مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۱، شماره ۳، ۱۳۸۹ (۵۱۱-۵۰۳)

شکست خواب و تحریک جوانه‌زنی بذر توق (*Xanthium strumarium* L.)

حسن کریم مجنی[۱]، احمد زارع[۲]، اسحاق کشتکار[۳]، حمید رحیمیان مشهدی[۴] و حسن علیزاده[۵]*
۱، استادیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲، ۳، ۴، ۵، دانشجویان کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۸۷/۹/۱۲- تاریخ تصویب: ۸۹/۲/۲۹)

چکیده

به منظور ارزیابی برهمکنش عوامل محیطی نظیر دما (سرما و گرما)، شرایط نگهداری و نیز مواد تنظیم کننده رشد گیاهی بر شکست خواب بذر توق که در پاییز سال ۱۳۸۴ از مزارع کرج جمع‌آوری شده بود، آزمایشاتی انجام شد. بر اساس نتایج بدست آمده، بذرهای تازه برداشت شده از گیاه مادری دارای خواب بودند. تلفیقی از پس‌رسی، سرما و نوسانات دمایی منجر به افزایش معنی‌دار در تعداد بذرهای جوانه زده شد. به طوری که از مجموع تیمارهای آزمایشی، بذرهای نگهداری شده در عمق ۵ تا ۷ سانتی‌متری خاک در شرایط طبیعی خاک به مدت ۴ ماه و سپس انتقال آنها به سردخانه (دمای ۲±۵) به مدت سه ماه و در نهایت انتقال آنها به سطح خاک مزرعه به مدت ۶ ماه (B4cC3S6) بالاترین درصد جوانه‌زنی به میزان ۸۲/۵ درصد را بدست آوردند. تلفیق سرما (دو ماه در دمای ۲±۵ درجه سانتی‌گراد) با اسید جیبرلیک تأثیر اندکی بر جوانه‌زنی بذر توق داشت. آبشویی، شکاف پوسته بذر و تیمار بذرها با آب گرم باعث افزایش معنی‌داری در جوانه‌زنی نشدند. تیمار بذور با اتفن و خراش‌دهی با اسید سولفوریک ۹۸ درصد هیچ تأثیری بر شکست خواب بذر توق نداشتند. در تمامی تیمارهایی که باعث شکست خواب شد، از دو بذر موجود در میوه توق تنها بذر بزرگتر جوانه زد و هیچ یک از تیمارهای مربوطه نتوانستند باعث تحریک جوانه‌زنی بذر کوچک‌تر شوند. ماهیت تیمارهایی که باعث شکست خواب شد، نشان از تأثیر عوامل فیزیکی و درونی بر خواب بذر توق داشت.

واژه‌های کلیدی: توق (*Xanthium strumarium* L.)، شکست خواب، خراش‌دهی، عوامل محیطی، مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی.

مقدمه

توق گیاهی با قابلیت سازش و پراکنش جهانی (Wassom et al., 2003)، از مهمترین علف‌های هرز در مزارع سویا، پنبه، بادام زمینی و دیگر محصولات تابستانه است (Wassom et al., 2002; Schmidt, 2004; Norsworthy & Oliveira, 2007). این علف هرز جز ده گونه معمول در مزارع پنبه در بسیاری از ایالت‌های آمریکا بوده (Webster & Davis, 2007) به طوری که می‌تواند باعث اختلال و کاهش کارایی عملیات برداشت، کیفیت محصول و در نتیجه کاهش شدید بازده اقتصادی شود (Wassom et al., 2002; Schmidt, 2004). تراکم ۱۰ بوته در مترمربع این علف هرز می‌تواند تا ۸۰ درصد

* نویسنده مسئول: حسن علیزاده تلفن: ۰۹۱۲-۳۶۱۱۵۵۰ E-mail: malizade@ut.ac.ir

از عملکرد سویا بکاهد (Norsworthy & Oliveira, 2007). Webster & Davis (2007) خسارت آن را در پنبه با تراکم ۸ بوته در هر مترمربع ۸۰ درصد گزارش کردند.

یکی از سازوکارهای اکولوژیکی این علف‌هرز برای بقاء و خطرساز شدن وجود دو بذر با خواب متفاوت در هر میوه می‌باشد. به طوری که بذر بزرگتر فتوبلاستیک نیست و دوره خواب کوتاه‌تری دارد در حالی که بذر کوچکتر برای جوانه‌زنی به نور و اکسیژن نیاز دارد و دوره خواب آن طولانی‌تر است (Liddle et al., 1986; Esashi et al., 1983a). البته آزمایش Stoller & Wax (1974) این موضوع را تایید نکرده است. تحقیقات نشان داده اند در بذر توق دو نوع خواب ذاتی و القایی وجود دارد که اثر متقابل بین درجه حرارت، تبادلات گازی و عوامل درونی می‌توانند باعث تحریک جوانه‌زنی یا بالعکس خواب در توق شوند (Waring & Foda, 1957).

عمر بذر بعضی از گونه‌های علف‌های هرز از طریق مکانیزم خواب به بیش از ۱۲۰ سال در خاک می‌رسد (Noldin et al., 2006). خواب بذر از جمله ویژگی‌های عمومی و مهم علف‌های هرز می‌باشد که سبب پایداری بذور در بانک بذر خاک و عدم کنترل آنها توسط روش‌های معمول مدیریتی می‌شود (Fenner, 2000; Foley, 2002).

عوامل متعددی از جمله عوامل محیطی شامل درجه حرارت، گازها و نور می‌توانند میزان خواب و جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار دهند (Foley, 2002; Egley& Duke, 1985; Hermansen et al., 1999). به عنوان مثال سرمای مرطوب و طولانی مدت می‌تواند خواب بذر را از بین ببرد، اما خشک کردن مجدد این بذور به علت گرما می‌تواند موجب خواب ثانویه در آنها شود (Reisman-Beramn et al., 1991). جوانه‌زنی بذر اکثر گونه‌های هرز از طریق تیمار با مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی تحریک می‌شود (Hilhorst & Karssen, 1992; Iglesias & Babiano, 1997; Foley, 2002; Watanabe et al., 2002; Nadjafi et al., 2006). در برنامه‌های مدیریت تلفیقی علف‌های هرز توجه به خواب بذر و آگاهی از مکانیزم خواب و نحوه سبز شدن بذور اهمیت ویژه‌ای دارد (Karlsson & Milberg, 2007; Ghersa et al., 2000). بنابراین، اهمیت موضوع سبب شد که در این تحقیق امکان شکست خواب بذر توق تحت تأثیر فاکتورهای محیطی نظیر سرما، گرما، پس‌رسی و هورمون‌های گیاهی بررسی شود.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری، انتقال و شرایط جوانه‌زنی بذور

میوه‌های توق[1] رسیده در مهرماه سال ۱۳۸۴ از مزرعه آموزشی پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در دولت آباد کرج (عرض جغرافیایی '۳۴، °۳۵ شمالی، طول جغرافیایی '۵۷، °۵۰ شرقی، ارتفاع ۱۱۶۰ متر از سطح دریا) جمع آوری شدند. درصد جوانه‌زنی بذور (از این پس در تمام مقاله به جای کلمه میوه از لغت بذر استفاده می‌شود) برداشت شده از گیاه مادری ناچیز بوده و بذور دارای خواب بودند لذا بذور در مقادیر مورد نیاز و به طور جداگانه در شرایط مختلف از جمله دمای اتاق (۲±۲۳ درجه سانتی‌گراد)، سردخانه (۲±۵ درجه سانتی‌گراد)، سردخانه زیر صفر (۵- درجه سانتی‌گراد) و عمق سطحی خاک (۵ تا ۷ درجه سانتی‌گراد) در شرایط طبیعی مزرعه ذخیره شدند. در زمانهای مختلف اعمال تیمارها، از بذرها نمونه‌ای برداشته شد و آزمایش‌های مربوطه بر روی آنها صورت گرفت. ضمناً بسته به نوع تیمار برخی از بذور در سطح خاک مزرعه و برخی نیز بر روی بوته مادری تا زمان انجام آزمایش رها شدند. در تمام آزمایش‌ها از بذور سالم و بدون صدمه و تا حد ممکن یکنواخت از نظر اندازه و رنگ استفاده شد. آزمایش‌های اولیه نشان داد که تمام بذور برداشت شده از گیاه مادری دارای خواب هستند. آزمایش‌های متعددی به منظور شکست خواب و تحریک جوانه‌زنی به شرح زیر انجام گرفت. در همه آزمایش‌ها ۱۰ عدد میوه توق، در پتری‌دیش‌هایی به قطر ۹ سانتی‌متر قرار گرفت، سپس به منظور حفظ رطوبت، سطح بذور با پرلیت پوشانده شد. رطوبت هر پتری‌دیش توسط ۵ میلی لیتر آب مقطر یا محلول مورد نظر تامین شد. بذرها قبل از اعمال تیمارها با محلول کلراکس[2]

1. Burr
2. Clorox

۱۰٪ (۵/۲۵ درصد هیپوکلریت سدیم) به مدت ۵-۳ دقیقه ضدعفونی و سپس به اتاقک رشد با شرایط دمایی ۲۵ درجه به مدت ۱۶ ساعت روشنایی و ۲۰ درجه به مدت ۸ ساعت تاریکی منتقل شدند. جهت جلوگیری از خشک شدن و از دست دادن رطوبت پرلیت ها، پتری دیش‌های مربوط به یک تیمار در کیسه هایی از جنس پلی اتیلن قرار داده شدند. پتری دیش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در هر طبقه از اتاقک رشد قرار گرفتند. درصد جوانه‌زنی پس از ۲ هفته از زمان قرارگیری در اتاقک رشد محاسبه شد.

تیمار خیساندن و شکاف پوسته بذر

از بذرهای نگهداری شده در دمای اتاق به مدت ۲ ماه در این قسمت از آزمایش استفاده شد. تأثیر دو عامل خیساندن (در دو سطح شامل: خیساندن بذور به مدت ۲۴ ساعت در آب معمولی و عدم خیساندن) و شکاف پوسته بذر با ایجاد ضربه به بذرها و استفاده از اسکالپل (در دو سطح شامل: شکاف و عدم شکاف پوسته) بر جوانه‌زنی بذور آزمایش شد. چیدمان تیمارها به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بود. بعد از اعمال تیمارها، بذور به انکوباتور با شرایط دما و نور ذکر شده در قبل منتقل شدند تا بعد از ۱۴ روز درصد جوانه‌زنی این بذور تعیین شود.

تیمار مدت نگهداری و شرایط مختلف دمایی

ده تیمار انجام شده بر روی بذور نگهداری شده در شرایط دما و زمان‌های مختلف عبارت بودند از: ۱) نگهداری بذور برسطح خاک در مزرعه (محیط طبیعی) به مدت ۲ ماه در ماه‌های مهر و آبان در شرایط کرج (سال ۱۳۸۴) پس از جداسازی از گیاه مادری (S2)، ۲) نگهداری بذور در دمای اتاق (۲±۲۳ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۲ ماه و سپس نگهداری آنها به مدت ۳ ماه در سردخانه (۲±۵ درجه سانتی‌گراد). به منظور نگهداری بذور در سردخانه ابتدا بذرها به مدت ۲۴ ساعت در آب خیسانده شدند و سپس درون کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شده و به سردخانه منتقل شدند (R2C3)، ۳) نگهداری بذور در دمای اتاق (۲±۲۳ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۲ ماه و سپس دفن آنها در عمق ۵ تا ۷ سانتی‌متر خاک در شرایط طبیعی از اواخر آبان تا اواخر بهمن ماه به مدت ۳ ماه (R2B3)، ۴) بذور رسیده باقیمانده بر روی گیاه مادری به مدت ۲ ماه از اواخر شهریور تا اواخر آبان و سپس نگهداری آنها برسطح خاک در مزرعه (محیط طبیعی) به مدت ۳ ماه از اواخر آبان تا اواخر بهمن ماه (P2S3)، ۵) بذور رسیده باقیمانده بر روی گیاه مادری به مدت ۵ ماه از اواخر شهریور تا اواخر بهمن (P5)، ۶) نگهداری بذور به مدت ۵ ماه در سردخانه در دمای ۵- درجه سانتی‌گراد (F5)، ۷) نگهداری بذور به مدت ۱۳ ماه در سردخانه (۲±۵ درجه سانتی‌گراد) (C13)، ۸) نگهداری بذور در دمای اتاق (۲±۲۳ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۱۳ ماه (R13). ۹) دفن بذور در عمق ۵ تا ۷ سانتی‌متری خاک در شرایط طبیعی به مدت ۴ ماه (از ۱۵ آبان تا ۱۵ اسفند ۱۳۸۴)، سپس انتقال به سردخانه به مدت ۳ ماه در دمای ۲±۵ درجه سانتی‌گراد و بالاخره نگهداری آنها برسطح خاک در مزرعه در طول فصل گرم (در محیط طبیعی از ۱۵ خرداد تا ۱۵ آذر ۱۳۸۵) به مدت ۶ ماه (B4C3S6) و۱۰) دفن بذرها در عمق ۵ تا ۷ سانتی‌متری خاک در شرایط طبیعی به مدت ۴ ماه (از ۱۵ آبان تا ۱۵ اسفند ۱۳۸۴)، سپس انتقال به سردخانه (۲±۵ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۹ ماه (B4C9). از بذور تیمار شده در شرایط فوق نمونه‌هایی انتخاب و به انکوباتور با روشنایی و دمای ذکر شده در قبل منتقل شد تا بعد از ۱۴ روز درصد جوانه‌زنی این بذور تعیین شود.

تلفیق تیمارهای مختلف گرما و سرما

این تیمارها عبارت بودند از: ۱) نگهداری بذر در دمای اتاق (۲±۲۳ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۲ ماه و سپس نگهداری آنها به مدت ۳ ماه در سردخانه (۲±۵ درجه سانتی‌گراد) (R2C3)، ۲) نگهداری بذر در دمای اتاق (۲±۲۳ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۲ ماه و سپس قرار دادن در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ روز در آون (R2H6Day)، ۳) نگهداری بذر در دمای اتاق (۲±۲۳ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۲ ماه و سپس نگهداری آنها به مدت ۳ ماه در سردخانه (۲±۵ درجه سانتی‌گراد) و نهایتاً اعمال تیمار حرارت ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ روز در آون (R2C3H6Day)، ۴) نگهداری بذرها در دمای اتاق (۲± ۲۳ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۲ ماه و سپس نگهداری آنها به مدت ۳ ماه در

سردخانه (۲±۵ درجه سانتی‌گراد) و نهایتاً اعمال تیمار حرارت ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ساعت (R2C3H24 hour)، ۵) نگهداری بذور در دمای اتاق (۲±۲۳ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۲ ماه و سپس نگهداری آنها به مدت ۳ ماه در سردخانه (۲±۵ درجه سانتی‌گراد) و نهایتاً اعمال تیمار حرارت ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت (R2C3H3 hour)، ۶) نگهداری بذور در دمای اتاق (۲±۲۳ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۲ ماه و سپس نگهداری آنها به مدت ۳ ماه در سردخانه (۲±۵ درجه سانتی‌گراد) و نهایتاً اعمال تیمار حرارت ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷ساعت (R2C3H7hour)، ۷) آب گرم ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰دقیقه (W10min). پس از اعمال این تیمارها بذور به انکوباتور با شرایط دمایی و روشنایی ذکر شده در قسمت قبل منتقل شدند و بعد از ۱۴ روز جوانه‌زنی آنها ثبت شد.

تیمار جیبرلیک اسید (GA3)

بذرهای توق که به مدت ۲ ماه در سردخانه (۲±۵ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شده بودند با غلظت های مختلف اسید جیبرلیک (صفر (شاهد آب مقطر)، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۸۰۰ پی‌پی‌ام) تیمار شدند. سپس به انکوباتور با شرایط دمایی و روشنایی ذکر شده در قسمت قبل منتقل شدند و بعد از ۱۴ روز جوانه‌زنی آنها ثبت شد.

تیمار کاینتین[1]

بذرهای توق که به مدت ۲ ماه در سردخانه (۲±۵ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شده بودند تحت تأثیر کاینتین با غلظت‌های صفر (آب مقطر)، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ پی‌پی‌ام قرار گرفتند. سپس به اتاقک رشد با شرایط ذکر شده در قبل منتقل شدند و بعد از ۱۴ روز درصد جوانه‌زنی این بذور تعیین شد.

تیمار اتفن[2]

در این بخش از آزمایش نیز از بذرهای توق که به مدت ۲ ماه در سردخانه (۲±۵ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شده بودند، استفاده شد. بذرها با غلظت‌های مختلف اتفون (صفر (آب مقطر)، ۳۲۰، ۶۴۰ و ۹۶۰ پی‌پی‌ام) تیمار شدند. بعد از اعمال تیمارها، بذور به انکوباتور با شرایط ذکر شده در قبل منتقل شدند. درصد جوانه‌زنی بذرها بعد از ۱۴ روز تعیین شد.

تیمار خراش شیمیایی (اسید سولفوریک ۹۸ درصد)

در این آزمایش از بذرهای تازه برداشت شده از گیاه مادری استفاده شد. بذرها به مدت ۳۰ ثانیه، ۱، ۱۰، ۱۵،۳۰ و ۴۵ دقیقه با اسید سولفوریک ۹۸ درصد تیمار شدند. تیمار شاهد در معرض اسید قرار نگرفت. بعد از اعمال تیمارها، بذور به انکوباتور با شرایط ذکر شده در قبل منتقل شدند و بعد از ۱۴ روز درصد جوانه‌زنی این بذور مشخص شد.

تجزیه آماری داده‌ها

نتایج بدست آمده در برنامه آماری SAS با رویه ANOVA تجزیه آماری شدند. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن و استفاده از خطای استاندارد صورت گرفت.

نتایج و بحث

در تمامی تیمارهایی که خواب شکسته شد، از دو بذر موجود در میوه توق تنها بذر بزرگتر جوانه زد و هیچ یک از تیمارهای مربوطه نتوانستند باعث تحریک جوانه‌زنی بذر کوچک‌تر شوند.

تأثیر خیساندن و شکاف پوسته بذر بر درصد جوانه‌زنی

شکل ۱ تأثیر تیمارهای خیساندن و شکاف پوسته بذر بر روی بذور نگهداری شده در دمای اتاق به مدت ۲ ماه را نشان می‌دهد. بیشترین درصد جوانه‌زنی از بین تیمارهای اعمال شده، مربوط به تیمار خیساندن بذور به همراه شکاف پوسته بذر بود (به میزان ۲۷/۵ درصد). همچنین بین تیمارهای اسکاریفیه نشده در دو حالت خشک و مرطوب و نیز تیمار اسکاریفیه شده در حالت خشک اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. به نظر می‌رسد عوامل فیزیکی و مواد بازدارنده در بذر توق وجود دارد که رفع این موانع از طریق شکاف پوسته و شستشو می‌تواند باعث افزایش جوانه‌زنی در آن شود. تحقیقات گذشته نیز نشان داده‌اند که شستشوی مواد

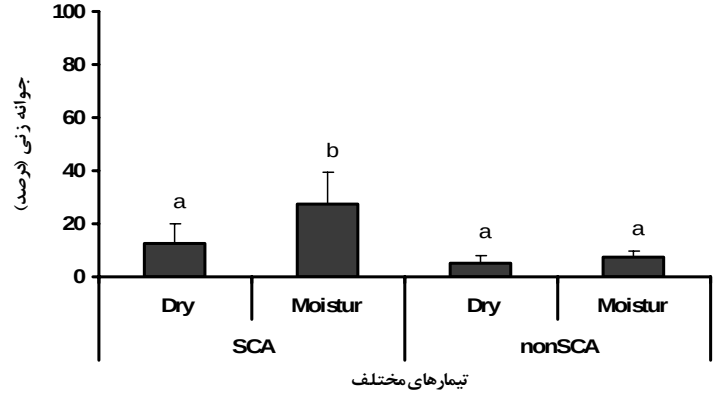
1. Kinetin
2. Ethephon

بازدارنده در توق باعث رفع خواب ذاتی[1] در این علف‌هرز می‌شود. Derkx & Karssen (1993)، Hilhorst & Karssen (1992) و Porter & Wareing (1974) نیز به این نکته اشاره می‌کنند که تیمارهای فیزیکی، شیمیایی و هورمونی می‌توانند جوانه‌زنی بذور پس‌رسی شده را افزایش دهند. به طور کلی این موضوع نشان می‌دهد که بذور توق دارای خواب فیزیکی هستند و پوسته سخت بذر می‌تواند مانع جوانه‌زنی شود.

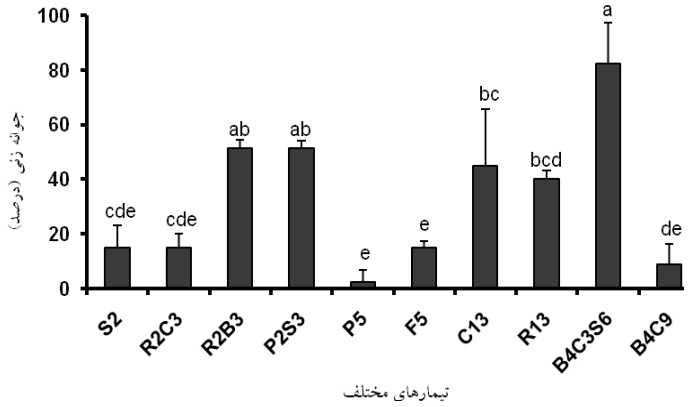
1. Innate

تأثیر زمان و شرایط مختلف دمایی بر درصد جوانه‌زنی

واکنش بذور به تیمارهای اعمال شده در این بخش بسیار گوناگون بود (شکل ۲). سرمادهی (C13) و پس‌رسی (R13) هر کدام به تنهایی نقش موثری در شکست خواب این علف هرز داشتند. بیشترین درصد جوانه‌زنی (۸۲/۵ درصد) از تیمار B4C3S6 بدست آمد که در واقع تلفیقی از پس‌رسی، سرما و نوسانات دمایی است.



شکل ۱- تأثیر تیمارهای خیساندن و شکاف پوسته بذر بر روی بذور توق نگهداری شده در در دمای اتاق به مدت ۲ ماه. بارها روی ستون‌ها نشان‌دهنده خطای استاندارد می‌باشند. SCA: شکاف پوسته بذر، nonSCA: عدم شکاف پوسته بذر، Dry: بذر خشک، Moistur: بذر خیس.



شکل ۲- تأثیر تیمارهای مختلف محل نگهداری و زمان نگهداری بر جوانه‌زنی بذور توق. S2: نگهداری بذور برسطح خاک در مزرعه (محیط طبیعی) به مدت ۲ ماه پس از جداسازی از گیاه مادری، R2C3: نگهداری بذور در دمای اتاق (۲ ± ۲۳ ^{o}C) به مدت ۲ ماه و سپس نگهداری آنها به مدت ۳ ماه در سردخانه (۲ ± ۵ ^{o}C)، R2B3: نگهداری بذور در دمای اتاق به مدت ۲ ماه و سپس دفن آنها در عمق ۵ تا ۷ سانتی‌متری خاک به مدت ۳ ماه، P2S3: نگهداری بذور رسیده باقیمانده بر روی گیاه مادری به مدت ۲ ماه و سپس نگهداری آنها برسطح خاک در مزرعه (محیط طبیعی) به مدت ۳ ماه، P5: بذور رسیده باقیمانده بر روی گیاه مادری به مدت ۵ ماه، F5: نگهداری بذور به مدت ۵ ماه در فریزر (۵- ^{o}C)، C13: نگهداری بذور به مدت ۱۳ ماه در سردخانه، R13: نگهداری بذور در دمای اتاق به مدت ۱۳ ماه، B4C3S6: دفن بذور در عمق ۵ تا ۷ سانتی‌متر خاک در شرایط طبیعی به مدت ۴ ماه و سپس انتقال به سردخانه به مدت ۳ ماه و بالاخره نگهداری آنها برسطح خاک در مزرعه به مدت ۶ ماه، B4C9: دفن بذور در عمق ۵ تا ۷ سانتی‌متری خاک در شرایط طبیعی به مدت ۴ ماه سپس انتقال به سردخانه به مدت ۹ ماه (بارها روی ستون ها نشان‌دهنده خطای استاندارد می باشند.)

نکته جالب اینکه جوانه‌زنی بذور در تیمار B4C9 اختلاف فاحشی را با تیمار B4C3S6 نشان داد. علت این موضوع می‌تواند به دلیل تأثیر بیشتر نوسانات دمایی در شرایط طبیعی محیط نسبت به شرایط کنترل شده در سردخانه بر جوانه‌زنی بذر توق باشد. گرچه بین بذور رها شده بر سطح خاک به مدت دو ماه (S2) و بذور باقیمانده بر روی بوته به مدت ۵ ماه (P5) تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اما همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود بذور سطح خاک بیش از ۱۰ درصد افزایش جوانه‌زنی را نسبت به بذرهای باقیمانده بر روی گیاه نشان می‌دهند. این موضوع می‌تواند مربوط به تأثیر رطوبت خاک و میکروارگانیزم‌ها بر تغییرات پوسته بذر و نهایتاً شکست خواب بذر توق باشد. مقایسه تیمارهای R2C3 و R2B3 نیز نشان می دهد که بذور دفن شده در خاک (R2B3) نسبت به بذور انبار شده در سردخانه (R2C3) جوانه‌زنی بسیار بیشتری داشته اند. با توجه با این موضوع شاید بتوان گفت که نوسانات دمای خاک و وجود میکروارگانیزم ها در خاک علت افزایش جوانه‌زنی (۳۵ درصد) در تیمار R2B3 نسبت به تیمار R2C3 باشد.

در بیشتر گونه‌های گیاهی فرار از خواب کاملاً بستگی به دریافت نوسانات شدید دمایی دارد. به طوری که بذر بسیاری از گونه‌های تابستانه معمولاً در پاییز به خواب رفته و در طول زمستان با دریافت نوسانات حرارتی طبیعی محیط، کم کم از خواب خارج شده و برای جوانه‌زنی در بهار آماده می‌شوند (Benech-Arnold et al., 2000). تحقیقات گذشته نیز نشان داده‌اند که عوامل محیطی بر پس‌رسی و رفع خواب ثانویه در توق مؤثر است (Esashi et al., 1983b).

تأثیر تلفیق تیمارهای مختلف گرما و سرما بر درصد جوانه‌زنی

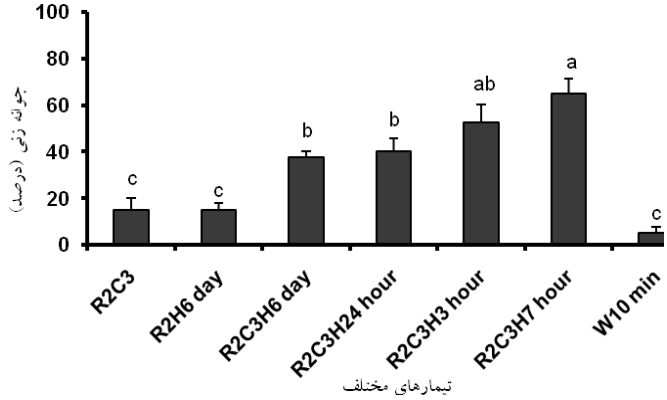
در این آزمایش تیمارهای مختلف دما (در دو حالت خشک و مرطوب) منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی بذور توق شدند (شکل ۳). حداکثر جوانه‌زنی (۶۵ درصد) از تیمار حرارت ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷ ساعت بر روی بذرهای نگهداری شده در دمای اتاق به مدت ۲ ماه و سپس انتقال آنها به سردخانه به مدت ۳ ماه بدست آمد. نتایج همچنین نشان داد که تأثیر ۶ روز حرارت خشک ۵۵ درجه سانتی‌گراد (R2H6 Day) تقریباً با ۳ ماه سرمای ۲±۵ درجه سانتی‌گراد (R2C3) (برای بذرهای پس‌رسی شده در اتاق به مدت دو ماه) برابر بوده است. ولی تلفیق این دو تیمار(R2C3H6 Day) درصد جوانه‌زنی بذور را افزایش داد. Taylorson & Brown (1977) نیز گزارش کردند که حرارت بالا باعث تسریع در فرآیند پس‌رسی بذرهای در بسیاری از گونه‌ها می‌شود. همچنین گرما می‌تواند در کاهش طول دوره سرمادهی جهت شکست خواب بعضی از گونه‌های گیاهی موثر باشد (Watanabe et al., 2002). آب گرم کمترین تأثیر را در بین تیمارها داشت. پژوهش‌های قبلی نشان داده است که تلفیق دمای متوسط با دمای بالا می‌تواند در شکست خواب توق مؤثر باشد. اما گرمای طولانی مدت بر روی بذرهای بدون خواب می‌تواند سبب ایجاد خواب ثانویه شود (Esash & Ohhara, 1977).

تأثیر مواد تنظیم کننده رشد گیاهی بر درصد جوانه‌زنی

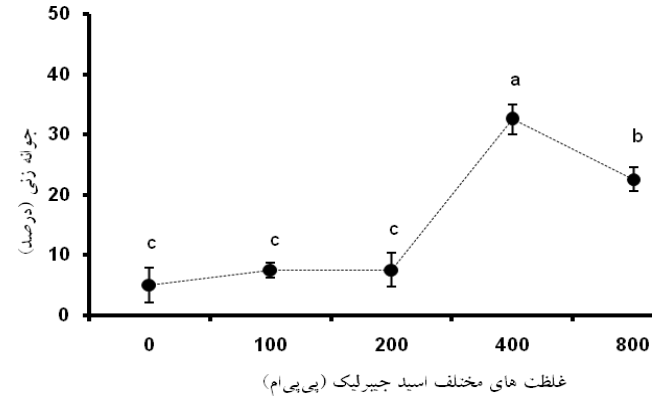
جیبرلیک اسید (GA3): نتایج نشان داد که GA3 در شکست خواب بذر توق مؤثر است (شکل۴). اما این تأثیر بسته به غلظت هورمون به کار رفته متفاوت بود به طوری که تفاوت معنی‌داری بین مقادیر ۱۰۰ و ۲۰۰ پی‌پی‌ام با شاهد (آب مقطر) وجود نداشت. بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به غلظت ۴۰۰ پی‌پی‌ام بود اما با افزایش غلظت به ۸۰۰ پی‌پی‌ام جوانه‌زنی کاهش یافت.

کاینتین: تأثیر غلظت‌های مختلف کاینتین بر شکست خواب بذور توق در شکل ۵ نشان داده شده است. با افزایش غلظت از صفر تا ۱۰ پی‌پی‌ام درصد جوانه‌زنی بذور صعودی و با افزایش غلظت از ۱۵ پی‌پی‌ام و پس از آن (۲۰ پی‌پی‌ام) روند جوانه‌زنی تا حدودی کاهش یافته است. بیشترین درصد جوانه‌زنی از تیمارهای ۱۰ و ۱۵ پی‌پی‌ام بدست آمد.

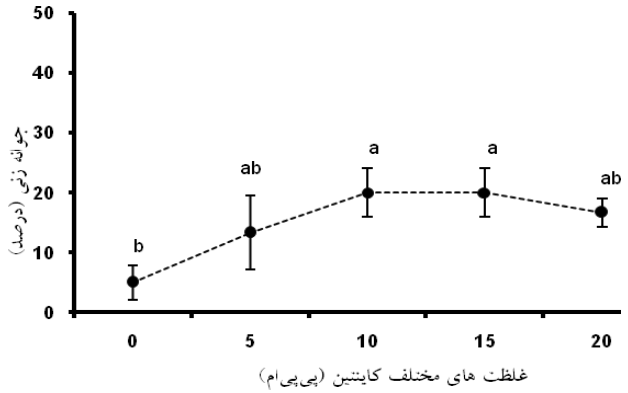
اتفن: علیرغم نتایج بسیاری از محققین (Hilhorst & Karssen, 1992; Iglesias & Babiano, 1997; Foley, 2002; Watanabe et al., 2002; Nadjafi et al., 2006).تأثیر اتیلن در شکست خواب بذور، در این آزمایش هیچ یک از غلظت‌های اتفن نتوانستند منجر به شکست خواب بذور این علف هرز شوند. استفاده از مواد شیمیایی نظیر آدنین، تیوره، نیترات پتاسیم و اتیلن بر شکست خواب توق مؤثر بوده است (Esashi et al., 1982).



شکل ۳- تأثیر تلفیق تیمارهای مختلف حرارت و سرما بر جوانه‌زنی توق. R2C3 : نگهداری بذور در دمای اتاق (۲۳ ±۲ ^{o}C) به مدت ۲ ماه و سپس نگهداری به مدت ۳ ماه در سردخانه (۵ ±۲ ^{o}C)، R2H6Day: نگهداری بذور در دمای اتاق به مدت ۲ ماه و سپس اعمال تیمار حرارت ۵۵$^{\circ}$C به مدت ۶ روز در اون، R2C3H6Day: نگهداری بذور در دمای اتاق به مدت ۲ ماه و سپس نگهداری به مدت ۳ ماه در سردخانه و نهایتاً اعمال تیمار حرارت ۵۵ ^{O}C به مدت ۶ روز در آون، R2C3H24 hour: نگهداری بذور در دمای اتاق به مدت ۲ ماه و سپس نگهداری به مدت ۳ ماه در سردخانه و نهایتاً اعمال تیمار حرارت ۵۵ $^{\circ}$C به مدت ۲۴ ساعت، R2C3H3 hour: نگهداری بذور در دمای اتاق به مدت ۲ ماه و سپس نگهداری به مدت ۳ ماه در سردخانه و نهایتاً اعمال تیمار حرارت ۵۵$^{\circ}$C به مدت ۳ ساعت،R2C3H7hour: نگهداری بذور در دمای اتاق به مدت ۲ ماه و سپس نگهداری به مدت ۳ ماه در سردخانه و نهایتاً اعمال تیمار حرارت ۵۵$^{\circ}$C به مدت ۷ساعت، W10min: آب گرم ۵۰$^{\circ}$C به مدت ۱۰دقیقه (بارها روی ستون ها نشان‌دهنده خطای استاندارد می‌باشند.)



شکل ۴- تأثیر مقادیر مختلف اسید جیبرلیک (GA3) بر جوانه‌زنی بذر توق (بارها نشان‌دهنده خطای استاندارد می باشند).



شکل ۵- تأثیر مقادیر مختلف کاینتین بر جوانه‌زنی بذر توق (بارها نشان‌دهنده خطای استاندارد می‌باشند).

Foley (2002) به نقل از دیگر محققین، به جایگزینی هورمون اسید جیبرلیک به جای دوره پس‌رسی در گیاه *Arabidopsis heynh* اشاره می‌کند. همچنین تأثیر بیشتر جیبرلین در مقایسه با سایر هورمون‌های گیاهی بر شکست خواب علف‌های هرز گزارش شده است (Watanabe et al., 2002). گرچه تیمار اسید جیبرلیک باعث افزایش درصد جوانه‌زنی شد، اما در مقایسه با تیمارهای پس‌رسی کارایی کمی داشت. طبق گزارش این محقق جیبرلین در مقایسه با سایر مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی (اکسین، سیتوکنین، آبسیزیک‌اسید و اتیلن) در شکست خواب علف‌هرز *Nicandra physalodes* موثرتر بوده است. In-Hwan Park (2000) افزایش جوانه‌زنی بذرهای خراش داده شده.*Koelreuteria paniculata* Laxm را در غلظت‌های ۱۰۰ تا ۳۰۰ پی‌پی‌ام با GA3 گزارش کرد.

همانند نتایج مشاهده شده در این تحقیق، دیگر پژوهش‌ها نیز نشان داده‌اند که سیتوکنین‌ها (از جمله کاینتین) در شکست خواب بسیاری از گونه‌های هرز از طریق جانشینی در اثراتی چون نیاز نوری، نیاز سرمایی و غلبه بر اثرات بازدارندگی آبسیزیک اسید و دماهای بالا مؤثرند (Cohn & Butera, 1982).

تأثیر خراش شیمیایی (اسید سولفوریک ۹۸ درصد) بر درصد جوانه‌زنی

نتایج نشان داد که جوانه‌زنی بذر توق تحت تأثیر اسید سولفوریک ۹۸ درصد قرار نمی‌گیرد. این نتایج مشابه نتایج تحقیقات Mahmoodzadeh et al. (2004) بر روی بذر تاتوره می‌باشد. آنها دلیل این موضوع را نفوذ احتمالی اسید به درون بذر و صدمه به جنین و از بین رفتن قوه نامیه بذر عنوان کرده‌اند.

با توجه به نتایج بدست آمده مبنی بر عدم تأثیر تیمارها بر جوانه‌زنی بذر کوچک‌تر میوه توق، احتمالاً این بذور (کوچک‌تر) سبب پایداری این علف‌هرز برای مدت‌های طولانی در خاک می‌شوند. لذا در برنامه‌های مدیریتی بلند مدت توجه به عدم ورود بذر این گیاه به مزرعه و تخلیه بانک ضروری است. با این حال بررسی شکست خواب و جوانه‌زنی بذر کوچک‌تر میوه توق در پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود. به طور کلی با توجه به اینکه میوه‌های این علف هرز تا مدت‌ها در زمستان بر روی بوته‌های خشکیده باقی می‌ماند چنانچه در فصل آیش نسبت به دفن و ریزش میوه‌ها اقدام شود، می‌تواند به کوتاه شدن خواب آنها بیانجامد و در فصل بعد با برنامه‌های مدیریتی به موقع از جمله ماخار جمعیت بذور جوانه زده را افزایش داد و سپس هنگام تهیه بستر نسبت به کنترل گیاهچه‌ها اقدام نمود نهایتاً در بلند مدت بانک بذر را تخلیه کرد. ضمن اینکه نتایج این تحقیق می‌تواند زمینه را برای پژوهش‌های بنیادی علف‌های هرز (به ویژه در مطالعات رقابت) فراهم ساخته و مشکل جوانه‌زنی نامناسب و عدم تراکم‌های مورد انتظار توق در کنار محصول زراعی را در آزمایش‌های رقابتی برطرف کند.

REFERENCES

1. Mahmoodzadeh, A., Nojvan, M. & Bagheri, Z. (2004). Effects of different treatments on breaking of dormancy and seed germination of *Datura stramonium* L. *Iranian Journal of Biology*, 18, 341-348. (In Farsi).
2. Benech-Arnold, R. L., Sanchez, R., A. Forcella, F., Kruk, B. C. & Ghersa, C. M. (2000). Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field Crops Research*, 67, 105-122.
3. Cohn, M. A. & Butera, D. L. (1982). Seed dormancy in red rice (*Oryza sativa*). II. Response to cytokinins. *Weed Science*, 30, 200-205.
4. Derkx, M. P. M. & Karssen, C. M. (1993). Effects of light and temperature on seed dormancy and gibberellin-stimulated germination in Arabidopsis thaliana: studies with gibberellin-deficient and insensitive mutants. *Physiology of Planta*, 89,360–368.
5. Egley, G. H. &. Duke, S. O. (1985). Physiology of weed seed dormancy germination. Pages 27-64. In S. O. Duke, ed. *Weed Physiology*. Volume 1. Reproduction and Ecophysiology. Boca Raton, FL: CRC Press
6. Esashi, Y., Komat, H., Ushizawa, R. & Sakai, Y. (1982). Breaking of secondary dormancy in cocklebur seeds by cyanide and azide in combination with C2H4 and O2 and their effects on cytochrome and alternative respiratory pathways. *Austrailian Journal of Plant Physiology*, 9, 97-111.

7. Esashi, Y., Ishiha, N., Kuraishi, R. & Kodama, H. (1983a). Light actions in the germination of cocklebur seeds, I: differences in the light responses of the upper and lower seeds. *Journal Experimental Botany*, 34, 903–914.
8. Esashi, Y., Kuraishi, R., Tanaka, N. & Sath, S. (1983b). Transition from primary dormancy to secondry dormancy in cocklebur seeds. *Plant Cell and Environment*, 6, 493-499.
9. Esash, Y. & Ohhara, Y. (1977). Enhancement by low temperature of the anaerobic induction pf cocklebur seed germination. *Austrailian Journal of Plant Physiology*, 4, 849-855.
10. Fenner, M. ed. (2000). *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. Wallingford, U.K., CABI Publishing.
11. Foley, M. E. (2002) Introduction to the symposium on dormancy in seeds and vegetative propagules. *Weed Science*, 50(2), 214-214.
12. Ghersa, C. M., Benech-Arnold, R. L., Sattore, E. H. & Martı´nez-Ghersa, M. A. (2000). Advances in weed management strategies. *Field Crops Research*, 67, 95–104.
13. Hermansen, A., Brodal, G. & Balvoll, G. (1999). Hot water treatments of carrot seeds, effects on seed-borne fungi, germination, emergence and yield. *Seed Science & Technology*, 27, 599-613.
14. Hilhorst, H. M. W. & Karssen, C. M. (1992). Seed dormancy and germination, the role of abscisic acid and gibberellins and the importance of hormone mutants. *Plant Growth Regulator*, 11, 225-238.
15. Iglesias, G. R. & Babiano, M. J. (1997). Endogenous abscisic acid during the germination of chickpea seed. *Plant Physiology*, 100, 500-504.
16. In-Hwan Park, S. R. (2000) Effect of scarification, GA3 and chilling on the germination of goldenrain-tree (*Koelreuteria paniculata* Laxm.) seeds. *Scientia Horticulturae*, 85, 319-324.
17. Karlsson, L. M. & Milberg, P. (2007). Seed dormancy pattern and germination preferences of the South African annual Papaver aculeatum. *African Journal of Botany*, 73, 422–428.
18. Liddle, M. J. (1986) Noogoora burr, a successful suite of weeds. In *The ecology of exotic animal and plant*, ed. R. L. Kitching, pp. 188-220. (Jjacaranda-Wiley, Brisbane, Austrailia).
19. Nadjafi, F., Bannayan, M., Tabrizi, L. & Rastgoo, M. (2006). Seed germination and dormancy breaking techniques for *Ferula gummosa* and *Teucrium polium*. *Journal Arid Environment*, 64, 542–547.
20. Noldin, J. A., Chandler, J. M. & McCauley, G. N. (2006). Seed longevity of red rice ecotypes buried in soil. *Planta Daninha*, 24, 611-620
21. Norsworthy, J. K. & Oliveira, M. J. (2007). Light and temperature requirements for common cocklebur (*Xanthium strumarium*) germination during after-ripening under field conditions. *Weed Science*, 55, 227–234
22. Porter, N. G. & Wareing, P. F. (1974). The role of oxygen permeability of the seed coat in the dormancy of seed in *Xanthium pensylvanicum* Wallr. *Journal of Experimental Botany*, 25, 583-94.
23. Reisman-Beramn, O., Kigel, J. & Rabin, B. (1991). Dormancy patterns in buried seeds of *Datura sorox* and *Datura stramorium*. *Canadian Journal of Botany*, 69, 173-179.
24. Schmidt, L. A., Talbert, R. E. & MC Clelland, M. (2004). Management of Acetolactate Synthase (ALS)–Resistant Common Cocklebur (*Xanthium strumarium*) in Soybean. *Weed Technology*, 8, 665–674.
25. Stoller, E. W. & Wax, L. M. (1974). Dormancy changes and fate of some annual weed seeds in the soil. *Weed Science*, 22,151–155.
26. Taylorson, R. B. & Brown, M. M. (1977). Accelerated after-ripening for overcoming seed dormancy in grass weeds. *Weed Science*, 25,473-476.
27. Wassom, J. J., Knepp, A. W., Tranel, P. J. & Wax, L. M. (2003). Variability in Photosynthetic Rates and Accumulated Biomass Among Greenhouse-Grown Common Cocklebur (*Xanthium strumarium*) Accessions. *Weed Technology*, 17, 84–88.
28. Wassom, J. J., Tranel, P. J. & Wax, L. M. (2002). Variation Among U.S. Accessions of Common Cocklebur (*Xanthium strumarium*). *Weed Technology*, 16, 171–179.
29. Watanabe, H., Kusagaya, Y. & Saigusa, M. (2002). Environmental factors affecting germination of apple of Peru. *Weed Science*, 50, 152-156.
30. Webster, T. M. & Davis, R. F. (2007). Southern Root-Knot Nematode (*Meloidogyne incognita*) Affects CommonCocklebur (*Xanthium strumarium*) Interference with Cotton. *Weed Science*, 55, 143–146.
31. Waring, P. F. & H. Foda, A. (1957). Growth inhibitors and dormancy in *Xanthium* seed. *Physiology of Planta* ,10, 266-280.