

## بررسی اثر هیدرو و اسموپرایمینگ بر خصوصیات جوانه‌زنی بذور پلی‌مورف گیاه همیشه بهار رقم پُر پر ایرانی (*Calendula officinalis* L.)

علیرضا باقری<sup>۱</sup>، فرزاد مندنی<sup>۲</sup>، آزاده گراوندی<sup>۳</sup>، سحر امیری<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.  
<sup>۲</sup> استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.  
<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد رشته زراعت، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.  
<sup>۴</sup> دانشجوی دکتری رشته اکولوژی گیاهان زراعی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.  
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۱۵)

### چکیده

پرایمینگ بذر یکی از روش‌های بسیار موثر در بهبود جوانه زنی و استقرار گیاهچه است. برای بررسی اثر اسمو و هیدرو پرایمینگ بر جوانه‌زنی شکل‌های مختلف گیاه همیشه بهار رقم پُر پر (*Calendula officinalis* L.) آزمایشی به صورت فاکتوریل سه عامله در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. صفات مربوط به جوانه‌زنی شکل‌های مختلف بذور همیشه بهار شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در شرایط تیمارهای آزمایش محاسبه بودند. نتایج نشان داد که بذورهای هلالی شکل بیشترین درصد، سرعت و شاخص جوانه‌زنی را به ترتیب با مقادیر ۷۵/۵۱ درصد، ۴/۴۸ جوانه در روز و ۱۸/۹۷ در اسموپرایمینگ ۶- بار از خود بروز دادند. علاوه بر این بررسی اثر اسمو و هیدروپرایمینگ نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی (۷۵/۵۶ درصد) در اسموپرایمینگ صفر و به مدت ۸ ساعت هیدروپرایمینگ مشاهده شد. بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمارهای هیدروپرایمینگ به ترتیب ۸ و ۱۶ ساعت با مقادیر ۳/۱۶ و ۳/۲۶ جوانه در روز بود. بیشترین شاخص جوانه‌زنی تیمارهای هیدروپرایمینگ نیز به ترتیب در ۸ و ۱۶ ساعت با مقادیر ۱۲/۲۲ و ۱۱/۷۵ ثبت شد. به طور کلی پرایمینگ می‌تواند در کاهش تاثیرات منفی عوامل مختلف در زمان جوانه‌زنی و پس از آن اثرگذار باشد. در مجموع نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که استفاده از هیدرو و اسموپرایمینگ برای بذور هلالی شکل گیاه دارویی همیشه بهار پرپر بیشترین عملکرد جوانه‌زنی را به دنبال داشت.

**کلمات کلیدی:** گیاهان دارویی، جوانه‌زنی، شکل بذر، بذر پرایم شده.

## Evaluation of the effect of osmo and hydro priming on germination traits of polymorph seeds of Marigold compact petal variety (*Calendula officinalis* L.)

A.R. Bagheri<sup>1\*</sup>, F. Mondani<sup>2</sup>, A. Geravandi<sup>3</sup>, S. Amiri<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Assistant Professor, Department of Agronomy and plant breeding, Razi University, Kermanshah, Iran.

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Agronomy and plant breeding, Razi University, Kermanshah, Iran.

<sup>3</sup> MS. Student, Department of Agronomy and plant breeding, Razi University, Kermanshah, Iran.

<sup>4</sup> PhD. Student of, Department of Agronomy and plant breeding, Razi University, Kermanshah, Iran.

(Received: Mar. 03, 2021 – Accepted: May. 05, 2021)

### Abstract

Seed priming is one of the most effective methods for improving germination and seedling establishment. In order to study the effect of priming on germination of different shapes of Marigold compact petal variety (*Calendula officinalis* L.), a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications in 2014. The germination traits were calculated for different shapes of Marigold seedlings such as germination percentage, germination rate, seedling index, root length and shoot length. The results showed that crescent-shaped seeds exhibited the highest percentage, rate and germination index with 75.51%, 4.48 germination per day and 18.97%, respectively. In addition, the effect of osmo and hydro priming on seeds showed that the highest germination percentage (75.56%) was observed in zero bar of osmo priming and hydro priming of 8 hours. The highest germination rate in the hydro priming treatments was 8 and 16 hours, with values of 3.16 and 3.26 germination per day, respectively. The highest germination index of hydro priming treatments was recorded at 8 and 16 hours with values of 12.22 and 11.75, respectively. Priming action can be effective in reducing the negative effects of various factors during germination and afterwards. Overall, the results of this experiment showed that the use of osmo and hydro priming for the crescent-shaped seeds of Mrigold had the highest germination traits.

**Keywords:** Germination, Medicinal Plants, Primed seed, Seed shape.

\* Email: a.bagheri@razi.ac.ir

## مقدمه

امروزه گیاهان دارویی از گیاهان مهم اقتصادی بشمار می‌روند که به صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن مورد استفاده و بهره‌وری قرار می‌گیرند. ایران از نظر آب و هوا در زمینه رشد گیاهان دارویی یکی از بهترین مناطق جهان محسوب می‌شود، به همین دلیل صادرات آن می‌تواند منبع درآمدزایی مناسبی برای کشور باشد (Samsamshariat, 2003). از جمله گیاهان دارویی مهم، گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis*) گیاهی علفی چند ساله با ساقه‌های هوایی افراشته، از تیره کاسنی (*Asteraceae*) (Muley et al., 2009) که معمولاً در نواحی مدیترانه کشت و کار شده است (Vidal-Ollivier et al., 1989)، اما اکنون در نواحی مختلف دنیا پراکنش داشته (Kalvathev et al., 1997) و از اهمیت زیادی در ایران و جهان برخوردار است. گل همیشه‌بهار دارای ترکیباتی از قبیل ساپونین‌ها، فلاونوئیدها، گلیوکوزیدها، رزین و ترکیبات استروئیدی است. این گیاه دارای اثرات ضد ویروسی، ضدتوموری، آنتی‌موتازی، آنتی‌اکسیدانی است (Azzaz et al., 2007). عصاره آبی این گیاه دارای ویژگی ضد سرطانی بوده و خواص مفید آن در درمان ایدز نیز گزارش شده است (Kalvathev et al., 1997). این گیاه عموماً برای بیماری‌های پوستی و التهابی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Basch et al., 2006).

جوانه زنی و استقرار گیاهچه به طور مستقیم و غیرمستقیم به شرایط متعددی از جمله ویژگی‌های زیستی بذر، شرایط نگهداری در انبار، شرایط محیطی حاکم بر گیاه مادری و رفتارهای اعمال شده قبل از کشت بر روی بذر بستگی دارد (Tajbakhsh, 1996). از جمله رفتارهای قبل از کشت روی بذر، پرایمینگ است. پرایمینگ روشی است که در آن بذر قبل از جوانه‌زنی و مواجهه با شرایط محیطی، از لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی

جوانه‌زنی را به دست می‌آورد. در این روش بذر در شرایط جذب آب قرار می‌گیرد، اما میزان آب جذب شده توسط بذر کم بوده به همین دلیل از خروج ریشه‌چه ممانعت به عمل می‌آید (Heydecker and Coolbear, 1977). به عبارت دیگر در جریان پرایمینگ بذر تا شروع تقسیم سلولی تحریک می‌شود و پس از خشک شدن و آبیگری مجدد از همان نقطه‌ای که خشک شده بود به فعالیت خود ادامه می‌دهد. این امر می‌تواند سبب بروز تظاهرات زیستی و فیزیولوژیکی متعددی در بذر پرایم شده و گیاه حاصل از آن شود (Sun et al., 2010). به این ترتیب که جوانه‌زنی، استقرار اولیه گیاه، بهره‌برداری از نهاده‌های محیطی، زودرسی، افزایش کمی و کیفی محصول می‌توانند تحت تاثیر مثبت این فرایند قرار گیرند (Murungu et al., 2003). استفاده از پرایمینگ می‌تواند منجر به تسریع جوانه‌زنی شود. علاوه بر این در بذور پرایم شده بذرها یک افزایش میزان جوانه‌زنی را نشان می‌دهند (Bradford, 1986; Harris et al., 1999).

چند شکلی بذری را می‌توان تولید انواع مختلف بذر یا میوه (مانند فندقه) توسط یک پایه گیاهی منفرد تعریف کرد (Imbert, 2002; Matilla et al., 2005; Wang et al., 2008). چند شکلی بذور در ۱۸ خانواده و بیش از ۲۰۰ گونه از نهاندانگان گزارش شده است. که تیره‌های *Asteraceae* (۱۳۸ گونه و ۵۲ جنس)، *Chenopodiaceae* (۱۸ گونه و ۱۰ جنس)، *Brassicaceae* (۱۲ گونه و ۸ جنس) و *Caryophyllaceae* (۱۱ گونه و ۲ جنس) بیشترین گزارش‌ها را به خود اختصاص داده‌اند (Imbert, 2002). بیشتر گونه‌هایی که دارای چند شکلی بذر هستند، تفاوت صفات بین شکل‌های مختلف بذر را نشان داده‌اند. جنس همیشه‌بهار یا *Calendula* از تیره کاسنی به عنوان یک مثال بارز از چند شکلی بذر است. چند شکلی بذر احتمال

<sup>1</sup> Seed heteromorphism

<sup>2</sup> Angiosperms

۱۳۹۳ در آزمایشگاه فیزیولوژی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه رازی کرمانشاه اجرا شد. به این منظور ابتدا بذور (تولید پائیز ۱۳۹۳) همیشه بهار رقم پُر پر از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. این بذرها در شرایط آب و هوایی معتدل و خشک اصفهان تولید شده بودند. بذرها بر اساس شکل به سه دسته C شکل درشت، هلالی و C شکل ریز تفکیک شدند (شکل ۱)، سپس هر یک از شکل‌های تفکیک شده بذر، تحت فاکتورهای فرعی اسموپرایمینگ شامل صفر (آب مقطر)، ۶-، ۱۰- و ۱۴- بار در مدت زمان‌های صفر، ۸، ۱۶ و ۲۴ (هیدروپرایمینگ) ساعت قرار گرفتند، تیمار هیدروپرایمینگ سطح صفر در حقیقت تیمار شاهد خشک بود که در کنار سایر تیمارها در نظر گرفته شد.

با توجه به عدم جوانه‌زنی بذور در پیش آزمایش اولیه، برای آماده سازی بذور جهت انجام آزمایش و شکست خواب احتمالی، ابتدا بذور به مدت ۴ هفته در دمای ۴ درجه سانتی گراد درون یخچال نگهداری شدند و پس از آن برای انجام مراحل آزمایش آماده شدند. پس از آن هر ۳ شکل بذر همیشه بهار قبل از انجام آزمون جوانه‌زنی به مدت ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت (هیدروپرایمینگ) در محلول با پتانسیل‌های اسمزی شامل ۰، ۶-، ۱۰- و ۱۴- (اسموپرایمینگ) بار در دمای اتاق نگهداشته شده، سپس برای رسیدن به وزن اولیه، در سایه خشک شدند تا برای آزمایش آماده شوند. برای تولید سطوح مختلف اسموپرایمینگ از اوره ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ) استفاده شد. به این منظور با استفاده از فرمول وانت هوف (رابطه ۱) محلول‌های دارای پتانسیل‌های اسمزی مورد نیاز بر حسب بار ایجاد شدند (Alizadeh, 2001). برای اطمینان از پتانسیل اسمزی بدست آمده از دستگاه اسمومتر مدل OSMOMAT 030 استفاده شد.

$$\Psi = m \cdot i \cdot R \cdot T$$

رابطه ۱- فرمول وانت هوف

که در آن  $\Psi$ : پتانسیل اسمزی بر حسب بار، m: غلظت

سازگاری در محیط‌های بسیار متغیر را به دلیل تفاوت در قدرت پراکنش و همچنین زمان جوانه‌زنی در یک سال و یا بین سال‌های مختلف بالا می‌برد (Zhang, 1995). در واقع بذور چند شکل، عموماً پاسخ‌های جوانه‌زنی مختلفی دارند که به نظر می‌رسد یک استراتژی مصونیت‌زای سودمند در محیط‌های سخت و غیر قابل پیش‌بینی باشد (Khan and Ungar, 2001; Wei et al., 2007). الکلای (El-Keblawy, 1999) شش شکل و اندازه مختلف بذر را برای گیاه دارویی *Calendula micrantha* توصیف کرد. شکل‌های مختلف این جنس از نظر اندازه، شکل، پراکنش و درصد جوانه‌زنی کل با یکدیگر متفاوت بودند. آنها یک رابطه مثبت بین اندازه فندقه و جوانه‌زنی را گزارش کردند.

وانگ و همکاران (Wang et al., 2004) بیان داشتند که پاسخ چند سوال در مورد بیولوژی جوانه‌زنی بذور گونه‌های با بذور چند شکل هنوز ضروری به نظر می‌رسد. یکی از این ابهامات این است که هیچ مطالعه ای کلاس، سطح و نوع خواب بذر را بررسی نکرده است (Baskin and Baskin, 2004). ماتیلا و همکاران (Matilla et al., 2005) نیز بیان داشتند که در حال حاضر مطالعات اندکی در مورد خفتگی بذر در بذور چند شکل صورت گرفته است. با توجه به اهمیت گیاه دارویی همیشه بهار پرپر، وجود چند شکلی بذر در آن و ضرورت آگاهی از پاسخ جوانه‌زنی شکل‌های مختلف بذر آن و همچنین امکان بهره‌گیری از روش‌های پرایمینگ در افزایش جوانه‌زنی و خصوصیات آن، این آزمایش طراحی و به اجرا درآمد.

## مواد و روش‌ها

برای بررسی اثر پرایمینگ بر جوانه‌زنی شکل‌های مختلف بذر گیاه همیشه بهار رقم پُر پر (*Calendula officinalis*) آزمایشی به صورت فاکتوریل سه عامله در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در سال

مولی ماده حل شده،  $i$ : ضریب ثابت یونیزاسیون ماده حل شونده (برای اوره معادل ۱)،  $R$ : عدد ثابت گازها

(۰/۰۰۸۳۱) و  $T$ : دمای محلول (درجه کلوین) می‌باشد.



شکل ۱- شکل‌های مختلف بذر همیشه بهار به ترتیب از راست به چپ C شکل بزرگ، هلالی و C شکل ریز  
Figure 1- Different shapes of Marigold seeds, from right to left; big C-shaped, Crescent-shaped, small C-shaped

پس از اعمال تیمارهای پرایمینگ روی بذور و آماده سازی بذر، قبل از انجام آزمایش جوانه‌زنی ابتدا بذرها با استفاده از محلول هیپوکلریک ۱٪ ضد عفونی شده، سپس از هر یک از تیمارهای آزمایشی تعداد ۲۰ بذر از هر چهار شکل بذر گیاه در داخل پتری و روی کاغذ صافی به ترتیب قرار گرفته و پس از مرطوب سازی با آب مقطر به ترتیب در دمای ۲۵ درجه سلیسیوس (دمای اتاق) در داخل ژرمیناتور قرار گرفتند به صورت روزانه بذره‌های جوانه زده شمارش شدند. شمارش روزانه بذرها به مدت ۱۳ روز به طول انجامید (معیار پایان آزمایش، عدم جوانه‌زنی بذور جدید تا سه روز پس از آخرین روز جوانه‌زنی در تیمارهای آزمایش بود). بذوری که ریشه‌چه آنها خارج شده و با چشم غیر مسلح قابل تشخیص بود به عنوان بذور جوانه زده در نظر گرفته می‌شدند. و به این ترتیب صفات مربوط به جوانه‌زنی شکل‌های مختلف بذور همیشه بهار مانند درصد جوانه‌زنی (رابطه ۲)، سرعت جوانه‌زنی (رابطه ۳)، شاخص جوانه‌زنی (رابطه ۴)، طول

ساقه‌چه و طول ریشه‌چه در شرایط تیمارهای آزمایش محاسبه شدند.

$$GP = \left( \frac{Ni}{N} \right) \times 100 \quad \text{رابطه ۲}$$

که در آن  $GP$ ؛ درصد جوانه‌زنی،  $Ni$ ؛ تعداد بذور جوانه زده تا روز  $i$  و  $N$ ؛ تعداد کل بذور مورد آزمایش است (Datta and Dayal, 1991).

$$GR = \sum (Ni/Di) \quad \text{رابطه ۳}$$

که در آن  $GR$ ؛ سرعت جوانه‌زنی،  $Ni$ ؛ تعداد بذور جوانه زده تا روز  $i$  و  $Di$ ؛ تعداد روز پس از شروع آزمایش است (Agrawal, 2004).

$$GI = \sum DiNi/N \quad \text{رابطه ۴}$$

که در آن  $GI$ ؛ شاخص جوانه‌زنی،  $Di$ ؛ تعداد روز پس از شروع آزمایش،  $Ni$ ؛ تعداد بذور جوانه زده تا روز  $i$  و  $N$ ؛ تعداد کل بذور مورد آزمایش است (Scott et al., 1984).

مثبتی را در برابر سطوح مختلف اسموپرایمینگ نشان دادند. به این ترتیب که درصد جوانه‌زنی این بذور با اعمال اسموپرایمینگ نسبت به عدم اعمال آن، افزایش یافت. اما این افزایش به صورت خطی نبود به طوری که بیشترین درصد جوانه‌زنی بذور هلالی و سی شکل ریز در سطح ۶- بار اسموپرایمینگ ثبت شد. در حالی که بیشترین درصد جوانه‌زنی بذور سی شکل بزرگ در سطح ۱۰- بار بدست آمد. درصد جوانه‌زنی تمام شکل‌های بذری همیشه بهار در سطح ۱۴- بار کاهش یافت، به این ترتیب که در شکل‌های سی شکل بزرگ، هلالی و سی شکل به ترتیب ۲۲، ۵۴ و ۵۴ درصد نسبت به سطحی که بیشترین درصد جوانه‌زنی حاصل شده بود، کاهش مشاهده شد (شکل ۲-الف). در مجموع نتایج نشان داد که بهترین حالت درصد جوانه‌زنی در سطح ۶- بار بود و در سطوح شاهد، پایین‌تر و بالاتر از ۶- بار، درصد جوانه‌زنی کاهش یافت.

بررسی درصد جوانه‌زنی همیشه بهار تحت تیمارهای مختلف اسمو و هیدروپرایمینگ نشان داد که درصد جوانه‌زنی بسته به سطوح تیمارهای اسمو و هیدروپرایمینگ متفاوت بود. زمانی که بذور به مدت ۸ ساعت در آب خالص قرار گرفتند بیشترین درصد جوانه‌زنی مشاهده شد این در حالی بود که با کاهش پتانسیل اسمزی از میزان درصد جوانه‌زنی بذوری که به مدت ۸ ساعت خیس خورده بودند کاسته شد. افزایش مدت زمان خیس خوردگی به طور معنی‌داری منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی بذور موجود در آب خالص شد. این در حالی بود که ایجاد پتانسیل اسمزی منفی منجر به ایجاد تفاوت در درصد جوانه‌زنی بین مدت‌های خیس خوردگی در آب شد، به طوری که بیشترین درصد جوانه‌زنی بذور همیشه بهار در مدت زمان خیس خوردگی ۱۶ ساعت در پتانسیل اسمزی ۶- بار و برای مدت زمان خیس خوردگی ۲۴ ساعت در پتانسیل اسمزی ۱۰- مشاهده شد. با این وجود کمترین مقدار درصد جوانه‌زنی بذور در تمامی مدت زمان‌های خیس خوردگی در سطح

در این آزمایش تیمار شاهد خشک (سطح صفر هیدروپرایمینگ) وجود داشت و از اینرو امکان اعمال سطوح مختلف اسموپرایمینگ در شرایطی که بذر خشک است وجود نداشت. بنابراین سطوح مختلف فاکتور اسموپرایمینگ در سطح صفر فاکتور هیدروپرایمینگ (شاهد خشک) قابل ترکیب نبود. انجام تجزیه این گونه آزمایش‌ها به روش فاکتوریل بعلاوه شاهد صورت می‌گیرد (Marini, 2003). به این ترتیب که برای محاسبه اثر ساده فاکتور هیدروپرایمینگ چهار سطح صفر، ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت در نظر گرفته و محاسبات مربوطه انجام شد. اما برای محاسبه درجه آزادی اثرات متقابل هیدروپرایمینگ در اسموپرایمینگ، سطح صفر هیدروپرایمینگ (یا همان شاهد خشک) حذف شد.

برای انجام تجزیه‌های آماری ابتدا از نرمال بودن توزیع داده‌های خام اطمینان حاصل شد و در مواردی که داده‌ها از توزیع نرمال تبعیت نکردند با استفاده از روش تبدیل داده Box-Cox در نرم‌افزار MiniTab v. 16 توزیع داده به حالت نرمال تبدیل شدند. برای تجزیه و تحلیل نتایج نیز روش تجزیه واریانس، مقایسه میانگین دانکن و خطای معیار مورد استفاده قرار گرفت. برای این کار از نرم‌افزار SAS v.9.1 استفاده شد. جداول و گراف‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و Word رسم شدند.

## نتایج و بحث

### درصد جوانه‌زنی

نتایج نشان داد که اثر ساده شکل بذر، اسمو و هیدروپرایمینگ روی درصد جوانه‌زنی معنی‌دار ( $p \leq 0.01$ ) بود. این در حالی بود که اثرات متقابل شکل بذر با اسموپرایمینگ همچنین هیدروپرایمینگ با اسموپرایمینگ نیز معنی‌دار ( $p \leq 0.05$ ) بود (جدول ۱).

جوانه‌زنی شکل‌های مختلف بذر همیشه بهار پاسخ

<sup>1</sup> Factorial plus a control

<sup>2</sup> Standard Error

پتانسیل اسمزی ۱۴- بدست آمد (شکل ۲-ب). در مجموع نتایج نشان داد که درصد جوانه‌زنی بیشتر بذور در مدت زمان خیس خوردگی کمتر بدست آمد.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات همیشه بهار در پاسخ به انواع شکل بذور، اسموپرایمینگ و هیدروپرایمینگ

Table 1- Analysis of variance of Marigold traits in response to seed shapes, osmo-priming and hydro-priming

منابع تغییرات Source Variation	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination Percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination Rate	شاخص جوانه‌زنی Germination index	مؤسّط طول ساقچه Average hypocotyl length	مؤسّط طول ریشه‌چه Average radicle length
شکل بذر Shape	2	2042.30*	5.92*	57.17*	269.00 <sup>ns</sup>	12.80 <sup>ns</sup>
هیدروپرایمینگ Hydropriming	3	4741.85**	3.35*	180.26**	422.90*	55.63 <sup>ns</sup>
اسموپرایمینگ Osmopriming	3	3645.53**	6.53**	303.68**	406.75*	10.45 <sup>ns</sup>
شکل بذر × هیدروپرایمینگ Shape×Hydro	6	358.75 <sup>ns</sup>	0.43 <sup>ns</sup>	13.93 <sup>ns</sup>	74.62 <sup>ns</sup>	5.82 <sup>ns</sup>
شکل بذر × اسموپرایمینگ Shape× Osmo	6	877.03*	2.23*	125.37**	193.48 <sup>ns</sup>	37.48 <sup>ns</sup>
هیدرو × اسموپرایمینگ Hydro× Osmo	6	845.55*	0.85 <sup>ns</sup>	20.94 <sup>ns</sup>	57.15 <sup>ns</sup>	16.08 <sup>ns</sup>
شکل بذر × هیدروپرایمینگ × اسموپرایمینگ Shape × Osmo×Hydro	12	559.60 <sup>ns</sup>	1.00*	26.65 <sup>ns</sup>	99.12 <sup>ns</sup>	22.17 <sup>ns</sup>
خطا Error	78	314.20	0.51	18.01	109.20	21.45
CV	--	17.91	23.27	20.50	17.91	20.26

ns، \* و \*\* به ترتیب نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهد.

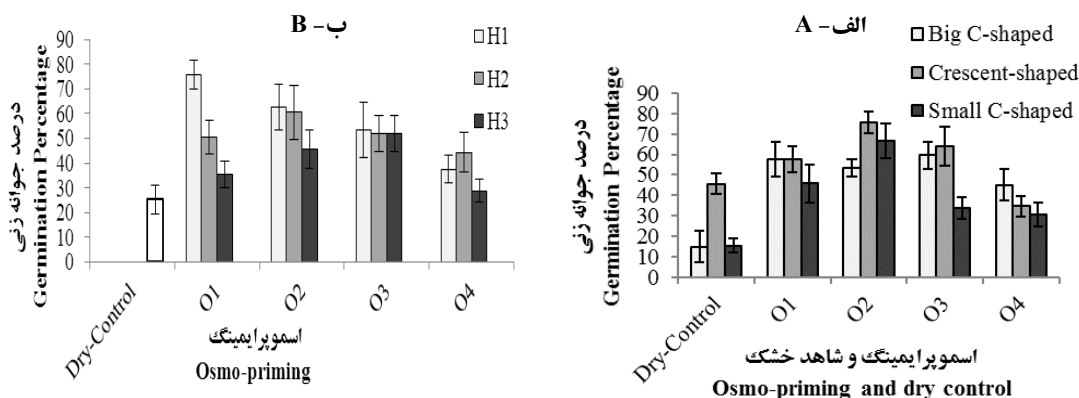
ns is not significant; \* and \*\* significant at probability level of 5% and 1%, respectively.

بذور پرایم شده کمتر بوده و به تبع آن هدایت الکتریکی عصاره این بذور نیز کمتر می‌باشد. این امر در مورد بذور پرایم شده ذرت شیرین، چغندر قند، آلو، تربچه، گندم و جو به اثبات رسیده است (Singh, 1995). قاسمی گلزانی و همکاران (Ghassemi-Golezani et al., 2008) روی اثر اسمو و هیدرو پرایمینگ روی جوانه‌زنی گیاه عدس اظهار داشتند که هیدرو و اسمو پرایمینگ منجر به افزایش

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که پرایمینگ بذر منجر به جوانه‌زنی یکدست در یک مدت کوتاه می‌شود (Khajeh-Hosseim et al., 2003). در بذور پرایم شده عملکرد و ساختار غشاء سلولی در مقایسه با بذور شاهد در وضعیت مطلوب‌تری می‌باشد. این موضوع از طریق مطالعه هدایت الکتریکی عصاره بذر نشان داده شده است. به طوری که تراوش متابولیت‌های درون سلولی از غشاء

جوانه‌زنی و همچنین ظهور بعدی گیاهچه‌ها در مزرعه شدند. نتایج آزمایش سان و همکاران (Sun et al., 2010) نشان داد که پرایمینگ بذر منجر به ارتقاء جوانه‌زنی نسبت

به بذور پرایم نشده نتایج مشابه نیز توسط کایا و همکاران (Kaya et al., 2006) بدست آمده است.



شکل ۲- الف: اثر اسمو پرایمینگ (O1=0, O2=-6, O3=-10, O4=-14 بار) و تیمار شاهد خشک روی درصد جوانه‌زنی شکل‌های مختلف بذر همیشه بهار و ب- اثر اسمو پرایمینگ و هیدرو پرایمینگ (H1, H2, H3 به ترتیب ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت خیس خوردگی) روی درصد جوانه‌زنی بذر همیشه بهار.

Figure 2- A- Effect of Osmo-priming (O1 = 0, O2 = -6, O3 = -10 and O4 = -14 bar) and dry control on seed germination percentages of different seed shapes and B.- Effect of Osmo-priming and Hydro-priming (H1, H2 and H3 equivalent to 8, 16 and 24 hours wetting, respectively) on seed germination percentages of Marigold.

### سرعت جوانه‌زنی

نتایج نشان داد که اثر ساده شکل بذر، اسمو و هیدرو پرایمینگ روی سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بود. این در حالی بود که اثر متقابل شکل بذر با اسمو پرایمینگ نیز معنی‌دار بود (جدول ۱).

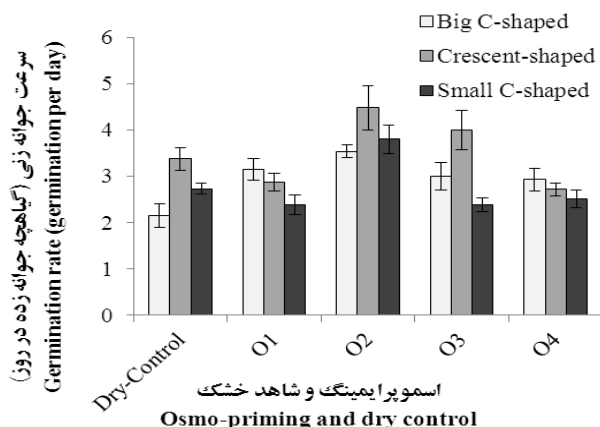
بررسی سرعت جوانه‌زنی نشان داد که با اعمال سطوح اسمو پرایمینگ سرعت جوانه‌زنی در بین شکل‌های مختلف بذر همیشه بهار تحت تاثیر قرار گرفت. بیشترین سرعت جوانه‌زنی هر سه شکل بذر در سطح ۶- بار اسمو پرایمینگ بدست آمد. بررسی اثر اعمال همزمان هر دو تیمار اسمو و هیدرو پرایمینگ روی جوانه‌زنی سه شکل مورد آزمایش بذر همیشه بهار نیز نشان داد که تمامی سطوح هیدرو پرایمینگ در سطح ۶- بار اسمو پرایمینگ بیشترین سرعت جوانه‌زنی را در شکل‌های هلالی و C شکل ریز به همراه داشت، این در حالی بود که

عکس‌العمل بذور C شکل متفاوت بوده و بیشترین سرعت جوانه‌زنی در این شکل بذر همیشه بهار، روند مشخصی را در پاسخ به سطوح مختلف اسمو و هیدرو پرایمینگ نشان نداد (جدول ۲). این در حالی بود که مقایسه بین شکل‌های مختلف بذر نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی به شکل هلالی بذور تعلق داشت. بر اساس نتایج بدست آمده بیشترین سرعت جوانه‌زنی به بذور هلالی در سطح اسمری ۶- ثبت شد (شکل ۳).

به نظر می‌رسد با توجه به نتایج به دست آمده بیشترین سرعت جوانه‌زنی را می‌توان با کاشت بذور هلالی پرایم شده به مدت ۸ تا ۱۶ ساعت خیس خوردگی در پتانسیل اسمری ۶- بار بدست آورد. همچنین می‌توان نتیجه گرفت هیدرو پرایمینگ موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی می‌شود، البته خیس خوردگی در مدت زمان بیشتر از ۱۶ ساعت توصیه نمی‌شود. علت تسریع جوانه‌زنی در بذور

و DNA و همچنین افزایش تعداد و در عین حال ارتقاء عملکرد میتوکندری باشد (Shivankar et al., 2003).

پرایم شده می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده مثل آلفا-آمیلاز، افزایش سطح شارژ انرژی زیستی در قالب افزایش مقدار ATP، افزایش سنتز RNA



شکل ۳- اثر اسموپرایمینگ (O1= 0, O2= -6, O3= -10, O4= -14 بار) و تیمار شاهد خشک روی سرعت جوانه‌زنی

شکل‌های مختلف بذر همیشه بهار

Figure 3- Effect of Osmo-priming (O1 = 0, O2 = -6, O3 = -10 and O4 = -14 bar) and dry control on seed germination rate of different seed shapes of Marigold.

جدول ۲- اثر متقابل شکل بذر همیشه بهار در اسمو و هیدروپرایمینگ روی سرعت جوانه‌زنی

Table 2- Intraction of seed shape of Marigold with Osmo-priming and Hydro-priming on germination rate

اسمو پرایمینگ Osmo-priming	هیدرو پرایمینگ Hydro-priming	C شکل درشت		هلالی		C شکل ریز	
		Big C-shaped		Crescent-shaped		Small C-shaped	
		میانگین	خطای استاندارد	میانگین	خطای استاندارد	میانگین	خطای استاندارد
		Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
O1	H1	3.6	0.6	3.3	0.3	2.5	0.5
O1	H2	3.0	0.1	2.8	0.4	2.6	0.4
O1	H3	2.8	0.3	2.5	0.2	2.1	0.1
O2	H1	2.4	0.3	4.3	0.3	4.0	0.6
O2	H2	2.3	0.2	5.6	0.9	3.8	0.7
O2	H3	2.2	0.3	3.5	0.8	3.6	0.6
O3	H1	3.0	0.6	5.4	0.7	2.1	0.2
O3	H2	3.6	0.6	3.5	0.5	2.9	0.2
O3	H3	2.5	0.3	3.1	0.1	2.1	0.1
O4	H1	2.4	0.2	2.3	0.2	2.5	0.4
O4	H2	3.6	0.3	3.1	0.2	2.5	0.3
O4	H3	2.8	0.4	2.7	0.2	2.6	0.4
شاهد خشک Dry control		2.2	0.2	3.8	0.3	2.7	0.1

اسموپرایمینگ (O1= 0, O2= -6, O3= -10, O4= -14 بار)، هیدروپرایمینگ (H1, H2, H3 به ترتیب ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت خیس خوردگی)

Osmo-priming (O1 = 0, O2 = -6, O3 = -10 and O4 = -14 bar), Hydro-priming (H1, H2 and H3 equivalent to 8, 16 and 24 hours wetting, respectively)



شکل‌های مختلف بذر پاسخ مثبتی به اعمال پتانسیل اسمزی نسبت به عدم اعمال آن نشان داد. به طوری که بیشترین شاخص جوانه‌زنی در پتانسیل اسمزی ۶- در بذر هلالی و سی شکل ریز و در پتانسیل اسمزی ۱۰- بار در بذر سی شکل بزرگ بود. اگرچه با افزایش پتانسیل اسمزی شاخص جوانه‌زنی در اکثر شکل‌های مختلف بذر همیشه بهار روند افزایش داشت، اما این افزایش به صورت خطی نبود و در سطح پتانسیل اسمزی ۱۴- بار روند کاهش در تمامی شکل‌های بذر همیشه بهار مشاهده شد (شکل ۴-الف).

علاوه بر پتانسیل اسمزی، سطوح مختلف خیس خوردگی بذر قبل از جوانه‌زنی نیز افزایش شاخص جوانه‌زنی بذر مورد مطالعه را به همراه داشت. به این ترتیب که بیشترین شاخص جوانه‌زنی در سطوح هیدروپرایمینگ ۸ و ۱۶ ساعت خیس خوردگی قبل از جوانه‌زنی مشاهده شد و کمترین شاخص جوانه‌زنی نیز در تیمار شاهد خشک بدست آمد (شکل ۴-ب). پژوهش‌های بیات و همکاران (Bayat et al., 2016) نشان داد که بین توده‌های بذر مختلف با افزایش طول دوره انبار کردن شاخص جوانه‌زنی بذر کاهش یافت. یافته‌های روان و همکاران (Ruan et al., 2002) نشان داد که پرایمینگ بذر برنج منجر به افزایش شاخص جوانه‌زنی شد. کایا و همکاران (Kaya et al., 2006) و همچنین هریس و همکاران (Harris et al., 2007) در مطالعات خود بر نقش مثبت پرایم در جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌های گیاهان مختلف تاکید کرده‌اند.

#### متوسط طول ساقه‌چه

طول ساقه‌چه به طور معنی‌داری تحت تاثیر اسمو و هیدروپرایمینگ قرار گرفت، این در حالی بود که شکل بذر و همچنین اثرات متقابل تیمارهای مورد بررسی اثر معنی‌داری را بر متوسط طول ساقه‌چه نداشتند (جدول ۱). متوسط طول ساقه‌چه با اعمال سطوح مختلف پتانسیل اسمزی نسبت به تیمار شاهد خشک افزایش معنی‌داری را نشان داد. علاوه بر این، مقایسه متوسط طول ساقه‌چه بین تیمار آب

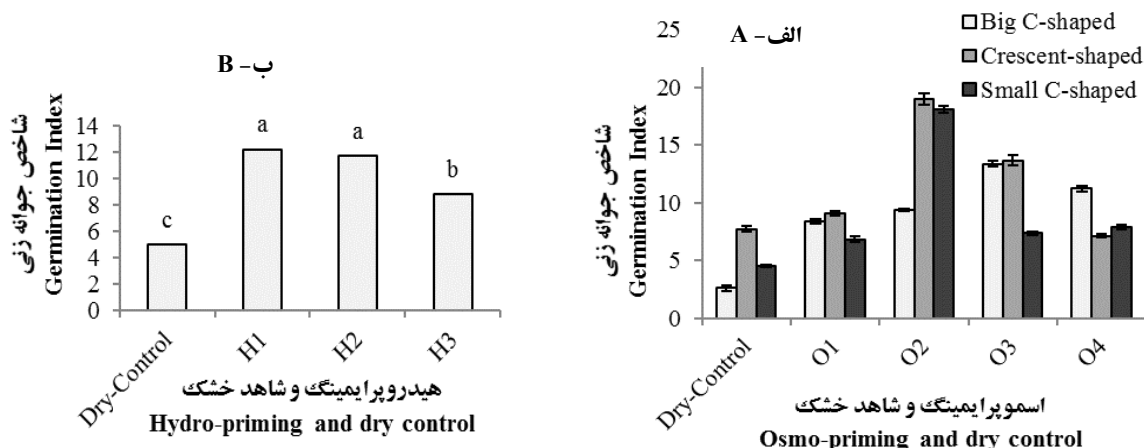
چجانوسکی و همکاران (Chojnowski et al., 1997) نیز بیان داشتند که در بذر پرایم شده افزایش در فعالیت‌های تنفسی و در نتیجه تولید ATP، تحریک فعالیت RNA و پروتئین‌سازی می‌تواند موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی شوند. طبق نظر بیللی و بلک (Bewley and Black, 1982) پرایمینگ بذر منجر به آغاز فرایند متابولیسم اولیه شده و به این ترتیب زمان لازم برای جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Sivritepe et al., 2003). آرگریچ و برادفورد (Argerich and Bradford, 1989) یافتند که آماس جنین در درون بذرهای پرایم شده گوجه فرنگی ممکن است با تسهیل جذب آب منجر به افزایش سرعت جوانه‌زنی شود. همانند سازی DNA، تحریک فعالیت RNA و در نتیجه پروتئین‌سازی، ترمیم غشای سلولی و افزایش غلظت هورمون‌های محرک جوانه‌زنی از جمله اتیلن در زمان جذب آب توسط بذر صورت گرفته که مجموعه این عوامل، مقدمات جوانه‌زنی را فراهم می‌آورند. به همین دلیل زمانی که این بذر پرایم شده تحت شرایط جوانه‌زنی قرار می‌گیرند در مقایسه با بذر شاهد سریع‌تر جوانه زده و می‌توانند از منابع محیطی بهتر بهره‌برداری کنند (Liu et al., 1997). هیدروپرایمینگ در آفتابگردان باعث کاهش میانگین مدت جوانه‌زنی و سبز شدن شد. برادفورد (Bradford et al., 1990) نیز بیان کرد که پرایمینگ بذر فلفل باعث کاهش میانگین رشد و زمان جوانه‌زنی در آزمایشگاه تا ۷۸ درصد شد.

#### شاخص جوانه‌زنی

شاخص جوانه‌زنی بذر از مجموع نسبت تعداد کل بذرهای جوانه زده به تعداد روزهای پس از کاشت بدست آمده است. این شاخص نشان می‌دهد هر چه قدر طول دوره انبارداری افزایش یابد، شاخص جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. نتایج نشان داد که اثر ساده شکل بذر، اسمو و هیدروپرایمینگ در شاخص جوانه‌زنی معنی‌دار بود. این در حالی بود که اثر متقابل شکل بذر با هیدروپرایمینگ نیز معنی‌دار ( $p \leq 0.01$ ) بود (جدول ۱). شاخص جوانه‌زنی

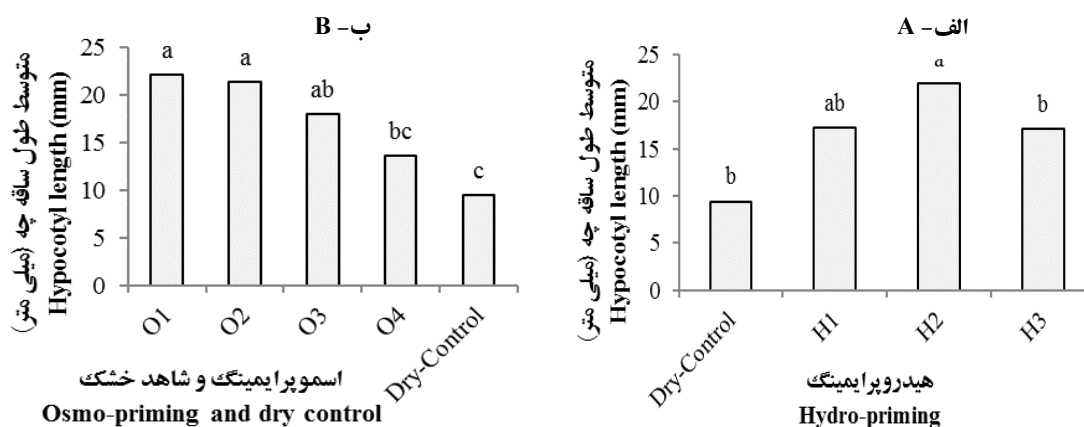
خالص (پتانسیل اسمزی صفر) و سایر سطوح پتانسیل اسمزی نشان داد افزایش پتانسیل اسمزی منجر به کاهش متوسط طول ساقه چه شد. به طوری که بیشترین متوسط طول ساقه چه

خالص (پتانسیل اسمزی صفر) و سایر سطوح پتانسیل اسمزی نشان داد افزایش پتانسیل اسمزی منجر به کاهش متوسط طول ساقه چه شد. به طوری که بیشترین متوسط طول ساقه چه



شکل ۴- الف: اثر اسموپرایمینگ (O1=0, O2=-6, O3=-10, O4=-14 بار) و تیمار شاهد خشک روی شاخص جوانه زنی شکل‌های مختلف بذر همیشه بهار و ب: اثر هیدروپرایمینگ (H1, H2, H3 به ترتیب ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت خیس خوردگی) روی شاخص جوانه زنی بذر همیشه بهار.

Figure 4- A- Effect of Osmo-priming (O1 = 0, O2 = -6, O3 = -10 and O4 = -14 bar) and dry control on seed germination index of different seed shapes and B- Effect of Hydro-priming (H1, H2 and H3 equivalent to 8, 16 and 24 hours wetting, respectively) seed germination index of Marigold.



شکل ۵- الف: اثر هیدروپرایمینگ (H1, H2, H3 به ترتیب ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت خیس خوردگی)

و ب: اثر اسموپرایمینگ (O1=0, O2=-6, O3=-10, O4=-14 بار) و تیمار شاهد خشک روی متوسط طول ساقه چه همیشه بهار

Figure 5- A- Effect of Hydro-priming (H1, H2 and H3 equivalent to 8, 16 and 24 hours wetting, respectively).and B- effect of Osmo-priming (O1 = 0, O2 = -6, O3 = -10 and O4 = -14 bar) and dry control on hypocotyl length of Marigold.

ساعت در آب خالص قرار گرفتند بیشترین درصد جوانه‌زنی مشاهده شد. سرعت جوانه‌زنی نیز در تیمارهای ۸ و ۱۶ ساعت هیدروپرایمینگ در بیشترین مقدار خود بود. در مورد شاخص جوانه‌زنی نیز نتایج مشابه مشاهده شد. به این ترتیب که بر اساس نتایج بدست آمده تیمار اسموپرایمینگ ۶-بار و هیدروپرایمینگ ۸ ساعت خیس خوردگی بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی نسبت به تیمار شاهد خشک را در بر داشته و قابل توصیه هستند. همچنین بیشترین مقدار درصد، سرعت و شاخص جوانه‌زنی در بذره‌ای با شکل هلالی مشاهده شد.

به طور کلی ظهور و جوانه‌زنی آهسته اغلب منجر به تولید گیاهان کمتر و کوچکتر می‌شود که به تنش‌های مختلف زیستی و غیر زیستی حساس و آسیب پذیر خواهند بود (Ashraf and Foolad, 2005). عمل پرایمینگ می‌تواند در کاهش تاثیرات منفی عوامل مختلف در زمان جوانه‌زنی و پس از آن اثرگذار بوده و استقرار بعدی گیاهان را بهبود ببخشد. عملیات پرایمینگ بذر با افزایش فعالیت میتوکندری و افزایش در فعالیت‌های تنفسی، همچنین افزایش سنتز ATP، RNA، DNA و پروتئین سازی در نهایت منجر به افزایش عملکرد بذر در جوانه‌زنی می‌شود (Shivankar et al., 2003). از اینرو استفاده از پرایمینگ می‌تواند در ایجاد جوانه‌زنی یکنواخت و با سرعت مناسب موثر باشد. علاوه بر این در گیاهان دارای چندشکلی بذر، شناخت خصوصیات جوانه‌زنی شکل‌های مختلف بذور می‌تواند در مدیریت تولید و تکثیر این گیاهان از طریق بذر، نقش مهمی را ایفا کند. نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از هیدرو و اسموپرایمینگ برای بذور هلالی شکل بیشترین بازدهی در جوانه‌زنی گیاه دارویی همیشه بهار را به همراه داشت.

در طی مراحل جذب آب توسط بذر محتوای آب بذر تا حد اشباع پیش می‌رود، در این مرحله است که کمی مانده تا ریشه‌چه ظاهر شود. پرایمینگ تا این مرحله دارای اثرات مثبت خواهد بود اما افزایش مدت زمان پرایمینگ از این مرحله به بعد تاثیرات منفی را بر جوانه‌زنی بذر خواهد داشت. بذره‌ای پرایم شده با کارایی بیشتری آب را جذب می‌کنند که دلیل این امر آن است که فعالیت‌های متابولیکی در طی فرایند جوانه‌زنی خیلی زودتر از ظهور ریشه‌چه و ساقه‌چه آغاز شده است (Hopper et al., 1979).

### نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی پرایمینگ بذر اثرات مثبتی در جوانه‌زنی و رشد بعدی گیاه دارد، که این اثرات مثبت به دلیل اثرات تحریکی روی جوانه‌زنی و مراحل بعد از آن است (Kaya et al., 2006; Matilla et al., 2005; Murungu et al., 2003; Sun et al., 2010) با این حال در برخی مطالعات نیز نتایجی متضاد حاصل آمده است. این مطالعه با هدف بررسی پاسخ جوانه‌زنی و خصوصیات جوانه‌زنی شکل‌های مختلف بذر گیاه دارویی همیشه بهار به تیمارهای مختلف پرایمینگ انجام شد. نتایج نشان داد که درصد جوانه‌زنی، سرعت و شاخص جوانه‌زنی در بذور هلالی شکل همیشه بهار رقم پرپر در بیشترین مقدار خود بود. بررسی درصد جوانه‌زنی تحت تیمارهای مختلف اسمو و هیدروپرایمینگ نشان داد که جوانه‌زنی شکل‌های مختلف بذر همیشه بهار تحت تاثیر سطوح مختلف اسموپرایمینگ قرار گرفته و تا سطح ۶- و ۱۰- افزایش یافت. این در حالی بود که درصد جوانه‌زنی تمام شکل‌های بذری همیشه بهار در سطح ۱۴- بار کاهش یافت. بیشترین سرعت جوانه‌زنی هر سه شکل بذر نیز در سطح ۶- بار اسمو پرایمینگ بدست آمد. در مورد تیمارهای هیدروپرایمینگ، زمانی که بذور به مدت ۸

## Reference

## منابع

- Agrawal, R. L. 2004.** Seed technology Oxford and IBH publishing Co. LTD., New Dehli.
- Alizadeh, A. 2001.** Soil-Water plant relationship Imam Reza University publishing Co., Mashhad, Iran. (In Persian)
- Argerich, C.A., and K. J. Bradford. 1989.** The effects of priming and ageing on seed vigour in tomato. J. Exp. Bot. 40:599-607.
- Ashraf, M., and M. Foolad 2005.** Pre-Sowing Seed Treatment-A Shotgun Approach to Improve Germination, Plant Growth, and Crop Yield Under Saline and Non-Saline Conditions. Adv. Agron.88:223-271.
- Azzaz, N., E. Hassan, and F. El-Emarey. 2007.** Physiological, anatomical, and biochemical studies on pot marigold (*Calendula officinalis* L.) plants. Pp. 1727-1738. In Afr. Crop. Sci. Conf. Proc. 8th , 27-31 Oct. 2007. El-Minia, Egypt.
- Basch, E., S. Bent, I. Foppa, S. Haskmi, D. Kroll, M. Mele, P. Szapary, C. Ulbricht, M. Vora, and S. Yong. 2006.** Marigold (*Calendula officinalis* L.) An Evidence-Based Systematic Review by the Natural Standard Research Collaboration. J. Herbal Pharmacother. 6:135-159.
- Baskin, J. M., and C. C. Baskin. 2004.** A classification system for seed dormancy. Seed Sci. Res. 14:1-16.
- Bayat, P., M. Ghobadi, M. E. Ghobadi, and G. R. Mohammadi. 2016.** Evaluation the Ability of Standard Germination Test to Predict Emergence and Establishment of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Seedlings in Field. Iranian J. Seed Sci. Technol. 5:27-38. (In Persian)
- Bewley, J. D., and M. Black. 1982.** Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination. Pp 387. In vol 2: Viability, dormancy and environmental control Springer-Verlag, Berlin.
- Bradford, K. J. 1986.** Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Hort. Sci. 21(5): 1105-1112.
- Bradford, K.J., J. J. Steiner, and S. E. Trawatha. 1990.** Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. Crop Sci. 30:718-721.
- Chojnowski, M., F. Corbineau, and D. Côme. 1997.** Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsequent drying, storage and aging. Seed Sci. Res. 7:323-332.
- Datta, K.S., and J. Dayal. 1991.** Studies on germination and early seedling growth of gram (*Cicer arietinum* L.) as affected by salinity. Pp 273-276. In K. K. Dhir, I. S. Dua and K. S. Chark (Eds.), New Trends in Plant Physiology. Today and Tomorrow Printers & Publishers, New Delhi, India.
- El-Keblawy, A. 1999.** Hyper-variable seed heteromorphy in Egyptian *Calendula micronatha* Tineo et Guss: effects on Achene dormancy and progeny traits. Union Arab Biol. Cairo. 9:351-370.
- Ghassemi-Golezani, K., A. A. Aliloo, M. Valizadeh, and M. Moghaddam. 2008.** Effects of hydro and osmo-priming on seed germination and field emergence of lentil (*Lens culinaris* Medik.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 36: 29-33.
- Harris, D., A. Joshi, P. Khan, P. Gothkar, and P. Sodhi. 1999.** On-farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. Exp. Agric. 35:15-29.
- Harris, D., A. Rashid, Miraj G., M. Arif, and H. Shah. 2007.** 'On-farm' seed priming with zinc sulphate solution—A cost-effective way to increase the maize yields of resource-poor farmers. Field Crops Res. 102:119-127.
- Heydecker, W., and P. Coolbear. 1977.** Seed treatments for improved performance-survey and attempted prognosis. Seed Sci. Technol. 5:3-425.
- Hopper, N., J. Overholt, and J. Martin. 1979.** Effect of cultivar, temperature and seed size on the germination and emergence of soya beans (*Glycine max* (L.) Merr.). Ann Bot 44:301-308.

- Imbert, E. 2002.** Ecological consequences and ontogeny of seed heteromorphism. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 5:13-36.
- Kalvatchev, Z., R. Walder, and D. Garzaro. 1997.** Anti-HIV activity of extracts from *Calendula officinalis* flowers. *Biomed. Pharmacother.* 51:176-180.
- Kaya, M. D., G. Okçu, M. Atak, Y. Çikılı, and Ö. Kolsarıcı. 2006.** Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Eur. J. Agron.* 24:291-295.
- Khajeh-Hosseim, M., A. A. Powell, and J. Bingham. 2003.** The interaction between salinity stress and seed vigour during germination of soybean seeds. *Seed Sci. Technol.* 31:715-725.
- Khan, M. A., and I. A. Ungar. 2001.** Alleviation of salinity stress and the response to temperature in two seed morphs of *Halopyrum mucronatum* (Poaceae). *Aust. J. Bot.* 49:777-783.
- Liu Y., H. W. Horst, S. P. Groot, and R. J. Bino. 1997.** Amounts of nuclear DNA and internal morphology of gibberellin-and abscisic acid-deficient tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds during maturation, imbibition and germination. *Ann. Bot.* 79:161-168.
- Marini, R. P. 2003.** Approaches to analyzing experiments with factorial arrangements of treatments plus other treatments. *Hort. Sci.* 38: 117-120.
- Matilla, A., M. Gallardo, and M. I. Puga-Hermida. 2005.** Structural, physiological and molecular aspects of heterogeneity in seeds: a review. *Seed Sci. Res.* 15:63-76.
- Muley, B., S. Khadabadi, and N. Banarase. 2009.** Phytochemical constituents and pharmacological activities of *Calendula officinalis* Linn (Asteraceae): a review. *Trop. J. Pharm. Res.* 8: 455-465.
- Murungu, F., P. Nyamugafata, C. Chiduzza, L. Clark, and W. Whalley. 2003.** Effects of seed priming, aggregate size and soil matric potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and maize (*Zea mays* L.). *Soil Till. Res.* 74:161-168.
- Ruan S., Q. Xue, and K. Tylkowska 2002.** Effects of priming on germination and health of rice (*Oryza sativa* L.) seeds. *Seed sci. and technol.* 30:451-458.
- Samsamshariat, S. 2003.** Production and reproduction of medicinal plants Mani press, Esfahan, Iran. pp. 420. (In Persian)
- Scott, S. J., R. A. Jones, and W. A. Willams. 1984.** Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Sci* 24:1192-1199.
- Shivankar, R., D. Deore, and N. Zode. 2003.** Effect of pre-sowing seed treatment on establishment and seed yield of sunflower. *J. Oilseeds Res.* 20:299-300.
- Singh, B.G. 1995.** Effect of hydration-dehydration seed treatments on vigour and yield of sunflower. *Indian J. Plant Physiol.* 38:66-68.
- Sivritepe, N., H. Sivritepe, and A. Eris. 2003.** The effects of NaCl priming on salt tolerance in melon seedlings grown under saline conditions. *Scientia Horticulturae.* 97:229-237.
- Sun, Y. Y., Y. J. Sun, M. T. Wang, X. Y. Li, X. Guo, R. Hu, and J. Ma. 2010.** Effects of Seed Priming on Germination and Seedling Growth Under Water Stress in Rice. *Acta Agronomica Sinica.* 36:1931-1940.
- Tajbakhsh, M. 1996.** Seed, identification, control and certification Ahrar press, Tabriz, Iran. (In Persian)
- Vidal-Ollivier, E., R. Elias, F. Faure, A. Babadjamian, F. Crespin, G. Balansard, and G. Boudon. 1989.** Flavonol glycosides from *Calendula officinalis* flowers. *Planta Medica.* 55:73-74.
- Wang, L., Z. Huang, C. C. Baskin, J. M. Baskin, and M. Dong. 2008.** Germination of Dimorphic Seeds of the Desert Annual Halophyte *Suaeda aralocaspica* (Chenopodiaceae), a C4 Plant without Kranz Anatomy. *Ann. Bot.* 102:757-769.
- Wang, Y., J. Zhang, H. Liu, and X. Hu. 2004.** Physiological and ecological responses of alfalfa and milkvetch seed to PEG priming. *Acta. Ecol. Sin.* 24:402-408.

**Wei, Y., M. Dong, and Z. Y. Huang. 2007.** Seed polymorphism, dormancy and germination of *Salsola affinis* (Chenopodiaceae), a dominant desert annual inhabiting the Junggar Basin of Xinjiang, China. *Aust. J. Bot.* 55:464-470.

**Zhang, J. 1995.** Differences in phenotypic plasticity between plants from dimorphic seeds of *Cakile edentula*. *Oecologia.* 102:353-360.