تاثیر پیش‌تیمارهای سرمادهی مرطوب و اسیدجیبرلیک بر بهبود جوانه‌زنی بذر دو رقم گیاه دارویی علف طلایی اروپایی (*Solidago virgaurea* L.)

سپیده پارسافر[۱]، قاسم اقلیما[۲]، محمدحسین میرجلیلی[۳]، صمد نژاد ابراهیمی[۴]، جوادهادیان[۵]*

[۱] دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران

[۲] دکتری فیزیولوژی و اصلاح گیاهان دارویی، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

[۳] دانشیار، گروه کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران

[۴] دانشیار، گروه فیتوشیمی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران

[۵] دانشیار، گروه کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۱۵

چکیده

علف طلایی اروپایی (*Solidago virgaurea* L.) ازگیاهان ارزشمند دارویی است که دارای اثرات ضد التهاب، ضدمیکروبی، ضد اسپاسم، مدر و مسکن می‌باشد. داروهای حاوی این گیاه برای پیشگیری از تشکیل سنگ کلیه و کمک به دفع سنگ‌های ادراری بصورت ایمن و بی‌خطر مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به اهمیت تکثیر ساده گیاهان دارویی و نقش بذر در تولید و پرورش این گیاهان، آزمایشی به منظور تعیین بهترین روش تیمار بذر گیاه علف طلایی اروپایی و بهبود جوانه‌زنی آن در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار انجام شد. فاکتور اول دو ژنوتیپ بذری شامل رقم اصلاح شده " فزا بی‌تایپ " و یک توده بومی ایران و فاکتور دوم شامل جیبرلیک اسید (با غلظت‌های ۲۵۰،۱۲۵ و۵۰۰ پی‌پی‌ام) سرمادهی مرطوب (به مدت یک و دو هفته) در نظر گرفته شد. در این آزمایش شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که در هر دو گونه اصلاح شده و بومی علف طلایی اروپایی با افزایش مدت زمان سرمادهی و افزایش غلظت جیبرلیک اسید، درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و قدرت جوانه‌زنی بذر بهبود یافت و نسبت به شاهد تفاوت معنی داری پیدا کردند. بیشترین درصد جوانه‌زنی (۸۸ درصد)، سرعت جوانه‌زنی (۲٤/۵ بذر در روز)، قدرت جوانه‌زنی (۱/۳٦) برای رقم اصلاح شده " فزا بی‌تایپ " تحت تیمار دو هفته سرمادهی مرطوب و کمترین آن در شاهد مشاهده شد. نتایج حاصل از تیمارها نشان داد که بذرهای هر دو گونه اصلاح شده و بومی دارای خواب فیزیولوژیک سطحی هستند که بهترین تیمار برای از بین بردن خواب آن دو هفته سرمادهی مرطوب در دمای چهار درجه سانتی‌گراد بود.

واژه‌های کلیدی: درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، سرمادهی مرطوب، علف طلایی اروپایی، فزا بی‌تایپ

مقدمه

علف طلایی اروپایی (*Solidago virgaurea* L.) گیاهی چند ساله ریزوم‌دار به ارتفاع ۱۰۰– ۲۵ سانتیمتر متعلق به خانواده کاسنی (Asteraceae)، از جمله گیاهان با ارزش دارویی است. پراکندگی جهانی این گیاه در سراسر اروپا، نواحی معتدله آسیا، شمال غرب آفریقا بوده و در ایران نیز دامنه انتشار محدود در نواحی جنگلی و باز مرتعی استان‌های گلستان، مازندران و گیلان دارد (Mozaffarian, 2012). داروهای گیاهی حاوی علف طلایی اروپایی طی

*نویسنده مسئول: javadhadain@gmail.com

قرن‌ها برای درمان بیماری‌های دستگاه ادراری مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این داروها دارای اثرات ضد التهاب، ضد میکروبی، مدر، ضد اسپاسم و مسکن می‌باشند و برای درمان التهاب، عفونت، پیشگیری از تشکیل سنگ کلیه و کمک به دفع سنگ‌های ادراری بصورت ایمن و بی‌خطر مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اثرات فارماکولوژیک این گیاه عمدتاً به خاطر وجود ترکیبات شیمیایی ساپونین‌ها، فنولیک اسیدها، فلاونوئیدها و به خصوص لئوکارپوزاید می‌باشند (Yaneva et al., 2020). جوانه‌زنی به عنوان اولین و حساس‌ترین مرحله نموی درچرخه رشدی هر گیاه و فرایند کلیدی در سبز شدن گیاهچه‌ها به شمار می‌آید که نقش عمده‌ای را در تعیین تراکم نهایی گیاه دارد (Bahadori et al., 2014). یکی از مشکلات عمده و مهم در تولید گیاهان دارویی، جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌ها می‌باشد. زیرا بذر اغلب گونه‌های دارویی، برخلاف گیاهان زراعی از جوانه‌زنی ناهماهنگ و ضعیفی برخوردار هستند (Hashemi et al., 2010). بنابراین، به‌کار بردن تکنیک‌هایی که بتواند جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه را در این گیاهان بهبود بخشید، از اهمیت زیادی برخوردار است. یکی از روش‌های حصول جوانه‌زنی مطلوب، استفاده از پیش تیمار بذر (Seed Priming) می‌باشد که یک تکنیک اقتصادی، ساده و قابل توصیه به کشاورزان برای بهبود جوانه‌زنی، سبز شدن، استقرار گیاهچه‌ها و عملکرد است (Mahmoudi et al., 2019). هر تیمار بذری که در آن مرطوب کردن بذور تا نقطه‌ای که فرایندهای متابولیکی جوانه‌زنی انجام گیرد، بدون اینکه ریشه‌چه از بذر خارج شود را پیش‌تیمار بذر می‌گویند (Sivasubramaniam et al., 2011). خیس کردن بذر در آب، محلول نمک غیرآلی، محلول‌های آلی مختلف اسمزی، تیمار بذور در دماهای بالا و پائین، مرطوب کردن با استفاده از ترکیبات بیولوژیکی، تیمار با ماده جامد ماتریکی و استفاده از هورمون‌ها به عنوان روش‌های مهم پیش تیمار بذر شناخته شده‌اند (Ghiyasi et al., 2008).

پیش‌تیمار بذر یکی از روش‌هایی است که عملکرد بذر را بهبود بخشیده و منجر به جوانه‌زنی سریع‌تر و یکنواخت می‌گردد (Patade et al., 2009). پیش‌تیمار بذر باعث بهبود جوانه‌زنی، افزایش بنیه بذر و افزایش دامنه جوانه زنی بذرها در می‌شود (Koochki and Hosseini, 2007). دلایل تسریع جوانه‌زنی در بذرهای تیمار شده می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده نظیر آلفا آمیلاز، افزایش تولید ATP، افزایش سنتز RNA، DNA و افزایش عملکرد میتوکندری باشد (Mosavi et al., 2020). تیمار بذر با تنظیم کننده‌های رشد، باعث بهبود جوانه‌زنی می‌شود (Sneider et al., 2015). از تنظیم کننده‌های رشدی که برای پیش‌تیمار بذر مورد استفاده قراز می‌گیرد می‌توان به اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، کینتین‌ها، آبسیزیک‌اسید، سالیسیلیک اسید، آسکوربیک اسید و اتیلن اشاره کرد (Anousheh Pirasteh and Emam, 2019). اسید جیبرلیک یکی دیگر از هورمون‌های مهم رشد گیاهی است که از طریق فعالسازی متابولیسم، هضم مواد ذخیره‌ای و انتقال به جنین، تقسیم و رشد سلولی موجب جوانه‌زنی بذور می‌شود (Ghasemi Pir Balouti, 2007).

پیش‌تیمار بذر از طریق کاهش مدت زمان لازم برای جذب آب، موجب کاهش زمان جوانهزنی و خروج سریع تر ریشه‌چه شده که در نهایت بهبود فرایند جوانه‌زنی و ظهور بهتر پیش‌تیمار گیاهچه‌ها را سبب می‌شود (Armin et al., 2010). بذر باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در بذور می‌گردد که این آنزیم‌ها فعالیت پراکسیداسیون لیپیدی را در طی جوانه زنی کاهش می‌دهند و در نتیجه باعث افزایش درصد جوانه زنی می‌شوند (Patade et al., 2009). پیش تیمار بذر می تواند تغییرات تخریبی همانند کاهش سنتز پروتئین‌ها، اسید و تغییر فعالیت آنزیم‌های DNA نوکلوئیک، خسارت به هیدرولیز کننده را تا حدودی ترمیم و طول عمر بذور را افزایش دهد. مطالعات نشان داده که ترمیم RNA، DNA، پروتئین، غشای سلولی و آنزیم‌ها در نتیجه پیش تیمار بذر اتفاق می‌افتد (Mosavi et al.,

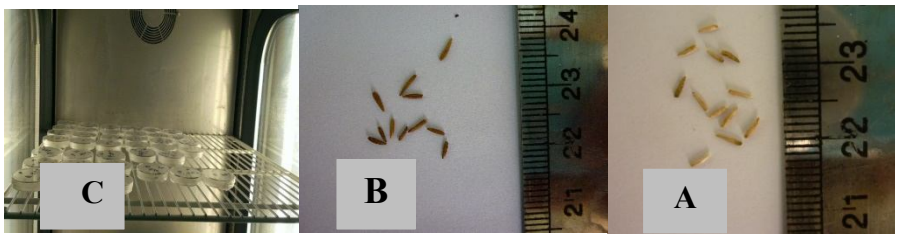
2021). بنابراین، پیش‌تیمار بذر از طریق کاهش موانع رشد جنین و افزایش قدرت بذور، باعث یکنواختی جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌ها شده که این امر منجر به تولید گیاهچه‌های قویتری می‌گردد (Omidi et al., 2005).

سودمندی پیش‌تیمار بذر بر جوانه‌زنی و رشد سریع و مطلوب گیاهچه‌ها در گیاهان دارویی سرخارگل (*Echinacea angustifolia*) (Zinati, 2000)، خار مقدس (*Cnicus* benedictus)، کاسنی (*Cichorium intybus*) (Kafi et al., 2009)، بومادران (*Achillea millefolium*) (Sharifi et al., 2003) سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) (Ahmadpour Dehkordi and Baluchi, 2014) و همیشه بهار (*Calendula officinalis*) (Moosavi et al., 2009) نشان داده شده است. از آنجایی که گیاهان دارویی معمولا از جوانه‌زنی ضعیف و غیریکنواخت‌تری برخودار هستند (Shekari et al., 2010)، بنابراین استفاده از روش‌های بهبود دهنده جوانه‌زنی می‌تواند روی بهبود تولیدات این گیاهان تاثیر مثبت داشته باشد. بنابراین هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر پیش‌تیمارهای سرمادهی مرطوب و جیبرلیک اسید بر خصوصیات فیزیولوژی جوانه‌زنی بذر و تعیین بهترین روش تیمار بذر برای شکستن خواب و بهبود جوانه‌زنی بذر گیاه علف طلایی اروپایی است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی علف طلایی اروپایی، آزمایشی در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار در آزمایشگاه اکوفیزیولوژی پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی دانشگاه شهید بهشتی در سال ۱۳۹۸ به اجرا درآمد. فاکتور اول دو ژنوتیپ بذری به نام "فزا بی‌تایپ" (Phasa B type) از کشور آلمان تهیه و دیگری از جمعیت طبیعی این گیاه در منطقه سنگده واقع در استان مازندران جمع آوری گردید. فاکتور دوم تیمارهای مختلف، جهت بهبود جوانه‌زنی بذور شامل: خیساندن در غلظت‌های مختلف ۱۲۵، ۲۵۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلیک اسید و سرمادهی مرطوب در دمای چهار درجه سانتی‌گراد به مدت ۱و۲ هفته بود. جیبرلیک اسید از شرکت مرک (Merk) آلمان تهیه گردید. پس از جداسازی بذور سالم از بذور نارس و آسیب دیده، به منظور ضد عفونی، بذرها در محلول هیپوکلریت سدیم ۲ درصد به مدت ۵ دقیقه غوطه ور گردیدند و پس از چندین بار شستشو با آب مقطر استریل برای اعمال تیمارها مورد استفاده قرار گرفتند. از هر توده بذری تعداد ۱۵۰ بذر برای هر تیمار به طور تصادفی انتخاب شد. جهت اعمال تیمار سرمادهی مرطوب، تعداد کافی بذر در وسط دو لایه کاغذ صافی درون پتری دیش‌های یکبار مصرف با آب مقطر به اندازه کافی خیس و در دمای یخچال نگهداری شدند و برای اعمال تیمار جیبرلیک اسید تعداد کافی بذر در وسط دو لایه کاغذ صافی درون پتری دیش‌های یکبار مصرف با هر یک از غلظت‌های تهیه شده از جیبرلیک اسید به مدت ٤٨ ساعت در شرایط آزمایشگاه تیمار شدند.

پس از اعمال تیمارها و قبل از انتقال به ژرمیناتور برای هر تیمار بذرها بر روی کاغذ صافی استریل درون پتری دیش (هر تیمار ۳ پتری و هر پتری۵۰ بذر) قرار داده شدند و با ۵ سی‌سی آب مقطر مرطوب شده و در ژرمیناتور قرار گرفتند. در این پژوهش به‌منظور افزایش جوانه‌زنی بذرها تناوب نوری و دمایی ١٦ ساعت نور و دمای ۲۲ درجه سانتیگراد و ۸ ساعت تاریکی و دمای ١٦ درجه سانتی‌گراد اجرا گردید. شمارش بذرهای جوانه‌زده ٢٤ ساعت پس از شروع آزمایش بصورت روزانه در ساعت ۱۲ ظهر انجام گرفت. بذرهایی که ریشه چه آنها قابل رویت بود (یعنی طولی در حدود ۲ میلیمتر داشت)، به عنوان بذر جوانه زده شمارش و نتایج یادداشت شد.



شکل ۱: A: فزا بی‌تایپ، B: جمعیت سنگده، C: بذور تیمار شده در ژرمیناتور

در روز آخر آزمایش برای اندازه‌گیری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، از هر پتری دیش به‌طور تصادفی ۳ نمونه برداشت شد و بعد قسمت هوایی و ریشه‌چه از هم جدا شدند و طول آنها با خط‌کش بر حسب میلی‌متر تعیین شد. در نهایت شاخص‌های جوانه‌زنی مطابق جدول ۱ محاسبه گردیدند.

جدول ۱: روش محاسبه شاخص‌های جوانه‌زنی

شاخص	رابطه	منابع
درصد جوانه زنی	$GP= n/N\times100$	Panwar and Bhardwaj, 2000
سرعت جوانه زنی	$GR= \sum n_i/t_i$	Kulkarni et al., 2007
میانگین مدت جوانه زنی	$MGT= \sum(ti\times ni)/\sum n$	Kulkarni et al., 2007
قدرت جوانه زنی	$GV= GR\times Mean(PL+RL)/100$	ISTA, 2009

n= کل بذرهای جوانه‌زده طی دوره، n_i= تعداد بذرهای جوانه‌زده در یک فاصله زمانی مشخص t_i ،t_i= تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی، N= تعداد بذرهای کاشته شده، PL= طول ساقه‌چه، RL= طول ریشه‌چه

در پایان کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌های حاصل از این آزمایش، پس از اطمینان از نرمال بودن آنها، با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. نمودارها نیز توسط نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

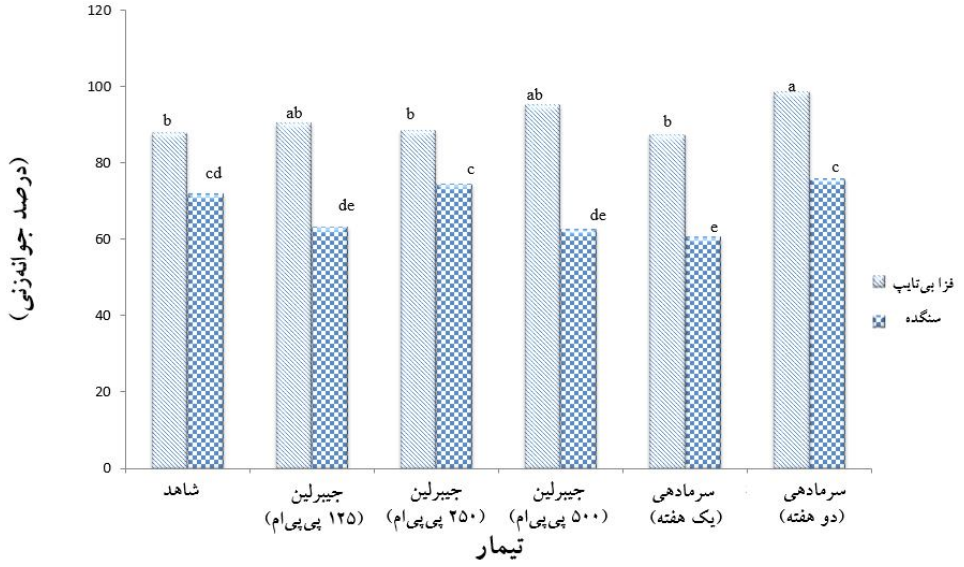
با توجه به نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در علف طلایی اروپایی (جدول ۲) مشخص شد که بین دو ژنوتیپ از نظر شاخص‌های جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری در سطح آماری یک درصد وجود دارد. تیمارهای مختلف نیز تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های جوانه‌زنی داشتند. نتایج برهم‌کنش تیمار و ژنوتیپ نشان داد که در همه صفات به جز درصد جوانه‌زنی، اختلاف معنی‌داری در سطح آماری یک درصد وجود دارد. این نتایج بیان می‌دارد که هر کدام از روش‌های تیمار در ژنوتیپ خاص، تاثیر مثبت بر مولفه‌های جوانه‌زنی نسبت به شاهد داشته‌اند. بنابراین می‌توان با انجام مقایسه میانگین، برهم‌کنش بهترین روش تیمار و ژنوتیپ را برای بذر این گیاه تعیین و از آن جهت کشت بخصوص در شرایط مزرعه‌ای و محیط نامطلوب و تنش‌زا استفاده نمود.

جدول ۲: میانگین مربعات صفات مرتبط با مولفه‌های جوانه‌زنی بذر علف طلایی اروپایی در تیمارهای مختلف

منابع تغییرات	میانگین مربعات				
	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	میانگین جوانه‌زنی	قدرت جوانه‌زنی
ژنوتیپ	۱	٤٨٥٣/٤٤**	۹٤۹/۱۵**	۳۲۰/۰۲**	۱۸/۲۷**
تیمار	۵	۱۲۲/۸٦*	۷۲/۷۱**	۲۲/۱٦**	۲/٤۷**
ژنوتیپ × تیمار	۵	۷٦/٦٤^{ns}	۱٦/۵۵**	۸/۵٦**	۰۰/٤٦**
خطا	۲٤	۳۵	۲/۱٦	۰/۷۲	۰/۰٤
ضریب تغییرات	-	۷/٤۱	۱۵/۱۵	۱٤/۰۹	۱۵/۲۵

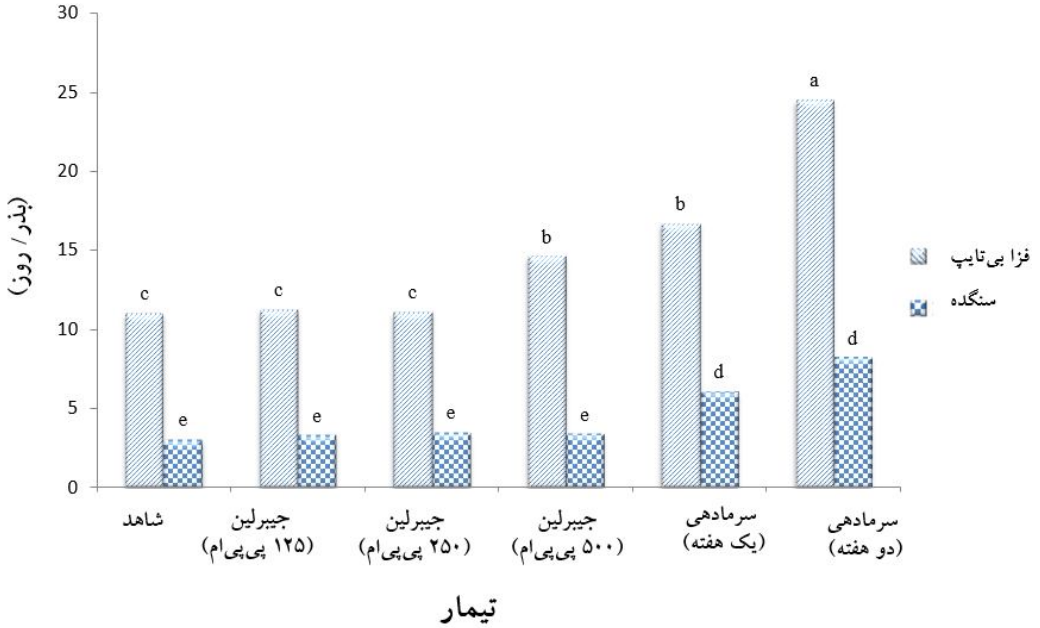
** و * معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد.

تجزیه واریانس دو طرفه روشن ساخت که اثر غلظت‌های مختلف جبرلیک اسید و سرمادهی مرطوب بر روی صفت درصد جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی نشان داد که ژنوتیپ فزار بی‌تایپ درصد جوانه‌زنی بیشتری (۸۸ درصد) نسبت به توده بومی سنگده (۷۲ درصد) داشت. بین تیمارهای مختلف بیشترین درصد جوانه‌زنی در رقم فزا بی‌تایپ (۹۸/٦٦ درصد) و توده بومی سنگده (۷٦ درصد) در تیمار دو هفته سرمادهی مرطوب بدست آمد (شکل ۲).



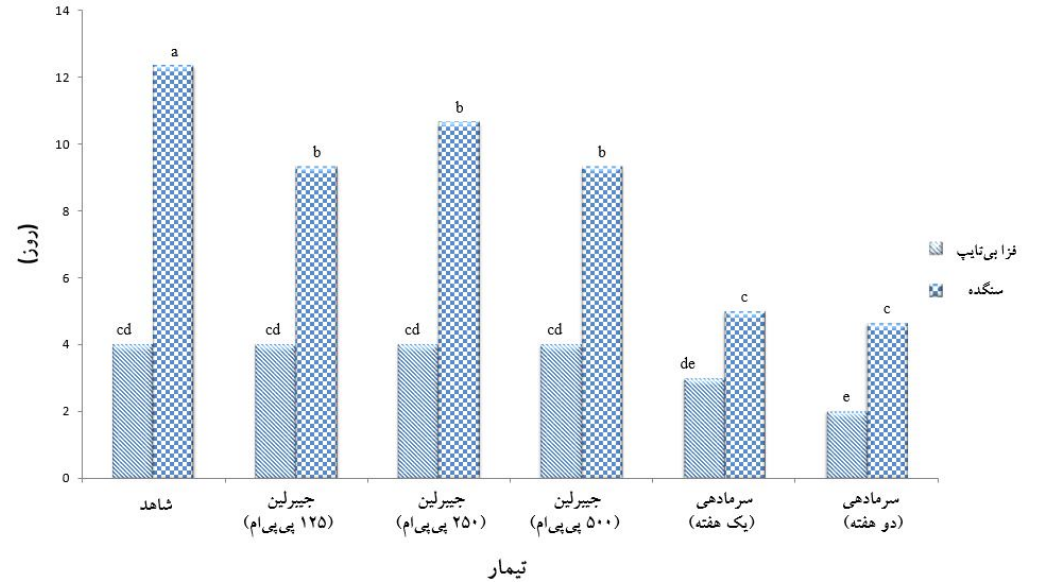
شکل۲: اثر متقابل ژنوتیپ و تیمار بر درصد جوانه‌زنی بذر رقم اصلاح شده فزا بی‌تایپ و توده بومی سنگده

با توجه به نتایج به‌دست آمده، اثر تیمارهای مختلف بر سرعت جوانه‌زنی بذرهای علف طلایی اروپایی بسیار متفاوت بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ژنوتیپ فزا بی‌تایپ سرعت جوانه‌زنی بیشتری (۱۱ بذر در روز) نسبت به توده بومی سنگده (۳/۰٤ بذر در روز) داشت. بیشترین سرعت جوانه‌زنی در رقم فزا بی‌تایپ (۲٤/۵ بذر در روز) و توده بومی سنگده (۸/۲ بذر در روز) مربوط به تیمار دو هفته سرمادهی مرطوب و کمترین سرعت جوانه‌زنی در شاهد مشاهده شد (شکل ۳).



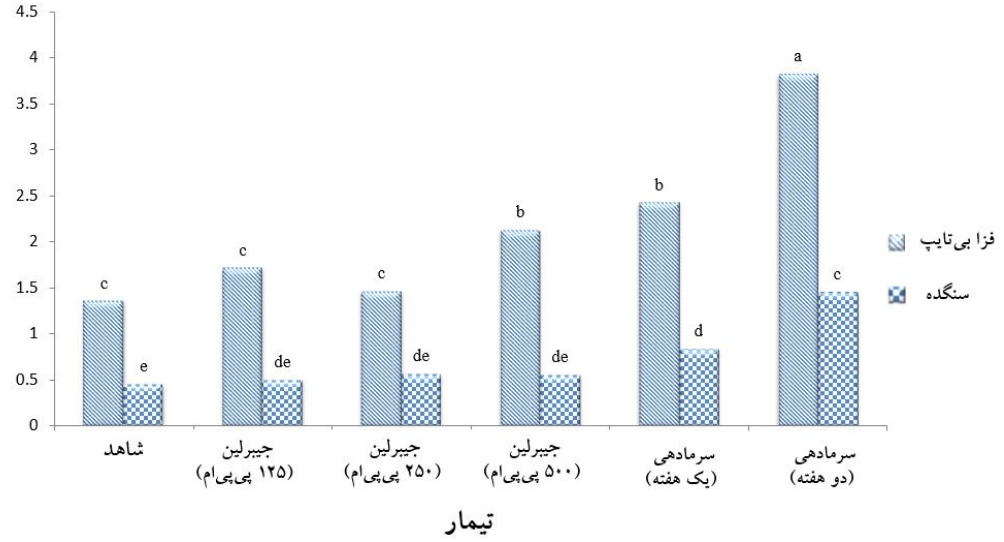
شکل ۳: اثر متقابل ژنوتیپ و تیمار بر سرعت جوانه‌زنی بذر رقم اصلاح شده فزا بی‌تایپ و توده بومی سنگده

نتایج حاصل از تجزیه واریانس دو طرفه داده‌های با توجه به عوامل جمعیت، مدت زمان سرمادهی و غلظت جبرلیک اسید، تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد از نظر میانگین مدت زمان جوانه‌زنی ایجاد می‌کند (جدول ۲). مقایسه میانگین مدت جوانه‌زنی نشان داد که ژنوتیپ فزا بی‌تایپ به طور میانگین مدت زمان کمتری (٤ روز) برای جوانه‌زنی نسبت به توده بومی سنگده (۱۲/۳۳ روز) داشت. همچنین بین تیمارهای مختلف کمترین میانگین مدت جوانه‌زنی در رقم فزا بی‌تایپ ۲ روز و در توده بومی ٤/٦٦ روز مربوط به تیمار دو هفته سرمادهی مرطوب بود (شکل ٤).



شکل ٤: اثر متقابل ژنوتیپ و تیمار بر میانگین مدت جوانه‌زنی بذر رقم اصلاح شده فزا بی‌تایپ و توده بومی سنگده

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اثر سرمادهی مرطوب و جبرلیک اسید بر قدرت جوانه‌زنی بذر علف طلایی اروپایی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین قدرت جوانه‌زنی نشان داد که ژنوتیپ فزا بی‌تایپ قدرت جوانه‌زنی بیشتری (۱/۳۶) نسبت به توده بومی سنگده (۰/۴۶) داشت. همچنین بین تیمارهای مختلف بیشترین قدرت جوانه‌زنی در رقم فزا بی‌تایپ ۳/۸۳ و در توده بومی ۱/۴۶ مربوط به تیمار دو هفته سرمادهی مرطوب بود. در همه صفات مورد مطالعه ژنوتیپ بذری فزا بی‌تایپ از توده بذر جمع‌آوری شده از منطقه سنگده بهتر بوده است (شکل ۵). مقایسه میانگین‌ها در هر دو ژنوتیپ بذری نشان داد که از بین تیمارهای اعمال شده، تیمار ۲ هفته سرمادهی مرطوب بیشترین تاثیر را روی همه صفات مورد بررسی داشت و با کاهش مدت زمان سرمادهی میزان درصد، سرعت و قدرت جوانه‌زنی کاهش یافت، که این امر نشان دهنده وجود ارتباط مستقیم بین مدت زمان سرمادهی با صفات مورد بررسی است همچنین اثر سرمادهی مرطوب به مدت دو هفته بیشتر از سطوح هورمونی بوده است.



شکل ۵: اثر متقابل ژنوتیپ و تیمار بر قدرت جوانه‌زنی بذر رقم اصلاح شده فزا بی‌تایپ و توده بومی سنگده

نتایج حاصل از تیمار سرمادهی مرطوب در این تحقیق با گزارشارت متعدد مبنی بر نقش مثبت این تیمار بر جوانه‌زنی بذر بسیاری از گونه‌های گیاهی مطابقت دارد که از آن جمله می‌توان به گزارش Amoaghai (۲۰۰۵)، Sharma و همکاران (۲۰۰۶)، Moravcova و همکاران (۲۰۰۷)، Brusa و همکاران (۲۰۰۷)، Greipsson (۲۰۰۱)، Rawat و همکاران (۲۰۰۸) و Qu و همکاران (۲۰۰۸) اشاره داشت.

مکانیسم واقعی رفع خفتگی در اثر سرما هنوز به درستی شناخته نشده است، اما در این رابطه فرضیاتی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به تأثیر سرما در تغییر شکل تجهیزات آنزیمی یا در متابولیسم اسید نوکلئیک‌ها و یا در ساختار کلوئیدی بذر با افزایش آبدوستی، کاهش یا حذف بازدارنده‌های جوانه زنی درون بذر مثلا کاهش میزان اسید آبسیزیک و یا فعال کردن و سنتز جیبرلین اشاره داشت (Mahmoudi et al., 2019). سرمادهی موجب افزایش بیان ژن GA3ox1 (آنزیم تولید کننده شکل فعال GA3) در ریشه چه و لایه آلورن بذر می شود (Amoaghai, 2005). مدت زمان مورد نیاز برای سرمادهی به عمق خواب بستگی دارد. گونه‌هایی که به مدت زمان طولانی‌تر سرما نیاز دارند، دوره خواب رویانی عمیق تر و دسته ای که به زمان سرمادهی کوتاه تری نیاز دارند، دوره خواب کم عمقی دارند، مدت زمان

سرمادهی لازم برای افزایش قوه نامیه در بذرهای گیاهان مختلف بستگی به تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی بذر، شرایط محیطی و اقلیمی نمو بذر و نیز شرایط سرمادهی دارد (Mahmoudi et al., 2019). طول مدت سرمادهی مورد نیاز برای جوانه زنی بذر جمعیت‌های گیاهی که از ارتفاعات مختلف هستند فرق می کند بطوریکه با افزایش ارتفاع، نیاز سرمایی افزایش می یابد (Cavieres and Arroyo, 2000). همچنین در گزارشات آمده است که سن بذر هم در میزان نیاز سرمایی آن برای برطرف شدن خواب تأثیر دارد. با افزایش سن بذر، شدت خواب کاهش می یابد، ولی سرعت شکسته شدن خواب در میان گونه‌های مختلف تفاوت دارد (Mahmoudi et al., 2019). سرمادهی مرطوب می تواند شرایط نوری و دمایی لازم برای جوانه زنی را وسعت بخشد (Qu et al., 2008). اثر مثبت تیمار اسیدجبرلیک بر جوانه‌زنی بذر در بسیاری از گونه‌های گیاهی گزارش شده است (Chauhan et al., 2006; Nadjafi et al., 2006; Al Menaie et al., 2007; Rawat et al., 2008).

جیبرلین‌ها عمده ترین نقش تحریک کنندگی را در تنظیم خواب بذر دارند. جیبرلین می تواند جایگزین نیاز نور، دما و سرما برای جوانه زنی بذر شود (Sivasubramaniam et al., 2011). جیبرلین باعث سنتز آنزیم‌های هیدرولیز کننده در بذر و در نتیجه تجزیه نشاسته و سایر موادغذایی می‌شود و در نهایت باعث انتقال این مواد به جنین در حال رشد می‌شود. جیبرلین‌ها همچنین فعالیت آنزیم کاتکول اکسیداز را افزایش می دهند و موجب کاهش میزان مواد فنولی بذر و در نتیجه تحریک جوانه زنی می‌شوند. اسید جیبرلیک و اتیلن مسیرهای انتقال سیگنال ویژه ای را فعال می‌کنند که باعث می شود میزان اکسین‌ها و سایتوکینین‌های بذور آرابیدوپسیس به حد مناسبی جهت القای شکست خواب ارتقا یابد (Mahmoudi et al., 2019). اسید جیبرلیک، خواب ناشی از جنین و پوشش بذر را برطرف می کند و اثرات بازدارنده اسید آبسیزیک را مستقیم یا غیرمستقیم مهار می کند (Pirasteh Anousheh and Emam, 2019).

بر اساس نتایج لوک(Lück, 2001) مشخص شد که جوانه‌زنی بذر علف طلایی اروپایی شدیداً بسته به منشاء، کیفیت و تیمار بذر متغیر است. دمای ۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ثابت بستر کشت و شرایط روشنایی برای جوانه‌زنی بذور این گیاه مناسب می‌باشد. ضمناً با ذخیره سازی بذر بیش از یکسال درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. در این تحقیق مشخص شد که بذور این گیاه دارای خواب فیزیولوژیکی سطحی هستند که بهترین تیمار برای از بین بردن خواب آن دو هفته سرمادهی مرطوب در دمای چهار درجه سانتی‌گراد این نتیجه مطابق با شرایط رویشگاهی این گونه است، زیرا رویشگاه‌های این گونه دارای دمای پایین طی پائیز و زمستان می‌باشد که گزارشات زیاد مبنی بر اثر مثبت سرمادهی مرطوب بر افزایش درصد جوانه‌زنی بذور دارای خواب فیزیولوژیک وجود دارد که با نتیجه حاصل از اینپژوهش همسو است (Necajeva and Ievinsh, 2013; Karam and Al-Salem, 2001; Rutherford and Ali, 1977).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتیجه این پژوهش نشان داد که پرایمینگ و پیش سرمادهی مرطوب و اسید جیبرلیک باعث بهبود مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد بهتر گیاه دارویی علف طلایی اروپایی می‌شود، اعمال تیمارهای پرایمینگ قبل از کاشت می تواند باعث بهبود و سرعت جوانه‌زنی در ابتدای دوره زیستی شود و باعث استقرار هر چه بهتر اولیه گیاهچه می‌شود و نسبت به تیمار شاهد سرعت و درصد جوانه‌زنی بالایی دارد. براساس نتایج کسب شده در پژوهش حاضر تیمار دو هفته سرمادهی مرطوب در دمای چهار درجه سانتی‌گراد به‌عنوان بهترین تیمار برای شکست خواب بذرهای گیاه دارویی علف طلایی اروپایی پیشنهاد می‌شود. از آن‌جا که جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی علف طلایی اروپایی،

به‌شدت تحت تاثیر تیمارهای سرمادهی و هورمون جیبرلیک اسید قرار گرفت. می-توان چنین نتیجه‌گیری کرد که خواب بذر این گیاه نیز همانند سایر گیاهان این خانواده، از نوع فیزیولوژیک است. آگاهی از نوع خواب و عوامل موثر بر آن، در شناخت بهتر زیست شناسی جوانه‌زنی و پیش‌بینی الگوی رویش گیاه دارویی علف طلایی اروپایی در سطح مزرعه کمک می‌کند.

Reference

Ahmadpour Dehkordi, S. and Baluchi, H. 2014. Effect of seed priming on antioxidant enzymes and peroxidation of cell membrane lipids under salinity stress of *Nigella sativa* L. Electronic Journal of Crop Production. 5: 63-85. (In Persian).

Al Menaie, H.S., Bhat, N.R., El-Nil, M.A., Al-Dosery, S.M., Al-Shatti, A.A., Gamalin, P. and Suresh, N. 2007. Seed germination of argan (*Argania spinosa* L.). American –Eurasian Journal of Scientific Research. 2 (1): 1-4.

Amoaghai, R. 2005. Effect of seed soaking, duration and wet pre-cold temperature on failure of seed dormancy (*Ferula ovina* Boiss). Journal of Biology. 18 (4): 350-359.

Armin, M., Asgharipour, M. and Razavi-Omrani, M. 2010. The effect of seed priming on germination and seedling growth of watermelon (*Citrullus Lanatus*). Advances in Environmental Biology. 4: 501-505.

Bahadori, S., Ismailpour, B., Heidari, M., Khorram Del, S. and Sheikhzadeh Mossadegh, P. 2014. The effect of time and different concentrations of pretreatment of seed collection of salicylic acid in seed pretreatment on germination indices of okra (*Abelmoschus esculentus*) cultivar Basanti. Proceedings of the 3rd National Congress of Organic and Conventional Agriculture, Ardabil, Iran. (In Persian).

Brusa, G., Ceriani, R. and Cerabolini, B. 2007. Seed germination in a narrow endemic species (*Telekia speciosissima*, Asteraceae): Implications for ex siru conservation. Plant Biosystems. 141 (1): 56-61.

Cavieres, L.A. and Arroyo, M.T.K. 2000. Seed germination response to cold stratification period and thermal regime in *Phacelia secunda* (Hydrophyllaceae). Plant Ecology. 149: 1-8.

Chauhan, B.S., Gill, G. and Preston, C. 2006. Factors affecting seed germination of threehorn bedstraw (*Galium tricornutum*) in Australia. Weed Science. 54: 471-477.

Ciraka, C., Kevseroglua, K. and Ayan, A.K. 2007. Breaking of seed dormancy in a Turkish endemic Hypericum species: Hypericum avicullariifolium subsp. depilatum var. depilatum by light and some pre-soaking treatments. Journal of Arid Environments. 68(1): 159-164.

Dewir, Y.H., El-Mahrouk, M.E. and Naidoo, Y. 2011. Effects of some mechanical and chemical treatments on seed germination of Sabal palmetto and Thrinax morrisii palms. Australian Journal of Crop Science. 5(3): 245-250.

Ghasemi Pir Balouti, A., Golparvar, A., Riahi Dehkordi, M. and Navid, A. 2007. Investigation of the effect of different treatments on breaking dormancy and stimulating seed germination of five species of medicinal plants in Chaharmahal and Bakhtiari region. Research and Construction. 74: 185-192. (In Persian).

Ghiyasi, M., Pouryousef- Myandoab, M. and Tajbakhsh, M. 2008. Influence of osmopriming treatment on emerngency and yield of maize (*Zea mays* L.). Research Journal Biological sciences, 3: 1452-1455.

Greipsson, S. 2001. Effects of stratification and GA3 on seed germination of a sand stabilizing grass *Leymus arenarius* used in reclamation. Seed Science & Technology. 29: 1-10.

Hashemi, Sh., Asrar, Z. and Poursidi, Sh. 2010. Effects of seed pre-treatment by salicylic acid on growth and some physiological and biochemical indicators in watercress. Iranian Journal of Plant Biology. 2: 1-10. (In Persian).

Hosseini, A. and Koocheki, A. 2007. Effect of different seed priming on germination percentage and rate of sugar beet. Iranian Journal of Field Crops and Research. 1: 69 76. (In Persian).

Kafi, M., Borzoi, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masoumi, A. and Nabati, J. 2010. Physiology of environmental stresses in plants, Mashhad University Jihad Publications. (In Persian).

Karam, N.S. and Al-Salem, M.M. 2001. Breaking dormancy in *Arbutus andrachne* L. seeds by stratification and gibberellic acid. Seed science and technology. 29(1): 51-56.

Koornneff, M., Bentsink, L. and Hilhorst, H. 2002. Seed dormancy and germination. Current Opinion in Plant Biology. 5: 33-36.

Kulkarni, M.G., Street, R.A. and Staden, J.V. 2007. Germination and seedling growth requirements for propagation of *Diosscorea dregeana* (Kunth) Dur. and Schinz-A tuberous medicinal plant. South African Journal of Botany. 33: 131-137.

Lück, L. 2001. Intraspezifische Variabilität und Einflüsse von Anbaumaßnahmen auf den Inhaltsstoffgehalt und Ertrag von *Solidago virgaurea* L. Ph.D. Thesis. University of Humboldt-Universität Berlin.

Mahmoudi, F., Sheikhzadeh Mosaddegh, P., Zare, N. and Esmalipour, B. 2019. The effect of hormone and hydro priming on seed germination, growth and biochemical properties of borage seedling (*Borago officinalis* L.). Journal of Plant Process and Function. 7 (27):165-180.

Moosavi, A., Tavakkol Afshari, R., Sharif-Zadeh, F. and Aynehband, A. 2009. Effect of seed priming on germination characteristics, polyphenol oxidase and peroxidase activities of four amaranth cultivars. Journal of Food Agriculture and Environment. 7: 353 – 358.

Moravcova, L., Pysek, P., Krinke, L., Pergl, J., Perglova, I. and Thompson, K. 2007. Seed germination, dispersal and seed bank in *Heracleum mantegazzianum*. CAB International. 74-91.

Mosavi, S.E., Omidi, H. and Latifi, S.A. 2021 Effect of seed pretreatment with auxin on germination, growth and pigmentation indices of radish seedling (Raphanus sativus) under salinity stress. Journal of Seed Research. 37(4): 1-9.

Mozaffarian, V. 2012. Identification of Medicinal and Aromatic Plants of Iran, Farhang Moaser Publishers. 274-275.

Nadjafi, F., Bannayan, M., Tabrizi, L. and Rastgoo, M. 2006. Seed germination and dormancy breaking techniques for *Ferula gummosa* and *Teucrium polium*. Journal of Arid Environments. 64: 542-547.

Necajeva, J. and Ievinsh, G. 2013. Seed dormancy and germination of an endangered coastal plant *Eryngium maritimum* (Apiaceae). Estonian Journal of Ecology. 62(2): 150-163.

Omidi, H., Sorushzadeh, A., Salehi, A. and Ghezeli, F. 2005. Evaluation of priming pretreatments on germination rapeseed. Agricultural Science and Technology. 19: 1-10.

Panwar, P. and Bhardwaj, S.D. 2005. Handbook of practical forestry. Agrobios (INDIA), 191.

Patade, V.Y., Bhargava, S. and Suprasanna, P. 2009. Halo-priming imparts tolerance to salt and PEG induced drought stress in Sugarcane. Agriculture, Ecosystems and Environment. 134(1): 24-28.

Patade, V.Y., Bhargava, S. and Suprasanna, P. 2009. Halopriming imparts tolerance to salt and PEG induced drought stress in sugarcane. Agriculture, Ecosystems and Environment. 134: 24-28.

Pirasteh Anousheh, H. and Emam, Y. 2019. The role of plant growth regulators in enhancing crop yield under saline conditions: from theory to practice. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 21(3): 188-209. (In Persian)

Pratt, RG. 2005. Variation in occurrence of dematiaceous hyphomycetes on forage bermudagrass over years, sampling times, and locations. Phytopathology. 95(10): 1183-1190.

Qu, X., Baskin, J.M., Wang, L. and Huang, Z. 2008. Effects of cold stratification, temperature, light and salinity on seed germination and radicle growth of the desert halophyte shrub, *Kalidium caspicum* (chenopodiaceae). Plant Growth Regular. 54: 241-248.

Rawat, B.S., Khanduri, V.P. and Sharma, Ch.M. 2008. Beneficial effects of cold-moist stratification on seed germination behaviors of *Abies pindrow* and *Picea smithiana*. Journal of Forestry Research. 19 (2): 125-130.

Rutherford, P.P. and Ali, N.A. 1977. Sugar and enzymes changes during cold storage of Rhubarb. Annals of Applied Biology. 85 (1): 159-160.

Shariati, M., Asmaneh, T. and Modarres Hashemi, M. 2003. The effect of different treatments on seed dormancy Yarrow (*Achillea millefolium*). Journal of Construction Research. 56 (2): 28-34.

Sharma R.K., Sharma Sh. and Sharma Sh.S. 2006. Seed germination behaviour of some medicinal plants of Lahaul and Spiti cold desert (Himachal Pradesh): implications for conservation and cultivation. Current Science. 90 (8): 1113-1118.

Shekari, F., Baljani, R., Saba, J., Afsahi, K. and Shekari, F. 2010. The effect of salicylic acid priming on the characteristics of borage seedling (*Borago officinalis*). Journal of Modern Agricultural Knowledge. 4: 47-53. (In Persian).

Sivasubramaniam, K., Geetha, R., Sujatha, K., Raja, K., Sripunitha, A. and Selvarani, R. 2011. Seed priming: triumphs and tribulations. Madras Agriculture Journal. 98: 197-209.

Sneider, L.C., Gavvasi, M.A., Campos, M.L., D-Amico-Damiao, V. and Garvalho, R.F. 2015. Effect of hormonal priming on seed germination of pigeon pea under cadmium stress. Anais da Academia Brasileria de Ciencias. 87(3): 1847-1852.

Yaneva, Z.L., Simeonov, E.B. and Ivanova, D.G. 2020. In vitro Ultraviolet-B radiation mediated antioxidant response of Bulgarian Goldenrod (*Solidago virgaurea* L.) extract. Bulgarian Chemical Communications. 52: 33-40.

Zinati, G.M., Bryan, H.H. and Li, Y. 2000. Stratification enhances germination of purple coneflower (*Echinacea angustifolia*) and st. Johns wort (*Hypericum perforatum*) seeds. Proceedings of the Florida State Horticultural Society. 113:172-174.

Journal of Seed Research, Vol. 11, No. 1, Spring 2021

Effect of pre-chilling and gibberellic acid on seed germination of two cultivars of European Goldenrod (*Solidago virgaurea* L.)

S. Parsafar[1], Gh. Eghlima[2], M.H. Mirjalili[3], S. Nejad Ebrahimi[4], J. Hadian[5*]

[1]M.Sc. Student of Agriculture, Medicinal Plants and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

[2]Ph.D. Graduate of Physiology and Plant Breeding of medicinal plants, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Zanjan University, Zanjan, Iran

[3]Associate Professor, Department of Agriculture, Institute of Medicinal Plants and Raw Materials, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

[4]Assistant Professor, Department of Phytochemistry, Institute of Medicinal Plants and Raw Materials, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

[5]Associate Professor, Department of Agriculture, Institute of Medicinal Plants and Raw Material, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Abstract

European Goldenrod (*Solidago virgaurea* L.) is a valuable medicinal plant with anti-inflammatory, antibacterial, antispasmodic, diuretic and sedative properties. Herbal medicines including this species can prevent formation of kidney stones and help excretion of urinary stones. Due to the importance of simple propagation of medicinal plants and the role of seeds in the production and cultivation of these plants, an experiment was conducted to determine the best method of seed treatment of European Goldenrod in factorial based on completely randomized design with two factors and three replications. The first factor of two seed genotypes including modified cultivar "Phasa B type" and a native species of Iran and the second factor including gibberellic acid (250, 125 and 500 ppm) and moist-chilling (one and two weeks). Germination and growth indices were evaluated. The results showed that in both modified and native species of European Goldenrod with increasing cooling time and gibberellic acid, germination percentage, germination rate and seed germination improved and had significant difference compared to control. The highest germination percentage (88%), germination rate (24.5 seed.day^{-1}), germination vigor (1.36) were in modified cultivar "Phasa B type" under two weeks of moist-chilling and the lowest ones in control. In general, the results showed that the best treatment to break dormancy was two weeks of moist-chilling at 4^0C.

***Keywords*:** Germination percentage, germination rate, pre-chilling, European Goldenrod, Phasa B type.

*Corresponding author; javadhadian@gmail.com