نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۵۵۲-۵۴۳

Journal of Plant Protection
Vol. 32, No. 4, Winter 2019, p. 543-552

تأثیر اسید جیبرلیک، پس‌رسی و حذف پوشینه بر جوانه‌زنی بذر علف پشمکی ژاپنی (*Bromus japonicus* Thunb.)

منصور سارانی[۱]- علی قنبری[۲*]- محمد گلوی[۳]- ابراهیم ایزدی دربندی[۴]- محمدعلی باغستانی میبدی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۰

چکیده

علف‌پشمکی ژاپنی مهم‌ترین علف هرز در مزارع گندم استان سیستان و بلوچستان به شمار می‌رود و پیش‌بینی زمان رفع خفتگی و جوانه‌زنی بذور آن امری ضروری می‌باشد. به منظور تعیین بهترین شرایط جوانه‌زنی در بذور این علف هرز، آزمایشی در سال ۱۳۹۳ به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور شامل مدت زمان پس‌رسی در شش سطح (بلافاصله پس از برداشت، ۲، ۴، ۶، ۹ و ۱۲ ماه پس از برداشت) و پیش تیمار با جیبرلیک اسید به مدت ۴۸ ساعت در چهار غلظت (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) انجام شد. تأثیر سطوح این دو فاکتور برای دو نوع بذر پوشینه‌دار و بدون پوشینه علف پشمکی ژاپنی بررسی شد. پتری‌دیش‌های مربوط به همه تیمارها در انکوباتور در ۲۰ درجه سانتی‌گراد و تاریکی کامل قرار داده شدند. پس از ثبت تعداد بذر جوانه زده در هر ۲۴ ساعت، شاخص‌های جوانه‌زنی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی محاسبه گردیدند. حذف پوشینه، غلظت جیبرلیک اسید بالاتر و نگهداری طولانی‌تر پس از برداشت بطور معنی‌داری درصد جوانی‌زنی را افزایش دادند. سرعت جوانه‌زنی از ۱/۷ در بذرهای پوشینه‌دار به ۱۵/۵ درصد در روز در بذرهای بدون پوشینه افزایش یافت. برای ۳ زمان اول ۰، ۲ و ۴ ماه پس از برداشت، بذرهای بدون پوشینه میانگین زمان جوانه‌زنی بیشتری نسبت به بذرهای پوشینه‌دار از خود نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: بذر بدون پوشینه، شاخص‌های جوانه‌زنی، علف پشمکی ژاپنی، گندم

مقدمه

شناخت بوم‌شناسی و زیست‌شناسی بذر علف‌های هرز امری ضروری است، زیرا مطالعه زیست‌شناسی جوانه‌زنی علف‌های هرز با ارائه اطلاعات در زمینه خفتگی بذر، الگوی جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه در توسعه استراتژی‌های مدیریت دراز مدت و بهبود آنها اهمیت زیادی دارد (۹). علف‌پشمکی ژاپنی[۲] گیاهی باریک برگ و یکساله زمستانه از تیره‌ی گندمیان[۳] است که به عنوان مهم‌ترین علف هرز مزارع گندم در استان سیستان و بلوچستان مطرح می‌باشد. این علف هرز به عنوان رقابت کننده‌ای مهم در گندم، خصوصاً ارقام نیمه پاکوتاه مطرح است که در مطالعات انجام شده در منطقه سیستان بسته به تراکم و رقم گندم کاهش عملکردی معادل ۲۲-۲ درصد را باعث گردیده است (۲۸). علف پشمکی ژاپنی به طور گسترده‌ای در اروپا، شمال آفریقا، استرالیا، شمال و مرکز اقیانوس آرام، آمریکا و آسیا پراکنده است (۸). در چین تغییر سیستم‌های کشاورزی و استفاده بلند مدت از علف‌کش‌ها در سال‌های اخیر باعث گسترش وسیع آن شده است (۳۱).

این علف‌هرز به دلایلی هم چون تولید بذر فراوان (حدود ۹۴۰۰۰ بذر در متر مربع)، زنده مانی بالا در خاک، و توانایی آن در تحمل شرایط نامساعد محیطی، دارای پتانسیل تهاجمی است (۱، ۱۵ و ۳۰). در منطقه‌ی سیستان عمدتاً گیاهچه‌های علف‌پشمکی ژاپنی در آبان ماه ظاهر شده و در اوایل فروردین تا ۲۰ اردیبهشت ماه سال بعد به مرحله بلوغ رسیده و بذرهای آن ریزش می‌کنند. بذرها به دلیل وزن کم (وزن هزار دانه در حدود ۵ گرم) به راحتی توسط آب و باد منتقل می‌شوند (۲۸).

جوانه‌زنی یکی از مراحل مهم و حساس در چرخه زندگی گیاه

۱- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زابل، ایران
۲ و ۴- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: msarani@mail.um.ac.ir
۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۵- استاد بخش تحقیقات علف‌های هرز، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی ایران، تهران، ایران
DOI: 10.22067/jpp.v32i4.66215

2- *Bromus japonicus* Thunb.
3- Poaceae

است و هر گونه گیاهی دارای نیازهای محیطی خاصی برای جوانه‌زنی است (منبع). بنابراین، درک اساسی از فرآیندهای جوانه‌زنی و سبز شدن در شرایط مختلف محیطی ضروری است (۵). بذر بسیاری از گندمیان در مرحله بلوغ دارای خفتگی است، که در این گونه‌ها اغلب خفتگی با قرار گرفتن مدت زمان کوتاه تا بلند در شرایط خشک (پس‌رسی) برطرف می‌شود، چه این شرایط به طور طبیعی در مزرعه اتفاق بیفتد و یا بذر در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی قرار داشته باشد (۲۲).

بر اساس مطالعات صورت گرفته، بذرهای تازه علف‌پشمکی ژاپنی به عنوان بذرهای بدون خفتگی و یا داری خفتگی فیزیولوژیکی پایین دسته‌بندی می‌شوند (۲ و ۱۷). البته قرار گرفتن بذرهای این علف‌هرز در معرض دماهای پایین، منجر به القاء شدن خفتگی ثانویه در آنها خواهد شد (۱). گش و بینگهام (۱۱) نشان دادند که بذرهای جوموشی[1] که ۱۶ هفته پس از برداشت در شرایط خشک نگهداری شدند، نسبت به آنهایی که بلافاصله پس از برداشت تحت آزمایش قرار گرفتند، به طور معنی‌داری بیشتر جوانه زدند. به طور کلی، نگهداری بذور در انبار به مدت یک هفته پس از برداشت تأثیر کمتری بر رفع خفتگی بذرهای علف‌پشمکی نسبت به نگهداری طولانی مدت آنها داشت (منبع). مطالعات نشان داده‌اند که وضعیت خفتگی بذور جوموشی پس از ریزش تحت کنترل شدید ژنتیکی است و اختلافات عمده‌ای در میزان خفتگی بین توده‌ها وجود دارد (۳۲ و ۲۰).

رکود ناشی از پوسته بذر ممکن است به دلیل نفوذناپذیری لایه‌های کوتینی موجود در پوسته نسبت به آب و گازها، یا به علت وجود بازدارنده‌های شیمیایی در پوسته باشد (۱ و ۱۰). برای علف پشمکی ژاپنی وجود خفتگی فیزیکی (وجود موانع بازدارنده در پوسته بذر جهت رسیدن آب و گازها به جنین) به اثبات نرسیده است (۱).

هورمون‌های گیاهی یا مواد تنظیم کننده‌ی رشد در بسیاری از جنبه‌های رشد و نمو گیاه شرکت دارند. تحقیقات نشان داده‌اند که بسیاری از هورمون‌های گیاهی از جمله اکسین، جیبرلین، سیتوکنین، اتیلن و آبسیزیک از راه‌های مشخصی که منجر به کنترل عملکرد ژن‌ها می‌شود، در تحریک جوانه‌زنی یا خفتگی بذر نقش دارند (۱۴). بر طرف شدن خفتگی بذر از طریق تعادل بین مواد بازدارنده رشد مانند ABA و مواد تحریک کننده رشد گیاه مانند جیبرلیک اسید حاصل می‌شود. جیبرلین‌ها (GA) تنظیم کننده‌های رشد هستند که بر فرآیندهای نموی مختلف گیاه، از جمله طویل شدن ساقه، جوانه‌زنی، خفتگی بذر، گل‌دهی، القا آنزیمی، پیری برگ و بیان جنسیت تأثیرگذار هستند (۲). تیمار بذر با جیبرلیک اسید بر هر دو فرآیند افزایش رشد جنین و جوانه‌زنی بذرهای با خفتگی فیزیولوژیکی پایین، بسیار تأثیرگذار است (۲۷). همچنین جیبرلیک اسید مهم‌ترین هورمون در تحریک جوانه‌زنی بذور است که می‌تواند با جایگزینی نیاز سرمایی در جوانه‌زنی بذرهای دارای خفتگی نقش عمده‌ای داشته باشد (۱۲ و ۱۹).

یکی از اهداف مهم مطالعات جوانه‌زنی و سبزشدن بذور در علف‌های هرز، پیش‌بینی زمان رفع خفتگی و جوانه‌زنی آنها در شرایط مزرعه‌ای است (۲۱). افزایش دانش در خصوص جوانه‌زنی بذر علف‌پشمکی ژاپنی می‌تواند چنین امری را در رابطه با مدیریت آن در مزارع محقق کرده و به مدیریت بهتر و پیش‌بینی پتانسیل آن برای گسترش در مناطق جدید کشور کمک زیادی کند (۱۶). بنابراین هدف از پژوهش حاضر ارزیابی مشخصه‌های جوانه‌زنی بذر علف‌پشمکی ژاپنی در زمان‌های مختلف پس از رسیدگی فیزیولوژیک و بررسی تأثیر جیبرلیک اسید بر آنها بود.

مواد و روش‌ها

پانیکول‌های کاملاً رسیده علف‌پشمکی ژاپنی از مزارع گندم آلوده به این علف هرز درمنطقه سیستان (ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زهک؛ طول جغرافیایی ´۴۱ °۶۱ شرقی و عرض جغرافیایی ´۵۴ °۳۰ شمالی؛ ارتفاع از سطح دریا ۴۸۳ متر) قبل از برداشت گندم در ۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۳ جمع‌آوری شدند. سپس، بذرها از پانیکول جدا و با استفاده از دستگاه غربال باد افشان بوجاری شدند. آزمون جوانه‌زنی بر روی بذرها در زمان‌های مختلف پس از برداشت شامل بلافاصله پس از برداشت، ۲، ۴، ۶، ۹ و ۱۲ ماه پس از برداشت صورت گرفت. در طول مدت یکسال آزمایش جوانه‌زنی، بذرها در محیط اتاق نگهداری (۲۵±۲°C) شدند. در هر کدام از زمان‌های آزمون جوانه‌زنی، بذرهای مورد آزمون به دو گروه تقسیم شدند. گروهی به صورت بذر پوشینه‌دار و در گروه دیگر پوشینه بذر با مالش دادن بذرها به هم با دست از سطح بذر جدا شد (بذر بدون پوشینه). بر روی هر کدام از این دو گروه سطوح مختلف جیبرلیک اسید اعمال شد.

پیش از قرار دادن بذرها در محیط کشت، با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم ۱ درصد به مدت ۲ دقیقه ضدعفونی شدند. برای هر گروه از بذرهای ذکر شده، تعداد ۱۰۰ عدد بذر در داخل پتری دیش‌های ۹ سانتی‌متری حاوی دو عدد کاغذ صافی قرار داده شد. پس از قرار دادن بذرها بر روی کاغذ صافی به قطر ۰/۱ میلی‌متر، تیمارهای جیبرلیک اسید اعمال شد. بدین صورت که بذرها بعد از قرار گرفتن در پتری‌دیش با استفاده از محلول اسید جیبرلیک با غلظت‌های صفر (آب دو بار تقطیر شده)، ۱۰۰، ۲۰۰ و یا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۴۸ ساعت پیش تیمار شدند.

تمامی پتری‌دیش‌ها در داخل انکوباتور با دمای ثابت ۲۰°C و تاریکی کامل برای ۱۴ روز قرار داده شدند (۱۶، ۳۳). شمارش بذرهای

1- *Bomus tectorum* L.

جوانه زده به صورت روزانه در محیط آزمایشگاه (۲۵±۲°C) صورت گرفت. با خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر، بذر جوانه‌زده حساب می‌گردید و پس از شمارش، بذرهای جوانه‌زده از پتری‌دیش خارج می‌شدند.

درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی با استفاده از معادلات زیر برآورد گردیدند (۲۶). درصد جوانه‌زنی با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد:

$$GP = \left(\frac{\sum_{i=1}^{k} N_i}{n}\right) \times 100$$ معادله (۱)

در این معادله GP درصد جوانه‌زنی، N_i تعداد بذر جوانه‌زده در روز iام و n تعداد کل بذرهای موجود در هر تکرار که برابر ۱۰۰ می‌باشد.

سرعت جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی به ترتیب با استفاده از معادله‌های (۲) و (۳) محاسبه شدند.

$$GR = \sum_{i=1}^{k} \frac{N_i}{T_i}$$ معادله (۲)

$$MGT = \sum_{i=1}^{k} N_i T_i / \sum_{i=1}^{k} N_i$$ معادله(۳)

که در این معادلات، GR سرعت جوانه‌زنی، MGT میانگین زمان جوانه‌زنی، k تعداد روز از ابتدای شمارش بذر تا انتهای آزمایش، N_i تعداد بذر جوانه‌زده در روز iام و T_i زمان از ابتدای آزمایش تا روز iام می‌باشد.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از مدل‌های خطی تعمیم‌یافته از طریق رویه GLM در محیط نرم افزار SAS 9.2 انجام پذیرفت (۱۸). آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام و تجزیه شد. در اینجا تأثیر دو فاکتور تیمار جیبرلیک اسید و زمان پس از برداشت بذر و برهمکنش آنها با یکدیگر به عنوان اثرات ثابت در نظر گرفته شدند. همچنین اثرات تکرار و تکرار×تیمار جیبرلیک اسید ×زمان پس از برداشت به عنوان متغیرهای تصادفی در مدل در نظر گرفته شدند. مقایسه میانگین اثرات ساده فاکتورها و برهمکنش آنها با استفاده از روش حداقل تفاوت معنی‌دار[1] فیشر انجام شد. روند تغییرات درصد جوانه‌زنی علف‌پشمکی ژاپنی برای زمان‌های پس از برداشت بذر با استفاده از معادله سیگموئیدی سه پارامتره تشریح گردید.

$$G = \frac{G_m}{1+e^{-\left(\frac{T-T_0}{b}\right)}}$$ معادله ۴

که در آن G جوانه‌زنی علف‌پشمکی ژاپنی به درصد، G_m بیشینه درصد جوانه‌زنی علف‌پشمکی ژاپنی در تیمار مورد نظر، T زمان آزمون جوانه‌زنی پس از برداشت بذر، T_0 زمان مورد نیاز برای رسیدن به ۵۰٪ از جوانه‌زنی حداکثر در تیمار مورد نظر و b شیب منحنی در نقطه T_0 را نشان می‌دهد. با استفاده از تجزیه رگرسیون غیرخطی (Proc NLIN) در محیط نرم افزار SAS 9.2 روند تغییرات درصد جوانه‌زنی بررسی گردید. شکل‌ها در محیط نرم‌افزار SigmaPlot 12.5 ترسیم شدند.

نتایج و بحث

برای هر دو گروه بذر پوشینه‌دار و بدون پوشینه، اثرات ساده دو فاکتور آزمایشی بر پارامترهای جوانه‌زنی معنی‌دار شد ($P<0.01$). نتایج نشان داد که برای هر سه شاخص جوانه‌زنی علف پشمکی ژاپنی در هر دو گروه بذر، زمان پس از برداشت بذر بیشترین سهم از واریانس داده‌ها را به خود اختصاص داد. به بیان دیگر، تأثیر گذاری این عامل نسبت به منابع تغییرات دیگر بیشتر بود. در هیچ کدام از شاخص‌های جوانه‌زنی، برهمکنش اسید جیبرلیک در زمان پس از برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۱).

درصد جوانه‌زنی علف پشمکی ژاپنی، با افزایش مقدار جیبرلیک اسید و نیز فاصله گرفتن از زمان جدا شدن از گیاه مادری، چه در گروه پوشینه‌دار و چه گروه بدون پوشینه، افزایش معنی‌داری نشان داد. در بذرهای پوشینه‌دار، درصد جوانه‌زنی در سطح ۳۰۰ میلی‌گرم پیش تیمار با جیبرلیک اسید افزایش ۷۶ درصدی نسبت به عدم پیش تیمار با آن نشان داد و در بذرهای بدون پوشینه این افزایش به ۱۶ درصد رسید. با برداشته شدن پوشینه از سطح بذر بدون کاربرد جیبرلیک اسید، درصد جوانه‌زنی بیش از دو برابر افزایش یافت (جدول ۲).

روند تغییرات درصد جوانه‌زنی در زمان‌های مختلف پس از برداشت در شکل ۱ نشان داده شده است. بطورکلی با افزایش سطح کاربرد جیبرلیک اسید، چه در بذرهای سالم و چه در بذرهای بدون پوشینه، درصد جوانه‌زنی بیشتر و با سرعت بالاتری به حداکثر مقدار خود در ۱۲ ماه پس از برداشت رسید (شکل ۱). همچنین میزان جوانه‌زنی در بذرهای بدون پوشینه، ۶ ماه پس از برداشت به حداکثر مقدار خود رسید، در صورتی‌که برای بذرهای سالم تا ۱۲ ماه پس از برداشت روند افزایشی مشاهده شد.

مقادیر میانگین مربعات خطای رگرسیون نشان داد که معادله سیگموئیدی استفاده شده جهت بررسی روند تغییرات درصد جوانه‌زنی علف‌پشمکی تحت تأثیر فاکتورهای آزمایشی از دقت بالایی برخوردار بود (جدول ۳). در همه سطوح جیبرلیک اسید، مقدار حداکثر جوانه‌زنی برآورد شده برای بذرهای بدون پوشینه بیشتر از بذرهای پوشینه‌دار بود. نکته مهم دیگر اینکه، مدل نشان داد که مدت زمان رسیدن به ۵۰ درصد از جوانه‌زنی حداکثر در بذرهای بدون پوشینه کمتر از یک ماه بود ($T_0<1$). در تیمار شاهد (بذر پوشینه‌دار و عدم استفاده از جیبرلیک اسید) حدود ۶ ماه زمان لازم است تا درصد جوانه‌زنی به ۵۰ درصد از حداکثر مقدار آن (۶۳ درصد) در ماه ۱۲ پس از برداشت برسد (جدول ۳).

1- Fisher's least significant difference (LSD)

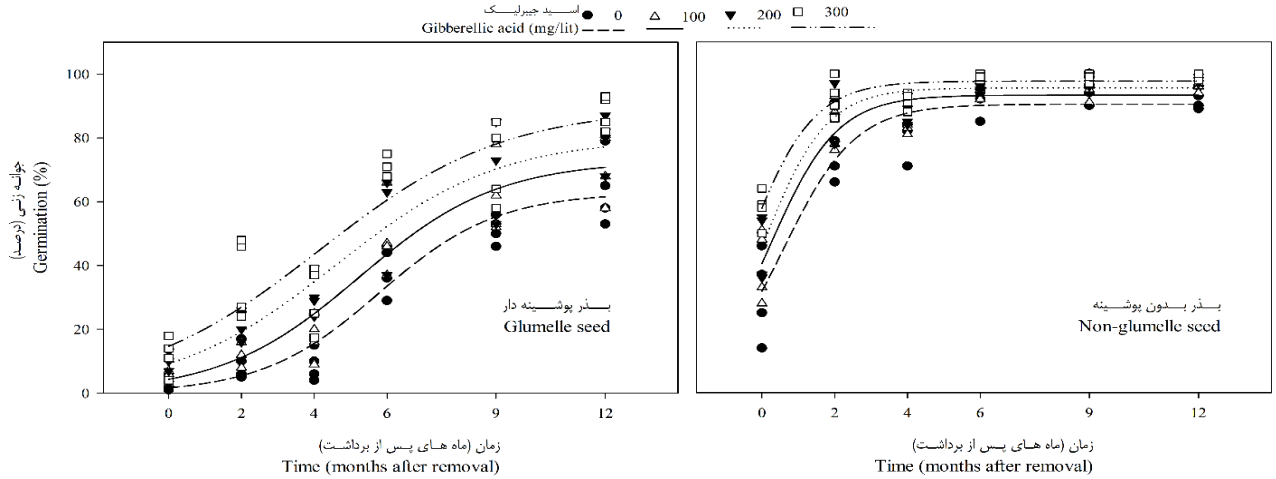
جدول ۱- نتایج تجزیه اجزای واریانس برای متغیرهای جوانه‌زنی در بذرهای پوشینه‌دار و بدون پوشینه علف‌پشمکی ژاپنی

Table 1- Analysis of variance components for the germination data of *Bromus japonicus* glumelle and non-glumelle seeds

منبع تغییرات Source of variance	درجه آزادی df	جوانه‌زنی (درصد) Germination (%)		سرعت جوانه‌زنی (درصد در روز) Germination rate (% day^{-1})		میانگین زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day)	
		TTL†	Mean of square	TTL	Mean of square	TTL	Mean of square
بذرهای پوشینه‌دار							
جیبرلیک اسید Gibberellic acid (G)	3	9	2205**	15.5	8.4**	11.7	181.8**
زمان Time (T)	5	82	12074**	70.7	22.9**	77	715.7**
G×T	15	1.4	68^{ns}	1.5	0.1^{ns}	1.8	5.6^{ns}
خطا Error	72	7.6	77	12.3	0.2	9.5	6.1
ضریب تغییرات Coefficient of variance		21.8		30.3		22.9	
بذرهای بدون پوشینه							
جیبرلیک اسید Gibberellic acid (G)	3	5.3	692**	4.2	96.7**	11	20.9**
زمان Time (T)	5	86	6695**	85.2	1184**	50.4	57.4**
G×T	15	2	50.8^{ns}	2	9.6^{ns}	6.3	2.4^{ns}
خطا Error	72	6.7	37.2	8.6	8.2	32.3	2.5
ضریب تغییرات Coefficient of variance		7.2		18.4		22.1	

† درصد از کل واریانس تغییرات؛ ns، * و ** به ترتیب تأثیر غیر معنی‌دار و تأثیر معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱.

† Percentage of total variance; ns, * and ** show non-significant effect and significant in 0.05 and 0.01 level, respectively.



شکل ۱- تغییرات در جوانه‌زنی علف‌پشمکی تحت زمان‌های مختلف پس از برداشت برای غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید. علائم داده‌های مشاهده شده و خطوط مقادیر برازش داده شده توسط معادله (۱) را نشان می‌دهد

Figure 1- Changes in *Bromus japonicus* germination over times after seed removal for different concentrations of gibberellic acid. Symbols are observed data and lines are fitted values obtained from Equation (1)

جدول ۲- میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی علف‌پشمکی ژاپنی در پاسخ به فاکتورهای آزمایشی

Table 2- Mean responses of *Bromus japonicus* germination indices to experimental factors

فاکتورهای آزمایشی Experimental factors	جوانه‌زنی (درصد) Germination (%)		سرعت جوانه‌زنی (درصد در روز) Germination rate (% day^{-1})		میانگین زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day)	
	glumelle	Non-glumelle	glumelle	Non-glumelle	glumelle	Non-glumelle
جیبرلیک اسید Gibberellic acid (mg/lit)						
0	29.2^{d}	77.1^{c}	2.5^{a}	18.2^{a}	14.1^{a}	8.5^{a}
100	36.7^{c}	82.1^{b}	1.8^{b}	15.7^{b}	11.7^{b}	7.2^{b}
200	43.8^{b}	85.5^{b}	1.4^{c}	14.7^{bc}	9.8^{c}	6.9^{bc}
300	51.6^{a}	89.8^{a}	1.2^{c}	13.5^{c}	7.6^{d}	6.3^{c}
زمان (ماه‌های پس از برداشت) Time (months after removal)						
0	7.1^{e}	43.4^{c}	0.5^{e}	3.2^{e}	2.3^{d}	8.8^{a}
2	20.7^{d}	85.2^{b}	0.7^{de}	11.1^{d}	5.9^{c}	8.5^{a}
4	21.5^{d}	84.8^{b}	0.8^{d}	11.5^{d}	6.7^{c}	9.2^{a}
6	54.3^{c}	95.2^{a}	2.1^{c}	21.8^{b}	14.8^{b}	5.9^{b}
9	62.5^{b}	96.8^{a}	2.8^{b}	18.5^{c}	15.6^{b}	6.2^{b}
12	75.6^{a}	96.3^{a}	3.3^{a}	27.1^{a}	19.3^{a}	4.5^{c}

در هر ستون و برای هر فاکتور، میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (P value < ۰/۰۵).

In each column for any factor, means with a same letter have not significant difference (P value < 0.05).

جدول ۳- پارامترها، ضرایب تبیین و جذر میانگین مربعات خطای رگرسیون مدل سیگموئیدی برازش داده‌شده به داده‌های درصد جوانه‌زنی علف‌پشمکی ژاپنی

Table 3- Parameters, root mean squared error (RMSE) and coefficients estimated for the sigmoidal model fitted to *Bromus japonicus* germination data

نوع بذر Seed type	جیبرلیک اسید Gibberellic acid (mg/lit)	پارامترها Parameters				
		G_m	T_0	b	R^2	RMSE
بذر پوشینه‌دار Glumelle seed	0	62.9 (4.4)	5.7 (0.4)	1.6 (0.3)	0.90	7.72
	100	72.8 (5.9)	5.2 (0.5)	1.9 (0.4)	0.86	9.79
	200	80.0 (6.3)	4.5 (0.5)	2.2 (0.4)	0.87	9.82
	300	89.6 (8.8)	4.1 (0.7)	2.5 (0.6)	0.80	12.72
بذر بدون پوشینه No- glumelle seed	0	90.4 (2.5)	0.6 (0.2)	1.0 (0.1)	0.84	9.40
	100	93.2 (2.0)	0.2 (0.1)	1.0 (0.1)	0.88	7.01
	200	95.5 (1.6)	0.07 (0.1)	0.8 (0.1)	0.89	6.24
	300	97.6 (1.1)	0.03 (0.1)	0.8 (0.1)	0.92	4.32

مقادیر داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد می‌باشد.

Values in parentheses are standard errors.

پاسخ سرعت جوانه‌زنی در دو گروه بذر پوشینه‌دار و بدون پوشینه نسبت به افزایش مقدار جیبرلیک اسید منفی بود، طوری‌که افزایش سطح پیش تیمار با این هورمون موجب کاهش معنی‌دار در سرعت جوانه‌زنی گردید. سرعت جوانه‌زنی چه در بذرهای پوشینه‌دار و چه در بذرهای بدون پوشینه، به زمان پس از برداشت از گیاه مادری پاسخ مثبتی نشان داد و روند افزایشی مشاهده شد. طوری‌که در زمان ۱۲ ماه پس از برداشت، سرعت جوانه‌زنی نسبت به زمان اولیه به ترتیب در بذرهای پوشینه‌دار و بدون پوشینه، افزایش ۷ و ۹ برابری نشان داد (جدول ۲).

هنگامی‌که سرعت جوانه‌زنی علف پشمکی ژاپنی، در هر سطح از اسید جیبرلیک برای زمان‌های مختلف پس از برداشت مورد بررسی قرار گرفت، روند افزایشی این شاخص جوانه‌زنی برای همه سطوح جیبرلیک اسید در طول زمان‌های پس از برداشت مشاهده گردید. در هر دو گروه بذر پوشینه‌دار و بدون پوشینه، مقدار افزایش سرعت جوانه‌زنی در سطح عدم کاربرد جیبرلیک اسید بیشتر از سه سطح دیگر بود. بالاترین سرعت جوانه‌زنی با مقدار حدود ۳۴ بذر در روز برای تیمار عدم کاربرد جیبرلیک اسید و در زمان ۱۲ ماه پس از برداشت مشاهده شد که افزایش ۸ برابری نسبت به زمان جدا شدن از گیاه مادری از نشان داد.

در شرایط عدم اضافه کردن جیبرلیک اسید به محیط جوانه‌زنی، حذف پوشینه بذر موجب شد تا مقدار میانگین زمان جوانه‌زنی علف‌پشمکی، از ۱۴/۱ روز به ۸/۵ روز کاهش یابد. بالا بردن غلظت جیبرلیک اسید، موجب کاهش معنی‌داری در میانگین زمان جوانه‌زنی خصوصاً در بذرهای پوشینه‌دار گردید. میانگین زمان جوانه‌زنی در پاسخ به زمان‌های مختلف پس از برداشت، در دو گروه بذر پوشینه‌دار و بدون پوشینه شرایط متفاوتی نسبت به یکدیگر داشت. بالاترین میانگین زمان جوانه‌زنی در بذرهای پوشینه‌دار در ۱۲ ماه پس از برداشت (۱۹/۳ روز) ثبت شد در صورتی‌که بذرهای بدون پوشینه در این زمان کمترین میانگین زمان جوانه‌زنی (۴/۵ روز) را از خود نشان دادند (جدول ۲). روند تغییرات میانگین زمان جوانه‌زنی در بذرهای پوشینه‌دار و بدون پوشینه تحت تأثیر زمان‌های مختلف پس از برداشت به دو شکل متفاوت ظاهر شد. در ۳ زمان اول پس از برداشت، بذرهای بدون پوشینه میانگین زمان جوانه‌زنی بیشتری نسبت به بذرهای پوشینه‌دار از خود نشان دادند و برعکس آن برای ۳ زمان انتهایی پس از برداشت مشاهده گردید (جدول ۳).

در مطالعات زیادی تأثیر مثبت جیبرلیک اسید بر جوانه‌زنی بسیاری از گونه‌های گیاهی به اثبات رسیده است. در این مطالعه هرچند تأثیر جیبرلیک اسید بر افزایش جوانه‌زنی مثبت ارزیابی شد و اختلاف بین ۴ سطح کاربرد این هورمون مشاهده گردید (جدول ۱و ۲)، منتها تأثیر آن بر بذرهای پوشینه‌دار بیشتر از بذرهای بدون پوشینه بود (جدول ۲). به بیان دیگر، با حذف پوشینه در علف پشمکی ژاپنی تأثیرپذیری درصد جوانه‌زنی بذر به واسطه کاربرد جیبرلیک اسید کاهش پیدا خواهد کرد. قاسمی پیربلوطی و همکاران (۷) در بررسی اثر تیمارهای مختلف در شکستن خفتگی و تحریک جوانه‌زنی بذر پنج گونه گیاه دارویی منطقه چهارمحال و بختیاری به این نتیجه رسیدند که نیترات پتاسیم با غلظت ۰/۲ درصد و جیبرلیک اسید با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین اثر مثبت بر شکستن خفتگی و تحریک جوانه‌زنی بذر گونه‌های آویشن دنایی، زوفا و بادیان رومی داشتند. جیبرلیک اسید یکی از هورمون‌های مهم رشد است که نقش بسیار مهمی در شکستن خفتگی بذر، جایگزینی سرمادهی در بذرهای با پوسته سخت و در نهایت جوانه‌زنی بذر گیاهان دارد (۲۵). بنائیان و نجفی (۶) اظهار داشتند که جوانه‌زنی بذر باریجه[1] در غلظت های بالاتر از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر از جیبرلیک اسید افزایش یافت. آنها همچنین گزارش کردند که مقادیر کم جیبرلیک اسید تاثیری بر شکستن خفتگی بذر باریجه نداشت ولی مقادیر بالاتر از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و افزایش مدت زمان خیساندن از ۴۸ به ۷۲ ساعت باعث بهبود درصد جوانه‌زنی گردید، به طوری‌که بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر باریجه در غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد. همچنین کاربرد جیبرلیک اسید و نیترات پتاسیم سبب تحریک جوانه‌زنی بذر گونه‌های مختلف علف مار[2] شده است.

مکی‌زاده تفتی و همکاران (۲۳) گزارش کردند که بالاترین درصد جوانه‌زنی در تیمار آبشویی بذرها به همراه جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و آبشویی بذرها به همراه جیبرلیک اسید ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در گیاه کور[3] مشاهده شد. در بررسی گزارش نبئی و همکاران (۲۴) بیشترین درصد جوانه‌زنی در گیاه ریواس در اثر تیمار تلفیقی پیش سرمادهی مرطوب (به مدت ۲۵ روز) و جیبرلیک اسید (۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به دست آمد. طویلی و همکاران (۲۹) در تحقیقی بر روی گیاه علف شور[4] اثر تیمارهای مختلف پیش خیساندن نیترات پتاسیم با غلظت ۰/۲ درصد بیشترین اثر مثبت را بر جوانه‌زنی بذر این گونه گیاهی داشت و مشخص گردید که اثر جیبرلیک اسید ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیز نزدیک به نتایج حاصل از نیترات پتاسیم ۰/۲ درصد بود. کوچکی و عزیزی (۱۳) تاثیر جیبرلیک اسید بر شکستن خفتگی و افزایش جوانه‌زنی بذر کلپوره[5] را معنی دار گزارش کردند. بهرانی و همکاران (۳) بیان نمودند که خراش‌دهی پوسته بذر کور با سولفوریک اسیدغلیظ و تیمار بذرهای خراش یافته با جیبرلیک

1- *Ferula gummosa* Boiss.
2- *Capparis* spp.
3- *Capparis spinosa* L.
4- *Salsola rigida* Pall.
5- *Teucrium polium* L.

اسید نقش بسزایی در تحریک جوانه‌زنی بذر این گیاه دارد. بلوچی و مدرس ثانوی (۴) نتیجه گرفتند که جیبرلیک اسید با غلظت ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر به همراه سرمادهی در ۴ درجه سلسیوس مؤثرترین روش تحریک جوانه‌زنی بذرهای سخت یونجه‌های یکساله بودند.

جدول ٤- برش دهی برهمکنش جیبرلیک اسید×زمان برای سرعت جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی علف‌پشمکی ژاپنی بر اساس سطوح مختلف جیبرلیک اسید

Table 4- Slicing gibberellic acid×time interaction by gibberellic acid levels for germination rate and mean germination time of *Bromus japonicus*

جیبرلیک اسید	سرعت جوانه‌زنی (درصد در روز)		میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)	
Gibberellic acid (mg/lit)	Germination rate (% day^{-1})		Mean germination time (day)	
	Glumelle	Non-glumelle	Glumelle	Non-glumelle
0				
0	1.4 (0.8)^{c}	3.9 (0.1)^{e}	3.9 (0.1)^{d}	12.4 (1.2)^{a}
2	1.3 (0.3)^{c}	12.8 (0.3)^{d}	10.3 (1.5)^{c}	9.4 (0.5)^{bc}
4	1.5 (0.2)^{c}	15.2 (1.3)^{d}	10.5 (2)^{c}	10.2 (0.3)^{ab}
6	2.9 (0.1)^{b}	23.9 (0.8)^{b}	20 (0.8)^{ab}	6.7 (0.8)^{cd}
9	3.5 (0.2)^{b}	19.8 (0.3)^{c}	17.7 (2.1)^{b}	7.2 (0.7)^{d}
12	4.6 (0.3)^{a}	33.9 (6)^{a}	22 (1)^{a}	5.1 (0.2)^{d}
100				
0	0.3 (0.1)^{d}	3.3 (0.2)^{d}	2.7 (0.7)^{d}	8.4 (2.1)^{ab}
2	0.8 (0.1)^{cd}	11.4 (0.5)^{c}	6.5 (0.8)^{c}	8.8 (0.2)^{a}
4	1.2 (0.1)^{c}	12 (0.6)^{c}	8.3 (1.1)^{c}	9.1 (0.5)^{a}
6	2.2 (0.3)^{b}	22.8 (0.6)^{ab}	16.3 (1.6)^{b}	6.3 (0.5)^{bc}
9	3 (0.3)^{a}	19.3 (0.4)^{b}	16.2 (2)^{b}	6.2 (0.4)^{bc}
12	3.4 (0.3)^{a}	25.7 (0.5)^{a}	20.5 (1.4)^{a}	4.7 (0.1)^{c}
200				
0	0.2 (0)^{c}	3.1 (0.4)^{d}	1.8 (0.3)^{c}	7.5 (2.1)^{ab}
2	0.6 (0.2)^{c}	10.6 (1.4)^{c}	4.7 (1.1)^{c}	8.5 (0.3)^{a}
4	0.6 (0.1)^{c}	10.4 (0.6)^{c}	5.2 (1.2)^{c}	9.1 (0.4)^{a}
6	1.9 (0.3)^{b}	21.1 (1.4)^{ab}	13.2 (0.9)^{b}	5.6 (0.1)^{bc}
9	2.5 (0.3)^{ab}	18.2 (0.3)^{b}	15.1 (1.9)^{b}	6.1 (0.5)^{bc}
12	2.8 (0.2)^{a}	25.1 (0.5)^{a}	19.1 (1)^{a}	4.5 (0.1)^{c}
300				
0	0.1 (0)^{c}	2.8 (0.4)^{d}	1 (0.3)^{c}	7.2 (1.2)^{ab}
2	0.4 (0.1)^{c}	9.4 (0.8)^{c}	2.5 (0.7)^{c}	7.4 (0.4)^{ab}
4	0.3 (0.1)^{c}	8.5 (0.8)^{c}	2.9 (0.8)^{c}	8.4 (0.3)^{a}
6	1.4 (0.1)^{b}	19.5 (1.2)^{b}	10.1 (1.2)^{b}	5.2 (0.2)^{bc}
9	2.2 (0.1)^{a}	16.9 (0.9)^{b}	13.5 (1.4)^{ab}	5.4 (0.4)^{bc}
12	2.7 (0.2)^{a}	23.9 (0.7)^{a}	15.6 (0.8)^{a}	4.1 (0.1)^{c}

مقادیر داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد می‌باشد.

در هر ستون و برای هر سطح جیبرلیک اسید، میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (P value < ۰/۰۵).

Values in parentheses are standard errors.

In each column for any level of gibberellic acid, means with a same letter have not significant difference (P value < 0.05).

این مطالعه نشان داد که برداشتن پوشینه و نگهداری بذر علف‌پشمکی ژاپنی برای مدتی پس از ریزش از گیاه مادری، بیشترین سهم را در رفع خفتگی پایین فیزیولوژیکی این علف هرز دارد (جدول ۱ و ۲). نشان داده شده است که جوانه‌زنی در عمده گیاهان خانواده گندم به آسیب فیزیکی بذر واکنش مثبت معنی‌داری نشان می‌دهد (۳۳). مشخص شده است که خفتگی بذر جمعیت‌های مختلف از گونه‌های دیگر علف‌پشمکی تحت تأثیر انبارسازی خشک کاهش یافت (۳۴). بنابراین این دو فرآیند، برداشته شدن پوشینه در میوه گندمه بذرها و نگهداری برای مدت بیشتر از ۲ ماه، موجب افزایش جوانه‌زنی بذر علف‌پشمکی می‌گردد. بطورکلی می‌توان بیان کرد که بذرهای علف‌پشمکی ژاپنی موجود در بانک بذر در صورت داشتن زیستایی و نیز حضور عوامل مهم برای جوانه‌زنی شامل عمق مناسب قرار گیری بذر، دما، رطوبت و اکسیژن، می‌توانند جوانه بزنند. این نکته مهمی در رابطه با استفاده برخی تکنیک‌های کنترل در برنامه‌های مدیریتی علف‌پشمکی می‌باشد. طوری‌که یحتمل با استفاده از روش ایجاد بستر کشت کاذب، عمده گیاهچه‌های آن را در مزرعه کنترل کرد.

منابع

1. Baskin J.M. and Baskin C.C. 1981. Ecology of germination and flowering in the weedy winter annual grass *Bromus japonicus*. Journal of Range Management, 34: 369-372.
2. Baskin, C.C., and Baskin, J.M. 2014. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. 2nd Eds. Elsevier/Academic Press, San Diego.
3. Bahrani M.J., Ramazani M., Shekafandeh A., and Taghavi M. 2008. Seed germination of wild caper (*Capparis spinose* L. var *parviflora*) as affected by dormancy breaking treatment and salinity levels. Seed Science and Technology, 36: 779-780.
4. Balouchi H.R., and Modarres Sanavi S.M. 2006. Effect of gibberellic acid, prechiling, sulfuric acid and potassium nitrate on seed germination and dormancy of annual Medics. Pakistan Journal of Biological Science, 9: 2875-2880.
5. Basiri M. 2016. The reaction of grain yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties in competition with Japanese brome (*Bromus japonicus* Thunb.) in Sistan region. PhD Thesis. University of Zabol, Zabol, Iran. (In Persian with English abstract)
6. Bannayan M., and Najafi F. 2004. Final report study of germination in seeds of wild medicinal plants in Iran. Department of Agronomy, College of Agricultural,. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian with English abstract)
7. Chasemi Pirbalooti A., Golparvar A.R., Riahi Dehkordi M., and Navid A.R. 2006. The effect of different treatment on breaking dormancy and stimulat germination of five species of medicin and aromatic plants in Chaharmahal and Bakhtiari. Research and Development on Natural Resources, 74:185-192. (In Persian with English abstract)
8. Che J.D., Yuan Z.Q., Jin D.H., Wang Y.M., Zhang G.W., Hu X.G., Wu J.Z., and Tian Z.Y. 2010. Study report of *Bromus japonicas* Thunb. biological characteristics. Beijing Agric, 36: 41-43.
9. Eslami S.W., Afghani F., and Mahmoodi S. 2008. Effect of environmental factors on germination and longevity of downy brome (*Bromus tectorum*) seeds. Iranian Society of Seed Science, 2:47-57. (In Persian with English abstract)
10. Finch-Savage W.E., and Leubner-Metzger G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. New phytologist, 171: 501-523.
11. Gasch C., and Bingham R. 2006. Variation in seed germination characteristics among population of *Bromus tectorum* in the Gunnison Basin. Bios, 77: 7-12.
12. Greipsson S. 2001. Effects of stratification and GA3 on seed germination of a sand stabilizing grass (*Leymus arenarius* L.) used in reclamation. Seed Science and Technology, 29: 1-10.
13. Koochaki A., and Azizi G. 2005. Effect of different treatments on seed germination dormancy in *Teucrium polium*. Iranian Journal of Field Crop Research, 3: 81-88. (In Persian with English abstract)
14. Koornneff M., Bentsink L., and Hilhorst H. 2002. Seed dormancy and germination. Current Opinion in Plant Biology, 5: 33-36.
15. Karl M.G., Heitschmidt R.K., and Haferkamp M.R. 1999. Vegetation biomass dynamics and patterns of sexual reproduction in a norther mixed-grass prairie. American Midland Naturalist, 141: 227-237.
16. Li Q., Tan J., Li W., Yuan G., Du L., Ma S., and Wang J. 2015. Effect of environmental factors on seed germination and emergence of Japanese Brome (*Bromus japonicas*). Weed Science, 63: 641-646.
17. Liu K., Baskin J.M., Baskin C.C., Bu H., Liu M., Liu W., and Du G. 2011. Effect of storage conditions on germination of seeds of 489 species from high elevation grasslands of the eastern Tibet Plateau and some implications for climate change. American Journal of Botany, 98: 12-19.

18. Littell R.C., Stroup W.W., Milliken G.A., Wolfinger R.D., and Schabenberger O. 2006. SAS for mixed models. SAS institute.
19. Macchia M.L., Angelini G., and Ceccarini L. 2001. Methods to overcome seed dormancy in *Echinacea angustifolia*. Scientia Horticulturae, 89: 317-324.
20. Meyer S.E., and Allen P.S. 1999. Ecological genetics of seed germination regulation in *Bromus tectorum*: I. Phenotypic variance among and within population. Oecologia, 19: 225-239.
21. Meyer S.E., and Allen P.S. 2009. Predicting seed dormancy loss and germination timing for *Bromus tectorum* in a semi-arid environment using hydrothermal time models. Seed Science Research, 19: 225-239.
22. Meyer S.E., Allen P.S., and Beckstead J. 1995. Patterns of seed after-ripening in *Bromus tectorum* L. Journal of Experimental Botany, 46: 1737-1744.
23. Makizadeh Tafti M., Farhoodi R., Rastifar M., and Sadat Asilan K. 2011. Seed dormancy breaking methods in *Caparis spinosa*. Iranian Journal of Range and Desert Research, 8:569-577. (In Persian with English abstract)
24. Naebi M., Roshandel P., and Mohammadkhani A. 2011. Study of methods in dormancy breaking and enhancing germination in *Rhum ribes*. Iranian Journal of Medicine and Aromatic Plants Research, 17: 212-223. (In Persian with English abstract)
25. Najafi M., Bannayan M., Tabrizi L., and Rastgoo M. 2006. Seed germination and dormancy breaking techniques for *ferula gammusa* and *Teucrium polium*. Journal of Arid Environments, 4:542-547.
26. Ranal M.A., and Santana D.G. 2006. How and why to measure the germination process? Revista Brasileira de Botanica, 29: 1-11.
27. Rhie Y.H., Lee S.Y., and Kim K.S. 2015. Seed dormancy and germination in *Jeffersonia dubia* (Berberidaceae) as affected by temperature and gibberellic acid. Plant Biology, 17: 327-334.
28. Sarani M. 2005. Evaluation of different wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in competition with Japanese brome (*Bromus japonicus* Thunb.). MSc Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian with English abstract).
29. Tavili A., Safari B., and Saberi M. 2010.The effect of gibberellic acid and potassium nitrate on improving germination of (*Salsola rigida*). Journal of Range Research, 3: 272-285. (In Persian with English abstract)
30. Whisenant S.G., and Steven G. 1990. Post-fire population dynamic of *Bromus japonicas* American Midland Naturalist, 123: 301-308.
31. Wei M. 2010. Biological characteristics of Japanese brome observed in the wheat of Zhuangland country. Gansu Agricultural Science Technology, 8: 30-31.
32. Beckstead J., Meyer S.E., and Allen P.S. 1996. *Bromus tectorum* seed germination: between-population and between-year variation. Canadian Journal of Botany, 74: 875-882.
33. Salimi H., and Termeh F. 2000. A study on seed dormancy and germination in ten species of grass weeds. Rostaniha, 3:11-23.
34. Serrano C., Chueca M.C., and Garcia-Baudin J.M. 1992. A study of germination in *Bromus* spp. p. 217-221. In Proceedings of the 1992 Congress of the Spanish Weed Science Society.

Journal of Plant Protection
Vol. 32, No. 4, Winter 2019, p. 543-552

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۵۵۲-۵۴۳

The Effect of Gibberellic Acid, After-Ripening and Eliminating Glumelle on Germination of Japanese Brome (*Bromus japonicus* Thunb.) Seeds

M. Saran[1]- A. Ghanbari[2*]- M. Galavi[3]- E. Izadi Darbandi[4]- M.A. Baghestani Meybodi[5]

Received: 13-08-2017
Accepted: 09-01-2018

Introduction: Japanese brome (*Bromus japonicus* Thunb.) is one of the most important annual narrow leaf weeds in wheat fields of Sistan and Baluchistan province. About 2 to 22 percent of yield loss depends on density and wheat cultivar. Fresh seeds of *B. japonicus* are classified on non-dormant or non-deep physiological dormant seeds. Treating by gibberellic acid is highly effective in both the embryo growth and seed germination processes in this type of dormancy. One of the important goals of germination and emergence studies in weed science is prediction of the dormancy longevity and germination time in field conditions. Therefore, the aim of this study was to evaluate germination properties of seeds at different times after physiological examination under the effect of gibberellic acid.

Materials and Methods: An experiment was carried out as factorial based on randomized complete block design in 2013. Experimental factors were included six levels of 1- period of after ripening (immediately after harvest, 2, 4, 6, 9 and 12 months after harvest) and 2- pre-treatment by gibberellic acid for 48 hours in four concentrates (0, 100, 200, 300 mg lit^{-1}). The effect of these factors was evaluated for two types of Japanese brome seeds; glumelle and non-glumelle. Samples placed into the incubator and temperature was kept on 20°C in dark condition. Germination percentage, germination rate and mean germination time were recorded in every 48 hours. Analysis of data was performed using PROC GLM procedure of SAS (Version 9.2; SAS Institute, Cary, NC, USA). A three parameter sigmoidal model was fitted to the data using PROC NLIN of SAS to find the relationship between germination percentage and gibberellic acid concentration.

Results and Discussion: The results showed that the effect of all experimental factors on germination properties was significant ($P < 0.01$). Removal of glumelle, increasing the concentration of gibberellic acid and keeping more time after harvesting significantly increased germination percentage. The fitted model showed that the time to reach 50% of maximum germination in non-glumelle seeds was less than one month (T0> 1). In glumelle seeds, it takes about 6 months to reach 50% of its maximum (63%) in the 12th month after harvest. Germination rate increased from 1.7% per day in glumelle seeds to 15.5% per day in non- glumelle seeds. The duration of seed storage had a significant effect on its germination rate, so that at 12 months after harvest, it was approximately 15 times higher than harvest time. For the first three times after harvest; 0, 2 and 4 months after harvest, non-glumelle seeds showed a higher mean germination time than intact seeds, and vice versa, for the second three times; 6, 9 and 12 months after harvest.

Conclusion: In this study, although the effect of gibberellic acid on enhancing germination was positive and there was significant differences among the four levels of this hormone, but its effect on glumelle seeds was higher than non-glumelle seeds. In other words, by removing glumelle, the effect of seed germination is reduced by the use of gibberellic acid. This experiment showed that removing glumelle and keeping seeds of the Japanese for 2 months and more have the greatest contribution to reduce non-deep physiological dormancy of this weed.

Keywords: Germination indices, Japanese brome, Non-glumelle seeds, Wheat

1- Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Sistan Agricultural and Natural Resource Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Zabol, Iran
2 and 4- Associate Professors, Department of Agronomy, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
(*- Corresponding Author Email: ghambari@um.ac.ir)
3- Associate Professor, Department of Agronomy, University of Zabol, Zabol, Iran
5- Professor of Weed Research Institute, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran