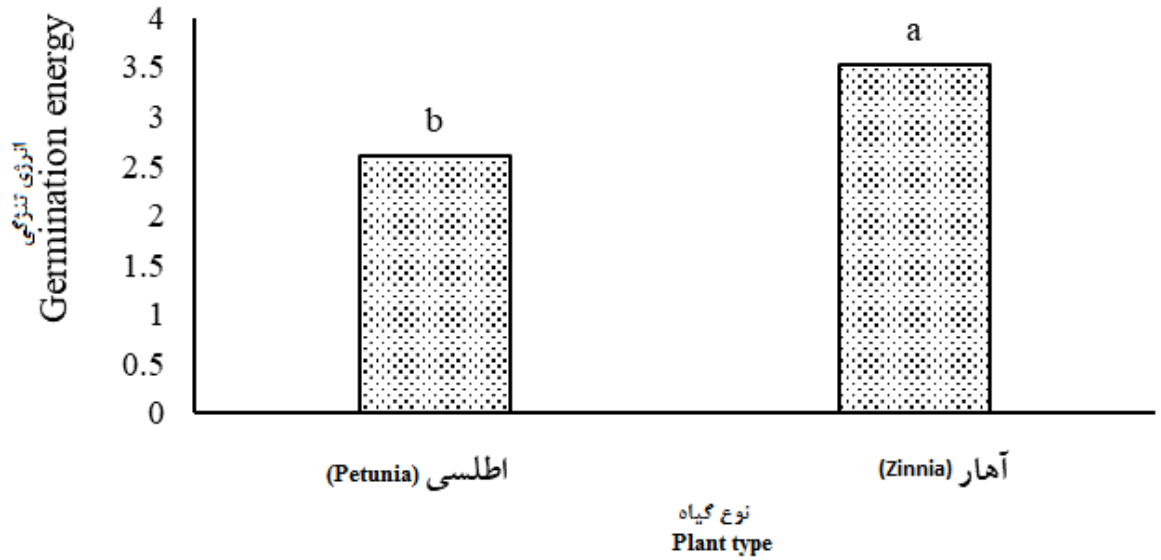
انرژی تنزگی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر گونه گیاهی و آماده سازی بذرها در سطح احتمال یک درصد بر انرژی تنزگی بذور آهار و اطلسی معنی‌دار بود، ولی برهمکنش گیاه و تیمار آماده سازی معنی‌دار نبود (جدول ۱). بیشترین انرژی تنزگی (۳/۵۲٪) در بذرهای آهار مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری بیشتر از بذرهای اطلسی بود (شکل ٦). در بین تیمارهای آماده سازی نیز تیمار کلسیم کلرید بیشترین انرژی تنزگی (۳/۹۱٪) را نشان داد، درحالی‌که کمترین انرژی تنزگی بذرها (۱/۸۳٪) در تیمار شاهد به‌دست آمد (شکل ۷). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کاربرد تیمارهای آماده سازی سبب افزایش انرژی تنزگی بذور اطلسی و آهار شد و بهترین نتایج در تیمارهای کلسیم کلرید و نیترات پتاسیم به‌دست آمد. در واقع آماده سازی به بذرها اجازه می‌دهد تا از طریق تأمین منظم اکسیژن به سرعت به سطوح بالاتر آب برسند که باعث افزایش سطح متابولیت‌های درگیر در تنزگی و آنزیم‌های دخیل در تولید انرژی برای تنزگی می‌شود (Srivastava *et al.*, 2022). افزایش انرژی تنزگی بذر ذرت در اثر آماده سازی با کلسیم کلرید توسط Kumari و همکاران (2017) و در بذر گیاه مورد[1] در اثر آماده سازی با نیترات پتاسیم توسط Akhondi و همکاران (2017) گزارش شده است که با نتایج پژوهش حاضر همسویی دارد.

۱- *Myrtus communis* L.

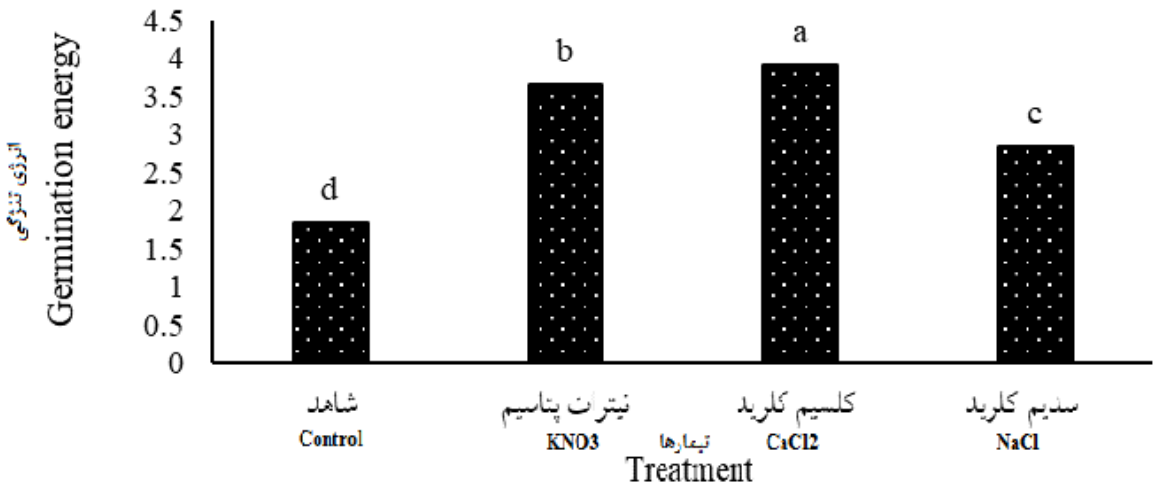
[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.8.2.311]



شکل ٦- میانگین انرژی تنزگی بذر در اطلسی و آهار. تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Figure 6- The average energy of seed germination in petunia and zinnia. Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.



شکل ۷- اثر تیمارهای آماده سازی بر انرژی تنزگی بذر. تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Figure 7- The effect of priming treatments on seed germination energy. Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

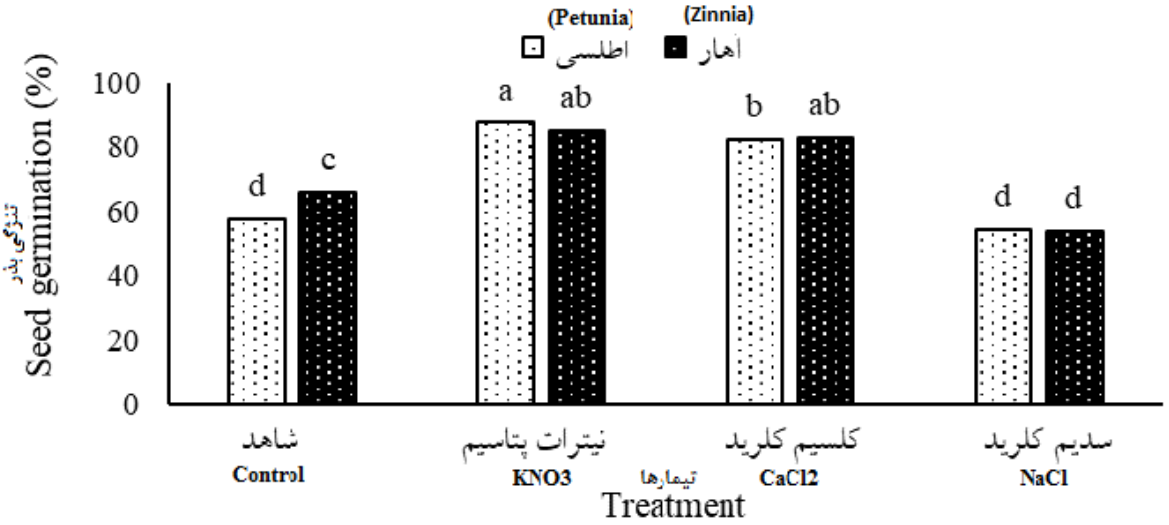
تنزگی نهایی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، گونه گیاهی تأثیر معنی‌داری بر تنزگی نهایی بذرها نداشت، ولی اثر ساده آماده سازی و برهمکنش گونه گیاهی در آماده سازی بر تنزگی نهایی بذور اطلسی و آهار در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.8.2.311]

۱). مقایسه میانگین ترکیبات تیماری گونه گیاهی و تیمارهای آماده سازی نشان داد که بیشترین تنژگی نهایی (۸۷/۴۶٪) در تیمار نیترات پتاسیم در اطلسی مشاهده شد، ولی اختلاف معنی‌داری با تیمارهای نیترات پتاسیم و کلسیم کلرید در آهار نداشت. همچنین کمترین درصد تنژگی نهایی نیز در تیمارهای شاهد در اطلسی و تیمارهای سدیم کلرید در هر دو اطلسی و آهار مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری بین این سه تیمار وجود نداشت (شکل ۸).



شکل ۸- اثر میانگین برهمکنش گونه گیاهی در آماده سازی بر تنژگی بذر. تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

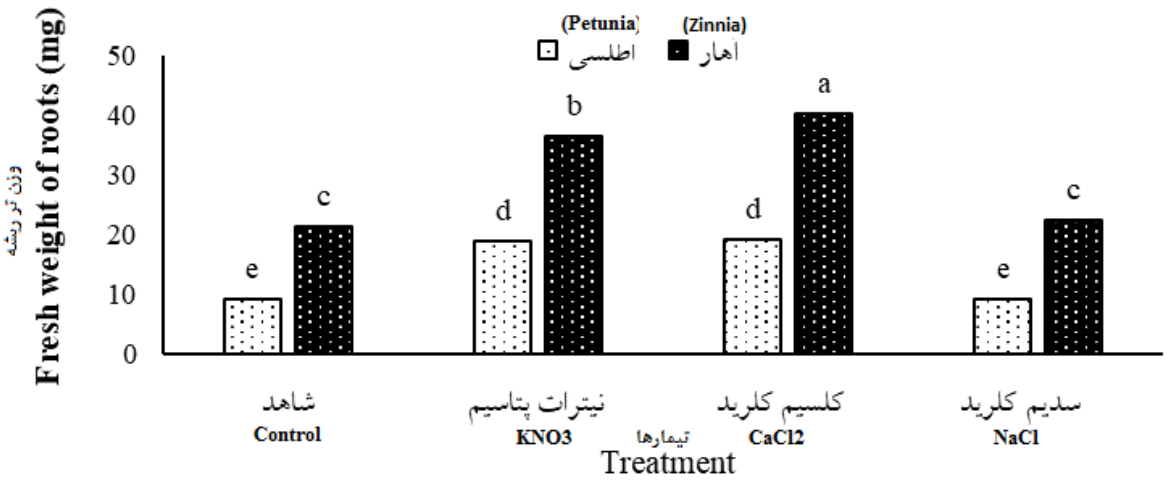
Figure 8- Average interaction effect of plant species in priming on seed germination. Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

وزن تر و خشک ریشه دانهال

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر ساده گونه گیاهی، آماده سازی بذرها و برهمکنش این دو عامل در سطح احتمال یک درصد بر وزن تر و خشک ریشهٔ دانهال اطلسی و آهار معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین برهمکنش گونه گیاهی و تیمارهای آماده سازی بر وزن تر ریشه نشان داد که بیشترین وزن تر ریشه در گل‌های آهار و اطلسی به ترتیب به میزان ۴۰/۲۱ و ۱۹/۱۸ میلی‌گرم در تیمار کلسیم کلرید به‌دست آمد که در اطلسی اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار کلسیم کلرید و نیترات پتاسیم وجود نداشت (شکل ۹). مقایسه میانگین برهمکنش گونه گیاهی و تیمارهای آماده سازی بر وزن خشک ریشه نشان داد که بیشترین وزن خشک ریشه در گل‌های آهار و اطلسی به‌ترتیب به میزان ۸/۲۵ و ۲/۸۳ میلی‌گرم در تیمار کلسیم کلرید به‌دست آمد که در اطلسی اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار کلسیم کلرید و نیترات پتاسیم وجود نداشت (شکل ۱۰).

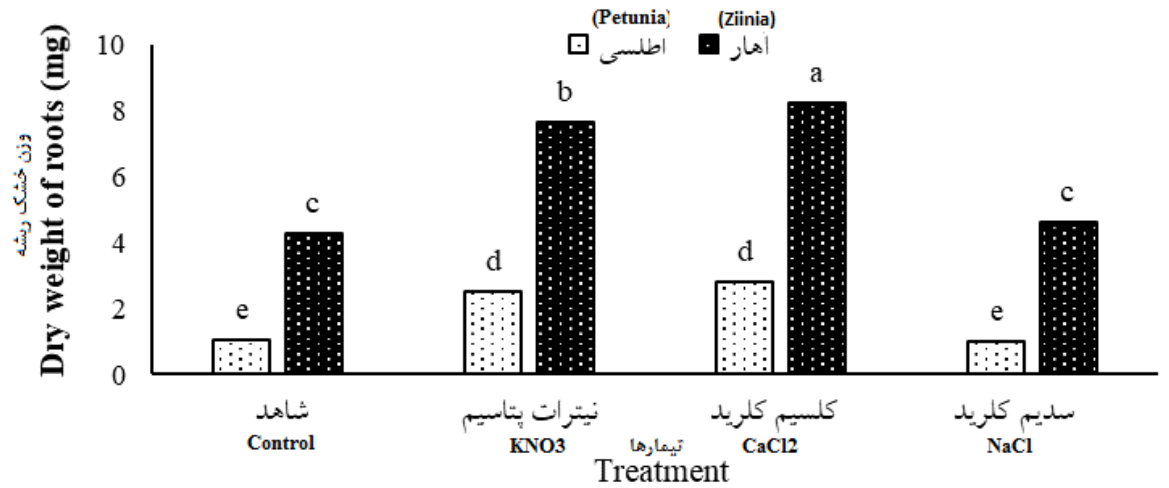
[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.8.2.311]



شکل ۹- اثر میانگین برهمکنش گونه گیاهی در آماده سازی بر وزن تر ریشه دانهال. تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی-داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Figure 9- Average interaction effect of plant species in priming on seedling root fresh weight. Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

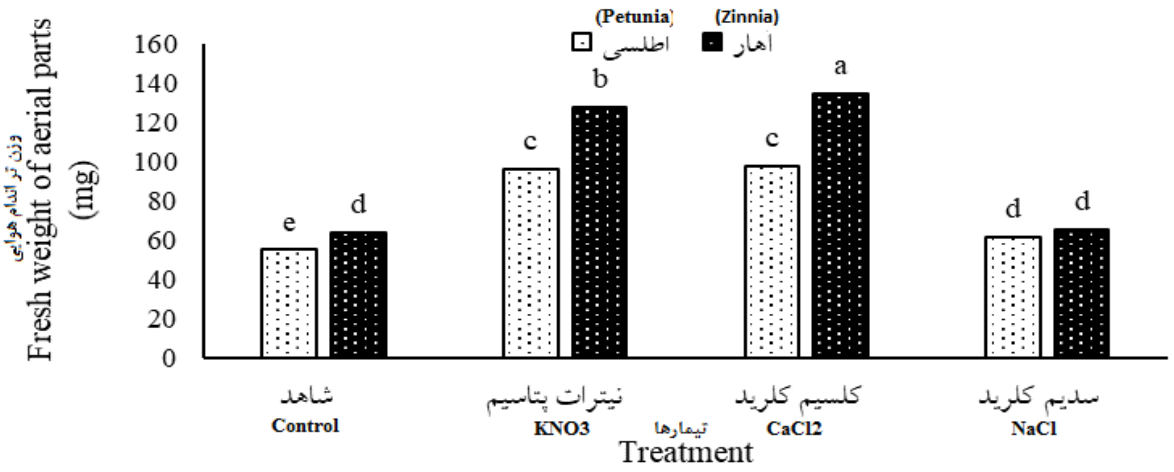


شکل ۱۰- اثر میانگین برهمکنش گونه گیاهی در آماده سازی بر وزن خشک ریشه دانهال. تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Figure 10- Average interaction effect of plant species in priming on seedling root dry weight. Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

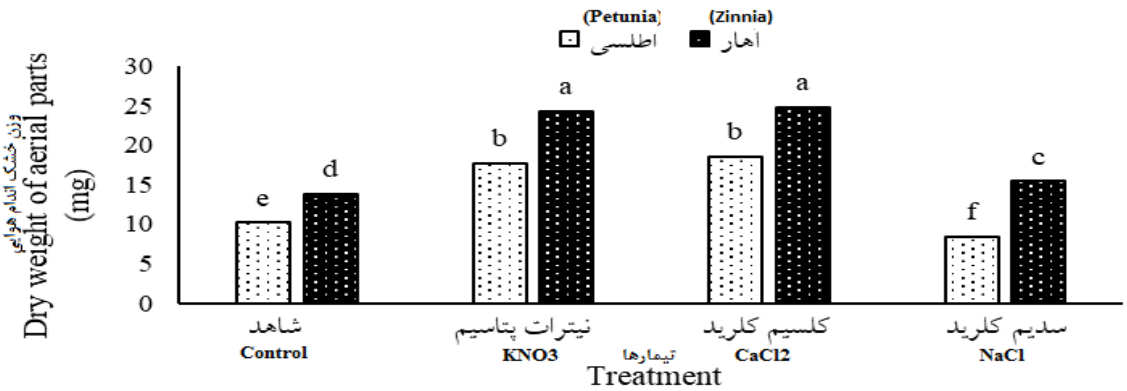
[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.8.2.311]



شکل ۱۱- اثر میانگین برهمکنش گونه گیاهی در آماده سازی بر وزن تر اندام هوایی دانهال. تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Figure 11- The average effect of the interaction of plant species in priming on the fresh weight of seedling shoots. Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.



شکل ۱۲- اثر میانگین برهمکنش گونه گیاهی در آماده سازی بر وزن خشک اندام هوایی دانهال. تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Figure 12- The average effect of plant species interaction in priming on the dry weight of seedling shoot. Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

وزن تر و خشک اندام هوایی دانهال

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر ساده گونه گیاهی، آماده سازی بذرها و برهمکنش این دو عامل در سطح احتمال یک درصد بر وزن تر و خشک اندام هوایی دانهال اطلسی و آهار معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین برهمکنش گونه گیاهی و تیمارهای آماده سازی بر وزن تر اندام هوایی نشان داد که بیشترین وزن تر اندام هوایی در گل‌های آهار و اطلسی به ترتیب به

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.8.2.311]

میزان ۱۳٤/۵۸ و ۹۷/٤ میلی‌گرم در تیمار کلسیم کلرید به دست آمد که در آهار به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود، ولی در اطلسی اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار کلسیم کلرید و نیترات پتاسیم وجود نداشت (شکل ۱۱). همچنین کمترین میزان وزن تر اندام هوایی نیز در دانهال آهار و اطلسی به ترتیب به میزان ٦۳/٤۹ و ٥٤/۸٦ میلی‌گرم در تیمار شاهد مشاهده شد که در آهار اختلاف معنی‌داری با تیمار کلسیم کلرید نداشت. مقایسه میانگین برهمکنش گونه گیاهی و تیمارهای آماده سازی بر وزن خشک اندام هوایی نشان داد که بیشترین وزن خشک اندام هوایی در گل‌های آهار و اطلسی به ترتیب به میزان ۲٤/۷۲ و ۱۸/۵۳ میلی‌گرم در تیمار کلسیم کلرید به دست آمد که در هر دو گیاه اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار کلسیم کلرید و نیترات پتاسیم وجود نداشت (شکل ۱۲).

تنژگی مؤثر، سریع و یکنواخت بذر و استقرار دانهال اولین گام برای موفقیت هر محصول در باغبانی تجاری است. این ویژگی‌ها به توسعه یک سیستم ریشه عمیق قبل از خشک شدن، سخت شدن یا دماهای فوق بهینه در ناحیه ریشه کمک می‌کند (Imran *et al.*, 2013). مطالعات متعدد نشان داده است که آماده سازی بذر می‌تواند اثرات مفیدی بر روی رشد رویشی و تجمع زیست توده گیاه داشته باشد (Ali *et al.*, 2019; Mahmoudi *et al.*, 2020). چنین تیمارهایی به‌دنبال افزایش رشد رویشی می‌تواند برای افزایش عملکرد محصولات باغی نیز مفید باشد (Abdel-Aziz *et al.*, 2019). نتایج پژوهش حاضر مشخص کرد که وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی دانهال اطلسی و آهار در اثر آماده سازی با نیترات پتاسیم و کلسیم کلرید افزایش معنی‌داری نشان می‌دهند. Abdel-Baki و همکاران (2018) اشاره کردند که آماده سازی بذر باقلا با KNO_3 باعث افزایش محتوای K^+ و کاهش محتوای Na^+ در شرایط تنش شوری شد. افزایش تنژگی نهایی بذر تحت‌تأثیر آماده سازی می‌تواند به علت تغییرات بیوشیمیایی هیدرولیزکننده و افزایش آنزیم‌های تجزیه‌کننده مربوط به تنژگی مانند آلفاآمیلاز باشد که خود سبب افزایش فعالیت آنزیمی و شکسته‌شدن قندها شده و تبدیل به نشاسته ذخیره‌ای بذر به مواد قابل‌استفاده جنین شده است (Hassini *et al.*, 2017). در پژوهش حاضر نشان داده شد که آماده سازی بذور اطلسی و آهار با نیترات پتاسیم و کلسیم کلرید موجب افزایش تنژگی نهایی شد. تأثیر نمک-آماده سازی بر افزایش معنی‌دار درصد تنژگی نهایی تحت تنش شوری توسط Khadraji و همکاران (2020) گزارش شده است. کمترین تنژگی نهایی در تیمار سدیم کلرید بود که احتمال می‌رود سدیم کلرید با تأثیر بر غشاء و دیواره سلولی ممکن است پتانسیل آب سیتوپلاسم سلول را تحت‌تأثیر قرار دهد و تنژگی بذر را دستخوش تغییر نماید. در حال حاضر به‌خوبی مستند شده است که آماده سازی بذر می‌تواند تنژگی، توده محصول، عملکرد، کیفیت و مقاومت به تنش زیستی و غیرزیستی را افزایش دهد و نسبت به راهکارهای افزایش عملکرد مرسوم مقرون به صرفه است. به‌طورکلی، یافته‌های این مطالعه در درک اثر فیزیولوژیکی مستقیم نمک-آماده سازی در افزایش بنیه بذر و استقرار گیاهچه در گل‌های آهار و اطلسی حائز اهمیت خواهد بود و می‌تواند اطلاعات دقیق و قابل اعتمادی را درخصوص اثربخشی بالقوه آماده سازی با نیترات پتاسیم و کلسیم کلرید بر روی آهار و اطلسی به صنعت بذر بدهد. بنابراین، با توجه به این موضوع، پذیرش آماده سازی بذر در سطح مزرعه گامی مناسب برای دستیابی به پایداری در باغبانی به‌نظر می‌رسد و نیاز به مطالعات آتی را توجیه می‌کند.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.8.2.311]

تشکر و قدردانی

از دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز به خاطر همکاری‌های صمیمانه‌شان تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

Abdel-Aziz, H. M. M., Hasaneen, M. N. A., Omer, A. M. (2019). Impact of engineered nanomaterials either alone or loaded with NPK on growth and productivity of French bean plants: Seed priming vs foliar application. *South African Journal of Botany, 125*, 102-108. Doi:10.1016/j.sajb.2019.07.005

Abdel-Baki, G. K., Shaddad, M. A. K., Mostafa, D., Rafat, A. S. (2018). The effect of seed presoaking with KNO3 on seed germination, proline, protein pattern, ß-amylase and mineral composition of two faba bean cultivars treated with NaCl. *Egyptian Journal of Botany*, *58*(3), 445-461. DOI: 10.21608/ejbo.2018.3423.1166

Afzal, I., Ashraf, S., Qasim, M., Basra, S. M. A., Shahid, M. (2009). Does halopriming improve germination and seedling vigour in marigold (*Tagetes* spp.). *Seed Science and Technology, 37*(2), 436-445. Doi:10.15258/sst.2009.37.2.16

Ahmadi, K., Shojaeeyan, A., Omidi, H., Amini Dehaghi, M., Azadbakht, F. (2022). The effect of salicylic acid and potassium nitrate on germination characteristics, photosynthetic pigments and seedling proline seedlings of two safflower cultivars under salinity stress. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, *15*(1), 247-257. Doi: 10.22077/escs.2020.3593.1882

Akhondi, M., Zare Hassanabadi, M., Amiri, M. S., Shabani, S. (2017). The effects of mechanical and chemical treatments on dormancy breaking and seed germination indices of *Myrtus communis* L. *Iranian Journal of Seed Science and Technology, 5*(2), 1-7. (Translated in Persian).

Ali, M., Hayat, S., Ahmad, H., Ghani, M. I., Amin, B., Atif, M. J., Cheng, Z. (2019). Priming of *Solanum melongena* L. seeds enhances germination, alters antioxidant enzymes, modulates ROS, and improves early seedling growth: indicating aqueous garlic extract as seed-priming bio-stimulant for eggplant production. *Applied Sciences*, *9*(11), 2203. Doi:10.3390/app9112203

Aosa, I. (1983). Seed vigor testing handbook. Association of Official Seed Analysts. *Contribution, 32*, 88.

Basra, S. M. A., Afzal, I., Anwar, S., Shafique, M., Haq, A., Majeed, K. (2005). Effect of different seed invigoration techniques on wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds sown under saline and non-saline conditions. *Journal of Seed Technology, 28*, 36-45.

Chehregani, A., Ramezani, H. (2016). The study of anther and pollen developmental stages in *Petunia hybrida*. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 29*(1), 65-79. (in Persian).

Coolbear, P., Grierson, D., Heydecker, W. (1980). Osmotic pre-sowing treatments and nucleic acid accumulation in tomato seeds (*Lycopersicon lycopersicum*). *Seed Science and Technology, 8*, 289-303.

Demir, I., Ozden, E., Yıldırım, K. C., Sahin, O., Van Staden, J. (2018). Priming with smoke-derived karrikinolide enhances germination and transplant quality of immature and mature pepper seed lots. *South African Journal of Botany, 115*, 264-268.

Ellis, R. A. (1981). The quantification of agent and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology, 9*, 373-409.

Hassini, I., Baenas, N., Moreno, D. A., Carvajal, M., Boughanmi, N., Martinez Ballesta, M. D. C. (2017). Effects of seed priming, salinity and methyl jasmonate treatment on bioactive composition of Brassica oleracea var. capitata (white and red varieties) sprouts. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 97*(8), 2291-2299. Doi:10.1002/jsfa.8037

Imran, M., Mahmood, A., Römheld, V., Neumann, G. (2013). Nutrient seed priming improves seedling development of maize exposed to low root zone temperatures during early growth. *European Journal of Agronomy, 49*, 141-148. Doi:10.1016/j.eja.2013.04.001

ISTA. (2006). ISTA Handbook on Seedling Evaluation. International Seed Testing Association; ISTA: Bassersdorf, Switzerland.

Khadraji, A., Qaddoury, A., Ghoulam, C. (2020). Effect of "Halo-priming" on germination of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under osmotic stress. *Indian Journal of Agricultural Research, 54*(6), 797-801. DOI: 10.18805/IJARe.A-505

Kumari, N., Rai, P. K., Bara, B. M., Singh, I. (2017). Effect of halo priming and hormonal priming on seed germination and seedling vigour in maize (*Zea mays* L) seeds. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6*(4), 27-30.

Mahmoudi, H., Ben Salah, I., Zaouali, W., Hamrouni, L., Gruber, M., Ouerghi, Z., Hosni, K. (2020). Priming-

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.8.2.311]

induced changes in germination, morpho-physiological and leaf biochemical responses of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) under salt stress. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 154*(5), 601-614. Doi:10.1080/11263504.2019.1651785

Majda, C., Khalid, D., Aziz, A., Rachid, B., Badr, A. S., Lotfi, A., Mohamed, B. (2019). Nutri-priming as an efficient means to improve the agronomic performance of molybdenum in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Science of the Total Environment, 661*, 654-663.

Rahmani, F., Mohammadi, A., Moradi, H. (2019). Studying the effect of phosphorus on flowering and vegetative traits of zinnia (*Zinnia* sp.) in vermicompost medium. *Flower and Ornamental Plants, 4*(1), 13-25 (in Persian). Doi:10.29252/flowerjournal.4.1.13

Sarkar, P. K., Kumar, P. R., Singh, A. K., Bhatt, B. P. (2020). Effect of priming treatments on seed germination and seedling growth in bamboo [*Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees]. *Acta Ecologica Sinica, 40*(2), 128-133. Doi:10.1016/j.chnaes.2018.11.004

Srivastava, M., Devi, A. S., Konthoujam, G., Lovely, K., Das, P., Thangjam, R. (2022). Benefits of seed priming in different vegetables. *The Pharma Innovation Journal, 11*(6), 399-403

Sung, Y., Cantliffe, D. J., Nagata, R. T., Nascimento, W. M. (2008). Structural changes in lettuce seed during germination at high temperature altered by genotype, seed maturation temperature, and seed priming. *Journal of the american society for horticultural science, 133*(2), 300-311.

Tania, S. S., Rhaman, M. S., Hossain, M. M. (2020). Hydro-priming and halo-priming improve seed germination, yield and yield contributing characters of okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Tropical Plant Research, 7*(1), 86-93.

Wu, L., Huo, W., Yao, D., Li, M. (2019). Effects of solid matrix priming (SMP) and salt stress on broccoli and cauliflower seed germination and early seedling growth. *Scientia horticulturae, 255*, 161-168.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.8.2.311]

Flower and Ornamental Plants (2024), 8(2): 311-326
Research article

Possibility of improving seed germination indices in petunia (*Petunia hybrida* L.) and zinnia (*Zinnia elegans* L.) using priming techniques

Mehdi Falah Latif Hmudi, Mansour Matloobi*, Alireza Motallebi Azar, Mina Amani

Department of Horticulture, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz
Received: 9/8/2023, Revised: 5/10/2023, Accepted: 5/10/2023
mmatloobi@gmail.com

Abstract

The rapid flowering of bedding flowers, such as petunia (*Petunia hybrida* L.) and zinnia (*Zinnia elegans* L.), increases the uniformity of the seedbed and their simultaneous flowering. In this study, the effect of seed priming on the germination and vigor of petunia and zinnia seedlings has been investigated. A factorial experiment was conducted in the form of a completely randomized design with two factors, the first factor, the plant species, and the second factor, three salts of potassium nitrate, calcium chloride, and sodium chloride along with control in the laboratory of the Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Al-Qasim-ul-Akhra University of Babol, Iraq. The results showed that in both plants, halopriming treatment with 50 mM potassium nitrate and calcium chloride for 24 hours provided better results in terms of germination and seedling growth. Between the two treatments of potassium nitrate and calcium chloride, there was no significant difference in the characteristics of time to reach 50% germination, average germination time, germination index, final germination, and wet and dry weight of roots and shoots of petunia and dry weight of zinnia shoots. In general, the findings of this study will be important in understanding the direct physiological effect of halopriming in increasing seed germination and seedling establishment in petunia and zinnia and can provide detailed information about the potential effectiveness of priming with potassium nitrate and calcium chloride to the seed industry.

Keywords: Germination index, Germination percentage, Halo-priming, Seed germination.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.61186/flowerjournal.8.2.311]