علوم و تحقیقات بذر ایران
سال هفتم/ شماره دوم/ ۱۳۹۹ (۲۲۸ - ۲۱۷)

DOI: 10.22124/jms.2020.4561

تاثیر تیمارهای مختلف بر جوانه‌زنی بذور و بررسی استقرار گیاهچه در جمعیت‌های کتان سفید (*Linum album* Ky. Ex Boiss.)

رضا کیانی[۱*]، وحیده ناظری[۲]، کرامت‌الله رضایی[۳]، رمضان کلوندی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۷/۸/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۲۲

چکیده

کتان سفید (*Linum album* Ky. Ex Boiss) گیاهی چندساله از تیره کتان حاوی ترکیبات لیگنانی دارای خاصیت ضد سرطانی می‌باشد. بذرهای این گیاه مانند بسیاری از گیاهان دارویی دیگر به‌دلیل قرارگرفتن در شرایط اکولوژیک خاص دارای خواب است. بنابراین شناخت عوامل اکوفیزیولوژیک موثر بر خواب و ایجاد شرایط بهینه برای جوانه‌زنی بذر و استقرار این گیاهان جهت تولید و پرورش آن یک امر ضروری است. به همین منظور جهت انجام سه آزمایش بررسی تاثیر ۱۵ تیمار مختلف جهت خواب‌شکنی (طرح کاملا تصادفی)، بررسی جوانه‌رنی (طرح کاملا تصادفی) و استقرار گیاهچه جمعیت‌های مختلف (طرح بلوک‌های کامل تصادفی)، بذور این گیاهان در تابستان ۱۳۹۳ از ۱۳ رویشگاه جمع‌آوری شد. نتایج این بررسی نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر درصد جوانه‌زنی و سایر شاخص‌های جوانه‌زنی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. در تیمار شاهد هیچ‌گونه جوانه‌زنی مشاهده نشد. استفاده از تیمار جیبرلین به غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر با ۸۸/۳۳ درصد جوانه‌زنی بهترین نتیجه را در پی داشت. بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه در جمعیت‌های رزن (A۴) و جوکار (A۱۰) به‌ترتیب به‌میزان ۷۸/۰۸ و ۴۱/۳۳ درصد مشاهده شد. با توجه به نتایج جهت برطرف‌کردن خواب بذر کتان سفید تیمارهای ترکیبی جیبرلین با سرمادهی مرطوب پیشنهاد می‌شود. همچنین بر اساس شاخص‌های مورد مطالعه استفاده از جمعیت‌های جوزان (A۱) و باباعلی (A۶)، برای پیشبرد برنامه‌های اصلاحی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تنوع، جیبرلین، شکستن خواب

۱-دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۲- استاد، گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۳- استاد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۴- استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، همدان، ایران.
*نویسنده مسئول: kianireza37@ut.ac.com

مقدمه

در پهنه دشت‌ها و کوهساران ایران بیش از ۷۵۰۰ گونه گیاهی یعنی حدود دو برابر تعداد گونه‌های هر یک از کشورهای اروپای غربی گیاه رشد می‌کند (Omidbaigi, 2013) که بخش قابل ملاحظه‌ای از این گیاهان دارای مقادیر قابل توجهی از متابولیت‌های ثانویه می‌باشند. امروزه نگاه جوامع به گیاهان دارویی و آثار شفا بخش آن‌ها تغییر کرده است و به نوعی می‌توان رویکرد دوباره جوامع صنعتی را به گیاهان و داروهای گیاهی مشاهده کرد (Omidi and Amirshekar, 2007). جنس کتان (*Linum*) دارای حدود ۲۳۰ گونه است که ۱۶ گونه از آن‌ها در ایران یافت می‌شود (Rechinger, 1974) دانه‌های بسیاری از آن‌ها غنی از اسیدهای چرب ضروری به‌ویژه اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ هستند (Raney and Diederichsen, 2002). کتان سفید (*Linum album* Ky. ex Boiss) گیاهی است چندساله علفی به ارتفاع ۲۰ تا ۵۰ سانتی‌متر، انحصاری ایران که در شمال غرب، غرب و مرکز کشور پراکنش دارد (Sharifnia and Asadi, 2000). این گیاه حاوی ترکیبات لیگنانی مهمی نظیر پودوفیلوتوکسین (PTOX) و ۶-متوکسی پودوفیلوتوکسین (MPTOX) است که دارای ویژگی‌های ضد ویروسی و ضد توموری می‌باشند (Seidel *et al.*, 2002). از این ترکیب‌ها برای ساخت سه داروی ضد سرطان etopside، etophose و teniposide استفاده می‌شود که برای مقابله با سرطان‌های ریه، تخمدان و تومورهای مغزی به کار می‌روند (Farkya *et al.*, 2004).

یکی از شرایط لازم جهت اصلاح گیاهان وحشی یافتن بهترین روش، جهت تکثیر گیاه مربوطه است. جوانه‌زنی طبق تعریف انجمن متخصصین رسمی تجزیه بذر (AOSA, 1981) عبارت از توانایی بذر جهت تولید یک گیاه طبیعی در شرایط مساعد می‌باشد. طی فرآیند جوانه‌زنی نقش بذر به‌عنوان واحد زایشی این است که رشته حیات و ضمانت بقای کلیه گونه‌ها را حفظ کند (Balouchi and Modarres Sanavi, 2006). بذرها پس از غلبه بر خطرات مختلف که در مراحل رسیدن، پراکنش و خواب وجود دارد، می‌توانند در صورت فراهم‌بودن شرایط مساعد محیطی جوانه بزنند. گونه‌های مختلف هر کدام مجموعه شرایط متفاوتی را برای جوانه‌زنی نیاز دارند. شرایط شیمیایی که در محیط پیرامون یک بذر فراهم است، می‌تواند عامل تعیین‌کننده در جلوگیری یا تحریک جوانه‌زدن باشد. ترکیب‌های شیمیایی که به درون رویان نفوذ و فعالیت متابولیکی را تحریک می‌کنند، اغلب در القای جوانه‌زنی مؤثر هستند. چهار ماده شیمیایی متداول در این زمینه عبارتند از: جیبرلیک اسید، کینیتین، تیوره و نیترات پتاسیم. نیترات پتاسیم موجب تحریک بسیاری از بذور حساس به نور در تاریکی می‌شود اما اثرات آن توسط فاکتورهای مختلفی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Baskin and Baskin, 1998). نیترات پتاسیم (KNo_3) پر مصرف‌ترین ماده شیمیایی به‌منظور افزایش جوانه‌زنی است (Balouchi and Modarres Sanavi, 2006). یکی از هورمون‌های مهم رشد، جیبرلیک اسید (GA_3) است که نقش بسیار مهمی در شکستن خواب بذر، جایگزینی سرمادهی در بذرهای دارای پوسته سخت و در نهایت جوانه‌زنی بذر گیاهان دارد (Ghasemi Pirbalouti *et al.*, 2007). پیش‌تیمارکردن بذرها با شرایط سرد و مرطوب به‌منظور جذب آب و بهبود جوانه‌زنی، چینه سرمایی یا سرمادهی مرطوب نام دارد. مطالعات نشان داده است که با استفاده از سرمادهی می‌توان حساسیت بذر به فاکتورهای محیطی (نظیر نور، نیترات و استعمال خارجی جیبرلین‌ها) را افزایش داد (Kigel, 1995). برای استقرار موفقیت آمیز گیاهان، بهتر است جوانه‌زنی به سرعت و در حد قابل قبولی همزمان صورت پذیرد. استفاده از برخی مواد شیمیایی، نیل به این هدف را آسان می‌نماید. نجفی و همکاران (Nadjafi *et al.*, 2006) با بررسی روش‌های مختلف شکستن خواب و جوانه‌زنی بذر دو گونه گیاه دارویی باریجه (*Ferula gummosa*) و مریم نخودی (*Teucrium polium*) به این نتیجه رسیدند که اعمال تیمارهای شیمیایی نیترات پتاسیم، سولفوریک اسید و جیبرلیک اسید اثر معنی‌داری بر شکستن خواب و جوانه‌زنی این دو گونه دارد. عموآقایی و ولی‌وند (Amooaghaie and Valivand, 2014) با مطالعه اثر مدت زمان سرمادهی، غلظت، نوع و زمان تیمار مواد ازته بر جوانه‌زنی و رشد دانه‌رست کرفس کوهی (*Kelussia odoratissima* Mozaff.) دریافتند که ۱۰ هفته سرمادهی مرطوب اثر معنی‌داری بر جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی این گیاه داشت. غلظت‌های ۰/۲ درصد نیترات پتاسیم یا ۰/۵ درصد تیوره اثر مثبت، اما غلظت‌های ۰/۶ درصد نیترات پتاسیم یا ۵ درصد تیوره اثر منفی بر جوانه‌زنی داشتند. تیمار ۰/۲ نیترات پتاسیم بر روی طول و

وزن خشک ریشه‌چه اثر معنی‌داری نداشت اما طول، وزن‌تر و خشک ساقه‌چه و وزن‌تر ریشه‌چه را در سطح ۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. در مقابل غلظت ۰/۶ نیترات پتاسیم تمامی این صفات را در حد معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش داد. صمدی و همکاران (Samadi *et al.*, 2012) با بررسی اثر ۲ محیط کشت مختلف (آب + آگار و محیط کشت MS) و سطوح مختلف جیبرلین (۴۰۰، ۵۰۰ و ۱۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌مدت ۷۲، ۹۶، ۱۴۴ و ۱۶۸ ساعت در دمای ۴ درجه سلسیوس) و اسید سولفوریک (۲۴، ۴۰ و ۵۰ درصد به‌مدت ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ دقیقه) و شتشو در آب جاری با دمای ۷۰ درجه سلسیوس (به‌مدت ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت) و تعدادی تیمار ترکیبی بر چهار گونه از جنس کتان (*L. mucronatum, L nervosum,* *L. album* and *L. austriacum*) دریافتند که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی برای هر چهار گونه با استفاده از جیبرلین در غلظت ۱۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر رخ داد. اشرفی و همکاران (Ashrafi *et al.*, 2013) به‌منظور تعیین تاثیر سولفوریک اسید، جیبرلین و اتانول بر جوانه‌زنی کتان سفید بذور این گیاه را از استان اصفهان شهرستان سمیرم جمع‌آوری کرده و پس از اعمال تیمارها گزارش کردند که در تیمار شاهد هیچگونه جوانه‌زنی مشاهده نشد و بذور کاملا خواب بودند. سولفوریک اسید و اتانول هیچ تاثیری بر جوانه‌زنی نداشتند. تیمار جیبرلین با غلظت ۳۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر (ppm) به‌مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت موجب جوانه‌زنی ۹۶ درصد بذور شد. در این تحقیق با توجه به این‌که در بازدیدهای به‌عمل آمده از مناطق رشد این گیاهان هیچگونه تکثیری به وسیله بذر مشاهده نشد و گیاهان موجود از اندام تکثیری زیر زمینی نشأت گرفته بودند و در تست‌های اولیه جوانه‌زنی (پس از گذشت ۶۰ روز نگهداری در شرایط خشک، بذور به فواصل ۳۰ روز یک‌بار (در مجموع ۴ مرتبه) در شرایط آزمایشگاه مورد آزمون جوانه‌زنی قرار گرفتند.) هیچ‌گونه جوانه‌زنی مشاهده نشد، تاثیر تیمارهای مختلف (جیبرلیک اسید، سرمادهی مرطوب و نیترات پتاسیم) بر جوانه‌زنی و شکستن خواب بذر و نیز استقرار گیاهچه‌های جمعیت‌های مختلف کتان سفید مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور جمع‌آوری بذور کتان سفید، محل گیاهان مورد نظر در فصل گلدهی (اردیبهشت ۱۳۹۳) با استفاده از دستگاه جی پی اس (GPS) علامت‌گذاری شد (جدول ۱) و پس از رسیدن بذور (مرداد ۱۳۹۳) جمع‌آوری بذور رسیده انجام شد. تعیین محل‌های رشد این گیاه با استفاده از فلور ایران (Sharifnia and Asadi, 2000)، اطلاعات هرباریوم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان و بررسی‌های شخصی انجام شد. بذور جمعیت‌های A۱۲ و A۱۳ از بانک ژن موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور تهیه شد. در آزمایش اول به‌منظور بررسی وضعیت جوانه‌زنی و شکستن خواب بذر کتان سفید ۱۶ تیمار مختلف (جدول ۲) مورد استفاده قرار گرفت. برای این منظور از بذور جمع‌آوری‌شده از جمعیت A۷ استفاده شد. این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار برای هر تیمار انجام شد. برای هر تکرار ۳۰ عدد بذر در نظر گرفته شد که پس از شمارش و ضدعفونی با محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به‌مدت ۵ دقیقه و چندین بار شستشو با آب مقطر، در پتری‌دیش‌های ۹ سانتی‌متری استریل‌شده حاوی کاغذ صافی واتمن قرار گرفتند و پس از افزودن ۵ میلی‌لیتر آب مقطر به هر پتری‌دیش، در ژرمیناتور با دمای ۱±۱۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰ درصد قرار گرفتند. تیمارهای سرمادهی مرطوب در دمای ۴ درجه سلسیوس (یخچال) قرار گرفتند. شمارش بذور جوانه‌زده، پس از ۲۴ ساعت از شروع آزمایش، هر روز صبح انجام شد.

معیار جوانه‌زنی بذور، خروج ریشه‌چه و قابل رؤیت بودن آن (به‌طول حداقل یک میلی‌متر) در نظر گرفته شد. عمل شمارش بذور تا زمان اتمام جوانه‌زنی (به‌مدت ۲۱ روز)، به‌طور مرتب و مداوم صورت گرفت. در پایان صفاتی از قبیل طول ریشه‌چه، وزن تر گیاهچه، وزن خشک گیاهچه (گیاهچه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس قرار گرفته سپس با ترازوی با دقت ۰/۰۰۰۱ توزین شدند) با ۱۲ تکرار در هر تیمار، درصد جوانه‌زنی (Copeland and Mc Donald, 1995)، سرعت جوانه‌زنی (Aflakpui *et al.*, 1998)، سرعت رشد (تعداد روزهای لازم برای جوانه‌زدن ۵۰ درصد از بذر ها یا T50)، زمان شروع جوانه‌زنی (مدت زمانی که طول می‌کشد تا اولین بذر جوانه بزند) و شاخص بنیه بذر (Abdul-Baki and Anderson, 1970) بر اساس روابط زیر محاسبه گردید.

$GP=n/N \times 100$
$Gr=\sum n/\sum(dn),$
$VI=Ls\times GP/100.$

در این روابط GP درصد جوانه‌زنی، Gr میانگین سرعت جوانه‌زنی، VI شاخص بنیه بذر، Ls میانگین طول گیاهچه (میلی‌متر)، n تعداد کل بذرهای جوانه‌زده در پایان آزمایش، N تعداد کل بذرها در شروع آزمایش و d تعداد روزهای سپری شده از شروع آزمایش است.

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی مناطق جمع آوری بذور کتان سفید

Table 1- Geographical characteristics of seed collection regions of *Linum album*

جمعیت کتان سفید Population *Linum album*	رویشگاه Region	عرض جغرافیایی (شمالی) Latitude (N)	طول جغرافیایی (شرقی) Longitude (E)	ارتفاع (متر) Elevation (m)
A1	همدان- جوزان Hamedan- Jowzan	34º13'56"	048º57'25"	1904
A2	همدان- ملایر Hamedan- Malayer	34º15'12"	048º51'19"	1803
A3	همدان- تویسرکان Hamedan- Tuyserkan	34º32'57"	048º06'19"	1551
A4	همدان- رزن Hamedan- Razan	35º28'02"	049º02'36"	1976
A5	همدان- کرفس Hamedan- Karafs	35º20'57"	049º15'39"	1966
A6	همدان- باباعلی Hamedan- Baba Ali	34º55'50"	048º11'34"	2176
A7	همدان- علی آباد Hamedan- Aliabad	34º41'12"	048º38'02"	2124
A8	همدان- سد اکباتان Hamedan- Ekbatan dam	34º45'51"	048º35'35"	1946
A9	همدان- حاجی آباد Hamedan- Hajjiabad	34º46'11"	048º43'17"	1955
A10	همدان- جوکار Hamedan- Jowkar	34º22'45"	048º40'02"	1721
A11	همدان- نهاوند Hamedan- Nahavand	34º11'11"	048º18'53"	1616
A12	اصفهان- فریدون شهر Isfahan- Fereydunshahr	32°54'11"	50° 4'39"	2630
A13	فارس- شیراز Fars- Shiraz	29°38'2"	52°11'28"	1922

در آزمایش دوم به‌منظور بررسی جوانه‌زنی بذور ۱۳ جمعیت کتان سفید (جدول ۱)، تحت بهترین تیمار آزمایش اول (پیش‌تیمار جیبرلین با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌مدت ۲۴ ساعت) آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد.

جدول ۲- تیمارهای مورد استفاده برای خواب شکنی بذور کتان سفید

Table 2- Treatments used to Dormancy Breaking of *L. album* seeds

Treatment code	Treatment	تیمارها
1	Gibberellin 3000ppm	جیبرلین ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر
2	Gibberellin 2000ppm	جیبرلین ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر
3	Gibberellin 1000ppm	جیبرلین ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر
4	Gibberellin 500ppm	جیبرلین ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر
5	Gibberellin 100ppm	جیبرلین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر
6	Washing 24 hours + Gibberellin 500ppm	۲۴ساعت شستشو +جیبرلین ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر
7	Gibberellin 100ppm 48 hour	جیبرلین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر ۴۸ ساعت
8	Gibberellin 500ppm + 2 week stratification	جیبرلین ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر+ دو هفته سرمادهی
9	2 week stratification	۲ هفته سرمادهی مرطوب
10	4 week stratification	۴ هفته سرمادهی مرطوب
11	8 week stratification	۸ هفته سرمادهی مرطوب
12	12 week stratification	۱۲ هفته سرمادهی مرطوب
13	Potassium nitrate 2 %	نیترات پتاسیم ۲ ٪
14	Potassium nitrate 1 %	نیترات پتاسیم ۱ ٪
15	Potassium nitrate 0.5 %	نیترات پتاسیم ۰/۵ ٪
16	control	شاهد

برای هر تکرار ۵۰ عدد بذر در نظر گرفته شد و بذور پس از شمارش و ضدعفونی با محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به‌مدت ۵ دقیقه و چندین بار شستشو با آب مقطر، در سینی کشت‌های پر شده با کوکوپیت کشت شده و در گلخانه با دمای ۲۵/۲۰ (شب/روز) قرار گرفتند.

معیار جوانه‌زنی بذور، خروج ساقه‌چه و قابل رؤیت‌بودن آن (به‌طول حداقل پنج میلی‌متر) در نظر گرفته شد. در آزمایش سوم به‌منظور بررسی درصد استقرار گیاهچه‌های ۱۳ جمعیت مختلف کتان سفید (جوانه‌زده تحت تیمار جیبرلین با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌مدت ۲۴ ساعت) در شرایط مزرعه (ارتفاع ۱۲۵۰ متری از سطح دریا، ۵۰ درجه و ۵۵ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۴۶ دقیقه شمالی، مشخصات خاک در جدول ۳)، آزمایشی در گلخانه و مزرعه گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز دانشگاه تهران در بهار و تابستان ۱۳۹۴ انجام شد. گیاهچه‌ها در شرایط گلخانه و در سینی کشت پر شده با کوکوپیت کاشته شدند و پس از ۵۰ روز از هر جمعیت ۹۰ (۳ تکرار ۳۰ تایی) گیاهچه سالم به مزرعه منتقل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی کشت شد. در طی فصل رشد، آبیاری و مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت مداوم صورت گرفت. شمارش گیاهان سالم ۱۱۰ روز پس از کاشت گیاهچه‌ها در مزرعه انجام شد و با توجه به تعداد گیاهان باقیمانده هر جمعیت نسبت به روز اول کاشت، درصد استقرار برای هر جمعیت محاسبه گردید. تجزیه آماری داده‌های آزمایش به‌وسیله نرم‌افزار SPSS v.22 و مقایسه کلیه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

جدول ۳- مشخصات خاک محل انجام آزمایش

Table 3. Edaphic parameters of soil at research place

pH	EC dS/m	فسفر P Mg/kg	پتاسیم K Mg/kg	نیتروژن کل Total N %	درصد شن Sand %	درصد رس Clay %	درصد سیلت Silt %	کلاس بافت خاک Soil class	ظرفیت زراعی FC
8.3	2	66	120	0.71	35	41	24	Clay	35

نتایج

تاثیر تیمارهای مختلف بر جوانه‌زنی و خواب شکنی بذور کتان سفید

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در بین تمام صفات اندازه‌گیری‌شده همه تیمارها در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۴). بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در تیمار جیبرلین با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر با ۸۸ درصد جوانه‌زنی مشاهده شد. با افزایش مدت زمان سرمادهی سرعت جوانه‌زنی نشان داد. (جدول ۵).

جوانه‌زنی و درصد استقرار جمعیت‌های کتان سفید

نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده نشان داد که در بین تمام صفات اندازه‌گیری‌شده به‌جز نسبت طول به عرض بذر در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۶). بیش‌ترین و کم‌ترین درصد جوانه‌زنی به‌ترتیب در جمعیت‌های رزن (A۴) با ۷۸/۰۸ و ملایر (A۲) با ۱۲/۵ درصد مشاهده شد (جدول ۷). بیش‌ترین وزن هزار دانه به‌ترتیب مربوط به جمعیت‌های A۶ و A۹ با ۴/۰۳ و ۳/۹۹ گرم بود (جدول ۷).

جدول۴ –تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش بررسی وضعیت جوانه‌زنی و شکستن خواب بذر کتان سفید

Table 4 . Analysis of variance of measured traits in the test of germination and dormancy breaking of *L. album* seeds

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square						
		درصد جوانه‌زنی Germination	شروع جوانه‌زنی Start germination	سرعت رشد Growth rate	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	وزن خشک گیاهچه Dry weight	طول گیاهچه Seedling length	شاخص بنیه Vigor index
تیمار Treatment	15	4811.06**	64.24**	200.64**	0.14**	9.15**	50.79**	56.20**
خطای آزمایشی Error	48	21.06	3.07	0.37	0.01	0.08	0.62	8.69

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

** Significant at the 1% level

جدول ۵ - مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری‌شده در آزمایش بررسی وضعیت جوانه‌زنی و شکستن خواب بذر کتان سفید

Table 5. Mean comparison of measured traits in the test of germination and dormancy breaking of *L. album* seeds

تیمار Treatment	درصد جوانه‌زنی Germination %	شروع جوانه‌زنی Start germination (day)	سرعت رشد Growth rate (day)	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (seed per day)	وزن خشک گیاهچه Dry weight(mg)	طول ریشه‌چه Seedling length(mm)	شاخص بنیه Vigor index
1	78.33^{b}	7.75^{c}	14^{d}	0.07^{c}	2.91^{c}	7.03^{b}	55.09^{ab}
2	78.33^{b}	9^{cd}	14.25^{d}	0.06^{c}	3.42^{b}	5.75^{cd}	45.04^{d}
3	88.33^{a}	5^{b}	14.5^{de}	0.07^{c}	3.06^{bc}	6.03^{bc}	53.29^{bc}
4	75^{b}	7.5^{bc}	75.13^{d}	0.07^{c}	3.15^{bc}	6.55^{bc}	49.18^{cd}
5	25^{e}	11^{d}	16.75^{f}	0.06^{c}	3.03^{bc}	2.41^{e}	04.60^{i}
6	63.33^{c}	7^{bc}	25.12^{c}	0.07^{c}	2.97^{bc}	4.80^{d}	30.45^{f}
7	55^{d}	8^{c}	15.25^{e}	0.06^{c}	2.75^{c}	6.56^{bc}	36.11^{e}
8	81.66^{b}	1^{a}	4.5^{b}	0.17^{c}	3.07^{bc}	7.07^{b}	57.77^{a}
10	66.21^{e}	1^{a}	1^{a}	0.36^{b}	3.13^{bc}	8.61^{a}	18.66^{h}
11	21.66^{e}	1^{a}	1^{a}	0.44^{b}	3.99^{a}	8.94^{a}	19.37^{h}
12	26.66^{e}	1^{a}	1^{a}	0.65^{a}	1.71^{d}	9.26^{a}	24.71^{g}
16 (control)	0	-	-	-	-	-	-

حروف متفاوت در هر ستون به معنی وجود اختلاف معنی‌دار بین دو تیمار در سطح احتمال ۵درصد با آزمون دانکن است (با توجه به این‌که در تیمارهای نیترات پتاسیم و دو هفته سرمادهی مرطوب هیچگونه جوانه‌زنی دیده نشد، از ذکر آن‌ها در جدول خودداری شد).

Values followed by different letters are significantly different according to Duncan test, P= 0.05 (Since there were not any germination in potassium nitrate treatments and two weeks stratification, they were not mentioned in the table).

جدول ۶ – تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده در آزمایش بررسی جوانه‌زنی جمعیت‌های کتان سفید

Table 6. Analysis of variance of measured traits in the test of germination of *L. album* populations

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square					
		درصد جوانه زنی Germination %	طول گیاهچه Seedling length	عرض بذر Seed width	طول بذر Seed length	نسبت طول به عرض بذر Seed length/width	وزن هزار دانه 1000-seeds weight
تیمار Treatment	12	1048.41**	2.45**	0.07**	0.26**	0.02 ^{ns}	0.64**
خطای آزمایشی Error	26	5.58	0.13	0.01	0.03	0.01	0.06

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

** Significant at the 1% level, ^{ns} No significant difference

درصد استقرار در جمعیت‌های مختلف کتان سفید تفاوت معنی‌دار نشان داد (جدول ۸). نتایج نشان داد که درصد استقرار در جمعیت‌های مورد مطالعه از صفر (جمعیت A۵) تا ۴۱/۳۳ درصد (جمعیت A۱۰) متغیر بود. در سایر جمعیت‌ها درصد استقرار بین ۱۸/۳۳ تا ۳۶/۳۳ مشاهده شد (شکل ۱).

بحث

بر اساس نتایج به‌دست آمده در بذور بدون اعمال تیمار (شاهد) و تیمار شده با نیترات پتاسیم هیچگونه جوانه‌زنی مشاهده نشد که نشان‌دهنده خواب بذر این گیاه و عدم تاثیر نیترات پتاسیم در شکستن خواب بذر کتان سفید است. به‌طورکلی می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که اثر تیمارهای مورد بررسی در این آزمایش بر درصد جوانه‌زنی بذور معنی‌دار بود. یکی از دلایل اثر مثبت محرک‌های شیمیایی مانند جیبرلین بر جوانه‌زنی بذور کتان سفید احتمالاً به تعادل رسیدن نسبت هورمونی در

بذر و کاهش مواد بازدارنده رشد مانند آبسیزیک اسید (ABA) مربوط است (Ghasemi Pirbalouti *et al*., 2007).

جدول ۷ - مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری‌شده در آزمایش بررسی جوانه‌زنی جمعیت‌های کتان سفید

Table 7. Mean comparison of measured traits in the test of germination of *L. album* populations

جمعیت Population	درصد جوانه‌زنی Germination %	طول گیاهچه Seedling length(cm)	عرض بذر Seed width(mm)	طول بذر Seed length(mm)	وزن هزار دانه 1000-seeds weight(gr)
A1	71.22^{b}	4.13^{cd}	2.46^{a}	3.94^{bcd}	2.80^{efg}
A2	12.5^{j}	3.14^{ef}	2.19^{b-e}	3.79^{cde}	2.69^{fg}
A3	46.15^{def}	2.75^{f}	2.14^{d-g}	3.80^{cde}	3.44^{bcd}
A4	78.07^{a}	4.51^{bc}	2.10^{efg}	3.55^{e}	3.13^{b-f}
A5	26.22^{f}	2.75^{f}	1.97^{g}	3.21^{f}	2.58^{g}
A6	51.27^{c}	3.06^{ef}	2.34^{a-d}	3.66^{de}	4.03^{a}
A7	48.47^{cd}	4.36^{c}	2.27^{a-e}	3.73^{cde}	2.98^{def}
A8	31.22^{g}	2.96^{f}	2.04^{fg}	3.65^{de}	3.07^{c-f}
A9	48.11^{cde}	5.53^{a}	2.35^{a-d}	4.16^{ab}	3.99^{a}
A10	22.11^{i}	3.42^{ef}	2.40^{ab}	4.38^{a}	3.22^{b-e}
A11	44.14^{ef}	4.34^{c}	2.38^{abc}	4.05^{bc}	3.56^{b}
A12	43.17^{f}	5.05^{ab}	2.37^{abc}	4.04^{bd}	3.50^{bc}
A13	27.16^{h}	3.66^{de}	2.17^{c-g}	3.85^{b-e}	3.27^{bcd}

حروف متفاوت در هر ستون به معنی وجود اختلاف معنی‌دار بین دو تیمار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن است.

Values followed by different letters are significantly different according to Duncan test, P= 0.05.

جدول ۸- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده در آزمایش بررسی درصد استقرار جمعیت‌های کتان سفید

Table 8. Analysis of variance of measured traits in the test of establishment percent of *L. album* populations

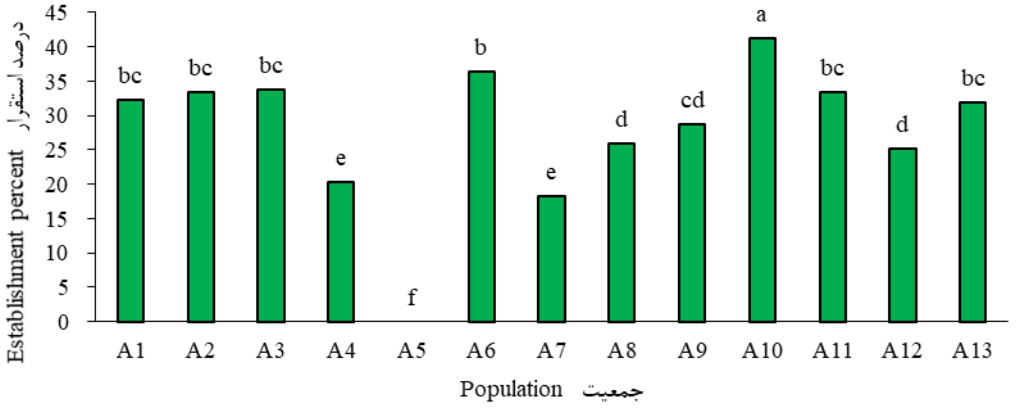
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square
		درصد استقرار Establishment %
جمعیت Population	12	329.85**
بلوک Block	2	62.48**
خطای آزمایشی Error	24	7.33

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

** Significant at the 1% level

جیبرلین‌ها سنتز آنزیم‌های هیدرولیتیک که در زیر لایه آلورن قرار دارند را افزایش می‌دهند. آنزیم‌های سنتزشده به آاندوسپرم انتقال یافته و سبب تجزیه مواد ذخیره‌شده و تأمین انرژی لازم برای جوانه‌زنی می‌شوند (Cirac *et al*., 2004). در رابطه با جیبرلیک اسید بسته به گونه گیاهی غلظت‌های متفاوتی مورد استفاده قرار گرفته است به‌طوری‌که محمودزاده و همکاران (Mahmoodzadeh *et al*., 2006) ۵۰۰، را نیز مورد استفاده قرار داده‌اند. در تحقیق حاضر غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین به تنهایی و غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در ترکیب با دو هفته سرمادهی مرطوب نتیجه خوبی داشت درحالی‌که در تحقیق اشرفی و همکاران (Ashrafi *et al*., 2013) بر روی شکستن خواب بذر کتان سفید غلظت ۳۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت با ۹۶ درصد جوانه‌زنی بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی را در پی داشت. نتایج این تحقیق در ارتباط با اثرگذاری مطلوب جیبرلیک اسید بر افزایش درصد جوانه‌زنی با یافته‌های هیلتون (Hilton, 1984)، قاسمی پیر بلوطی و همکاران (Ghasemi Pirbalouti *et al*., 2007)، نجفی و همکاران (Nadjafi *et al*., 2006)، صمدی و همکاران (Samadi *et al*., 2012) و اشرفی و همکاران (Ashrafi *et al*., 2013) مطابقت دارد. اخیرا نشان داده شده است که قرارگیری گیاه مادری در دمای پایین و در زمان بلوغ بذر باعث افزایش خواب بذور می‌شود که نشان‌دهنده وجود نوعی مکانیسم حافظه است (Chen *et al*., 2014). با توجه به این‌که بذرهای کتان سفید از جمله بذرهای اقلیم سردسیر هستند و در طی فصل رشد با دماهای پایین روبرو می‌شوند و نیز زمستان‌های سردی را سپری می‌کنند، انتظار می‌رود خواب فیزیولوژیک بذرهای آن‌ها با سرمادهی شکسته شود

و به‌عنوان یک سازگاری اکولوژیک در بذرهای این گیاهان شکل گرفته باشد. بذر بسیاری از گونه‌های گیاهی که در خواب به یک دوره سرما نیاز دارند. اعمال پیش‌سرمای مرطوب می‌تواند یک راه میانبر برای رفع این نیاز باشد. تأثیر این تیمار با توجه به گونه‌های گیاهی می‌تواند متغیر باشد (Uzun and Aydin, 2004). در تحقیق ما دو هفته سرمادهی مرطوب هیچ تاثیری در رفع خواب بذور اقلیم‌های معتدل و سردتر می‌رویند، برای برطرف‌شدن نداشت که می‌تواند حاکی از نیاز سرمایی بیش‌تر بذور باشد. با افزایش مدت زمان سرمادهی از دو هفته به چهار هفته درصد جوانه‌زنی افزایش یافت ولی در تیمارهای طولانی‌مدت‌تر اختلاف معنی‌داری با تیمار چهار هفته سرما مشاهده نشد (جدول ۴).



شکل ۱– مقایسه میانگین درصد استقرار جمعیت‌های کتان سفید (حروف متفاوت در هر ستون به معنی وجود اختلاف معنی‌دار بین دو تیمار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن است. A1-A13: جمعیت‌های کتان سفید(جدول ۱))

Figure 1. Mean comparison of establishment percent of *L. album* populations (Values followed by different letters are significantly different according to Duncan test, P= 0.05. A1-A13: *L. album* populations (table 1))

نتایج حاکی از آن است که سرمادهی باعث افزایش چشمگیر شاخص بنیه در تیمار ترکیب با جیبرلین می‌شود. نتایج تحقیق روی آرابیدوپسیس نشان می‌دهد که که تیمارهایی که باعث شکست خواب می‌شوند (نظیر سرمای مرطوب، با یا بدون نور) بیان ژن‌های بیوسنتزی جیبرلین و در نهایت تجمع جیبرلین‌های فعال از نظر زیستی را تحریک می‌کند. قرارگیری بذرها در معرض سرمای مرطوب به کاهش سطوح آبسیزیک اسید در بذر منجر شده و در نتیجه جوانه‌زنی افزایش می‌یابد. به دنبال کاتابولیسم آبسیزیک اسید و تضعیف پیام‌رسانی آبسیزیک اسید وابسته به خواب، در طول سرمای مرطوب، سنتز جیبرلین تحریک می‌شود (Yamauchi *et al*., 2004).

محققان بیان کرده‌اند که در بسیاری از بذرها که به‌طور گسترده‌ای نیاز به سرما جهت بر طرف شدن خواب دارند، مانند فندق و افرای برگ چناری، طی دوره سرمادهی مقدار زیادی RNA جمع می‌شود (and Bryant, 1982 Slater). حال آن که در بذرهای شاهد که در دمای بالاتر نگهداری می‌شوند، تجمع RNAدیده نمی‌شود. این رویداد اهمیت سرما در باز ساخت مولکول‌های بزرگ برای از سرگیری رشد و نمو بذر را مورد تأکید قرار می‌دهد. 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 (Benech-Arnold *et al*., 2000). به مثابه یک قاعده کلی، بذرهای مناطق معتدله نسبت به بذرهای مناطق گرمسیری به درجه حرارت کم‌تری نیاز دارند، این در حالی است که گونه‌های وحشی به حرارت کم‌تری نسبت به گیاهان اهلی نیازمندند (Sarmadnia, 1995).

به نظر می‌رسد بهترین تیمارها برای برطرف‌نمودن خواب بذر کتان سفید تیمار با جیبرلین با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و تیمار ترکیبی جیبرلین ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر+ دو هفته سرمادهی مرطوب است. البته با در نظرگرفتن سایر شاخص‌های جوانه‌زنی می‌توان گفت سرمادهی مرطوب در افزایش کیفیت جوانه‌زنی بسیار موثر است. از سوی دیگر باید توجه داشت که تیمار ۱۲ هفته سرمادهی مرطوب برای بذور کتان سفید هم نتوانسته

جوانه‌زنی نهایی بذر را از ۲۶/۶۶ درصد بالاتر برساند. این موضوع مبین آن است که عوامل بازدارنده جوانه‌زنی به ترکیب جیبرلین با غلظت های کم‌تر از ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر با مدت زمان اعمال تیمار طولانی‌تر به‌همراه سرمادهی مرطوب نتیجه مطلوبتری حاصل می‌کند که نیاز به بررسی بیش‌تر دارد. بنابراین می‌توان خواب بذر این گیاه را از نوع درونی و فیزیولوژیک دانست.

همان‌گونه‌که نتایج تحقیق حاضر نشان داد درصد جوانه‌زنی در جمعیت‌های مختلف کتان سفید بسیار متغیر بود که متاثر از ویژگی‌های ژنتیکی بذر، شرایط محیطی و اقلیمی نمو بذر و نیز شرایط رفع خواب بذر است، بنابراین می‌توان براساس نتایج مشاهده‌شده و مطالعات قبلی (Nazeri *et al.*, 2017) نتیجه گرفت که تنوع ژنتیکی بالایی بین جمعیت‌های مختلف وجود دارد. در این رابطه قائمی‌زاده و همکاران (Ghaemizadeh *et al.*, 2011) با بررسی رکود و جوانه‌زنی بذر در جمعیت‌های مختلف موسیر نتیجه گرفتند که خواب بذر در توده‌های مختلف، متفاوت است، که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. تحقیقات نشان داده است که بذور برداشت‌شده از یک بوته سطوح مختلفی از خواب نشان می‌دهند بنابراین در زمان‌های مختلف جوانه‌زده و احتمال مرگ گیاهچه نوظهور کاهش می‌یابد. احتمالا تغییرات محیطی در زمان بلوغ بذر باعث ایجاد سطوح مختلف خواب در بذور مختلف یک بوته می‌شود. بنابراین وجود اختلاف قابل توجه در قدرت و درصد جوانه‌زنی بذر در جمعیت‌های متعلق به میکرواقلیم‌های متفاوت دور از انتظار نیست و نتایج مشاهده‌شده در این تحقیق را تایید می‌کند (Simons and Johnston, 2006; Burghardt *et al.*, 2016).

القای خواب بذر در طی دوره بلوغ و توسعه آن رخ می دهد. فاکتورهای محیطی محیط رشد گیاه مادری در طی بلوغ بذر مانند دما، نور و نیترات خاک بر سطح خواب بذر تاثیر بسزایی دارند (He *et al.*, 2014). در رابطه با درصد استقرار پایین گیاهچه‌ها می‌توان اختلاف محل رویش گیاه مورد مطالعه در رویشگاه طبیعی با شرایط مزرعه (محل انجام آزمایش) از نظر دما، رطوبت، خصوصیات خاک و به‌میزان قابل توجهی در بذور این گیاه وجود دارد و عواملی غیر از سرمادهی در حذف آن‌ها نقش دارند. به نظر می‌رسد خصوص ارتفاع را عوامل دخیل در این صفت دانست (Nazeri *et al.*, 2017). همانگونه که مشاهده می‌شود درصد استقرار گیاهچه‌های حاصل از بذور رویشگاه‌های با ارتفاع کم‌تر، بیش‌تر از گیاهچه‌های حاصل از بذور جمع‌آوری‌شده از مناطق مرتفع‌تر است. زارع زاده و همکاران (Zarezadeh *et al.*, 2015) با بررسی استقرار ۶۹ اکسشن از گونه‌های مختلف آویشن در استان یزد، به‌ترتیب ۸، ۲۸ و ۳۳ اکسشن را سازگار، نسبتا سازگار و کم‌تر سازگار گزارش کردند. همچنین ایشان تنوع در درصد استقرار اکسشن‌های مختلف را با اقلیم منشا اکسشن‌ها مرتبط دانستند که هم راستا با نتایج این تحقیق است. به‌نظر می‌رسد کشت و کار گیاه کتان سفید در شرایط مشابه رویشگاه طبیعی این گیاه نتایج مطلوب‌تری به‌دست می‌دهد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی می‌توان گفت خواب بذر کتان سفید از نوع فیزیولوژیک بوده و بهترین تیمار جهت رفع خواب بذور این گیاه استفاده از تیمارهای جیبرلین با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و تیمار ترکیبی جیبرلین با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و سرمادهی مرطوب به‌مدت ۲ هفته است. تفاوت معنی‌دار در درصد جوانه‌زنی و درصد استقرار جمعیت‌های مختلف کتان سفید، وجود تنوع ژنتیکی کافی بین جمعیت‌های مورد مطالعه این گیاه را اثبات می‌کند. با توجه به درصد جوانه زنی و استقرار بهتر جمعیت‌های A۱ (همدان- جوزان) و A۶ (همدان- باباعلی)، استفاده از این جمعیت‌ها برای پیشبرد برنامه‌های اصلاحی توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مسئول گلخانه و مزرعه گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز دانشگاه تهران تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Abdul-Baki, A. and Anderson, J.D. 1970. Viability and leaching of sugars from germination barley. Crop Science, 10: 31-34. **(Journal)**

Aflakpui, G.K., Gregory, P.J. and Froud-Williams, R J. 1998. Effect of temperature on seed germination rate of *Striga hermonthica* (Del.) Benth. Crop Protection-an International Journal of Pest Disease and Weed Control, 17(2), 129-134. **(Journal)**

Amooaghaie, R. and Valivand, M. 2014. The effect of duration of moist chilling, concentration, type and application time nitrogen compounds on seed germination and seedling growth of *Kelussia odoratissima* Mozaff. Iranian Journal of Biology, 27(3): 465-477. (In Persian) **(Journal)**

AOSA. 1981. Rules for testing seed. Journal of Seed Technology 6: 1-126. **(Journal)**

Ashrafi, E., Nadali, M. and Taheri, S.H. 2013. Breaking seed dormancy of *Linum album* a medicinal plant of the Iran. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(14): 1495-1499. **(Journal)**

Balouchi, H.R. and Modarres Sanavi, S.A.M. 2006. Effect of gibberlic acid, prechilling, sulfuric acid and potassium nitrate on seed germination and dormancy of annual Medics. Pakistan Journal of Biological Sciences, 9(15): 2875-2880. **(Journal)**

Baskin, C.C. and J.M. Baskin, 1998. Seeds, ecology, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, New York. Vol. 6, pp: 101-106. **(Book)**

Benech-Arnold, R.L., Sánchez, R.A., Forcella, F., Kruk, B.C. and Ghersa, C.M. 2000. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. Field Crops Research, 67(2), 105-122. **(Journal)**

Burghardt, L.T., Edwards, B.R., and Donohue, K. 2016. Multiple paths to similar germination behavior in Arabidopsis thaliana. New Phytologist, 209(3), 1301-1312. **(Journal)**

Chen, M., MacGregor, D.R., Dave, A., Florance, H., Moore, K., Paszkiewicz, K., Smirnoff, N., Graham, I.A. and Penfield, S. 2014. Maternal temperature history activates flowering locus T in fruits to control progeny dormancy according to time of year. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(52), 18787-18792. **(Journal)**

Çırak, C., Ayan, A. and Kevseroğlu, K. 2004. The effects of light and some presoaking treatments on germination rate of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) seeds. Pakistan Journal of Biological Sciences, 7: 182-186. **(Journal)**

Copeland, L.O. and Mc Donald, M.B. Principals of seed science and technology. 1995. Third Edition. Chaoman and Hall, New Tork. **(Book)**

Farkya, S., Bisaria, V.S. and Sirvastava, A.K. 2004. Biotechnological aspects of the production of the anticancer drug podophyllotoxin. Applied Microbiology Biotechnology, 65: 504-519. **(Journal)**

Ghaemizadeh, F., Dashti, F. and Ghahremani-Majd, H. 2011. Study of dormancy and germination of seeds in different populations of *Allium hirtifolium*. Seventh National Horticultural Science Congress of Iran. Isfahan 5-8 September, Isfahan University of Technology. p:522-524. (In Persian) **(Conference)**

Ghasemi Pirbalouti, A., Golparvar, A., Riyahi Dehkordi, M. and Navid, A. 2007. The effect of different treatments on seeds dormancy and germination of five species of medicinal plants of Chahar Mahal and Bakhteyari Province. Pajouhesh and Sazandegi, 74: 185-192. (In Persian) **(Journal)**

He, H., De Souza Vidigal, D., Snoek, L.B., Schnabel, S., Nijveen, H., Hilhorst, H. and Bentsink, L. 2014. Interaction between parental environment and genotype affects plant and seed performance in Arabidopsis. Journal of Experimental Botany, 65(22): 6603-6615. **(Journal)**

Hilton, J.R. 1984. The influence of light and potassium nitrate on the dormancy and germination of *Avena fatua* seed and its ecological significance. New Phytologist, 96(1): 31-34. **(Journal)**

Kigel, J. 1995. Seed germination in arid and semiarid regions. In 'Seed development and germination'.(Eds J Kigel, G Galili) pp: 645–699. **(Book)**

Mahmoodzadeh, A., Nojvan, M. and Bagheri, Z. 2006. Effects of different treatments on breaking of dormancy and seed germination of *Datura stramonium*. Iranian Journal of Biology, 18: 341- 349. (In Persian) **(Journal)**

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

Nazeri, V., Kiani, R., Rezaei, K. and Kalvandi, R. 2017. Diversity study of some ecological, morphological and fatty acid profile of *Linum album* Ky. ex Boiss. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 33(1): 168-183. **(Journal)**

Omidbaigi, R. 2013. Production and processing of medicinal plants (volume 1). Behnashr, Mashhad, Iran. (In Persian) **(Book)**

Omidi, H.A.M. and Amirshekar, H. 2007. Potential of products herbal medicine in Iran. 3rd Global Summit on Medicinal and Aromatic Plants *(GOSMAP3)*. Chiang Mai, Thailand. **(Conference)**

Raney, J.P. and Diederichsen, A. 2002. Oil content and composition of the flax germplasm collection held by Plant Gen Resources of Canada. Agriculture and Agri-Food Canada Research Branch, 107: 7-2. **(Journal)**

Rechinger, K.H. 1974. Flora Iranica. No: 106, Akademische Druk, Verlagsanstalt, Graz-Austria. **(Book)**

Samadi, A., Carapetian, J., Qadim Zadeh, M. and Hassanzadeh Ghortapeh, A. 2012. Comparison of two culture media for breaking seed dormancy and germination improvement in four species of *Linum* L. African Journal of Biotechnology, 11(20): 4699-4705. **(Journal)**

Sarmadnia, Gh.H. 1995. Principles of seed science and technology. Jahade Daneshgahi Mashhad Press, Mashhad, Iran. (In Persian) **(Book)**

Seidel, V., Windhovel, J., Eaton, G., Alfermann, A.W., Arroo, R.R.J., Medarde, M., Petersen, M. and Woolley, J.G. 2002. Biosynthesis of podophyllotoxin in *Linum album* cell cultures. Planta, 215: 1031–1039. **(Journal)**

Sharifnia, F. and Asadi, M. 2000. Flor of Iran No. 34, Linaceae family. Research Institute of Forests and Rangelands Publication. Tehran. (In Persian) **(Book)**

Simons, A.M., and Johnston, M.O. 2006. Environmental and genetic sources of diversification in the timing of seed germination: implications for the evolution of bet hedging. Evolution, 60(11), 2280-2292. **(Journal)**

Slater, R.J. and Bryant, J.A. 1982. RNA metabolism during breakage of seed dormancy by low temperature treatment of fruits of *Acer platanoides*. Annals of Botany, 50(2): 141-149. **(Journal)**

Uzun, F. and Aydin, I. 2004. Improving germination rate of *Medicago* and *Trifolium* species. Asian Journal Plant Science, 3: 714-717. **(Journal)**

Yamauchi, Y., Ogawa, M., Kuwahara, A., Hanada, A., Kamiya, Y. and Yamaguchi, S. 2004. Activation of gibberellin biosynthesis and response pathways by low temperature during imbibition of *Arabidopsis thaliana* seeds. The Plant Cell, 16(2), 367-378. **(Journal)**

Zarezadeh, A., Madah Arefi, H., Sharifi Ashoorabadi, E., Mirhosseini, A. and Arabzadeh, M.R. 2015. Phenology and compatibility of different *Thymus* species under agricultural conditions. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 31(3): 539-553. (In Persian) **(Journal)**

The effects of different treatments on seed germination and evaluation seedling establishment in *Linum album* Ky. Ex Boiss. Populations

Reza Kiani[1*], Vahideh Nazeri[2], Karamatollah Rezaei [3], Ramezan Kalvandi[4]

Received: November 13, 2018 Accepted: March 13, 2019

Abstract

Linum album Ky. Ex Boiss. is a perennial herb from Linaceae family, which have lignans that are anti-cancer compounds. Like other medicinal herbs the seeds of *Linum album* due to exposure to particular ecological conditions have dormancy, therefore, identification of ecophysiological factors that affecting on dormancy and determining the optimal conditions for seed germination and establishment of plants is essential to produce them. So in order to perform three experiments includes: investigation the effect of 15 different treatments on dormancy breaking (completely randomized design), germination (completely randomized design) and seedling establishment of different populations (randomized complete block design), seeds of these plants were collected in June 2014 from 13 sites. The results of this study showed that the effect of different treatments on germination percentage and other germination indices was significant at 1% level. In the control treatment, no germination occurred. The best results observed in 1000 ppm GA with 88.33 percent germination. The highest percentage of germination and seedling establishment observed in populations A4 (78.08%) and A6 (41.33%). To remove dormancy in *Linum album* it is proposed that we use combined GA treatment with stratification. Also, based on the indices studied, the use of populations A1 and A6 is recommended for improvement of breeding programs.

Key words: Diversity; Dormancy breaking; Gibberellin

How to cite this article

Kiani, R., Nazeri, V., Rezaei, K. and Kalvandi, R. 2020. The effects of different treatments on seed germination and evaluation seedling establishment in *Linum album* Ky. Ex Boiss. Populations. Iranian Journal of Seed Science and Research, 7(2): 217-228. (In Persian)**(Journal)**

DOI: 10.22124/jms.2020.4561

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. Ph.D. Student, Department of Horticultural Sciences, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2. Professor, Department of Horticultural Sciences, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
3. Professor, Department of Food Science, Engineering and Technology, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
4. Research Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center of Hamedan, Hamedan, Iran

*Corresponding author: kianireza37@ut.ac.ir