نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۴۹۹-۴۹۰

Journal of Plant Protection
Vol. 28, No. 4, Winter 2015, P. 490-499

بررسی زنده‌مانی بذور فرفیون خوابیده (*Euphorbia maculata*) در شرایط محیطی مختلف

ریحانه عسگرپور[۱*]- رضا قربانی[۲]- محمد خواجه حسینی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۰۸

چکیده

در بررسی احتمال گسترش علف‌هرز تازه وارد فرفیون خوابیده (*Euphorbia maculata*) و مشکل ساز مزارع سویای استان گلستان، زنده‌مانی بذور این علف‌هرز در خاک، آب و تحت شرایط دمای بالا تحت آزمایش‌هایی در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تکرار مورد مطالعه قرار گرفت. سطوح تیمارهای ارزیابی پایداری بذور در خاک و آب به‌ترتیب شامل ۱ تا ۱۱ ماه دفن بذور در عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متری خاک و ۱ تا ۹ هفته غوطه‌ور سازی بذور در آب بود. آزمایش برای ارزیابی تأثیر دمای بالا به‌صورت فاکتوریل سه عاملی اجرا شد که عوامل آن دما در پنج سطح (دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان شاهد)، ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد)، مدت اعمال دما (۱ و ۵ دقیقه) و وضعیت رطوبتی بذر در دو سطح (خشک و مرطوب) بود. نتایج نشان داد که جوانه‌زنی بذور فرفیون خوابیده طی ۱۱ ماه در خاک، بالای ۹۵ درصد بود. بذور در شرایط غوطه‌وری در آب قادر به جوانه‌زنی نبودند. بذور خارج شده از آب پس از ۲ هفته، بالای ۹۰ درصد جوانه زدند، اما با افزایش زمان غوطه‌وری درصد جوانه زنی آن‌ها کاهش یافت، به‌طوری که پس از ۹ هفته، بذور زنده‌مانی خود را از دست دادند. درجه حرارت بالا تأثیر معنی‌داری بر درصد و سرعت جوانه‌زنی داشت. جوانه‌زنی با افزایش دما کاهش یافت، به‌طوری‌که بالاترین و پایین‌ترین جوانه‌زنی به ترتیب در شاهد و دمای ۱۴۰ سانتی‌گراد مشاهده شد. دمای بالا، مدت زمان و میزان رطوبت بذر، اثر متقابل داشتند. دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۵ دقیقه مانع جوانه‌زنی بذور مرطوب شد. براساس این نتایج، بذور فرفیون خوابیده از پایداری بالایی در خاک برخوردار هستند. حفظ زنده‌مانی بذور در آب به‌مدت چند هفته، امکان پراکنش آن توسط آب آبیاری را فراهم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: بانک بذر، بقای بذر، جوانه‌زنی، دمای بالا، غرقاب

مقدمه

معرفی، استقرار و گسترش گیاهان خارجی غیر بومی به‌عنوان گیاهان مهاجم به به نواحی جدید اهمیت زیادی پیدا کرده و یکی از چالش‌های جهانی است (۳۷). کسول و همکاران (۱۱) نشان دادند که در تهاجم گیاهان، رشد جمعیت و پراکنش مکانی آن‌ها تعیین کننده می‌باشد. سازگاری برای پراکنش مؤثر در درون و بین بوم نظام‌ها، از جمله خصوصیاتی است که در بسیاری از علف‌های هرز وجود دارد. علف‌های هرز مانند سایر گیاهان از طریق فرایندهای طبیعی انتشار می‌یابند. پراکنش از طریق باد و آب، چسبیدن به پوست و پر حیوانات از جمله این فرایندهای طبیعی هستند (۲). بذر بسیاری از علف‌های هرز، حتی آن‌هایی که هیچ‌گونه سازگاری خاصی ندارند، به‌سادگی توسط آب پراکنش می‌یابند. آبیاری می‌تواند یکی از عوامل مهم گسترش علف‌های هرز در زمین‌های کشاورزی باشد (۳). حفظ زنده‌مانی بذور در آب برای پراکنش آن‌ها از طریق جریان آب به مزارع و مناطق دیگر، ضروری است. کومز و همکاران (۱۴) بیان کردند که بذور *Euphorbia supina* و *E. esula* پس از ۳ ماه نگهداری در آب به‌ترتیب ۲۲ و ۲۷ درصد جوانه زدند.

پایداری بذور علف‌هرز در خاک برای بقای گونه‌های یکساله در سیستم‌های کشاورزی ضروری می‌باشد (۳۵) و نقش کلیدی در رفتار جمعیتی علف‌هرز در طول زمان ایفا می‌کند (۹). اهمیت پایداری بانک بذر علف‌های‌هرز برای کشاورزان، توسط این ضرب‌المثل قدیمی توصیف می‌شود " یکسال کاشتن و هفت سال وجین کردن" (۱۷). به‌عنوان مثال، آلریچ و همکاران (۳۵) اظهار داشتند بذور *Amaranthus hybridus* و *Chenopodium album* پس از دو سال در خاک، به‌ترتیب ۲۰ و ۲۹ درصد بذور زنده ماندند. پایداری بذور *Setaria faberi* و *Abutilon theophrasti* پس از یکسال به‌ترتیب ۲۱و ۵۷ درصد بود (۱۶). به‌علت اهمیت تراکم بذر علف‌های هرز یکساله، کاهش پایداری بذور در بانک بذر خاک، در مدیریت طولانی مدت جمعیت علف‌های هرز اهمیت زیادی داشته و در نتیجه، مطالعه عوامل مؤثر در طول عمر بذور در بانک بذر خصوصاً گیاهان مهاجم

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته دکتری، استاد و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*-نویسنده مسئول: Email: rasgarpour@gmail.com)

ضروری می‌باشد (۱۸). طول عمر بذر در خاک به اثرات متقابل عوامل متعدد از جمله خصوصیات خواب ذاتی بذور، شرایط محیطی موجود در خاک مثل درجه حرارت، آب و گازهای محیطی و اثرات متقابل بیولوژیکی مانند شکارگری و دگرآسیبی بستگی دارد (۶).

برای مدیریت علف‌های‌هرز تازه وارد به یک منطقه، مدیریت بانک بذر آن و جلوگیری از پراکنش آن‌ها به مناطق دیگر مهم است. در همه راهبردهای مدیریتی، بانک بذر و مدیریت آن نکته اساسی در کنترل بهینه علف‌های‌هرز در درازمدت محسوب می‌شود (۲۱). راهبردهای مدیریتی که جوانه‌زنی بذر را محدود کرده و از بین رفتن بذر یک گونهٔ خاص علف‌هرز را افزایش می‌دهند، ممکن است به کنترل تهاجم یک علف‌هرز خاص کمک کند (۸). از روش‌های مدیریتی که زنده‌مانی بذور را تحت تأثیر قرار می‌دهند می‌توان به غرقاب اشاره کرد. غرقاب با شدت و طول مدت مختلف ناشی از عوامل طبیعی مانند بارندگی شدید یا برف سریع، رشد گیاه را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (۵). غرقاب نمودن می‌تواند از طریق ایجاد شرایط غیر هوازی در خاک که منجر به مرگ بسیاری از بذرها، گیاهچه‌ها و اندام ذخیره‌ای چندساله علف‌های هرز می‌شود، علف‌های‌هرز را کنترل کند (۲۳ و ۳۶). غوطه‌وری بذور در آب به‌مدت یک روز، ظهور *Bidens pilosa* را ۵۵ درصد نسبت به شاهد کاهش داد و پس از ۲۸ روز غرقاب، هیچ جوانه‌زنی مشاهده نشد (۳۱).

در برخی سیستم‌های کشت زراعی به‌ویژه غلات مناطق معتدل برای کنترل بیماری، پاک کردن سطح زمین، جلوگیری از اسیدی شدن خاک و کاهش عملیات خاک ورزی برای آماده سازی بستر بذر از آتش استفاده می‌شود (۲) که می‌تواند بر بقا و زنده‌مانی بذور تأثیر بگذارد. سوزاندن به عنوان یک ابزار برای کنترل گونه‌های پهن‌برگ و باریک‌برگ یکساله مهاجم انتهای فصل مورد استفاده قرار گرفته است (۱۹). ظرفیت گونه‌ها برای استقرار گیاهچه بعد از آتش از بذور موجود در بانک بذر تحت تأثیر چندین عامل قرار می‌گیرد که عبارتند از ۱) شدت و طول دمای بالا طی آتش در عمق‌های خاک و خردمکان‌هایی (microsites) که بذور قرار گرفته‌اند و ۲) پاسخ جوانه‌زنی بذور به دماهای بالا (۱۰).

فرفیون خوابیده (*Euphorbia maculata*) چندسالی است که وارد مزارع سویای استان گلستان گردیده است و باعث کاهش عملکرد سویا می‌شود. هم‌چنین، این علف‌هرز به‌دلیل سبز بودن در زمان برداشت محصول، ایجاد مشکل می‌کند (۱). بذور آن پس از رسیدن به صورت مکانیسم انفجاری (خود پراکنی[1]) پراکنده می‌شود. سپس بذور توسط مورچه‌ها پراکنده می‌گردند (۲۷). هم‌چنین، بذور پس از مرطوب شدن به پای انسان و حیوانات و بال پرندگان چسبیده پخش می‌شوند (۴). با توجه به این‌که فرفیون خوابیده علف‌هرز یکساله است، تکثیر و پراکنش آن توسط بذر انجام می‌گیرد. بنابراین، اطلاعات درباره پایداری و زنده‌مانی بذور این علف هرز در شرایط مختلف محیطی برای پیش‌بینی گسترش آن ضروری است. در این مطالعه، زنده‌مانی بذور در خاک و آب مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

بذور فرفیون خوابیده از منطقه کردکوی استان گلستان در تابستان ۱۳۹۰ جمع‌آوری و به آزمایشگاه تحقیقات علف‌های‌هرز دانشگاه فردوسی مشهد منتقل شدند. وزن هزار دانه آنها، ۰/۴۷گرم بود. آزمایش‌های اولیه نشان داد که بذور فاقد خواب هستند. بذور تا شروع آزمایش‌ها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

مطالعه پایداری بذور در خاک

برای بررسی پایداری بذور درخاک، بذور *Euphorbia maculata* در پارچه ململ قرار داده و در اسفندماه سال ۹۰ در گلدانی در عمق ۱۵-۱۰سانتی‌متری دفن شده و در هوای آزاد قرار داده شد. تعداد ۲۰۰ بذر هر ۳۰ روز یک‌بار و به‌مدت ۱۱ ماه از گلدان خارج شده و آزمایش جوانه‌زنی روی آن‌ها انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تکرار انجام شد. در هر تکرار، ۲۵ بذر در پتری‌دیش قرار داده و سپس به ژرمیناتور با دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد با ۱۴ ساعت روشنایی منتقل شد. جوانه‌زنی بذور به‌مدت ۱۴ روز شمارش گردید.

بررسی زنده‌مانی بذور در آب

به‌منظور بررسی زنده‌مانی بذور در آب، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تکرار در آزمایشگاه در آبان ماه سال ۱۳۹۱ اجرا شد. دمای آزمایشگاه ۲± ۲۲ درجه سانتی‌گراد بود. بذور فرفیون خوابیده در ظرف بشر قرار داده شد و بشر تا ارتفاع ۷-۵ سانتی‌متر با آب شیر پر شد. آب بشر، روزانه تعویض گردید. تعداد ۱۰۰ بذر هر هفت روز یک‌بار از آب خارج و جوانه‌زنی آنها تست شد. طول دوره آزمایش، ۹ هفته بود. در پایان آزمایش، بذوری که جوانه نزدند، زنده‌مانی آن‌ها توسط تترازولیوم یک درصد تست شد.

اثر دماهای بالا بر زنده‌مانی بذور

آزمایش برای ارزیابی تاثیر دمای بالا به‌صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تکرار اجرا شد که عوامل آن دما در پنج سطح (۲۵ به‌عنوان شاهد، ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد)، مدت اعمال دما در دو سطح (۱ و ۵ دقیقه) و وضعیت رطوبتی بذر در دو سطح (خشک و مرطوب) بود. برای مرطوب سازی بذور به‌مدت ۲۴ ساعت در پتری‌دیش حاوی آب خیسانده شدند. بعد از

1- autochory

اعمال تیمار حرارتی، جوانه‌زنی بذور مورد بررسی قرار گرفت.

سرعت جوانه‌زنی به روش ماگویر (۲۱) و با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد:

$$Rs = \sum_{i=1}^{n} \frac{Si}{Di} \qquad (۱)$$

که در این معادله S_i تعداد بذور جوانه‌زده در هر شمارش و D_i تعداد روز شمارش تا روز n می‌باشد.

برای تجزیه واریانس و مقایسه میانگین از نرم‌افزار Minitab 16 استفاده شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد مقایسه شدند. مدل سیگموئیدی ۳- پارامتری (معادله ۲) برای برازش رابطه بین درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور در سطوح مختلف تیمار غرقاب و هم‌چنین برازش روند درصد جوانه‌زنی تحت تنش حرارتی استفاده شد.

$$y = a \Big/ \left[1 + e^{\left(-\frac{x-x_0}{b}\right)}\right] \qquad (۲)$$

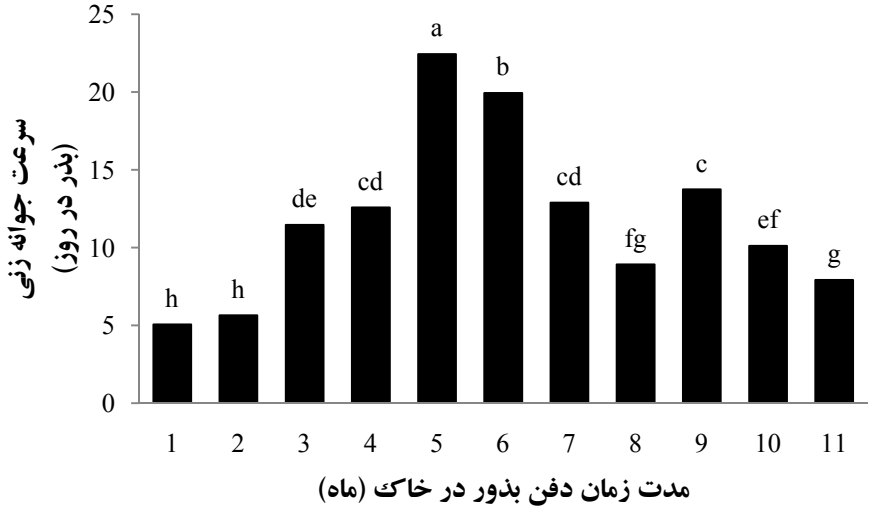
که در آن y، درصد یا سرعت جوانه‌زنی، $a=y_{max}$ مجانب بالایی (حداکثر درصد یا سرعت جوانه‌زنی) است. X_{50} مقدار x به ازای ۵۰ درصد مقدار حداکثر درصد یا سرعت جوانه‌زنی و b، شیب در x_{50} می‌باشد. برای رسم مدل‌های رگرسیونی از نرم‌افزار Sigmaplot 11 استفاده شد.

نتایج و بحث

پایداری بذور در خاک

نتایج نشان داد که بذور دفن شده در عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متری خاک، جوانه‌زنی خود را به‌مدت ۱۱ ماه کاملاً حفظ کردند، به‌طوری‌که درصد جوانه‌زنی در هر ۱۱ ماه بالای ۹۵ درصد بود. با این‌حال، مدت زمان دفن بذور در خاک تأثیر معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) بر سرعت جوانه‌زنی داشت. سرعت جوانه‌زنی طی ماه اول تا پنجم (فروردین تا مرداد)، روند افزایشی داشت و پس از آن، روند کاهشی مشاهده شد (شکل ۱). افزایش سرعت جوانه‌زنی تا ماه پنجم مصادف با شرایط آب و هوایی مناسب برای جوانه‌زنی این علف هرز می‌باشد.

توانایی حفظ بانک بذر برای گونه‌های علف هرز یکساله مزارع، به‌علت خصوصیات محیط‌های کشاورزی مانند تخریب خاک و دسترسی بالای مواد غذایی دارای اهمیت می‌باشد (۶). بذور بیش‌تر گونه‌های علف هرز یکساله قادرند برای چندین سال یا بیش‌تر در خاک پایدار بمانند (۹ و ۱۵). زنده‌مانی بذور *Solanum elaeagnifolium* زنده مانی بذور پس از ۳ سال به حدود ۲۰ درصد کاهش یافت. بذور دفن شده در عمق ۱۰ سانتی‌متر نسبت به عمق‌های صفر، ۲/۵ و ۵ سانتی‌متر زنده‌مانی خود را بیش‌تر حفظ کردند (۳۳). پایداری بذور شیرتیغک (*Sonchus oleraceus*) بعد از ۲۲۵ روز در سطح خاک و عمق ۵ سانتی‌متری به‌ترتیب ۴۲ و ۸ درصد بود (۱۳). بذور دارای خصوصیات ذاتی هستند که پایداری آن‌ها در بانک بذر را تعیین می‌کند. سرعت پیری بذور، حداکثر طول عمرشان در بانک بذر را تعیین می‌کند و در میان گونه‌ها و محیط‌های مختلف متفاوت است. بذور، زنده‌مانی و سلامت ساختاری خود را از طریق مکانیسم‌های حفاظت شیمیایی و فیزیکی حفظ می‌کنند. طیف وسیعی از متابولیت‌ها مانند فنول‌ها و آلکالوئیدها می‌توانند برای اهداف دفاعی در ترکیبات بذر غلیظ شوند. تغییر در استحکام پوست بذر به‌نظر می‌رسد به بذر توان حفظ در برابر شکارگرها می‌دهد. بذور سازگار به پراکنش با مورچه دارای پوسته بذر محکم‌تری هستند (۱۸).



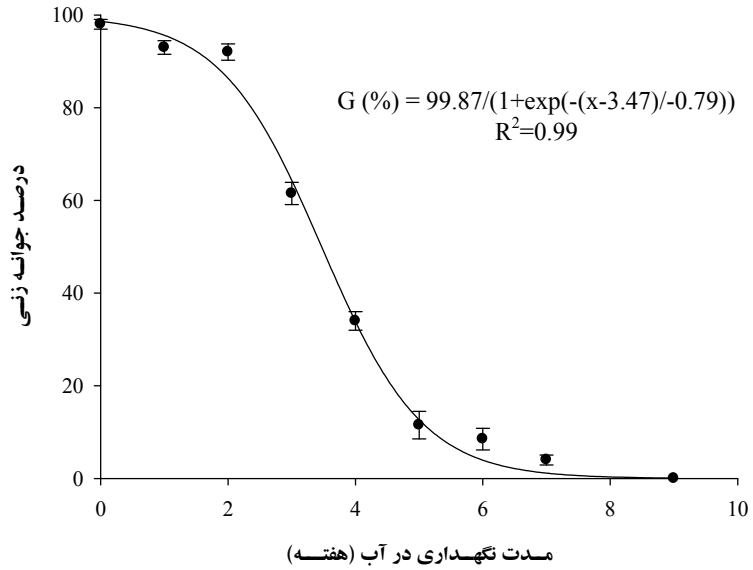
شکل ۱- سرعت جوانه‌زنی بذور فرفیون خوابیده در ماه‌های پس از دفن بذور در خاک

میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) با یکدیگر ندارند.

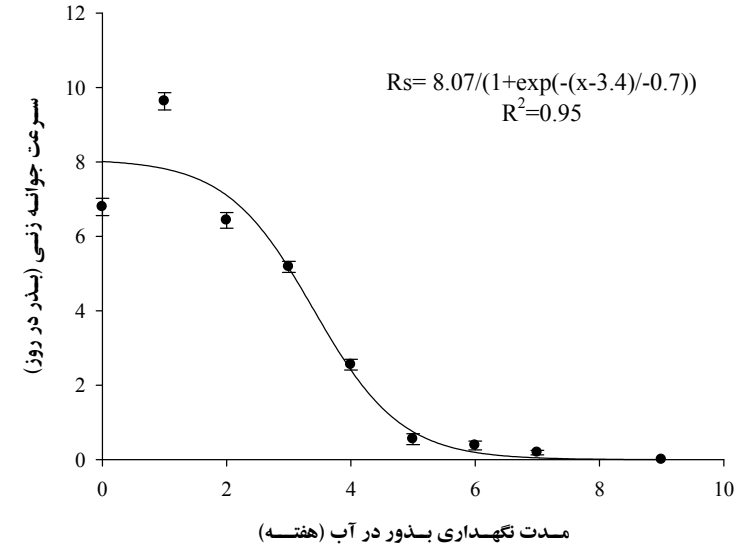
پایداری بذور در آب

مـدت نگهـداری بـذور در آب تـأثیر معنـی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) بـر زنده‌مانی بذور فرفیون خوابیده در آب داشت. بذور تحت غوطه‌وری در آب قادر به جوانه‌زنی نبوند. بذور خـارج شـده از آب پـس از ۲ هفتـه، بالای ۹۰ درصد جوانه زدند. اما با افـزایش زمـان غوطـه‌وری درصـد جوانه‌زنی آن‌ها کاهش یافت، به‌طوری‌که پس از ۹ هفته، جوانه‌زنی به صفر رسید (شکل ۲).

وقتی بذور به‌مدت یک هفته در آب بودند، سرعت جوانـه‌زنـی بـه ۹/۶۳ بذر در روز رسید که افزایش معنـی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) نسـبت بـه شاهد داشت. سرعت جوانه‌زنی بذور دو هفتـه تحـت شـرایط غرقـاب، تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند، ولـی پـس از آن، سـرعت کـاهش یافت (شکل ۳).



شکل ۲- اثر مدت نگهداری بذور فرفیون خوابیده در آب بر درصد جوانه‌زنی (میانگین±خطای استاندارد)



شکل ۳- اثر مدت نگهداری بذور فرفیون خوابیده در آب بر سرعت جوانه‌زنی (میانگین±خطای استاندارد)

این نتایج نشان داد که طول عمر بذور فرفیون خوابیده در آب نسبتاً پایین است، ولی با توجه به زنده‌ماندن بخشی از بذور به‌مدت ۸ هفته در آب، احتمال پراکنش بذور این علف‌هرز توسط جریان آب به سایر مناطق وجود دارد. سازگاری به شرایط کمبود اکسیژن ممکن است برای بقای بذوری که با آب پراکنده می‌شوند، مهم باشد (۲۰). هم‌چنین، از آن‌جا که زنده‌مانی بذور، بعد از چهار هفته به‌شدت کاهش یافت، تیمار غرقاب با طول مدت بیش از چهار هفته می‌تواند نقش بسزایی در تخلیه بانک بذر آن داشته باشد. افزایش سرعت جوانه‌زنی در بذور غوطه‌ور شده در آب برای یک هفته، احتمالاً به‌دلیل جذب آب و فعال شدن آنزیم‌های بذر بوده که پس از خروج بذور در آب، فرایند جوانه‌زنی سریع‌تر انجام شده است.

آب آبیاری عامل مهمی در پراکنش بذور علف هرز می‌باشد. پراکندگی با آب اغلب عامل گسترش بسیار سریع برخی از گیاهان مهاجم شناخته شده است (۳۰ و ۳۴). غوطه‌وری بذور در آب بسته به گونه علف‌هرز و طول دوره غرقاب می‌تواند بر قدرت زنده‌مانی بذر تأثیر گذارد (۲۳). در بعضی گونه‌ها، طولانی شدن دوره شرایط بی‌هوازی طبیعی غوطه‌ور شدن بذور در آب یا دفن بذور در خاک اشباع از آب ممکن است باعث کاهش زنده زمانی یا مرگ آن‌ها شود (۳۶). در معدود مواردی نیز باقی ماندن در آب، باعث شکسته شدن خواب و افزایش میزان جوانه‌زنی شود (۲۰). بذور *Tabebuia cassinoides* تحت غوطه‌وری قادر به جوانه‌زنی نبودند و پس از ۲۰ روز قوه نامیه آن‌ها از بین رفت (۲۳). بذور *Caperonia palustris* تحت شرایط غرقاب جوانه نزدند. پس از حذف غرقاب تا ۲۵ درصد جوانه زدند، در حالی‌که در تیمار شاهد ۶۴ درصد جوانه‌نی مشاهده شد (۲۲). غرقاب، جوانه‌زنی *Ipomoea purpurea* را به تأخیر انداخت و به‌طور قابل توجهی کاهش داد (۳۲). الیویرا و نورسورثی (۲۸) گزارش کردند که جوانه‌زنی *Ipomoea lacunosa* در غلظت‌های ۲، ۱۰ و ۲۰ درصد اکسیژن به ترتیب ۲۹، ۴۰ و ۵۱ درصد بود. کاهش عمر بذور تحت این شرایط احتمالاً به‌علت تخلیه سوبستراهای تنفسی یا اثر سمی متابولیت‌های تولید شده باشد. وقوع تخمیر لاکتیکی در ریشه‌های بی‌هوازی و بذور در حال جوانه‌زنی تحت تنش بدون اکسیژن مشاهده شده است. فرایندهای تخمیری به دسترسی کربوهیدرات‌ها بستگی دارد. تنفس لیپیدها، اکسیژن بیش‌تری از کاتابولیسم کربوهیدرات‌ها مصرف می‌کند و در بذوری که غرقاب شده‌اند یا به نحوی دچار کمبود اکسیژن شدند، متابولیسم در معرض محدودیت بیش‌تری از فقدان اکسیژن قرار خواهد گرفت که با از دست دادن زنده‌مانی همراه است. ذخیره کافی قندهای قابل تخمیر برای جوانه‌زنی و بقا در محیط‌هایی با کمبود اکسیژن لازم است. بنابراین، ظرفیت جوانه‌زنی تحت فشار پایین اکسیژن با حضور ذخایر کربوهیدرات در بذر ارتباط دارد (۲۳). تحمل *Cyperus rotundus* به غرقاب را به محتوی بالای کربوهیدرات و توانایی حفظ سطوح بالای قندهای قابل حل در غده‌ها طی جوانه‌زنی نسبت دادند (۲۹).

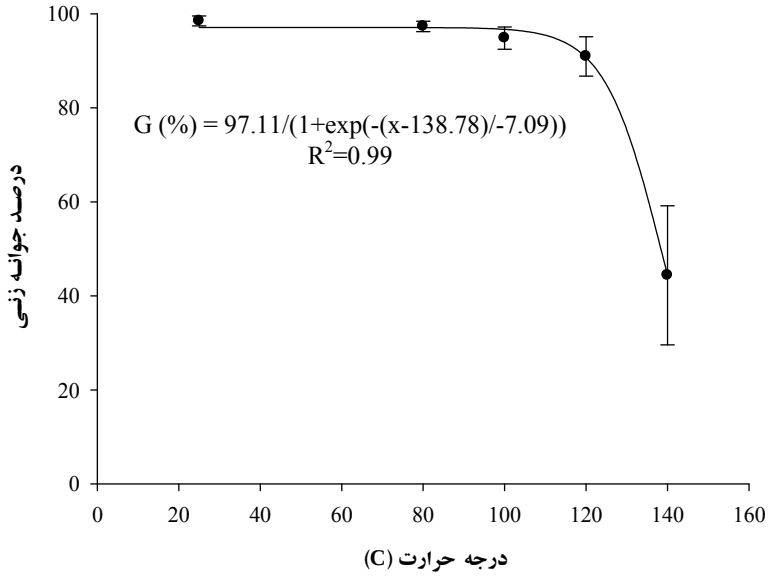
اثر دماهای بالا بر جوانه‌زنی

شدت و مدت دماهای بالا تأثیر معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) بر درصد جوانه‌زنی فرفیون خوابیده داشته است. یک مدل سیگموئیدی سه پارامتری، رابطه بین دماهای بالا و درصد جوانه‌زنی را توصیف کرد (شکل ۴). افزایش درجه حرارت تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نداشت، ولی پس از آن با افزایش دما، روند کاهشی مشاهده شد، به‌طوری‌که در ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد به ۴۴/۴ درصد رسید. بنابراین، گرمای تولید شده توسط سوزاندن بقایای گیاهی ممکن است در تخریب و از بین بردن بخشی از بذور فرفیون خوابیده کارا و مؤثر باشد.

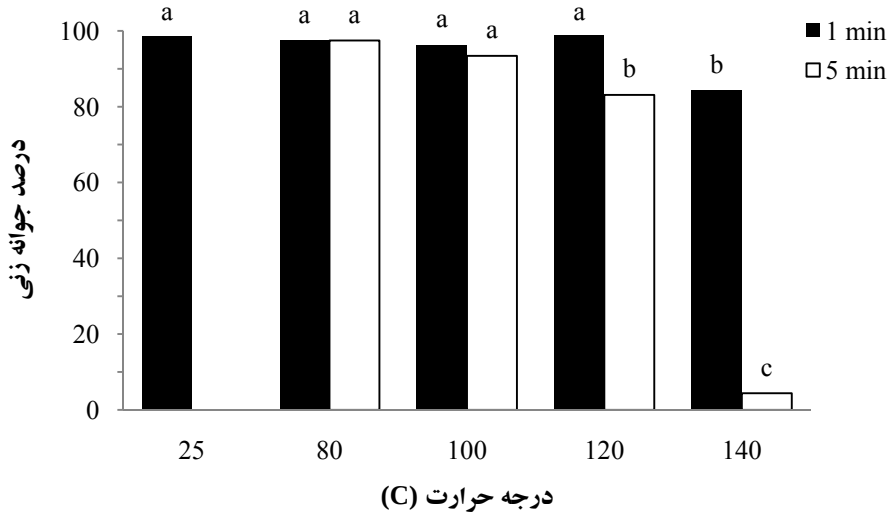
از آن‌جا که دمای آتش شدید در سطح خاک ممکن است به ۷۰۰-۵۰۰ درجه سانتی‌گراد برسد، ولی دمای خاک در عمق ۵ سانتی‌متر به ندرت از ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد تجاوز کند (۱۲)، احتمالاً بذور روی سطح خاک کاملاً از بین می‌روند. با این‌حال، بذور دفن شده در عمق زیر ۵ سانتی‌متر توسط آتش از بین نمی‌روند. کارینگتون (۱۰) اظهار داشت که حداکثر دمای سطح خاک طی آتش به بالای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد رسید، در حالی‌که حداکثر دما در عمق ۲ سانتی‌متر، کم‌تر از نصف دمای سطح خاک بود. ناربونا و همکاران (۲۵) گزارش کردند درصد جوانه‌زنی بذور *Euphorbia nicaeensis* که در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ و ۵ دقیقه تیمار شدند، تفاوتی با شاهد نداشتند. بذور حرارت دیده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۵ دقیقه، کاهش معنی‌داری در جوانه‌زنی نشان دادند، اما درصد جوانه‌زنی بالای ۴۰ درصد بود که نشان‌دهنده توانایی جوانه‌زنی بخشی از بذور بعد از آتش می‌باشد. وقتی بذور *Rottboellia cochinchinensis* در معرض درجه حرارت تا ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند، ۹۰ درصد جوانه‌زنی داشتند، ولی در دماهای بالاتر از ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد، جوانه‌زنی به‌شدت کاهش یافت (۷).

اثر متقابل دما و مدت تیمار حرارتی بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود. در دماهای ۸۰ و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد، تفاوت معنی‌داری بین درصد جوانه‌زنی بذور حرارت دیده به‌مدت ۱ و ۵ دقیقه وجود نداشت. درصد جوانه‌زنی در ۱۲۰ و ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱ دقیقه به ترتیب ۹۸/۸ و ۸۳/۱ درصد بود، در حالی‌که درصد جوانه‌زنی در این دو درجه حرارت در مدت ۵ دقیقه به ترتیب به ۸۳/۱ و ۴/۴ درصد کاهش یافت (شکل ۵).

عواملی که در تعیین بقای بذر پس از آتش سوزی نقش دارند، تلفیقی از شدت درجه حرارت و طول دوره آن، رطوبت خاک، تحمل بذر نسبت دما و موقعیت بذر در پروفیل عمودی خاک و حداکثر عمقی که یک بذر از آن می‌تواند جوانه زند، می‌باشد (۲).



شکل ٤- اثر درجه حرارت‌های بالا بر درصد جوانه‌زنی فرفیون خوابیده (میانگین ± خطای استاندارد)



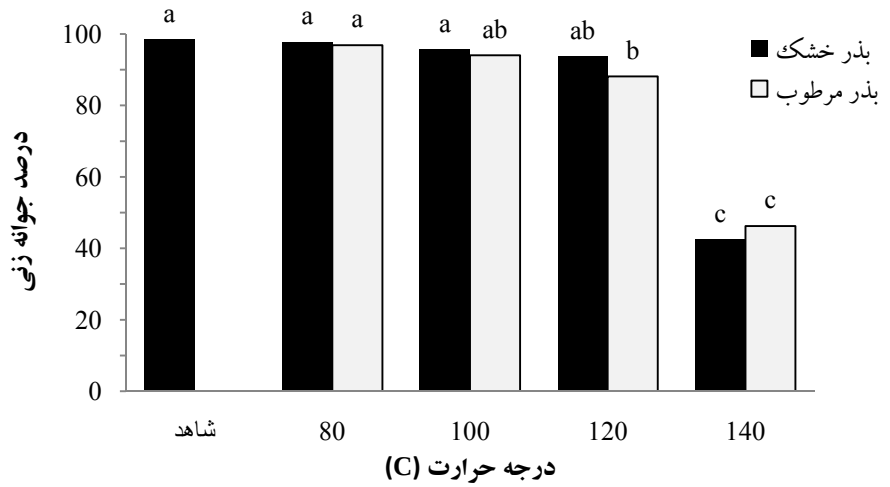
شکل ٥- اثر متقابل درجه حرارت و مدت زمان اعمال تیمار حرارتی بر درصد جوانه‌زنی فرفیون خوابیده

میانگین‌های دارای حروف مختلف، براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) با یکدیگر دارند.

دمای سطح خاک طی آتش به‌شدت افزایش یافته و به‌مدت کوتاهی حفظ می‌شود. در مقابل، دما با سرعت ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد در سانتی‌متر در عمق ۵ سانتی‌متری بالای خاک کاهش می‌یابد (۷)، ولی گرما برای مدت زمان بیش‌تری نسبت به سطح خاک حفظ می‌شود (۱۰ و ۲۶).

درصد جوانه‌زنی بذور خشک و مرطوب در هر سطح دمایی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۶). بیش‌ترین و کم‌ترین درصد جوانه‌زنی با ۹۸/۵ و ۴۲/۵ درصد به‌ترتیب در شاهد و تیمار بذور خشک در ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. بنابراین، کاربرد آتش در شرایط خاک خشک، توانایی نابود کردن بذور فرفیون خوابیده را دارد.

اثرات متقابل سه گانه درجه حرارت، مدت زمان و بذور خشک یا مرطوب بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۱). بذور در تیمار بذور مرطوب در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه کاملاً از بین رفتند.



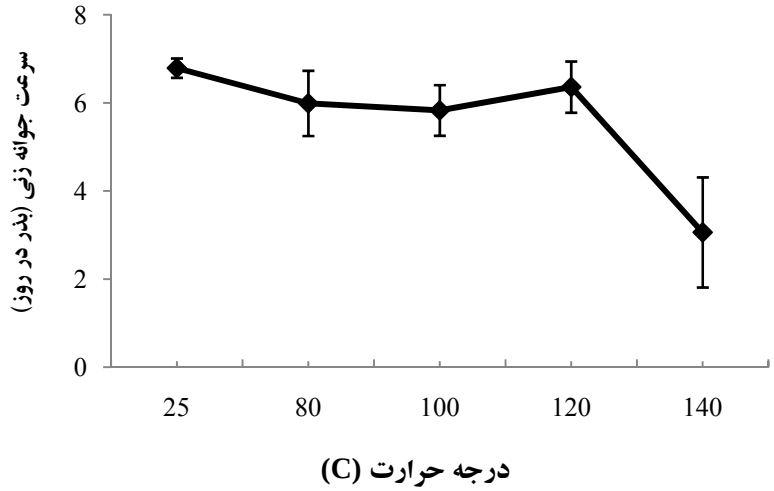
شکل ٦– اثر متقابل درجه حرارت بالا و بذور خشک و مرطوب بر درصد جوانه‌زنی فرفیون خوابیده

میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری (p≤۰/۰۱) با یکدیگر ندارند.

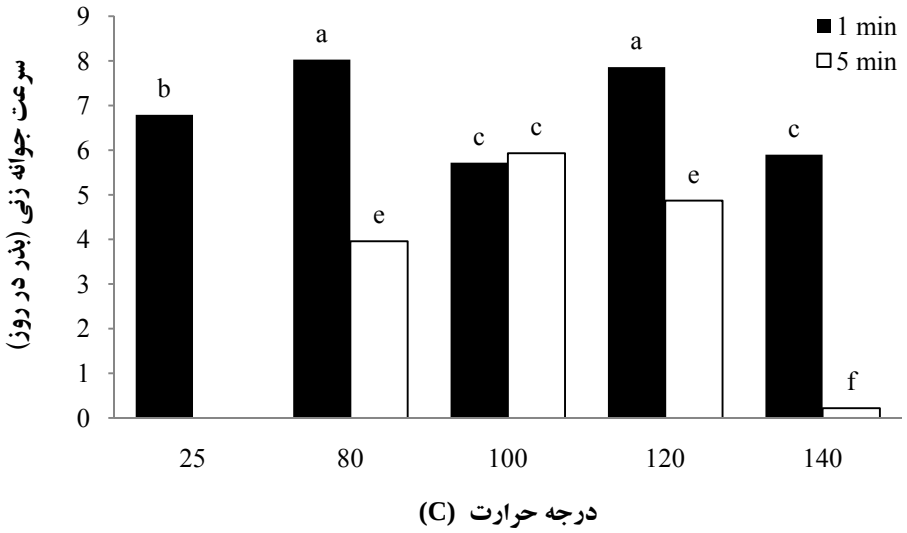
جدول ۱- اثر متقابل درجه حرارت بالا، مدت زمان اعمال تیمار حرارتی و خشک یا مرطوب بودن بذور بر درصد جوانه‌زنی فرفیون خوابیده

بذر مرطوب		بذر خشک		
۵ دقیقه	۱ دقیقه	۵ دقیقه	۱ دقیقه	مدت زمان دما (سانتی‌گراد)
۹۸/۵۰a		۹۸/۵۰a		۲۵ (شاهد)
۹۶/۸۸ a	۹۶/۸۸ a	۹۸/۱۳ a	۹۷/۵۰ a	۸۰
۹۰/۶۳ a	۹۷/۵۰ a	۹۶/۲۵ a	۹۵/۰۰ a	۱۰۰
۷۷/۵۰ bc	۹۸/۷۵ a	۸۸/۷۵ ab	۹۸/۷۵ a	۱۲۰
۰/۰۰ d	۹۵/۰۰ a	۸/۷۵ d	۷۶/۲۵ c	۱۴۰

میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری (p≤۰/۰۱) براساس آزمون LSD با یکدیگر ندارند.



شکل ۷- اثر درجه حرارت‌های بالا بر سرعت جوانه‌زنی فرفیون خوابیده (میانگین ± خطای استاندارد)



شکل ۸- اثر متقابل درجه حرارت و مدت زمان اعمال تیمار حرارتی بر سرعت جوانه‌زنی فرفیون خوابیده

میانگین‌های دارای حروف مختلف، براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) با یکدیگر دارند.

سرعت جوانه‌زنی نیز تحت تأثیر دماهای بالا و مدت زمان اعمال تیمار حرارتی قرار گرفت. سرعت جوانه‌زنی بذور در تیمار شاهد ۶/۷۹ بذر در روز بود که به ۳/۰۶ بذر در روز در ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت، اگرچه سرعت جوانه‌زنی در دمای ۱۲۰ سانتی‌گراد نسبت به دماهای ۸۰ و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد بیش‌تر بود (شکل ۷). با افزایش مدت زمان قرار گیری بذور در دمای بالا از ۱ به ۵ دقیقه، سرعت جوانه‌زنی از ۶/۸۶ به ۴/۳۵ بذر در روز کاهش یافت.

ناربونا و همکاران (۲۶) بیان داشتند که دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱ دقیقه و ۵ دقیقه و ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱ دقیقه تأثیری بر متوسط زمان جوانه‌زنی (t_{50}) بذور *Euphorbia boetica* نداشتند، اما تیمارهای ۱۵ دقیقه دمای ۱۰۰ و ۵ دقیقه دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد) باعث کاهش شدیدی در درصد جوانه‌زنی شدند. متوسط زمان جوانه‌زنی بذور حرارت دیده به‌مدت ۵ و ۱۵ دقیقه دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد و ۵ دقیقه در ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به شاهد افزایش داشت، اما در تیمار ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه، کاهش معنی‌داری در t_{50} مشاهده شد.

اثر متقابل دما و مدت زمان تیمار نیز تأثیر معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) بر سرعت جوانه‌زنی داشت. بالاترین و پایین‌ترین سرعت جوانه‌زنی با ۸/۰۳ و ۰/۲۲ بذر در روز به ترتیب در تیمار ۸۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱ دقیقه و ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۵ دقیقه مشاهده شد. بذور حرارت دیده به‌مدت ۱ دقیقه در دمای ۸۰ و ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد، افزایش معنی‌داری در سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد نشان دادند (شکل ۸).

براساس نتایج این مطالعه، بذور فرفیون خوابیده، پایداری خوبی در خاک داشته که مدیریت طولانی مدت برای تخلیه بانک بذر آن ضروری می‌باشد. اگرچه پایداری بذور در آب، بیش از چند هفته نبود، ولی بذور در همین دوره زمانی می‌توانند توسط آب آبیاری به مزارع دیگر پراکنده شده و در گسترش آلودگی این علف هرز در منطقه نقش بسزایی داشته باشند. هم‌چنین، تیمار غرقاب با طول مدت بیش از چهار هفته، روش مدیریت مناسبی برای تخلیه بانک بذر این علف‌هرز است. برای نابودی بذور با استفاده از حرارت نیاز به دماهای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد و بالاتر می‌باشد. همچنین، روش آفتابدهی به‌عنوان یک روش مدیریت حرارتی- با تولید دمای متوسط برای زمان طولانی‌تر ممکن است در مدیریت بانک بذر این علف هرز مفید باشد.

منابع

۱- ساوری‌نژاد ع.ر. ۱۳۸۹. بررسی بیولوژی وکنترل شیمیایی فرفیون خوابیده (*Euphorbia maculata* L.) درمزارع سویای استان گلستان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.

۲- مین‌باشی معینی م.، زند ا. و میقانی ف. ۱۳۹۰. مدیریت غیرشیمیایی علف‌های‌هرز. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۳- نجفی ح.، زند ا.، دیانت م. و نصرتی ا. ۱۳۹۰. اکولوژی علف‌های‌هرز و گیاهان مهاجم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

4-Anonymous. 2012. Spotted spurge - Utah State University Extension. Available at *extension. usu.edu/weedguides/files/uploads/Euphorbiaceae.pdf. Accessed December 25 2012.*
5- Bailey-Serres J., and Voesenek L.A.C.J. 2008. Flooding stress: acclimations and genetic diversity. Annual Review of Plant Biology, 59: 313–339.
6- Benech-Arnold R.L., Sanchez R.A., Forcella F., Kruck B.C., and Ghersa C.M. 2000. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. Field Crops Research, 67:105–122.
7- Bolfrey-Arku G.E-K., Chauhan B.S., and Johnson D.E. 2011. Seed germination ecology of itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*). Weed Science, 59: 182-187. 2011.
8- Boyd N., and Van Acker R. 2004. Seed germination of common weed species as affected by oxygen concentration, light, and osmotic potential. Weed Science, 52: 589–596.
9- Buhler D.D., and Hartzler R.G. 2001. Emergence and persistence of seed of velvetleaf, common waterhemp, wooly cupgrass, and giant foxtail. Weed Science, 49:230–235.
10- Carrington M.E. 2010. Effects of soil temperature during fire on seed survival in Florida Sand Pine Scrub. International Journal of Forestry Research, 2010: 1-10.
11- Caswell H., Lensink R., and Neubert M.G. 2003. Demography and dispersal: life table response experiments for invasion speed. Ecology, 84: 1968-1978.
12- Certini G. 2005. Effects of fire on properties of forest soils: areview. Oecologia, 143: 1-10.
13- Chauhan B.S., Gill G., and Preston C. 2006. Factors affecting seed germination of annual sowthistle (*Sonchus oleraceus*) in southern Australia. Weed Science, 54: 854-860.
14- Comes R.D., Bruns V.F., Kelley A.D. 1978. Longevity of certain weed and crop seeds in fresh water. Weed Science, 26: 336-344.
15- Conn J.S., Beattie K.L., and Blanchard A. 2006. Seed viability and dormancy of 17 weed species after 19.7 years of burial in Alaska. Weed Science, 54:464–470.
16- Davis A.S., Cardina J., Forcella F., Johnson G.A., Kegode G., Lindquist J.L., Luschei E.C., Renner K.A., Sprague C.L., and Williams II. M.M. 2005. Environmental factors affecting seed persistence of annual weeds across the U.S. corn belt. Weed Science, 53:860–868.
17- Davis A.S., Renner K.A., and Gross K.L. 2005. Weed seedbank and community shifts in a long-term cropping systems experiment. Weed Science, 53: 296–306.
18- Davis A.S., Schutte B.J., Iannuzzi J., and Renne K.A. 2008. Chemical and physical defense of weed seeds in relation to soil seedbank persistence. Weed Science, 56: 676–684.
19- Ditomaso J.M., Brooks M.L., Allen E.B., Minnich R., Rice P.M., and Kyser G.B. 2006. Control of invasive weeds with prescribed burning. Weed Technology, 20: 535-548.
20- Geissler K., and Gzik A. 2008. The impact of flooding and drought on seeds of seeds of *Cnidium dubium*, *Gratiola officinalis*, and *Juncus atratus*, three endangered perennial river corridor plants of Central European lowlands. Aquatic Botany, 89: 283–291.
21- Grundy A.C., and Jones N.E. 2002. Seedbanks. In: Naylor, R. E. L. (ed.). Weed Management Handbook, 9th edn. Blackwell Science for the BCPC.
22- Koger C.H., Reddy K.N., and Poston D.H. 2004. Factors affecting seed germination, seedling emergence, and survival of texasweed (*Caperonia palustris*). Weed Science, 52: 989-995.
23- Kolb R.M., and Joly C.A. 2010. Germination and anaerobic metabolisms of seeds of *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC subjected to flooding and anoxia. Flora, 205:112–117.
24- Maguire J.D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, 2: 176-177.
25- Narbona E., Arista M., and Ortiz P.L. 2007. Seed germination ecology of the perennial *Euphorbia boetica*, an endemic spurge of the southern Iberian Peninsula. Annales Botanici Fennici, 44: 276-282.
26- Narbona E., Ortiz P.L., and Arista M. 2006. Germination viability and the effect of various pre-treatment on germination in the perennial spurge *Euphorbia nicaeensis* All. Flora, 201: 633–641.
27- Ohnishi Y., and Suzuki N. 2008. Seasonally different modes of seed dispersal in the prostrate annual, *Chamaesyce maculata* (L.) Small (Euphorbiaceae), with multiple overlapping generations. Ecological Research, 23: 299-305.
28- Oliveira M.J., and Norsworthy J.K. 2006. Pitted morningglory (*Ipomoea lacunosa*) germination and emergence as affected by environmental factors and seeding depth. Weed Science, 54: 910-916.
29- Pena-Fronteras J.T., Villalobos M.C., Baltazar A.M., Merca F.E., Ismail A.M., and Johnson D.E. 2009.Adaptation to flooding in upland and lowland ecotypes of *Cyperus rotundus*, a troublesome sedge weed of rice: tuber morphology and carbohydrate metabolism. Annals of Botany, 103: 295-302.
30- Pysek P., and Prach K. 1993. Plant invasions and the role of riparian habitats - a comparison of 4 species alien to central Europe. Journal of Biogeography, 20: 413-420.
31- Reddy N.K., and Singh M. 1992. Germination and emergence of Hairy beggarticks (*Bidens pilosa*). Weed Science, 40: 195-199.
32- Singh M., Ramirez A.H.M., Sharma S.D., and Jhala A.J. 2012. Factors affecting the germination of tall

morningglory (*Ipomoea purpurea*). Weed Science, 60: 64-68.
33- Stanton R., Wu H., and Lemerle, D. 2012. Factors affecting silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium*) germination. Weed Science, 60:42–47.
34- Thebaud C., and Debussche M. 1991. Rapid invasion of *Fraxinus ornus* L along the Herault river system in southern France - the importance of seed dispersal by water. Journal of Biogeography, 18: 7-12.
35- Ullrich S.D., Buyer J.S., Cavigelli M.A., Seidel R., and Teasdale J.R. 2011. Weed Seed Persistence and Microbial Abundance in Long-Term Organic and Conventional Cropping Systems. Weed Science, 59: 202–209.
36- Unger I.M., Muzika R.M., and Motavalli P.P. 2010. The effect of flooding and residue incorporation on soil chemistry, germination and seedling growth. Environmental and Experimental Botany, 69: 113–120.
37- Zhou J., Tao B., Deckard E.L., and Messersmith C.G. 2006. Garden huckleberry (*Solanum melanocerasium*) germination, seed survival, and response to herbicides. Weed Science, 54: 478–483.