

القاء جوانه‌زنی بذر و واکنش رشدی گیاهچه گل پامچال (*Primula vulgaris* L.) به تیمارهای مختلف خراش دهی مکانیکی و پیش تیمار شیمیایی

بیژن قاضی نظامی^۱، نورعلی ساجدی^{۲*}

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آشتیان، آشتیان، ایران

۲. دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۱۷)

چکیده

به منظور القاء جوانه‌زنی بذر و واکنش رشدی گیاهچه گل پامچال به تیمارهای مختلف خراش دهی مکانیکی و پیش تیمار شیمیایی، آزمایشی به صورت طرح کاملاً تصادفی با تیمارهای شاهد (بذر بدون تیمار)، خراش دهی بذر (سمباده نرم به مدت سه دقیقه)، تیمار بذر با آب گرم ۷۰ و ۹۰ درجه سانتی گراد، پرمیننگ با نیترات پتاسیم ۲ و ۴ درصد، اسید جیبرلیک با غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم در لیتر در سه تکرار در سال ۱۳۹۲ انجام شد. نتایج نشان داد که تیمارهای خراش دهی، آب گرم ۷۰ و ۹۰ درجه سانتی گراد، جیبرلیک اسید ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم در لیتر درصد ظهور گیاهچه را نسبت به شاهد افزایش دادند. بیشترین درصد ظهور گیاهچه در تیمار جیبرلیک اسید ۲۵۰ میلی گرم در لیتر بود. تیمار بذر با نیترات پتاسیم ۲ و ۴ درصد متوسط زمان ظهور گیاهچه را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۶۱/۲ و ۵۱/۷ درصد کاهش دادند. بیشترین ضریب سرعت جوانه زنی معادل ۰/۰۹۴۶ و ۰/۰۹۲۶ از تیمارهای نیترات پتاسیم ۲ و ۴ درصد حاصل شد. بیشترین طول گیاهچه (۵/۵۳ سانتی متر)، وزن خشک گیاهچه (۰/۰۲۹۹ گرم) و شاخص بنیه وزنی گیاهچه (۱/۵۱) از تیمار جیبرلیک اسید ۲۵۰ میلی گرم در لیتر حاصل شد. استفاده از تیمارهای خراش دهی، آب گرم ۷۰ و ۹۰ درجه سانتی گراد، تیمارهای جیبرلیک اسید ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم در لیتر به طور معنی داری شاخص بنیه وزنی گیاهچه را نسبت به شاهد افزایش دادند. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که پیش تیمار بذر گل پامچال با جیبرلیک اسید ۲۵۰ میلی گرم در لیتر باعث بهبود جوانه زنی و خصوصیات رشدی گیاهچه شد.

کلمات کلیدی: خواب بذر، گل پامچال (*Primula vulgaris*)، جیبرلیک اسید، درصد جوانه‌زنی.

Seed Germination Induction and Response of Seedling Growth of Primrose (*Primula vulgaris*) to Different Treatments of Mechanical Scarification and Chemical Pre-treatment

B. Ghazi Nezami¹, N.A. Sajedi^{2*}

1. M.Sc. Graduate in seed science and technology, Islamic Azad University, Ashtian Branch, Ashtian, Iran.

2. Associate Prof. Department of Agronomy and plant Breeding, Islamic Azad University. Arak Branch, Arak, Iran.

(Received: Aug. 23, 2017 – Accepted: Aug. 08, 2018)

Abstract

In order to seed germination induction and response of seedling growth of *Primula vulgaris* to different treatments of mechanical scarification and chemical pre-treatment, an experiment was carried out in completely randomized design with treatments of control, seed scarification (for 3 minute), warm water 70 and 90°C, priming with potassium nitrate at the rate of 2 and 4%, gibberellic acid at the concentration of 250 and 500 mg/L with three replicates in 2013. The results showed that treatments of seed scarification, warm water 70 and 90°C and gibberellic acid of 250 and 500 mg/L increased the seedling emergence percentage compared to the control. The maximum of the daily emergence percentage recorded from gibberellic acid of 250 mg/L. Seed treatment with potassium nitrate of 2 and 4% decreased the mean emergence time by 61.2 and 51.7% compared with the control, respectively. The highest emergence rate coefficient equal to 0.094 and 0.092 was achieved from seed treatment with potassium nitrate of 2 and 4%. The maximum seedling length (5.53 cm), seedling dry weight (0.029 g), seedling vigor weight index (1.15) was obtained at gibberellic acid of 250 mg/L treatment. Treatments of seed scarification, warm water 70 and 90°C, gibberellic acid at the concentration of 250 and 500 mg/L increased seedling vigor weight index compared to the control, significantly. In general, seed pre-treatment of *Primula vulgaris* with gibberellic acid of 250 mg/L was improved germination and seedling growth indices.

Keywords: Emergence percentage, Gibberellic acid, Seed dormancy, *Primula vulgaris*

* Email: n-sajedi@iau-arak.ac.ir

مقدمه

گل پامچال با نام علمی *Primula vulgaris* از تیره *Primulaceae* یکی از گل‌های مورد استفاده در فضای سبز به ویژه در ایام نوروز می‌باشد که به صورت گلدانی عرضه می‌شود. نام *Primula* یا پامچال از کلمه *Primary* به معنای نخستین مشتق شده است و بیانگر این است که در بهار زود رشد می‌کند و گل می‌دهد (Liberty Hyde Bailey Hortorium, 1976). بیش از ۴۰۰ گونه از گل پامچال در تیره *Primulaceae* وجود دارد (Griffiths, 1994). منشاء گل پامچال نیمکره شمالی، چین، اروپا و مدیترانه می‌باشد (Ward, 1997) و این گونه تنها از طریق بذر تکثیر می‌شود (Ward, 1997; Nau, 1999).

رکود بذر را می‌توان بصورت عدم موفقیت موقتی یا وجود مانع در یک بذر زنده برای جوانه‌زنی کامل در شرایط مطلوب فیزیکی تعریف نمود (Koorneef et al., 2002). ظاهراً رکود به این دلیل رخ می‌دهد که از جوانه‌زنی نابهنگام بذر در شرایط فصلی نامطلوب جلوگیری می‌کند تا از این طریق بقاء و رشد گیاهچه‌های در حال ظهور و توانایی تولید مثل بعدی را حفظ کند. بنابراین وقوع دوره رکود، بخشی از مزایای انتخاب گونه‌های موجود در طبیعت است. اما این امر، صفت مطلوبی در محصولات کشاورزی نمی‌باشد زیرا جوانه‌زنی را به تأخیر انداخته و منجر به عدم هماهنگی در استقرار گیاهان می‌شود (Paulsen and Auld, 2004). خواب اولیه^۱ بخشی از برنامه‌نوی درونی بذر است تا زمانی که روی گیاه مادر قرار دارد، خواب اولیه یا در طی پس‌رسی دانه در شرایط خشک یا بوسیله تیمارهای خاصی در بذرهای آماس یافته مانند سرمادهی، نور، مصرف هورمون‌هایی از قبیل براسینواستروئیدها، جیبرلین‌ها و اتیلن شکسته می‌شود (Kucera et al., 2005). شکستن خواب در بذرهای تازه برداشت شده برای بهبود جوانه‌زنی ضروری می‌باشد. برای

شکستن خواب بذر به انواع مختلفی از تیمارها نیاز می‌باشد تا بتوان بذر را برای فصل بعدی آماده جوانه‌زنی نمود (Shanmugavalli et al., 2007). از جمله تیمارهای مهم در شکستن رکود فیزیکی با استفاده از روش‌های خراش دهی مکانیکی و خراش دهی شیمیایی می‌باشد، برای شکستن خواب در بذرهایی که دارای خواب از نوع مورفوفیزیولوژیکی می‌باشند، بذرها باید در معرض یکی از انواع تیمارهای سرما، گرما، اسید جیبرلیک و مواد شیمیایی قرار گیرند (Otroshy et al., 2009). در گیاه آراییدوپسیس، بیوسنتز جیبرلیک اسید در بذرها در ریشه‌چه انجام می‌شود، و بر اساس این واقعیت است که جیبرلیک اسید آزاد شده از جنین، از طریق تحریک بیان ژن‌های دخیل در تغییر و توسعه دیواره سلولی باعث سست شدن پوشش‌های بذر می‌شود (Finkelstein et al., 2008).

باسکین و همکاران (Baskin and Baskin, 2004) سه سطح خواب شامل خواب عمیق، متوسط و کم عمق برای خواب فیزیولوژیکی تعیین کردند و بذرهایی که دارای خواب فیزیولوژیکی کم عمق هستند دارای پنج ویژگی می‌باشند، (۱) معمولاً جنین، گیاهچه نرمال تولید می‌کند (۲) جیبرلین باعث بهبود جوانه‌زنی می‌شود (۳) بسته به نوع گونه سرمادهی مرطوب بین صفر تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد و گرمادهی مرطوب بین ۱۵ درجه سانتی‌گراد باعث شکستن خواب می‌شود (۴) بذرها ممکن است با انبارداری خشک پس‌رسی شوند و (۵) خراش دهی ممکن است باعث شکستن خواب شود.

جوانه‌زنی در بذر گل پامچال بصورت نامنظم انجام می‌شود (Dole and Wilkins, 1999). در خصوص نوع خواب بذر گل پامچال اطلاعات دقیقی در دست نیست، برخی نوع خواب آن را مورفولوژیکی و برخی فیزیولوژیکی می‌دانند (Baskin and Baskin, 2004). گزارش شده است که در تیره پامچال سانان خفتگی مورفولوژیکی دیده می‌شود، شرایطی که باعث القاء جوانه‌زنی این بذرها می‌شود شامل مواجه کردن با دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد، دماهای متناوب و کاربرد مواد

^۱. Primary dormancy

در لیتر به مدت یک ساعت و تیمارهای آب گرم ۷۰ و ۹۰ درجه سانتی‌گراد در زمان پنج دقیقه بودند. در این تحقیق از بذر اصلاح شده پامچال پُر پُر با نام علمی *Perimula vulgaris* (syn. *P. acaulsi*) Yellow cultivar استفاده شد. بذرهای از شرکت ماهونای سبز واقع در شهرستان رامسر تهیه شد. بذرهای قبل از تیمار با محلول هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد به مدت ۱۵ دقیقه ضدعفونی سطحی شده (Ajmal Khan and Zia, 2007) و سپس سه مرتبه با آب جاری شستشو داده شدند. در این آزمایش از محیط کشت پیت ماس (۹۰ درصد پیت ماس + ۱۰ درصد رس، pH ۵ تا ۵/۵) در سینی‌های پلاستیکی با ابعاد ۵۰ × ۳۰ سانتی‌متر استفاده شد. هر سینی حاوی ۷۳ حفره به عمق ۷ سانتی‌متر بود که برای هر تیمار در هر تکرار تعداد ۱۰۰ عدد بذر (۵۰ حفره و در هر حفره ۲ عدد بذر کشت شد) در عمق یک سانتی‌متری در تاریخ ۹۲/۶/۱۰ کشت شدند. دمای گلخانه در طول دوره آزمایش ۲۰-۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۰-۵۰ درصد بود. آزمایش از کاشت تا اندازه‌گیری صفات گیاهچه ۳۰ روز طول کشید. در طول آزمایش آبیاری تیمارها با آب معمولی بر اساس نیاز به صورت مشاهده‌ای انجام شد. برای تعیین درصد سرعت ظهور گیاهچه، پس از شروع ظاهر شدن گیاهچه‌ها هر روز تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده شمارش شدند و شمارش تا زمانی ادامه یافت که هیچ گیاهچه‌ای ظاهر نشد. گیاهچه‌های غیرطبیعی بصورت جداگانه شمارش شدند. تشخیص گیاهچه‌های غیرعادی بر اساس الگوهای ارایه شده توسط انجمن بین‌المللی آزمون بذر^۱ و اتحادیه رسمی آنالیزگران بذر^۲ بود، بر اساس این الگو گیاهچه‌هایی غیرعادی بودند که ویژگی‌هایی از قبیل فقدان یک ساختار ضروری از جمله ریشه چه، محور بالای لپه و لپه، شکل غیر عادی و تاب‌خورده یا نظایر آنها، کاهش بسیار زیاد در رشد و کاهش قدرت گیاهچه را نشان دهند (Akram Gaderi et al., 2009).

شیمیایی مانند اسید جیبرلیک و نیترات پتاسیم (Alaey et al., 2007). گزارش شده است که تیمارهای اسید جیبرلیک باعث بهبود جوانه‌زنی در گل پامچال می‌شوند (McNertney et al., 1991). در آزمایشی گزارش نمودند که پیش‌تیمار بذر هیبرید گل پامچال با اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۱۲ ساعت باعث افزایش درصد جوانه‌زنی شد، در صورتی که اسید جیبرلیک تأثیری بر جوانه‌زنی گل پامچال انگلیسی نداشت (Miller and Holcomb, 1982). گزارش شده است که غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید و ۲ درصد نیترات پتاسیم بر صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، تعداد برگ، طول ریزوم، طول گیاهچه و وزن تر و خشک ریزوم و قطر ریزوم در گل پامچال در سطح یک درصد اثر معنی‌داری داشتند (Dadfar, 2013). در آزمایشی که به منظور شکستن خواب بذر در گل پامچال صورت گرفت، گزارش شد که بیشترین درصد جوانه‌زنی (۹۳/۶۷ درصد) از ترکیب تیماری کاربرد ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک توام با نیترات پتاسیم ۰/۲ درصد و سرمادهی در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ روز حاصل شد (Gashi et al., 2013). بنابراین هدف از این مطالعه بررسی تأثیر تیمارهای مختلف بر شکستن خواب بذر، القاء جوانه‌زنی و ویژگی‌های گیاهچه در گل پامچال بود.

مواد و روش‌ها

به منظور القاء جوانه‌زنی بذر و واکنش رشدی گیاهچه گل پامچال به تیمارهای مختلف خراش‌دهی مکانیکی و شیمیایی، آزمایشی به صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و هر تکرار شامل ۱۲ تیمار در گلخانه مجتمع گل و نهال سازمان پارک‌ها و فضای سبز اراک در شهریور ماه سال ۱۳۹۲ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد، خراش‌دهی با سمباده نرم به مدت سه دقیقه، پرایمینگ با نیترات پتاسیم با غلظت‌های ۲ و ۴ درصد به مدت ۳۰ دقیقه، اسید جیبرلیک با غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم

1. International Seed Testing Association (ISTA)

2. Association of official seed analysts (AOSA)

$$\text{سرعت روزانه ظهور گیاهچه} = \frac{1}{\text{متوسط ظهور روزانه}}$$

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و ضرایب همبستگی صفات از نرم افزار SAS و برای انجام مقایسات میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر درصد ظهور گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). استفاده از تیمارهای خراش دهی، آب گرم و جیبرلیک اسید به‌طور معنی‌داری درصد جوانه‌زنی را نسبت به شاهد افزایش دادند. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین درصد ظهور گیاهچه معادل ۶۰٪ از تیمار جیبرلیک اسید ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد که از نظر درصد جوانه‌زنی با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد. کمترین درصد ظهور گیاهچه معادل ۵/۶۶ و ۸ به ترتیب از تیمارهای نیترات‌پتاسیم ۴ درصد و نیترات‌پتاسیم ۲ درصد حاصل شد (جدول ۲). در آزمایشی که به منظور شکستن خواب بذر در گل پامچال صورت گرفت، گزارش شد که بیشترین درصد جوانه‌زنی (۹۳/۶۷ درصد) از ترکیب تیماری کاربرد ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک توام با نیترات‌پتاسیم ۰/۲ درصد و سرمادهی در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ روز حاصل شد (Gashi et al., 2013). گزارش شده است که کاربرد جیبرلیک اسید به میزان ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جوانه‌زنی بذر گیاه *Primula glaucescens* را به میزان ۹۰ درصد افزایش داد (Cerabolini et al., 2004). تیمارهای جیبرلیک اسید باعث بهبود جوانه‌زنی می‌شوند (Dole and Wilkins, 1999). جیبرلیک اسید تنظیم‌کننده اصلی رشد بوده و مسیر بیوسنتز و مسیر غیر فعال شدن آن به شدت توسط سیگنال‌های هورمونی، رشدی و محیطی کنترل می‌شوند (Yamaguchi, 2008). جیبرلیک اسید از

صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه از میانگین ۲۰ گیاهچه اندازه‌گیری شد و با ترازوی دقیق اندازه‌گیری شدند. درصد ظهور گیاهچه‌ها از رابطه زیر محاسبه شد (Hay and Gamble, 1987).

$$\text{درصد ظهور گیاهچه} = N/K \times 100$$

در این رابطه N تعداد گیاهچه سبز شده در آخرین شمارش، K تعداد کل بذور کشت شده در هر واحد آزمایشی می‌باشند. شاخص متوسط زمان ظهور گیاهچه (GMT) بر اساس معادله الیس و رابرتز (Ellis and Roberts, 1980) به صورت زیر محاسبه شد.

$$MGT = \frac{\sum Dn}{\sum n}$$

که در آن n تعداد گیاهچه‌ای است که در روز D ظاهر شده است و D تعداد روزهایی است که شروع ظهور شمارش انجام شده است. برای محاسبه شاخص بنیه طولی و وزنی گیاهچه از فرمول‌های زیر استفاده شد (Kim and Kang, 1987).

= شاخص بنیه طولی گیاهچه

طول گیاهچه (سانتی متر) × درصد جوانه‌زنی

= شاخص بنیه وزنی گیاهچه

وزن گیاهچه (گرم) × درصد جوانه‌زنی

متوسط ظهور روزانه گیاهچه از فرمول‌های زیر محاسبه شد (Hunter and Kannenberg, 1972).

$$\text{درصد جوانه زنی نهایی} = \frac{\text{متوسط ظهور روزانه گیاهچه}}{\text{تعداد روزهای تا رسیدن به حداکثر گیاهچه نهایی}}$$

سرعت روزانه ظهور گیاهچه از فرمول زیر محاسبه شد (Maguire, 1962).

گیاه دارویی سیاهدانه بیشترین درصد جوانه‌زنی به ترتیب از تیمارهای سولفات روی ۰/۳ و ۰/۵ درصد و همچنین تیمارهای جیبرلیک اسید ۵۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر و کمترین درصد جوانه‌زنی به ترتیب از نیترات پتاسیم ۴ و ۳ درصد حاصل شد.

با توجه به نتایج استفاده از تیمارهای خراش‌دهی، آب گرم ۷۰ و ۹۰ درجه، جیبرلیک اسید ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری درصد جوانه‌زنی را نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۲).

بین بردن خواب بذر را بوسیله اثرات متقابل پیچیده با آبسزیک اسید و فاکتورهای محیطی تنظیم می‌کند، تغییرات در بیوسنتز و تجزیه آبسزیک اسید در جنین *Fagus sylvatica* در طی شکستن خواب دیده شده است (Le Page-Degivry, 1998). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کمترین درصد ظهور گیاهچه معادل ۵/۶۶ و ۸ به ترتیب از تیمارهای نیترات پتاسیم ۴ درصد و نیترات پتاسیم ۲ درصد حاصل شد. نتایج پژوهش ملک زاده و همکاران (Malekzade et al., 2016) نشان داد که در

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آماده سازی بذر بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه گل پامچال رقم گل زرد

Table 1-Analysis of variance effect of seed preparation treatments on some of seed germination indices and seedling growth of *Primula vulgaris* yellow flower cultivar

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد ظهور گیاهچه Seedling emergence percentage	متوسط زمان ظهور گیاهچه (روز) Mean time of emergence (day)	متوسط روزانه ظهور گیاهچه (روز) Mean seedling emergence daily (day)	سرعت روزانه ظهور گیاهچه (بذر در روز) Rate seedling emergence daily (seed per day)	تعداد گیاهچه‌های غیر عادی Abnormal seedlings number	طول گیاهچه (سانتی متر) Seedling length (cm)
تیمار Treatment	7	1142.32**	603.26**	2.138**	1.390**	0.269**	2.174**
خطا Error	16	4.54	1.84	0.057	0.002	0.004	0.012
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	7.09	6.95	14.74	5.5	9.38	2.78

ns = غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال آماری ۵ و ۱ درصد

* and **, non significant, significant at 5% and 1% respectively

مهمی جهت تشخیص کیفیت بذر می‌باشد و بیانگر مدت زمانی (روز) است که ریشه‌چه خارج می‌شود. متوسط زمان ظهور گیاهچه شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد. این دوره هر چه کوتاه‌تر باشد، بذر از کیفیت بالاتری برخوردار است و سریع‌تر جوانه می‌زند، لذا این صفت معیار دقیقی جهت ارزیابی سرعت جوانه‌زنی می‌باشد. نتایج جدول تجزیه واریانس صفات نشان داد که

جدول ضریب همبستگی صفات نشان داد که درصد ظهور گیاهچه با صفات طول گیاهچه، شاخص بنیه طولی، شاخص بنیه وزنی و وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد همبستگی مثبت معنی‌دار و با صفت گیاهچه‌های غیرعادی در سطح احتمال ۱ درصد همبستگی منفی معنی‌دار دارد (جدول ۵).

متوسط زمان جوانه‌زنی یا ظهور گیاهچه صفت بسیار

منظور افزایش نفوذ پذیری پوسته بذر نسبت به آب و گازهای تنفسی و پایین آوردن مقاومت مکانیکی برای خروج جنین انجام می‌شود (Black et al., 2006). در بذرهایی که خواب فیزیولوژیکی کم عمق دارند، خراش دهی ممکن است باعث بهبود جوانه زنی در آنها شود (Baskin and Baskin, 2004). گزارش شده است که صفات مربوط به جوانه‌زنی با افزایش غلظت جیبرلین به طور معنی‌داری افزایش یافتند (Gupta, 2003). نتایج نشان داد که تیمار بذر با نیترات پتاسیم ۴ درصد، متوسط روزانه ظهور گیاهچه را نسبت به شاهد ۹/۳ درصد کاهش داد ولی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار نشان نداد. با توجه به نتایج، استفاده از تیمارهای خراش دهی، آب گرم ۷۰ و ۹۰ درجه، نیترات پتاسیم ۲ درصد، جیبرلیک اسید ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری متوسط روزانه ظهور گیاهچه را نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۲).

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر سرعت روزانه ظهور گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که کمترین سرعت روزانه ظهور گیاهچه معادل ۰/۳۳۲ از تیمار جیبرلیک اسید ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد. بیشترین سرعت جوانه زنی روزانه معادل ۱/۹۶ و ۱/۹۷ به ترتیب از تیمارهای نیترات پتاسیم ۴ و ۲ درصد حاصل شد که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نشان دادند. نتایج نشان داد که تیمار بذر با جیبرلیک اسید ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر سرعت روزانه ظهور گیاهچه را نسبت به شاهد ۲/۸ برابر کاهش داد. با توجه به نتایج استفاده از تیمارهای خراش دهی، آب گرم ۷۰ و ۹۰ درجه، جیبرلیک اسید ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری سرعت روزانه ظهور گیاهچه را نسبت به شاهد کاهش دادند (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیشترین تاثیر نامطلوب بر سرعت روزانه ظهور گیاهچه مربوط به تیمارهای نیترات پتاسیم ۴ و ۲ درصد بود (جدول ۲).

گزارش شده است که سرعت جوانه زنی بذرهای گیاه سیکلوکاریا *Cyclocarya paliurus* که با ۳۰۰ میلی‌گرم

اثر تیمارهای مختلف بر متوسط زمان ظهور گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). با توجه به نتایج، پرایمینگ بذر با نیترات پتاسیم ۲ و ۴ درصد متوسط زمان ظهور گیاهچه را نسبت به سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری کاهش داد. کمترین زمان ظهور گیاهچه معادل ۸ و ۸/۵ روز به ترتیب از تیمارهای نیترات پتاسیم ۲ درصد و نیترات پتاسیم ۴ درصد حاصل شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۲). بیولی و بلاک (Bewley and Black, 1994) گزارش نمودند که نیترات پتاسیم باعث افزایش مقدار سطوح اکسیژن می‌شود و این واکنش از این طریق صورت می‌گیرد که اکسیژن از سیکل اسید سیتریک به دست می‌آید. نتایج نشان داد که تیمار بذر با نیترات پتاسیم ۲ درصد و نیترات پتاسیم ۴ درصد، متوسط زمان ظهور گیاهچه را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۶۱/۲ و ۵۱/۷ درصد کاهش داد. نیترات پتاسیم به عنوان یک ماده افزایش دهنده اسمزی و در نتیجه افزایش دهنده جذب آب سبب تحریک جوانه‌زنی بذر یولاف وحشی می‌شود (McIntyre et al., 1996). میسرا و دیویدی (Misra and Dwivedi, 1980) دریافتند که خیس نمودن بذر در محلول کلرید پتاسیم ۲/۵ درصد برای مدت ۱۲ ساعت قبل از کاشت باعث افزایش عملکرد دانه در حدود ۱۵ درصد گردید. بیشترین متوسط زمان ظهور گیاهچه معادل ۳۶/۶۲ روز از تیمار جیبرلیک اسید ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد (جدول ۲). آلیس و رابرت (Ellis and Roberts, 1980) گزارش نمودند که بذرهای با قابلیت جوانه‌زنی بالاتر، معمولاً متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی پائین‌تری دارند.

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر متوسط روزانه ظهور گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین متوسط جوانه‌زنی روزانه معادل ۳ و ۲/۴۵ به ترتیب از تیمارهای جیبرلیک اسید ۲۵۰ و تیمار خراش دهی حاصل شد که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۲). روش‌های زیادی به

جیبرلیک و بیشترین سرعت جوانه‌زنی (۵/۲۲ بذر در روز) از تیمار ۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسید جیبرلیک به دست آمد. جدول ضریب همبستگی صفات نشان داد که سرعت روزانه ظهور گیاهچه با گیاهچه‌های غیرعادی در سطح احتمال ۱ درصد همبستگی مثبت معنی دار و با صفات درصد ظهور گیاهچه، طول گیاهچه، شاخص بنیه طولی، شاخص بنیه وزنی و وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد همبستگی منفی معنی دار دارد (جدول ۵).

در لیتر جیبرلیک اسید به مدت ۴۸ ساعت تیمار شدند در مقایسه با شاهد افزایش یافتند (Shengzuo *et al.*, 2006). گزارش شده است با کاربرد ۱۸ میلی گرم در لیتر اسید جیبرلیک جوانه‌زنی بذرهای گل ساعتی را به میزان ۵۷ درصد افزایش داد (Delanoy *et al.*, 2006). هادی و همکاران (Hadi *et al.*, 2011) گزارش نمودند که در گیاه دارویی مامیران بیشترین درصد جوانه‌زنی (۱۰۰ درصد) از تیمارهای ۱۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسید

جدول ۲- اثر تیمارهای خراش دهی فیزیکی، آب گرم، نیترات پتاسیم و اسید جیبرلیک بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه پامچال رقم گل زرد
Table 2- Effect of treatments of physical scarification, warm water, potassium nitrate and gibberellic acid on some of seed germination indices and seedling growth of *Primula vulgaris* yellow flower cultivar

تیمارها Treatment	درصد ظهور گیاهچه Seedling emergence (%)	متوسط زمان ظهور گیاهچه (روز) Mean time of emergence (day)	متوسط روزانه ظهور گیاهچه (روز) Mean seedling emergence daily (day)	سرعت روزانه ظهور گیاهچه (بذر در روز) Rate seedling emergence daily (seed per day)	تعداد گیاهچه‌های غیر عادی Abnormal seedlings number	طول گیاهچه (سانتی متر) Seedling length (cm)
شاهد control	15.67f	12.90 f	0.783e	1.277b	0.533d	4.10c
خراش دهی Scarification	47.67b	24.26c	2.45b	0.41ef	0.6d	4.167c
آب گرم ۷۰ درجه Warm water (70°C)	42c	27.23b	2.1bc	0.476e	0.5d	4.167vc
آب گرم ۹۰ درجه Warm water (90°C)	27e	20.53d	1.35d	0.745c	0.800C	3.767d
نیترات پتاسیم ۲ درصد KNO ₃ (2%)	8g	8g	0.866e	1.966a	1b	3e
نیترات پتاسیم ۴ درصد KNO ₃ (4%)	5.66g	8.5g	0.716e	1.967a	1.33a	2.867e
اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی گرم در لیتر GA (250 mg/L)	60a	37.62a	3a	0.332f	0.566d	5.533a
اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی گرم در لیتر GA (500 mg/L)	34.33d	17.05e	1.717cd	0.584d	0.5d	4.567b

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن است

Means followed by the same letters in each column, are not significantly different according to Duncan's multiple range test.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آماده سازی بذر بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه گل پامچال رقم گل زرد
Table 3 - Analysis of variance effect of seed preparation treatments on some of seed germination indices and seedling growth of *Primula vulgaris* yellow flower cultivar

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	وزن خشک ریشه چه Root dry weigh	شاخص طولی بینه گیاهچه Seed vigor Length index	شاخص وزنی بینه گیاهچه Seed vigor weight index	وزن تر گیاهچه Seedling Fresh weight	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight
تیمار Treatment	7	0.00001**	34662.21**	0.685**	0.0004**	0.0001**
خطا Error	16	0.00000005	106.95	0.002	0.00027	0.000008
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	7.18	7.84	10.59	20.47	20.51

ns= غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال آماری ۵ و ۱ درصد

* and **, non significant, significant at 5% and 1% respectively

داد. کمترین طول گیاهچه معادل ۳ و ۲/۸۶۷ سانتی متر به ترتیب از تیمارهای نیترا پتاسیم ۲ و ۴ درصد حاصل شد. استفاده از تیمارهای جیبرلیک اسید ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم در لیتر طول گیاهچه را نسبت به ترتیب ۳۴/۸ و ۱۱/۲ درصد افزایش دادند (جدول ۳). گزارش شده است که کاربرد ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسید جیبرلیک باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، قطر دمبرگ، طول دمبرگ در گیاه سیکلامن ایرانی شد (Mohamadi *et al.*, 2013).

جیبرلیک اسید تاثیر خود را با افزایش پتانسیل رشد جنین و تحریک آنزیم‌های هیدرولیتیکی که برای غلبه بر محدودیت‌های مکانیکی پوسته بذر لازم هستند، اعمال می‌کند (Finch-Savage and Leubner- Metzger, 2006). نئومایر و همکاران (Neumaier *et al.*, 1987) گزارش نمودند که غلظت‌های زیاد جیبرلیک اسید موجب رشد طولی بیش از حد ساقه گیاهچه‌های بنفشه ایرانی شد و در نتیجه کیفیت گیاهچه کاهش یافت.

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر وزن خشک ریشه چه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر متوسط تعداد گیاهچه‌های غیرعادی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که کمترین متوسط گیاهچه‌های غیرعادی معادل ۰/۵ از تیمارهای آب گرم ۷۰ درجه و جیبرلیک اسید ۵۰۰ میلی گرم در لیتر حاصل شد که با تیمار شاهد اختلاف معنی دار نشان ندادند. بیشترین متوسط گیاهچه‌های غیرعادی معادل ۱/۳۳ از تیمار نیترا پتاسیم ۴ درصد حاصل شد. نتایج نشان داد که تیمار بذر با آب گرم ۷۰ درجه و جیبرلیک اسید ۵۰۰ میلی گرم در لیتر گیاهچه‌های غیرعادی را ۶/۶ درصد نسبت به شاهد کاهش دادند. با توجه به نتایج استفاده از تیمارهای آب گرم ۹۰ درجه، نیترا پتاسیم ۲ و ۴ درصد به‌طور معنی داری گیاهچه‌های غیرعادی را نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۲).

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر طول گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۳). نتایج نشان داد که تنها پرایمینگ با جیبرلیک اسید ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم در لیتر طول گیاهچه را نسبت به شاهد به‌طور معنی داری افزایش

پتاسیم ۴ درصد، وزن خشک ریشه‌چه نسبت به شاهد به به‌طور معنی‌داری کاهش داد. با توجه به نتایج، استفاده از تیمارهای خراش دهی، آب گرم ۷۰ درجه، آب گرم ۹۰ درجه، جیبرلیک اسید ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری وزن خشک ریشه‌چه را نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۴).

میانگین تیمارها نشان داد بیشترین متوسط وزن خشک ریشه‌چه معادل ۰/۰۰۸۰ گرم از تیمار جیبرلیک اسید ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین وزن خشک ریشه‌چه معادل ۰/۰۰۰۷ و ۰/۰۰۰۴ گرم به ترتیب از تیمار نترات پتاسیم ۴ درصد و نترات پتاسیم ۲ درصد حاصل شد. نتایج نشان داد که تیمار بذرها با نترات پتاسیم ۲ درصد و نترات

جدول ۴- اثر تیمارهای خراش دهی فیزیکی، آب گرم، نترات پتاسیم و اسید جیبرلیک بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه پامچال رقم گل زرد

Table 4- Effect of treatments of physical scarification, warm water, potassium nitrate and gibberellic acid on some of seed germination indices and seedling growth of *Primula vulgaris* yellow flower cultivar

تیمارها Treatment	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Root dry weigh (gr)	شاخص طولی بینه گیاهچه Seed vigor Length index	شاخص وزنی بینه گیاهچه Seed vigor weight index	وزن تر گیاهچه (گرم) Seedling fresh weight (gr)	وزن خشک گیاهچه (گرم) Seedling dry weight (gr)
شاهد control	0.0026c	64.20f	0.172d	0.0206 e	0.011b
خراش دهی Scarification	0.0029c	198.66b	0.561b	0.017g	0.0117b
آب گرم ۷۰ درجه Warm water (70 °C)	0.0036b	174.96c	0.561b	0.0253d	0.0133b
آب گرم ۹۰ درجه Warm water (90 °C)	0.003c	101.63e	0.301c	0.0186f	0.0111b
نترات پتاسیم ۲ درصد KNO ₃ (2%)	0.0004d	18.13g	0.0768e	0.035b	0.0106b
نترات پتاسیم ۴ درصد KNO ₃ (4%)	0.0007d	7.63g	0.0152e	0.011h	0.0115b
اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر GA (250 mg/L)	0.0080a	332.06a	1.51a	0.0503a	0.0299a
اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر GA (500 mg /L)	0.0030c	156.70d	0.549b	0.030c	0.016b

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن است

Means followed by the same letters in each column, are not significantly different according to Duncan's multiple range test

۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که کمترین وزن خشک گیاهچه معادل

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال

گیاهچه را نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۴).

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر شاخص بنیه وزنی گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید ۲۵۰ میلی گرم در لیتر شاخص بنیه وزنی گیاهچه را نسبت به شاهد به طور معنی داری افزایش داد. کمترین شاخص بنیه وزنی گیاهچه معادل ۰/۰۷۶۸ و ۰/۰۱۵۲ به ترتیب از تیمارهای نترات پتاسیم ۲ و ۴ درصد حاصل شد. با توجه به نتایج، استفاده از تیمارهای خراش دهی، آب گرم ۷۰ درجه، آب گرم ۹۰ درجه، تیمارهای جیبرلیک اسید ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم در لیتر به طور معنی داری شاخص بنیه وزنی گیاهچه را نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۴). گزارش شده است که پیش تیمار بذر هویج با جیبرلیک اسید و سالیسیلیک اسید تاثیر مثبتی بر درصد ظهور گیاهچه، شاخص بنیه، طول ریشه چه و ساقه چه داشته است (Eisvand *et al.*, 2011).

نتایج نشان داد که شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه با متوسط ظهور گیاهچه، متوسط روزانه ظهور گیاهچه، درصد ظهور گیاهچه، طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه همبستگی مثبت و معنی دار نشان داد (جدول ۵). ورما و همکاران (Verma *et al.*, 2003) گزارش نمودند که بنیه گیاهچه با صفاتی از قبیل سرعت ظهور گیاهچه، درصد استقرار گیاهچه و عملکرد همبستگی مثبت و معنی داری دارد.

نتایج نشان داد که بیشترین تاثیر بر ویژگی های گیاهچه مربوط به تیمار بذر با ۲۵۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید بود. نتایج کلی این پژوهش نشان داد که بذرهای گل پامچال بر اساس پیشنهاد بسکسن و همکاران (Baskin and Baskin 2004) دارای خواب فیزیولوژیکی کم عمق می باشد و با استفاده از تیمار خراش دهی و جیبرلیک اسید می توان جوانه زنی و خصوصیات آن را بهبود بخشید.

۰/۱۰۶ گرم از تیمار نترات پتاسیم ۲ درصد حاصل شد. بیشترین وزن خشک گیاهچه معادل ۰/۰۲۹۹ از تیمار جیبرلیک اسید ۲۵۰ میلی گرم در لیتر حاصل شد. با توجه به نتایج، استفاده از جیبرلیک اسید ۲۵۰ میلی گرم در لیتر وزن خشک گیاهچه نسبت را به شاهد بیش از ۲/۵ برابر افزایش داد (جدول ۴). محمدی و همکاران (Mohammadi *et al.*, 2013) گزارش نمود که تیمار بذرهای سیکلامن ایرانی (*Cyclamen persicum mill.*) با جیبرلیک اسید ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم در لیتر به طور معنی داری کلیه صفات مربوط به جوانی زنی را افزایش داد.

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر وزن تر گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین وزن تر گیاهچه معادل ۰/۰۵۰ از تیمار جیبرلیک اسید ۲۵۰ میلی گرم در لیتر حاصل شد و کمترین وزن تر گیاهچه معادل ۰/۰۱۱ از تیمار نترات پتاسیم ۴ درصد حاصل شد. با توجه به نتایج، استفاده از تیمارهای آب گرم ۷۰، نترات پتاسیم ۲ درصد، تیمارهای جیبرلیک اسید ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم در لیتر و به طور معنی داری وزن تر گیاهچه را نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۴).

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر شاخص بنیه طولی گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین شاخص بنیه طولی گیاهچه معادل ۳۳۲/۰۶ از تیمار جیبرلیک اسید ۲۵۰ میلی گرم در لیتر حاصل شد، کمترین شاخص بنیه طولی گیاهچه معادل ۱۸/۱۳ و ۷/۶۳ به ترتیب از تیمارهای نترات پتاسیم ۲ و ۴ درصد حاصل شد. با توجه به نتایج استفاده از تیمارهای خراش دهی، آب گرم ۷۰ درجه، آب گرم ۹۰ درجه، تیمارهای جیبرلیک اسید ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم در لیتر به طور معنی داری شاخص بنیه طولی

جدول ۵- ضرایب همبستگی برخی صفات اندازه‌گیری شده

Table 5. Correlation coefficient of some measured traits

صفات Traits	متوسط زمان ظهور گیاهچه Mean emergence time	متوسط روزانه ظهور گیاهچه Mean seedling emergence daily	سرعت روزانه ظهور گیاهچه Rate seedling emergence daily	درصد ظهور گیاهچه Seedling emergence percentage	گیاهچه‌های غیر عادی Abnormal seedling	طول گیاهچه Seedling length	شاخص طولی بینه گیاهچه Seed vigor Length index	شاخص وزنی بینه گیاهچه Seed vigor weight index	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight
متوسط زمان ظهور گیاهچه Mean emergence time	1								
متوسط روزانه ظهور گیاهچه Mean seedling emergence daily	0.91**	1							
سرعت روزانه ظهور گیاهچه Rate seedling emergence daily	-0.86**	-0.82**	1						
درصد ظهور گیاهچه Seedling emergence percentage	0.95**	0.95**	-0.92**	1					
گیاهچه‌های غیر عادی Abnormal seedling	-0.59**	-0.59**	0.79**	-0.68**	1				
طول گیاهچه Seedling length	0.84**	0.79**	-0.83**	0.86**	-0.78**	1			
شاخص طولی بینه گیاهچه Seed vigor length index	0.95**	0.94**	-0.87**	0.97**	-0.65**	0.92**	1		
شاخص وزنی بینه گیاهچه Seed vigor weight index	0.92**	0.89**	-0.74**	0.90**	-0.53**	0.90**	0.96**	1	
وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	0.67**	0.65**	-0.45*	0.63**	-0.30 ^{ns}	0.73**	0.74**	0.85**	1

Reference

منابع

- Ajmal khan, M., and S. Zia. 2007. Alleviation of salinity effects by sodium hypochlorite on seed germination of *Limnium stocksii*. Pak J. Bot. 39(2): 503-511.
- Alaey, M., R. Naderi, V. Khalighi, and A.R. Salami. 2007. Effect of different factors on seed germination of Persian Cyclamen (*Cyclamen persicum* mill). Pajouhesh and Sazandgi. 67:36-43. (In Persian, with English Abstract).
- Baskin. C.C., and J.M. Baskin. 2004. A classification system for seed dormancy. Seed Sci. Res. 14:1-16.
- Bewley, J.D., and M. Black. 1994. Seed physiology of development and germination. Plenum Press New York. USA.
- Black, M., J.D. Bewley, and P. Halmer. 2006. The encyclopedia of seeds-science technology and uses. CAB International, London U.K.
- Copeland, L.O., and M. McDonald. 2009. Principles of seed science and technology. Translated by: Akram Gaderi, F., B. Kamkar, and A. Soltani. 2009. Jahad University of Mashhad Press.

- Cerabolini, B., R. De Andreis, R.M. Ceriani, S. Pierce, and B. Raimondi. 2004.** Seed germination and conservation of endangered species from the Italian Alps: *Physoplexis comosa* and *Primula glaucescens*. Biol Conserv. 117: 351–356.
- Dadfar, G. 2013.** Effects of GiberlicAcid , potassium nitrate and temperature on germination of *Primulavulgaris white cultivar*. M.Sc. Thesis. Univ. of Zanjan.
- Delanoy, M., P. Damme, X. Scheldeman, and J. Beltran. 2006.** Germination of *Passiflora mollissima* (Kunth), *Passiflora tricuspis* seeds. Sci. Hortic. 110: 198-202.
- Dole, J.M. and H.F. Wilkins. 1999.** Floriculture: Principles and species. Prentice cultivated in the United States and Canada.3rd ed. Macmillan, New York.
- Eisvand, H.R., S. Shahrosvand., B. Zahedi., S.Heidari, and Sh. Afroughe. 2011.** Effects of hydropriming and hormonal priming by gibberellin and salicylic acid onseed and seedling quality of carrot (*Daucus carotavar. sativus*). Iranian J. Plant Physiol. 1: 233-239.
- Ellis, R.H, and E. H. Roberts. 1980.** Towards a rational basis for testing seed quality. pp. 605-635. In P.D. Hebblethwaite (Ed.). Seed Production. Butterworths, London.
- Finch-Savage, W.E. and G. Leubner- Metzger. 2006.** Seed dormancy and control of germination. New Physiol. 171: 501-523.
- Finkelstein, R., W. Reeves, T. Ariizumi, and C. Steber. 2008.** Molecular aspects of seed dormancy. Annu. Rev. Plant Biol. 59: 387-415.
- Gashi, B., K. Abdullai, S. Fetahu, F. Millaku, M. Osmani, S. Aliu, J. R Vata, and I. Ahmeti. 2013.** Breaking Seed Dormancy in Cowslip (*Primula veris* L.) by Cold Stratification and Exogenous Application of Gibberellic Acid and Potassium Nitrate. 8th International Symposium on In Vitro Culture and Horticultural Breeding. June 2-7 University of Coimbra Portugal.
- Griffiths, M. 1994.** Index of garden plants. Timber Press, Portland, Ore. USA.
- Gupta, V. 2003.** Seed germination and dormancy breaking techniques for indigenous medicinal and aromatic plants. Journal of Medicinal and Aromatic Plants Science. 25: 402-407.
- Hadi, N., M.K. Souri, and R. Omidbigi. 2011.** Effects of pre-treatments with stratification and GA₃ acid on Germination of *Angelica glauca*and *Chelidoniummajus*. J. Hortic. Sci. 25(4): 397-403. (In Persian).
- Hay, D. J. and E. E. Gamble. 1987.** Field performance in soybean with Seeds of differing size and density. Crop Sci. 27:121-126.
- Hunter, R.B. and L.W. Kannenberg. 1972.** Effects of seed size on emergence, grain yield and plant height in corn. Canadian J. Plant Sci. 52: 252-256
- Kim, S. H. and C. Kang. 1987.** Vigor determination in barley seed by the multiple criteria. Korean J. Crop Sci. 32: 417- 427.
- Koornneef, M., L. Bentsink, and H. Hilhorst. 2002.** Seed dormancy and germination. Curr. Opin. Plant Biol. 5: 33-36.
- Kucera, B., M.A. Cohn, and G. Leubner-Metzger. 2005.** Plant hormone interaction during seed dormancy release and germination. Seed Sci. Res. 15: 281-307.
- Le Page-Degivry, G., L. Petruzzelli, R. Waldvogel, R. Vogeli-lange, and F. Meins. 1998.** Ethylene-responsive element binding protein (EREBP) expression and the transcriptional regulation of class 1 β -1, 3-glucanase during tobacco seed germination. Plant Mol. Biol. 38: 785-795.
- Liberty Hyde Bailey Hortorium. 1976.** Hortus third: A concise dictionary of plants Hall, Inc., Upper Saddle River, N.J.
- Maguire, J.D. 1962.** Speed of Germination, aind selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Crop Sci. 2:176-177.
- Malekzade, S., S. Fallah, and A. Azari. 2016.** The role of zinc sulfate and potassium nitrate on seed germination parameters improvement of black cumin (*Nigella sativa*) medicinal plant. Plant Prod. Technol. 16(2): 139-151. (In Persian, with English Abstract).

- McNertney, D., M. Khademi, and D. Koranski. 1991.** Raise your primula germination rates. *Grower Talks*. 55: (8):43, 45.
- McIntyre, G.I., A.J. Cessna, and A.I. Hsiao. 1996.** Seed dormancy in *Avena fatua*: interacting effects of nitrate, water and seed coat injury. *Physiol Plant*. 97: 291-302.
- Miller, E.A., and E.J. Holcomb. 1982.** Effect of GA₃ on germination of *Primula vulgaris* Huds. And *Primula* × *polyantha* Hort. *Hort Sci*. 17:814–815.
- Misra. N.M. and D.P. Dwivedi. 1980.** Effect of pre-sowing seed treatment on Growth and dry-matter accumulation of high-yielding wheat under rainfed conditions. *Indian J. Agron*. 25: 230-234.
- Mohamadi, O., S.N, Mortazavi, J. Mohamadi, and H. Rabi Angourani. 2013.** The effect of gibberellic acid and bed substrate on seed germination and Seedling characteristics of Persian Cyclamen (*C. persicum*). *J. Plant Prod*. 36(3): 25-33. (In Persian).
- Nau, J. 1999.** Ball culture guide. The encyclopedia of seed germination, 3rd ed. Ball Publ. Batavia, Ill.
- Neumaier, E. E., T.M. Blessington, and J.A. Price. 1987.** Effect of gibberellic acid on flowering and quality of double Persian violet. *Sci. Hortic*. 22: 908– 911.
- Otroshi, M., A. Zamani, M. Khodambashi, M.Ebrahimi, and P.C. Struik. 2009.** Effect of exogenous hormones and chilling on dormancy breaking of seeds of Asafoetida (*Ferula assafoetida* L). *Res. J. Seed Sci*. 2: 9-15.
- Paulsen, G.M. and A.S. Auld. 2004.** Pre-harvest sprouting of cereals. Pp. 199-214. In R.L. Benech-Arnold, and R.A. Sanches (Eds). *Handbook of seed physiology: applications to agriculture*. New York, USA: Food Product Press and the Haworth Reference Press New York, USA.
- Shengzuo, F., W. Jiayuan, W. Zhaoyang, and Z. Zhenxian. 2006.** Methods to break dormancy in *Cyclocarya paliurus* (Batal) Iljinskaja. *Sci. Hortic*. 110: 305- 309.
- Shanmugavalli, M., P.R. Renganayaki, and C. Menaka. 2007.** Seed dormancy and germination improvement treatments in fodder sorghum [Online]. *SAT eJournal*. Available at [www.semanticscholar.org/paper/seed-dormancy.3\(1\).doi:10.1.1.527.9695](http://www.semanticscholar.org/paper/seed-dormancy.3(1).doi:10.1.1.527.9695).
- Verma, S.S., V. Verma, and R.P.S. Tomer. 2003.** Studies on seed quality parameters in deterioration seeds in Brassica. *Seed Sci. Technol*. 31: 389-396.
- Ward, P. 1997.** Primroses and polyanthus: A guide to the species and hybrids. Batsford, London.
- Yamaguchi, S. 2008.** Gibberellin Metabolism and its Regulation. *Annu. Rev. Plant Biol*. 59:387-415.

