علوم و تحقیقات بذر ایران
سال ششم/ شماره اول/ ۱۳۹۸ (۴۶ - ۳۵)

DOI: 10.22124/jms.2019.3586

ارزیابی همبستگی سبزشدن گل راعی با جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز تحت تیمارهای افزایش کارآیی بذر

محمدرضا نعمتی خویی[۱]، علی عباسی سورکی[۲]*، سیف‌اله فلاح[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۱۹

چکیده

گل راعی به‌دلیل دارا بودن بذور ریز و کم کیفیت به‌طور معمول استقرار مطلوبی در شرایط مزرعه نشان نمی‌دهد. در مطالعه حاضر تیمارهای مختلف افزایش کارآیی بر بذرهای گل راعی اعمال و رابطه سبزشدن آن با جوانه‌زنی و فعالیت آلفاآمیلاز مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. فاکتور اول اسموپرایمینگ بذر با پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰ در پنج سطح (صفر، ۳-، ۶-، ۹- و ۱۲- بار) و فاکتور دوم استفاده از هورمون جیبرلین در چهار سطح (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بود. تجزیه واریانس نشان داد پلی‌اتیلن‌گلایکول، جیبرلین و اثرمتقابل آن‌ها به‌طور معنی‌داری بر شاخص‌های جوانه‌زنی و سبزشدن گل راعی اثر گذاشتند. کاربرد متوالی پلی‌اتیلن‌گلایکول و جیبرلین نسبت به شاهد و نیز نسبت به کاربرد جداگانه آن‌ها اثرات مطلوبی بر جوانه‌زنی، سبزشدن، بنیه بذر و فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز داشت. تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هورمون جیبرلین در سطح اسمزی ۱۲- بار بالاترین میزان جوانه‌زنی (۹۱/۵ درصد)، سبزشدن (۸۰/۵ درصد)، بنیه بذر (۳۲/۰۸) و فعالیت آلفاآمیلاز (۲۵/۲۱ درصد تجزیه نشاسته) را به خود اختصاص داد. درحالی‌که تیمار شاهد در تمام صفات اندازه‌گیری شده پایین‌ترین کارایی را داشت. نتایج نشان داد همبستگی مثبت و معنی‌داری بین سبزشدن گیاهچه گل راعی با جوانه‌زنی (r=۰/۸۹**)، شاخص بنیه بذر (r=۰/۹۵**) و فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز (r=۰/۹۲**) وجود داشت. بر اساس نتایج به‌نظر می‌رسد که کاربرد تکنیک پرایمینگ از طریق افزایش جوانه‌زنی، بنیه بذر و فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز باعث بهبود استقرار گل راعی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آلفاآمیلاز، پرایمینگ، جوانه‌زنی، سبزشدن، گل راعی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲- استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۳- استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
* نویسنده مسئول: aabasi59@yahoo.com

مقدمه

گل راعی (علف چای، هوفاریقون، گل شهناز یا هزار چشم) با نام علمی *Hypericum perforatum* L. از خانواده Hypericaceae (علف چای) از جمله گیاهان دارویی ارزشمند است که حاوی شمار زیادی از متابولیت‌های ثانویه از جمله ترپن‌ها، ترپنوئیدها، ترکیبات فنولی و مشتقات آلفاتیک است که امروزه علاوه بر استفاده‌های دارویی و درمانی و کاربرد در صنایع آرایشی و بهداشتی، به‌علت خواص ضد میکروبی بالایی که دارند به‌عنوان نگهدارنده و محافظت کننده برای کاهش فساد و افزایش زمان نگهداری مواد غذایی در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Crockett, 2010).

پرایمینگ به روش‌های بهبود جوانه‌زنی بذر گفته می‌شود که در آن‌ها آبدهی کنترل شده به بذر اعمال می‌شود. در واقع پرایمینگ روشی برای خیساندن بذر در محلول‌های اسمزی با پتانسیل آب پایین و دارای تهویه است (Haigh and Barlow, 1987). باتوجه به این‌که پرایمینگ باعث طی شدن مراحل اولیه جوانه‌زنی و تأمین برخی مواد غذایی و هورمون‌های مورد نیاز جوانه‌زنی می‌شود، بنابراین بذرهای تیمار شده در مقایسه با بذرهای شاهد جوانه‌زنی و سبزشدن سریع‌تر و یکنواخت‌تری نشان می‌دهند (Shahsavand *et al*., 2009). اسموپرایمینگ بذر باعث افزایش معنی‌دار در سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاه مرزه خوزستانی (*Satureja khuzestanica* J. Eisvand *et al*., 2013) می‌شود (مکی‌زاده تفتی و همکاران (Makizadeh Tafti *et al*., 2012) گزارش دادند که اسموپرایمینگ بذر بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) با پلی‌اتیلن‌گلایکول باعث افزایش میزان و سرعت جوانه‌زنی گیاه گردید.

پیش‌تیمار بذر با تنظیم کننده‌های رشد گیاه از جمله جیبرلین باعث ارتقاء کیفیت فیزیولوژیک بذر شده و اثرات مثبتی در رشد و نمو گیاهچه دارد (Eisvand *et al*., 2010). برخی از تنظیم کننده‌های رشد گیاه از جمله سیتوکینین، اکسین و جیبرلین عملکرد مثبتی در فرآیند جوانه‌زنی و شکست خواب بذر دارند و برخی هم در ممانعت از جوانه‌زنی و القاء خواب بذر ایفای نقش می‌کنند که می‌توان به آبسزیک اسید اشاره کرد (Wang *et al*., 1995). جیبرلین عملکردی عکس آبسزیک اسید دارد و نسبت جیبرلین به آبسزیک اسید تعیین کننده‌ی آغاز جوانه‌زنی یا تداوم خواب بذر است. این هورمون از طریق تنظیم تجزیه ذخایر بذر، کنترل کننده جوانه‌زنی و خواب بذر می‌باشد. وجود مقادیر کافی از این هورمون در بذر باعث تحریک سنتز، ترشح و فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده به‌خصوص آلفاآمیلاز می‌شود که نقش مهمی در شکسته شدن کربوهیدرات‌ها و آزاد شدن اسیدهای آمینه ضروری برای شروع و تداوم رشد جنین دارد (Vieira *et al*., 2002). پیش‌تیمار بذر با جیبرلین از طریق تشدید تولید و فعالیت آلفاآمیلاز باعث افزایش میزان و سرعت جوانه‌زنی می‌گردد (Chen and Chang., 1972). رحمانپور و همکاران (Rahmanpur *et al*., 2007) اظهار داشتند که پرایمینگ بذر گیاه لاله دم روباهی (*Eremurus olgae Regel*) با هورمون جیبرلین باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر می‌گردد. ویژگی‌های بنیه بذر اهمیت زیادی در بررسی کیفیت بذور و پیش‌بینی میزان سبزشدن در مزرعه دارند (Naderi_Darbaghshahi, 2013). پسندیده و همکاران (Pasandideh *et al*., 2014) بیان کردند که در گیاه سویا میزان نهایی ظهور و استقرار گیاهچه همبستگی مثبت و معنی‌داری با بنیه بذر دارد و بذرهایی که شاخص بنیه بالاتری دارند درصد سبزشدن بیشتری در مزرعه خواهند داشت. همچنین در پژوهشی بیات و همکاران (Bayat *et al*., 2016) بیان کردند که بین درصد و سرعت ظهور گیاهچه در مزرعه با بنیه بذر و درصد جوانه‌زنی همبستگی مثبت و معنی‌داری بر قرار است. لذا اندازه‌گیری شاخص‌های بنیه بذر، فعالیت‌های آنزیمی و میزان جوانه‌زنی می‌تواند به پیش‌بینی عملکرد بذر در مزرعه کمک کند.

بررسی مطالعات گذشته نشان می‌دهد که بذرهای گل راعی جوانه‌زنی نامناسب و غیریکنواختی دارند که سبب می‌گردد سبزشدن و استقرار آن در مزرعه کاهش یابد (Musavi *et al*., 2012; Nedkov, 2007; Perez, 2006; Cambell, 1985). با توجه به کیفیت پایین بذر گل راعی و عدم موفقیت در کشت مستقیم بذر این گیاه دارویی ارزشمند، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی کاربرد جداگانه و متوالی روش‌های پرایمینگ بر صفات بذری در آزمایشگاه و بررسی رابطه همبستگی آن‌ها با سبزشدن مزرعه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

در مهرماه سال ۱۳۹۴ آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر و گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد اجرا گردید. توده بذر در مردادماه سال ۱۳۹۴ از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد جمع‌آوری و تا زمان اجرای آزمایش در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد به‌صورت خشک نگهداری شد.

به‌منظور جلوگیری از انتشار آلودگی‌های باکتریایی و قارچی به ظروف کشت، بذرهای مورد نظر برای هر تیمار ابتدا به‌مدت ۱۰ ثانیه در اتانول ۷۰ درصد و سپس به‌مدت ۵ دقیقه در هیپوکلریت سدیم ۵ درصد ضدعفونی شدند (Varasteh *et al*, 2015). بذرها به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تحت غلظت‌های مختلف اسمزی (صفر، ۳-، ۶-، ۹- و ۱۲- بار محلول پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰) قرار گرفتند. سپس به‌وسیله آب مقطر استریل شسته شدند و پس از خشک شدن آب سطح بذر در ادامه به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در غلظت‌های مختلف هورمون جیبرلین (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) قرار داده شدند. بذرها در روی سینی گردان قرار گرفته و مرتباً هوادهی شدند. پس از اعمال تیمارها بذرها تا رسیدن به وزن اولیه در دمای اتاق و تاریکی نگهداری شدند و در این زمان هیچ گونه جوانه‌زنی مشاهده نشد. در نهایت ۴ تکرار ۵۰ تایی از بذرها به روش روی کاغذ (TP) در ظروف پتری ۹۰ میلی‌متری و چهار تکرار ۵۰ تایی از بذرها در سینی‌های نشاء کشت شد. در این آزمایش به‌منظور ارزیابی خروج گیاهچه از خاک در هنگام کشت مستقیم، از خاک معمولی مزرعه به‌عنوان بستر کاشت استفاده گردید. برای تهیه محلول‌های اسمزی مورد نیاز از PEG6000 استفاده شد که مقادیر محلول‌ها از طریق فرمول میشل و کافمن به‌دست آمد (Michel and Kaufmann, 1973).

در طی آزمون، صفات و شاخص‌های درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص وزنی بنیه بذر، فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز، میزان سبزشدن و سرعت سبزشدن اندازه‌گیری شدند. سرعت جوانه‌زنی و سبز شدن از طریق رابطه یک محاسبه شد.

رابطه (۱) $$GR = \sum(\frac{Gt}{Dt})$$

که در این رابطه GR، سرعت جوانه‌زنی؛ Gt، تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز ام و Dt، تعداد روزهای پس از کاشت می‌باشد (ISTA, 1999).

شاخص وزنی بنیه بذر با رابطه زیر محاسبه شد.

رابطه (۲) $$VI = (\frac{GP}{100}) \times SDW(mg)$$

که در این رابطه VI، شاخص وزنی بنیه بذر؛ GP، درصد جوانه‌زنی استاندارد و SDW، وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم) می‌باشد (Abdul-Baki and Anderson, 1973).

فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز

آلفا آمیلاز از جمله آنزیم‌های اصلی درگیر در فرآیند جوانه‌زنی بذر است فعالیت آین آنزیم به‌طور مستقیم تحت تأثیر روش‌های پیش‌تیمار بذر و به‌خصوص هورمون جیبرلین قرار می‌گیرد، لذا میزان فعالیت این آنزیم به روش رابرتز و وایتهاوس (Roberts and White-House, 1976) اندازه‌گیری شد. به این منظور ابتدا یک گرم از گیاهچه‌های بذری در سه میلی‌لیتر آب مقطر سرد ساییده شده و از کاغذ صافی عبور داده شدند. در مرحله بعد عصاره‌های حاصل به‌مدت ۵ دقیقه با سرعت ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و محلول شفاف رویی با استفاده از سمپلر برداشته شد و در نهایت فعالیت آلفاآمیلاز اندازه‌گیری شد. به این منظور به تعداد نمونه‌های آزمایشی (تکرار×تیمار) لوله آزمایش تهیه و به هرکدام ۰/۵ میلی‌لیتر معرف ید و یدور پتاسیم (I_2 و KI) و ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. سپس در لوله آزمایش‌های جداگانه‌ای (به تعداد عصاره‌های استخراج شده) ۳ میلی‌لیتر محلول نشاسته یک درصد، پنج میلی‌لیتر آب مقطر و یک میلی‌لیتر محلول آنزیم استخراج شده (عصاره استخراج شده از نمونه‌ها) اضافه گردید و سریع بهم زده شد. پس از گذشت ۵ دقیقه ۱ میلی‌لیتر از محلول فوق برداشته و به داخل ظروف حاوی ۰/۵ میلی‌لیتر ید و ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر ریخته شد. نشاسته در مجاورت محلول فوق رنگ آبی را ظاهر نمود. جذب تمام نمونه‌ها در طول موج ۶۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. در نهایت میزان آلفاآمیلاز در نمونه‌ها با استفاده از منحنی استاندارد نشاسته و بر حسب میزان نشاسته هیدرولیز شده محاسبه گردید (Roberts and White-House, 1976).

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد پیش‌تیمار پلی‌اتیلن‌گلایکول، جیبرلین و برهم‌کنش این دو به‌طور معنی‌داری درصد جوانه‌زنی بذر گل راعی را تحت تأثیر قرار داد و واکنش به تیمارها در سطح احتمال یک درصد از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ۱). کاربرد هورمون جیبرلین در سطح صفر اسمزی باعث افزایش میزان جوانه‌زنی شد و تیمار ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین به‌ترتیب با میانگین‌های ۸۴ و ۸۲ درصد بیشترین میزان جوانه‌زنی را سبب شدند و با افزایش غلظت هورمون از ۱۰۰۰ به ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جوانه‌زنی کاهش یافت. در سطح ۳- و ۶- بار اسمزی با افزایش غلظت جیبرلین میزان جوانه‌زنی بالاتر رفت و از بین سطوح هورمونی، تیمار ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین میزان جوانه‌زنی را به‌خود اختصاص دادند. در سطح اسمزی ۹- بار افزایش غلظت هورمون جیبرلین باعث افزایش میزان جوانه‌زنی شد اما اختلاف معنی‌داری بین سطوح ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین مشاهده نشد. همچنین کاربرد هورمون جیبرلین در پتانسیل اسمزی ۱۲- بار هم بر جوانه‌زنی اثرات مثبت داشت و در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین با میانگین ۹۱/۵ درصد بالاترین میزان جوانه‌زنی را به‌دست آمد اما با افزایش غلظت جیبرلین میزان جوانه‌زنی کاهش یافت. بررسی میانگین درصد جوانه‌زنی گل راعی نشان می‌دهد که با استفاده از پلی‌اتیلن‌گلایکول و جیبرلین میزان جوانه‌زنی افزایش می‌یابد. اما بالاترین میزان جوانه‌زنی در کاربرد متوالی آنها و هم‌افزایی این دو به‌ویژه در سطح ۱۲- بار پلی‌اتیلن‌گلایکول و غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین به‌دست آمد که با تیمارهای ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین در سطح ۹- بار اسمزی اختلاف معنی‌داری نداشت. به‌نظر می‌رسد قرار دادن بذرها در پتانسیل‌های منفی‌تر سبب می‌شود میزان آب کمی توسط بذر جذب شده و بذرها فرصت کافی جهت تکمیل فرآیندهای پیش جوانه‌زنی به‌دست آورند که به محض جذب اسید جیبرلیک این فرآیندها تکمیل شده و جوانه‌زنی بروز می‌کند (جدول ۲).

محققان معتقدند پرایمینگ بذر سبب افزایش بیوسنتز پروتئین‌ها، آنزیم‌ها، RNA ریبوزومی، تولید بیشتر DNA میتوکندریایی (Copeland and McDonald, 2002) و افزایش فعالیت آنزیم‌های آلفا و بتا آمیلاز می‌شود (Pawell, 1998) که مجموع این عوامل سبب افزایش میزان و سرعت تقسیمات سلولی و نیز افزایش رشد سلول‌ها در جنین در حال رشد و افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌گردد (Aboutalebian *et al*., 2008).

جدول ۱- میانگین مربعات اثر پیش تیمار بذر بر جوانه‌زنی، فعالیت آلفاآمیلاز و سبزشدن گل راعی

Table 1. Analysis variance of seed priming effect on seed germination, amylase activity and emergence of *Hypericum*

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	شاخص بنیه بذر Seed vigor index	فعالیت آلفاآمیلاز α-Amylase activity	درصد سبزشدن Emergence percentage	سرعت سبزشدن Emergence rate
پلی اتیلن‌گلایکول PEG	4	186.8**	77.72**	61.4**	11.7**	372.73**	0.015**
جیبرلین GA	3	1983.5**	355.8**	420.8**	223.63**	2210.76**	0.081**
PEG×GA	12	59.13**	50.86**	6.5**	3.75*	41.8*	0.0015**
خطا error	60	7.1	1.29	2.43	1.8	19.32	0.0004
ضریب تغییرات CV (%)	-	3.34	5.1	6.2	6.6	6.9	5.8

ns، * و **: به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and ** Insignificance, significant at 5% and 1% respectively

سرعت جوانه‌زنی

پیش‌تیمار پلی‌اتیلن‌گلایکول، جیبرلین و برهم‌کنش این دو به‌طور معنی‌داری سرعت جوانه‌زنی بذر گل راعی را تحت تأثیر قرار داد و واکنش به تیمارها در سطح احتمال یک درصد از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج نشان داد پیش‌تیمار هورمونی بذر گل راعی در پتانسیل

صفر اثر مطلوبی بر سرعت جوانه‌زنی داشت و با افزایش غلظت جیبرلین تا سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سرعت جوانه‌زنی بیشتر شد درحالی‌که تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در مقایسه با تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کاهش قابل ملاحظه‌ای در سرعت جوانه‌زنی داشت. در سطح اسمزی ۳- بار اگرچه کاربرد جیبرلین باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد گردید اما چنین روندی مشاهده نشد و بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به‌دست آمد. در پتانسیل اسمزی ۶- بار غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین بیشترین سرعت جوانه‌زنی را سبب شد و با بیشتر شدن غلظت هورمون این روند معکوس شد. نتایج نشان داد در پتانسیل اسمزی ۹- بار بیشترشدن غلظت هورمون باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی گردید و بالاترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین به ثبت رسید و در سطح اسمزی ۱۲- بار نیز پیش‌تیمار هورمونی سرعت جوانه‌زنی را افزایش داد و با افزایش غلظت هورمون این روند شدت گرفت. اما این افزایش سرعت به اندازه سطوح اسمزی ۶- و ۹- بار نبود. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد از بین سطوح تیماری استفاده شده غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین در سطح ۶- بار اسمزی و غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین در سطح ۹- بار اسمزی از نظر سرعت جوانه‌زنی بهتر بودند و اگرچه پیش‌تیمار اسمزی و یا هورمونی به تنهایی سرعت جوانه‌زنی را افزایش دادند اما بالاترین میزان مربوط به اثر تشدیدکنندگی آن‌ها در کاربرد متوالی دو ماده بود. احتمالاً سرعت کافی بعد از جذب مقادیر اندک آب که در طی اسموپرایمینگ به‌وجود می‌آید و مکانیسم‌های بهبود کارایی بذر را فعال می‌کند، سبب آمادگی و جوانه‌زنی سریع بذرها با اضافه‌شدن جیبرلیک اسید می‌گردد (جدول ۲). بر اساس گزارشات پرایمینگ سبب می‌شود بذر تا مرحله شروع فرآیندهای متابولیکی جوانه‌زنی آب جذب کند ولی جوانه‌زنی اتفاق نمی‌افتد. بنابراین با فراهمی شرایط لازم برای جوانه‌زنی فرآیندهای متابولیکی بذر با سرعت بیشتری انجام شده و در نتیجه سرعت جوانه‌زنی و خروج ریشه‌چه در شرایط مختلف محیطی افزایش می‌یابد (Jisha *et al*., 2013). در طول پرایمینگ بخشی از مواد غذایی بذر هیدرولیز می‌شود، سنتز پروتئین‌ها و آنزیم‌ها بیشتر و قابلیت دسترسی به ATP برای جنین افزایش می‌یابد، مجموعه این عوامل موجب رشد سریع‌تر جنین نسبت به حالت عادی شده که این امر منجر به خروج سریع‌تر ریشه‌چه و افزایش سرعت جوانه‌زنی می‌گردد (Dahal *et al*., 1990).

شاخص وزنی بنیه بذر

پیش‌تیمار بذر گل راعی با پلی‌اتیلن‌گلایکول، جیبرلین و برهم‌کنش آن‌ها به‌طور معنی‌داری شاخص وزنی بنیه بذر را تحت تأثیر قرار داد و واکنش به تیمارها در سطح احتمال یک درصد از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پیش‌تیمار هورمونی بذر گل راعی در پتانسیل صفر اسمزی باعث افزایش بنیه بذر شد و در این بین تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بالاترین بنیه بذر را داشت که با تیمارهای ۵۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اختلاف معنی‌داری نداشت. کاربرد هورمون جیبرلین در پتانسیل اسمزی ۳- بار بنیه بذر گل راعی را افزایش داد به‌طوری‌که تیمار ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر دارای بالاترین بنیه بذر بودند. در سطح اسمزی ۶- و ۹- بار پیش‌تیمار هورمونی بذر در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بالاترین بنیه بذر را سبب شد. در پتانسیل اسمزی ۱۲- بار مشاهده شد که پیش‌تیمار هورمونی بذر باعث افزایش بنیه بذر گردید و سطح هورمونی ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در مقایسه با سایر سطوح هورمونی بنیه بذر بالاتری داشت. در نگاه کلی غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هورمون در سطح اسمزی ۹- بار و غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در سطح اسمزی ۱۲- بار بالاترین شاخص ویگور را سبب شدند و پلی‌اتیلن‌گلایکول و جیبرلین بر یکدیگر اثر هم‌افزایی داشتند. (جدول ۲). بنیه بذر مجموعه‌ای از ویژگی‌های بذر است که تعیین‌کننده جوانه‌زنی و سبز شدن‌سریع و یکنواخت و نمو طبیعی گیاهچه‌ها تحت طیف وسیعی از شرایط محیطی است (Schmited, 2007). مطالعات مختلف حاکی از تأثیر مثبت پرایمینگ بر بنیه بذر است. پیش‌تیمار بذر با هورمون جیبرلین باعث افزایش بنیه بذر در گیاه زراعی گندم شد (Mirshekari, 2015). بر اساس مطالعه رحمانپور و همکاران (Rahmanpur *et al*., 2007) مشخص شد تیمار بذر گیاه دارویی لاله دم‌روباهی (*Eremurus olgae* L.) با هورمون جیبرلین باعث افزایش بنیه بذر نسبت به بذرهای شاهد گردید. در آزمایشی دیگر مشخص شد که کاربرد

جیبرلین، اسموپرایمینگ و هیدروپرایمینگ بذر در گیاه زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) باعث افزایش بنیه بذر گردید (Jabbari *et al*., 2011).

جدول ۲- مقایسات میانگین‌های اثر پیش‌تیمار بذر بر ویژگی‌های جوانه‌زنی، فعالیت آلفاآمیلاز و سبزشدن گل راعی

Table 2. Means comparison of the effect of seed priming on germination properties, α-amylase activity and emergence of *Hypericum*

غلظت PEG (bar)	غلظت GA (ppm)	GP (%)	GR 1/day	VI	αA (Breaked starch %)	EP (%)	ER (1/day)
0	0	53.5^{m}	8.6^{l}	14.79^{h}	12.49^{i}	41.5^{j}	0.225^{i}
	500	82^{fghi}	23.3^{def}	23.84^{f}	19.47^{g}	58^{fg}	0.321^{ef}
	1000	84^{defg}	28.8^{ab}	25.71^{def}	23.83^{abcd}	66^{de}	0.387^{cd}
	1500	78.5^{i}	20.3^{gh}	24.15^{f}	20.31^{fg}	60.5^{ef}	0.327^{ef}
-3	0	60.5^{l}	14.3^{k}	18.61^{g}	16.53^{h}	45^{ij}	0.256^{h}
	500	80.5^{ghi}	22.2^{ef}	24.68^{ef}	19.66^{g}	66^{de}	0.372^{d}
	1000	84.5^{cdef}	18.6^{ij}	27.25^{cd}	23.03^{bcd}	70^{cd}	0.410^{bc}
	1500	86.5^{bcd}	23.1^{ef}	26.72^{cde}	20.28^{fg}	61.5^{ef}	0.338^{e}
-6	0	68.5^{k}	17.4^{j}	20.11^{g}	17.31^{h}	50.5^{hi}	0.28^{h}
	500	82.5^{efgh}	22.4^{ef}	25.57^{def}	20.39^{efg}	66.5^{de}	0.38^{e}
	1000	85^{bcdef}	29.6^{a}	29.53^{b}	24.52^{ab}	73^{bc}	0.42^{bc}
	1500	86^{bcde}	27.5^{b}	26.81^{cde}	20.66^{efg}	63.5^{ef}	0.37^{e}
-9	0	68.5^{k}	19.1^{hi}	19.74^{g}	16.71^{h}	53.5^{gh}	0.304^{fg}
	500	83^{defgh}	22.7^{ef}	26.39^{de}	19.87^{g}	65.5^{de}	0.371^{d}
	1000	88^{abc}	24.9^{cd}	32.08^{a}	24.03^{abc}	79.5^{a}	0.455^{a}
	1500	88.5^{ab}	29.7^{a}	30.79^{ab}	22.23^{cde}	77^{ab}	0.454^{a}
-12	0	74^{j}	21.7^{fg}	20.45^{g}	17.51^{h}	52.5^{gh}	0.291^{g}
	500	80^{hi}	22.4^{ef}	23.99^{f}	20.41^{efg}	66.5^{de}	0.384^{cd}
	1000	91.5^{a}	23.8^{de}	31.91^{a}	25.21^{a}	80.5^{a}	0.451^{a}
	1500	86.5^{bcd}	25.8^{c}	28.73^{bc}	21.94^{def}	64.5^{de}	0.372^{d}
LSD Value		3.76	1.60	2.20	1.89	6.21	0.02

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

Means followed by the same letters are not significantly different at 5% probability level based on LSD test

PEG: پلی‌اتیلن‌گلایکول، GA: جیبرلین، GP: درصد جوانه‌زنی، GR: سرعت جوانه‌زنی، VI: شاخص وزنی بنیه بذر، αA: فعالیت آلفاآمیلاز، EP: میزان سبز شدن، ER: سرعت سبز شدن

PEG: Polyethylene glycols, GA: Gibberellin, GP: Germination percentage, GR: Germination rate, VI: Seed vigor index, αA: Amylase activity, EP: Emergence percentage, ER: Emergence rate

فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز

اثر پیش‌تیمار پلی‌اتیلن‌گلایکول و جیبرلین بر میزان فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز بذر گل راعی در سطح احتمال یک درصد آماری و بر هم‌کنش آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۱). به‌طورکلی مقایسه میانگین‌ها نشان داد پیش‌تیمار هورمونی بذر گل راعی در تمامی سطوح اسمزی باعث افزایش فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز گردید و تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نسبت به سایر غلظت‌های جیبرلین (صفر، ۵۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) اثر بارزتری بر افزایش فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز گذاشت. بر این اساس تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در سطوح صفر، ۳-، ۶-، ۹- و ۱۲- بار اسمزی بالاترین میزان فعالیت آنزیم را داشت. همچنین تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در مقایسه با تیمار۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اثر نسبتا بیشتری بر فعالیت آلفاآمیلاز داشت. به‌طورکلی این تیمارها درصد تجزیه نشاسته را به‌طور متوسط در حدود دو برابر نسبت به بذرهای پرایم نشده افزایش دادند و این به معنی افزایش دو برابری در فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز نسبت به شاهد است (جدول ۲). جیبرلین در رونوشت-برداری و ترجمه ژن‌های کدکننده‌ی آنزیم‌های

هیدرولیزکننده از جمله آلفاآمیلاز موثر است و سرعت تولید و میزان فعالیت این آنزیم‌ها را افزایش می‌دهد (Bewley *et al*., 2013; Taiz and Zieger, 2012). سنتز آنزیم آلفاآمیلاز همچون دیگر آنزیم‌ها و پروتئین‌ها نیاز به منابع آماده اسیدهای آمینه دارد و جیبرلین با تسهیل در هیدرولیز برخی پروتئین‌های ذخیره شده در بذر، اسیدهای آمینه مورد نیاز سنتز آلفاآمیلاز را تأمین می‌کند. در واقع آبسزیک اسید از تجزیه شدن منابع پروتئینی و تأمین اسیدهای آمینه مورد نیاز برای سنتز آنزیم جلوگیری می‌کند. بنابراین فعالیت این آنزیم تحت تأثیر تعادل دو هورمون جیبرلین و آبسزیک اسید است به‌طوری‌که افزایش میزان آبسزیک اسید باعث ممانعت از فعالیت جیرلین می‌شود و برعکس (Bewley *et al*., 2013; Taiz and Zieger, 2012). لذا کاربرد مصنوعی هورمون جیبرلین باعث افزایش نسبت GA/ABA در بذر شده و زمینه‌ساز تولید و تشدید فعالیت آلفاآمیلاز می‌گردد (Bewley *et al*., 2013; Taiz and Zieger, 2012).

میزان سبزشدن

آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثر پلی‌اتیلن‌گلایکول و جیبرلین بر میزان سبزشدن گل راعی درسطح احتمال یک درصد آماری و برهم‌کنش آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد آماری معنی‌دار بود (جدول ۱). بررسی میانگین‌ها نشان داد پیش‌تیمار هورمونی بذر گل راعی در سطوح اسمزی صفر، ۳-، ۶-، ۹- و ۱۲- بار باعث افزایش میزان سبزشدن گیاهچه گردید و تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نسبت به دیگر غلظت‌های جیبرلین (صفر، ۵۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) میزان سبزشدن بیشتری داشت. به‌طورکلی نتایج نشان داد از بین سطوح مختلف هورمونی، غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین در سطح ۱۲- بار پلی‌اتیلن‌گلایکول با میانگین ۸۰/۵ درصد بالاترین میزان سبزشدن گیاهچه را به‌خود اختصاص داد که با تیمارهای ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ جیبرلین در سطح ۹- بار اسمزی به‌ترتیب با میانگین‌های ۷۹/۵ و ۷۷ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت. این درحالی است که بذرهای پرایم نشده با میانگین ۴۱/۵ درصد پایین‌ترین میزان سبزشدن را داشتند (جدول ۲). کاربرد روش‌های مختلف پرایمینگ بذر باعث افزایش کارایی بذر شده و در نهایت منجر به افزایش سبزشدن و استقرار بهتر گیاهچه در مزرعه می‌گردد (Ashraf and Foolad, 2005). ملو و همکاران (Mello *et al*., 2009) گزارش دادند پرایمینگ بذر *Penstemon digitalis* با هورمون جیبرلین باعث افزایش سبزشدن گیاهچه در گلخانه گردید. استفاده از روش‌های پرایمینگ بذر باعث افزایش درصد سبزشدن و بهبود استقرار گیاه می‌گردد که این اتفاق نتیجه افزایش فعالیت‌های آنزیمی، فراهمی بهتر برخی مواد غذایی، تسهیل در سوخت و ساز و انتقال منابع ذخیره‌ای بذر و افزایش توان ریشه‌های جنینی در جذب آب و عناصر غذایی است (Shabbier *et al*., 2013; Farooq and Azam, 2006).

سرعت سبزشدن

بررسی نتایج نشان داد اثر پلی‌اتیلن‌گلایکول، جیبرلین و برهم‌کنش آن‌ها بر سرعت سبزشدن گل راعی در سطح احتمال یک درصد از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۱). کاربرد هورمون جیبرلین در سطوح مختلف اسمزی باعث افزایش سرعت سبزشدن شد. تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین بیشترین سرعت سبزشدن را سبب گردید و با افزایش غلظت هورمون از ۱۰۰۰ به ۱۵۰۰ میلی‌گرم برلیتر این میزان کاهش یافت. این روند در اکثر پتانسیل‌های مورد مطالعه به غیر از سطح اسمزی ۹- بار مشاهده شد که البته در این پتانسیل غلظت ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هورمون جیبرلین اثر یکسانی داشتند (جدول ۲). دادرسی و ابوطالبیان (Dadrasi and Aboutalebian, 2015) بیان کردند پرایمینگ بذر ذرت باعث افزایش قابل توجهی در سرعت سبزشدن بذر ارقام مختلف این گیاه گردید. آن‌ها علت این افزایش را تسریع جوانه‌زنی در بذرهای تیمار شده بیان کردند که ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده مانند آلفاآمیلاز، افزایش فراهمی انرژی مورد نیاز برای جنین درحال رشد و افزایش سنتز RNA و DNA می‌گردد. پرایمینگ بذر باعث افزایش معنی‌داری در سرعت سبزشدن گیاه نخود گردید و علت افزایش در سرعت سبزشدن این است که در اثر پرایمینگ بذرها سریع‌تر جوانه‌زده و رشد جنین زودتر آغاز می‌گردد. همچنین به‌علت افزایش فراهمی انرژی، جنین با سرعت بیشتری به رشد خود ادامه می‌دهد که مجموع این عوامل باعث سبزشدن و استقرار سریع‌تر گیاهچه می‌گردد (Mansouri and Aboutalebian, 2013).

بررسی همبستگی

نتایج همبستگی شاخص‌های جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز با سبزشدن گیاهچه گل راعی در جدول سه ارائه شده است. میزان سبزشدن و استقرار گیاه رابطه مستقیمی با جوانه‌زنی بذر دارد و بالاتربودن درصد جوانه‌زنی می‌تواند منجر به افزایش سبزشدن و استقرار گیاه شود. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش مشخص شد تیمارهای آزمایشی علاوه بر بهبود جوانه‌زنی بذر در شرایط آزمایشگاهی توانستند درصد تولید گیاهچه و سبزشدن را در گلخانه به‌خوبی نسبت به شاهد بهبود بخشند به‌طوری‌که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین سبزشدن و جوانه‌زنی بذر وجود داشت (r=۰/۸۹**). علی‌رغم این‌که برخی تکنیک‌های پرایمینگ در آزمایشات مختلف آزمایشگاهی اثرات مطلوبی بر جوانه‌زنی بذرهای مختلف دارند اما در شرایط مزرعه و گلخانه، اثرات به مراتب کمتری بر سبزشدن و استقرار بوته دارند. این درحالی است که نتایج این پژوهش نشان داد کاربرد تکنیک اسموپرایمینگ و سپس پرایمینگ با هورمون جیبرلین نه تنها در آزمایشگاه بلکه در گلخانه نیز به‌خوبی توانست باعث بهبود میزان سبزشدن و استقرار گیاهچه گردد. از بررسی‌های به عمل آمده مشخص شد سبزشدن گل راعی به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر بنیه بذر قرار دارد به‌طوری‌که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین سبزشدن گل راعی با بنیه بذر وجود دارد (r=۰/۹۵**). بنیه بذر مجموعه‌ای از ویژگی‌های بذر است که تعیین کننده‌ی توانایی آن در سبزشدن سریع و یکنواخت گیاهچه در شرایط نایکنواخت مزرعه می‌باشد (Egli and Rucker, 2012).

از جمله عوامل ارتقاء دهنده بنیه بذر کاربرد تکنیک‌های پرایمینگ است و نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تیمارهای به‌کار برده شده در این آزمایش از طریق افزایش بنیه بذر در کنار سایر عوامل مؤثر، به‌خوبی توانستند میزان سبزشدن و تولید گیاهچه در گلخانه را افزایش دهند. نتایج نشان داد که سبزشدن گل راعی به‌طور مستقیم تحت تأثیر فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز است و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد سبز شدن با فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز بر قرار است (r=۰/۹۲**). آنزیم آلفا آمیلاز در طی جوانه‌زنی توسط جنین تولید می‌شود و از طریق تسهیل در سوخت و ساز مواد غذایی و انتقال آن‌ها به محور جنین باعث پیشبرد جوانه‌زنی و سبزشدن گیاهچه می‌شود. تکنیک اسموپرایمینگ بذر گل راعی و سپس پرایمینگ هورمونی باعث افزایش تولید آلفاآمیلاز بذر و تشدید فعالیت این آنزیم شده و به همراه سایر عوامل اثر گذار همچون بنیه بذر منجر به بهبود سبزشدن گیاهچه در گلخانه گردید.

جدول ۳- همبستگی شاخص‌های جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز با سبزشدن گیاهچه گل راعی

Table 3. Correlation of germination characteristics and Amylase enzyme activity With *Hypericum* seedling emergence

	ضرایب همبستگی Correlation Coefficients			
	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	شاخص وزنی بنیه بذر Seed vigor index	فعالیت آلفاآمیلاز Amylase activity
درصد سبزشدن Emergence percentage	0.89**	0.74**	0.95**	0.92**
سرعت سبزشدن Emergence rate	0.88**	0.77**	0.94**	0.92**

**: معنی‌داری همبستگی درسطح احتمال یک درصد

**: correlation significant at probability level 1%

به‌طورکلی نتایج نشان می‌دهد شاخص وزنی بنیه بذر و فعالیت آلفاآمیلاز نسبت به درصد جوانه‌زنی همبستگی بالاتری با میزان سبزشدن گیاهچه داشتند. همچنین مشاهده شد که این پارامترها همبستگی بالایی با سرعت سبزشدن گیاهچه دارند. نادری درباغشاهی (Naderi_Darbaghshahi, 2013) بیان کرد که از بین پارامترهای آزمایشگاهی، شاخص بنیه بذر اهمیت بیشتری دارد و به‌عنوان شاخص دقیق‌تری در بررسی کیفیت بذر و پیش‌بینی میزان سبزشدن در مزرعه نمود پیدا می‌کند. پسندیده و همکاران (Pasandideh *et al*., 2014) بیان

کردند که در گیاه سویا میزان نهایی ظهور و استقرار گیاهچه همبستگی مثبت و معنی‌داری با بنیه بذر دارد و بذرهایی که بنیه بالاتری دارند درصد سبزشدن بیشتری در مزرعه خواهند داشت؛ همچنین در آزمایشی که توسط بیات و همکاران (Bayat *et al*., 2016) به‌منظور ارزیابی جوانه‌زنی استاندارد بذر در آزمایشگاه برای پیش‌بینی استقرار گیاه نخود در مزرعه انجام گرفت مشخص شد که بین درصد و سرعت ظهور گیاهچه در مزرعه با بنیه بذر و درصد جوانه‌زنی همبستگی مثبت و معنی‌داری بر قرار است. لذا اندازه‌گیری شاخص‌های بنیه بذر و فعالیت‌های آنزیمی ممکن است بهتر از جوانه‌زنی گویای وضعیت درونی بذرها و عملکرد آن‌ها در مزرعه باشد. از این‌رو تیمارهایی که شاخص‌های بنیه بذر و فعالیت آنزیمی را تحت تأثیر قرار می‌دهند می‌توانند به‌عنوان تیمارهای تقویت کارایی بذر مطرح باشند.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی بررسی نتایج این پژوهش نشان داد کاربرد متوالی هورمون جیبرلین و پلی‌اتیلن‌گلایکول در پرایمینگ بذر سبب بهبود در تمامی صفات مورد مطالعه نسبت به شاهد و نیز نسبت به کاربرد جداگانه دو ماده گردید. از بین تمامی ترکیب‌های تیماری به‌کار برده شده تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هورمون جیبرلین در سطح اسمزی ۱۲- بار به‌عنوان کارآمدترین تیمار در بهبود پتانسیل‌های بذر گل راعی شناخته شد. مطالعات نشان داد همبستگی مثبت و معنی‌داری بین سبزشدن گیاهچه گل راعی با جوانه‌زنی، بنیه بذر و فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز وجود دارد. بر اساس نتایج به‌نظر می‌رسد که کاربرد تکنیک پرایمینگ از طریق افزایش جوانه‌زنی، بنیه بذر و فعالیت آلفاآمیلاز باعث بهبود استقرار گل راعی می‌گردد. دلیل این امر ممکن است مربوط به تغییر سطوح هورمونی در بذرها، تغییرات آنزیمی و دیگر مکانیسم‌های بذری باشد که در مطالعات بعدی به آن‌ها پرداخته خواهد شد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از کارکنان آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر و گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد کمال تشکر و سپاسگزاری را دارند.

منابع

Aboutalebian, M.A., Sharifzadeh, F., Jahansuz, M.R., Ahmadi, A. and Naghavi, M.R. 2008. The effect of seed priming on germination, stand establishment and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in three different climates of Iran. Iranian Journal of Field Crop Science, 39(1): 145-154. (In Persian)(**Journal**)

Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2005. Pre-sowing seed treatment-Ashotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non saline conditions. Advances in Agronomy, 88: 223-265. (**Journal**)

Bayat, P., Ghobadi, M., Gobadi, M.E. and Mohamadi, G. 2016. Evaluation of seed germination standard test ability in laboratory conditions to predict the emergence and establishment of seedling of (*Cicer arietinum* L.) in field. Iranian Journal of Seed Sciences and Technology, 5(1): 27-38. (In Persian)(**Journal**)

Bewley, J.D., Bradford, K., Hilhorst, H. and Nonogaki, H. 2013. Seeds: physiology of development, germination and dormancy. Springer-Verlag New York, 392p. (**Book**)

Cambell, M.H. 1985. Germination, emergence and seedling growth of *Hypericum perforatum* L. Weed Research, 25: 259-266. (**Journal**)

Chen, S.C. and Chang, J.L. 1972. Does gibberellic acid stimulate seed germination via amylase synthesis? Plant Physiology, 49: 441-442. (**Journal**)

Crockett, S. 2010. Essential oil and volatile components of the genus *Hypericum* (Hypericaceae). Natural Product Communications, 5(9): 1493-506. (**Journal**)

Dadrasi, V. and Aboutalebian, M.A. 2015. Effect of seed priming on morphological traits, seed protein and water use efficiency of two mid maturing maize hybrids in farm conditions. Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi), 107: 82-90. (In Persian)(**Journal**)

Dahal, P., Bradrord, K.I. and Jones, R.A. 1990. Effect of priming and endosperm integrity on seed germination rate of tomato genotypes. 11. Germination at reduced water potential. Journal of Experimental Botany, 41: 1441-1453. (**Journal**)

Egli, D.B. and Rucker, M. 2012. Seed vigor and the uniformity of emergence of corn seedlings. Crop Science Society of America, 52(6): 2774-2782. (**Journal**)

Eisvand, H.R., Alizadeh, M.A. and Fekri, A. 2010. How hormonal priming of aged and non aged seeds of *bromgrass* affects seedling physiological characters. Journal of New Seeds, 11: 52-64. (**Journal**)

Eisvand, H.R., Sharafi, A. and Ismaeili, A. 2013. Effects of hydro and osmopriming in different temperatures on germination and seedling growth of *Satureja khuzistanica* Jamzad under drought stress. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29(2): 343-357. (In Persian)(**Journal**)

Farooq, S. and Azam, F. 2006. The use of cell membrane stability (CMS) technique to screen for salt tolerance wheat varieties. Journal of Plant Physiology, 163: 629-637. (**Journal**)

Haigh, A.M. and Barlow, E.W.R. 1987. Germination and priming of tomato, carrot, onion, and sorghum seeds in a range of osmotica. Journal of the American Society for Horticultural Science, 112: 202-208. (**Journal**)

Jabbari, R., Amini Dehaghi, M., Ganji Arjenaki, F. and Agahi, K. 2011. How duration and methods of priming may affect the germination of cumin seeds (*Cuminum cyminum* L.). 4: 23-30. (In Persian) (**Journal**)

Jisha, K.C., Vijayakumari, K. and Puthur, T. 2013. Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. Acta Physiologiae Plantarum, 35: 1381-1396. (**Journal**)

Makizadeh Tafti, M., Farhoodi, R. and Rastifar, M. 2012. The effect of osmopriming on germination of *Melissa officinalis* L. Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 2(4): 573-586. (In Persian)(**Journal**)

Mansouri, B. and Aboutalebian, M.A. 2013. Effect of on-farm seed priming and supplementary irrigation on emergence rate, yield and yield components of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. Journal of Plant Production, 20(2): 179-196. (In Persian)(**Journal**)

Mello, A.M., Streck, N.A., Blankenship, E.E. and Paparozzi, E.T. 2009. Gibberellic Acid Promotes Seed Germination in *Penstemon digitalis* cv. Husker Red. Horticulture Science, 44(3): 870-873. (**Journal**)

Michel, B.E. and Kaufmann, M.R. 1973. The Osmotic Potential of Polyethylene Glycol 6000. Plant Physiology, 51: 914-916. (**Journal**)

Mirshekari, B. 2015. Effect of hormonal and physical priming on improvement of seed germination and seedling vigor of wheat (*Triticum aestivum* L.). Iranian Journal of Seed Science and Technology, 3(2): 163-171. (In Persian)(**Journal**)

Musavi, S.R., Ahmadi, J. and Sefidkan, F. 2012. Optimization of seed dormancy to increase seed germination *Hypericum perforatum* L. The 12th Congress of Agronomy and Plant Breeding, 14 to 16 September. Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran. (In Persian)(**Conference**)

Naderi_darbaghshahi, M. 2013. Do correlation coefficient and regression models able to describe relationship between laboratory seed vigour tests and field seed emergence of crops. Journal of Novel Applied Sciences, 2(12): 678-682. **(Journal)**

Nedkov, N. 2007. Research on the Effect of Pre-sowing Treatment on Seed Germination of *Hypericum perforatum* L. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 13: 31-37. (**Journal**)

Pasandideh, H., Seyed Sharifi, R., Hamidi, A., Mobasser, S. and Sedaghi, M. 2014. Relationship of seed germination and vigour indices of commercial soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] Cultivars with seedling emergence in field. Iranian Journal of Seed Sciences and Research, 1(1): 29-50. (In Persian)(**Journal**)

Perez-Garcia, F., Huertas, M., Mora, E., Pena, B., Varela, F. and Gonza´ lezBenito, M.E. 2006. *Hypericum perforatum* L. seed germination: interpopulation variation and effect of light, temperature, presowing treatments and seed desiccation. Genetic Resources and Crop Evolution, 53: 1187-1198. (**Journal**)

Powel, A.A. 1998. Seed improvement by selection and invigoration. Scientia Agricola, 55: 126-133. (**Journal**)

Rahmanpur, A., Majda, A. and Chalbian, F. 2007. The effect of hormonal and mechanical treatments on breaking dormancy of seeds of medicinal plants *Eremurus olgae* Regel. Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 23: 111-120. (In Persian)(**Journal**)

Roberts, J. and White-House, D.G. 1976. Practical plant physiology. New York Sciences, 25: 402-407. (**Journal**)

Schmited, L. 2007. Tropical forest seed. Springer-Verlag Heidelberg, NewYork. (**Book**)

Shabbier, I., Shakir, M., Ayub, M., Tahir, M., Tanveer, A., Shahbaz, M. and Hussain, M. 2013. Effect of seed priming agents on growth, yield and oil contents of fennel (*Foeniculum Vulgare* Mill). Advance in Agriculture and Biology, 1(3): 58-62. (**Journal**)

Shahsavand, K., Tavakol Afshar, R. and Chaiahi, M. 2009. The effect of osmopriming on germination characteristics of four plant species seed under drought stress. The Journal of Range, 3(1): 479-490. (In Persian)(**Journal**)

Taiz, L. and Zeiger, E. 2010. Plant Physiology. 5th ed Sinauer Associates Inc. Publishers, Massachusetts. (**Book**)

Varasteh, K.N., Babaei, A. and Abdoli, M. 2015. The effect of different sodium hypochlorite concentrations on seed germination of *Dracocephalum Moldavica* L. Austin Journal of Plant Biology, 1(2): 1-3. (**Journal**)

Vieira, A.R., Vieira, M.G.C., Fraga, A.C., Oliveira, J.A. and Santos, C.D. 2002. Action of gibberellic acid (GA_3) on dormancy and activity of a-amylase in rice seeds. Revista Brasileira de Sementes, 24 (2): 43-48. (**Journal**)

Wang, M., Heimovaara-Dijkstra, S. and Van Duijn, B. 1995. Modulation of germination of embryos isolated from dormant and nondormant barley grains by manipulation of endogenous abscisic acid. Planta, 195: 586-592. (**Journal**)

Investigation the emergence correlation of *Hypericum perforatum* L. with germination and amylase enzyme activity under different seed treatments

Mohammadreza Neamati Khoei[1], Ali Abbasi Surki[2*], Seifollah Fallah[3]

Received: January 9, 2017 Accepted: September 10, 2017

Abstract

Because of small and low quality seeds, St Johns wort (*Hypericum perforatum* L.) have not favorable establishment in the field. In these study effects of different seed enhancement treatments were applied on the seeds and relationship of emergence with germination characteristics and amylase activity were evaluated. A factorial experiment was conducted in randomized ccompletely design with four replications. Osmopriming with Polyethylene glycol 6000 in five levels (0, -3, -6, -9 and -12 bar) were conducted as first factor and application of Gibberellic acid at four concentration (0, 500, 1000 and 1500 ppm) as second factor. Analysis of variance showed that polyethylene glycol, gibberellin and their interaction had significant effects on germination and emergence of St Johns wort seeds. Continuous application of PEG and GA had most favorable effect on germination, emergence, vigor and Amylase activity compared to the control and separate application of them. Concentration of 1000 ppm of gibberellin in -12 bar of osmotic potential caused to highest germination (91.5 %), emergence (80.5 %), seed vigor (32.08) and amylase activity (25.21 starch breakage percentage). While the control showed lowest performance in all measured traits. Correlation analysis showed a positive and significant correlation between seedling emergence of and germination percentage (r=0.89**), seed vigor (r=0.95**) and amylase activity (r=0.92**) of St Johns wort seeds. Based on the results, it is seems that application of priming techniques improve establishment of St Johns wort seeds via increasing germination, seed vigor and amylase activity.

Key words: Emergence; Germination; *Hypericum perforatum* L.; Priming; α amylase

How to cite this article

Neamati Khoei, M., Abbasi Surki, A. and Fallah, S. 2019. Investigation the emergence correlation of *Hypericum perforatum* L. with germination and amylase enzyme activity under different seed treatments. Iranian Journal of Seed Science and Research, 6(1): 35-46. (In Persian)**(Journal)**

DOI: 10.22124/jms.2019.3586

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research

The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. M.Sc. Student of Seed Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran
2. Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran
3. Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran
*Corresponding author: aabasi59@yahoo.com