



تفاوت‌های بین گونه‌ای و درون گونه‌ای در جوانه‌زنی و سبز شدن بذر سه گونه علف هفت‌بند (*Polygonum*)

مرجان دیانت^{۱*}

چکیده

علف هفت‌بند یک از مهمترین علف‌های هرز با وسیع‌ترین پراکنش در دنیاست که گونه‌های آن دارای خواب هستند. برای تعیین بهترین تیمار شکستن خواب سه گونه علف هفت‌بند خوابیده (*Polygonum aviculare L.*)، علف هفت‌بند پیچ (*P. convolvulus L.*) و علف هفت‌بند ایرانی (*P. persicaria*) آزمایشی انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل خراش‌دهی با اسید سولفوریک، نیترات پتاسیم، سرمادهی مرطوب، جیبرلیک اسید بودند. در بخش دیگر پژوهش اثرات دمایی متناوب شب/روز (۱۵/۵، ۲۰/۱۰، ۲۵/۱۵، ۳۰/۲۰ و ۳۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد) و نور (تاریکی مطلق، ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی و نور مداوم) روی ۱۰ جمعیت هفت‌بند، از سه گونه مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین جهت تعیین عمق مطلوب جوانه‌زنی، هفت عمق کاشت (۰، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲ سانتی‌متر) مورد بررسی قرار گرفتند. بهترین تیمارها جهت شکستن خواب در گونه‌های علف هفت‌بند خوابیده و ایرانی سرمادهی مرطوب و در علف هفت‌بند پیچ، اسید سولفوریک بودند. تفاوت معنی‌داری در درصد و سرعت جوانه‌زنی بین جمعیت‌های علف هفت‌بند وجود داشت. جوانه‌زنی در طیف گسترده‌ای از نوسانات دمایی صورت گرفت و تفاوت‌های بین گونه‌ای و درون گونه‌ای در این سه گونه وجود داشت. جوانه‌زنی علف هفت‌بند پیچ به نور وابسته نبود. در همه جمعیت‌ها با افزایش عمق کاشت درصد سبز شدن کاهش یافت اما واکنش سبز شدن بذرهای جمعیت‌ها به افزایش عمق کاشت، متفاوت بود. نیاز نوری دو گونه علف هفت‌بند خوابیده و ایرانی نشان داد که این گونه‌ها در مزارعی با شخم حداقل یا بدون شخم، فراوانی بیشتری خواهند داشت. بنابراین افزایش عمق شخم می‌تواند در مدیریت این گونه‌ها موثر باشد.

واژه‌های کلیدی: بذر، دمایی متناوب، شکستن خواب علف هرز، نیترات پتاسیم

مقدمه

جنس علف هفت‌بند (*Polygonum*) در دنیا در حدود ۱۷۰ گونه دارد که عمدتاً در مناطق معتدله شمالی گسترش یافته‌اند اما بعضی گونه‌ها در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر نیز یافت می‌شوند (Heywood *et al.*, 2007). علف هفت‌بند خوابیده (*Polygonum aviculare* L.) یکی از گسترده‌ترین علف‌های هرز در دنیا است (Tardif & Francois, 2005). علف هفت‌بند خوابیده بومی اروپا یا اوراسیا است (Magee & Ahles, 2007). پراکنش وسیع این گونه به دلیل پلی مورفیسیم ژنتیکی، انعطاف‌پذیری فنوتیپی (Meerts, 1995)، تولید بذر بالا (Royer & Dickinson, 1999)، روش‌های مختلف پراکنش بذر، تولید بانک بذر پایا و دگرآسیبی (Allelopathy) است (Tardif & Francois, 2005). گلیکوسیدها، اسیدهای چرب با زنجیره بلند (Alsaadawi *et al.*, 1983)، ترکیبات فنولیک، اسیدهای لینولئیک و اگزالیک (Kim *et al.*, 1995) تولید شده از گیاه زنده یا بقایای آن در خاک از جوانه‌زنی یونجه (*Medicago sativa*) (Chung *et al.*, 1994)، کاهو (*Lactuca sativa* L.) و برنج (*Oryza sativa* L.) (Kim *et al.*, 1995) جلوگیری می‌کنند. کاهش عملکرد به دلیل حضور علف هفت‌بند خوابیده در اروپا در محصول نخود (*Pisum sativum* L.) (Wright & Baloch, 1999)، ذرت (*Zea mays* L.) (Bulcke *et al.*, 1987)، گندم (*Triticum aestivum* L.) (Catullo *et al.*, 1983)، گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) (Paolini *et al.*, 1998) و مراتع (López & Mattiacci, 1983) گزارش شده است. (Jones *et al.*, 2000). علف هفت‌بند پیچ (*Polygonum convolvulus* L.) بومی اروپا است و یکی از علف‌های هرز متداول در زمین‌های زراعی کانادا است همچنین یکی از مهم‌ترین علف‌های هرز یک ساله در مزارع دشت بزرگ آمریکای شمالی است (Stevenson & Wright 1996). پایداری این علف هرز بخشی به دلیل وجود خواب در آکن‌های تازه رسیده آن است (Hume *et al.*, 1983). همچنین این گونه قادر است بیش از ۳۰ هزار بذر در هر گیاه تولید کند و بذره‌های آن از عمق بیش از ۹/۵ سانتی متری توانایی سبز شدن دارند (du Croix Sissons *et al.*, 2000). این ویژگی‌ها به علف هفت‌بند پیچ این توانایی را می‌دهد که در طول سالیان متمادی در بسیاری از مزارع گسترش یابد. کاهش عملکرد نتیجه رقابت علف هفت‌بند پیچ در گندم (Bostrom *et al.*, 2003)، کتان (*Linum usitatissimum* L.) (Gruenhagen & Nalewaja 1969)، و جو (*Hordeum vulgare* L.) (Friesen & Shebeski, 1960) گزارش شده است. هفت‌بند ایرانی (*P. persicaria*) علف‌هرزی بومی اروپا است و یکی از علف‌های هرز تابستانه در محصولات باغی، نهالستان‌ها (Lipecki 2005) و گیاهان زراعی (Kropff *et al.*, 1995) می‌باشد. علف هفت‌بند ایرانی در بسیاری از تناوب‌های هلند که حاوی هویج (*Dacus carrota* L.) و گندم بهاره هستند، رشد می‌کند (Mertens *et al.*, 2002). ژنوتیپ‌های علف هفت‌بند ایرانی انعطاف‌پذیری فنوتیپی مناسبی در واکنش به نور، رطوبت و مواد غذایی نشان می‌دهند (Sultan *et al.*, 1993a, b, c).

جوانه‌زنی یک از بحرانی‌ترین مراحل در سیکل زندگی گیاه است (Shoab *et al.*, 2012) که تحت تأثیر خواب بذر و عوامل محیطی مثل نور، خاک، پتانسیل اسمزی، تنش شوری، دما و عمق دفن در خاک قرار می‌گیرد (Martins & Christoffoleti 2014). خواب بذر به عنوان راهکار جلوگیری از جوانه‌زنی بذرهای زنده معرفی می‌شود که توزیع جوانه‌زنی را در طول زمان باعث می‌شود (Hilhorst 1995) و یکی از مهمترین راهکارهای بقا در علف‌های هرز یک ساله مهاجم است (Baskin *et al.*, 2004). در ایران هر سه گونه علف‌هرز پراکندگی زیادی داشته و از استان‌های مختلف گزارش شده‌اند (Minbashi *et al.*, 2015; Mozaffarian, 2012). گونه‌های علف هفت‌بند علاوه بر تفاوت‌های مورفولوژیکی و وراثتی از لحاظ گستردگی و فراوانی بسیار با یکدیگر متفاوتند. یکی از دلایل احتمالی در الگوی پراکنش متفاوت گونه‌ها، بیولوژی متفاوت بذر است. اگر هر سه گونه در بیولوژی بذر متفاوت باشند، موفقیت راهکارهای مدیریتی جهت کاهش بانک بذر وابسته به گونه خواهد بود. از این-رو جهت توضیح توانایی جوانه‌زنی متفاوت گونه‌های علف هفت‌بند و بهینه کردن راهکارهای مدیریتی جهت کنترل علف هفت‌بند، مطالعه بیولوژی بذر لازم است. بنابراین هدف از این تحقیق پاسخ به این سه سوال است: ۱- آیا بذرهای تازه تولید شده در پاییز در هر سه گونه دارای خواب اولیه هستند؟ ۲- آیا گونه‌ها و جمعیت‌های مختلف علف هفت‌بند واکنش متفاوتی به تناوب دمایی و شرایط نوری نشان می‌دهند؟ ۳- عمق مطلوب جوانه‌زنی و حداکثر عمق جوانه‌زنی در این گونه‌ها چقدر است؟

مواد و روش‌ها

آزمایش اول: بررسی خواب بذر

بذرهای سه گونه علف‌هرز علف هفت‌بند خوابیده، علف هفت‌بند پیچیده و علف هفت‌بند ایرانی از استان‌های مختلف ایران جمع‌آوری شدند (جدول ۱). بذرهای مورد استفاده ابتدا به مدت ۲ دقیقه با محلول ۱ درصد هیپوکلریت سدیم ضدعفونی شده و سپس با آب مقطر کاملاً شسته شدند. به دلیل عدم جوانه‌زنی بذرهای تازه برداشت شده در آب مقطر، تیمارهای شکستن خواب مورد بررسی قرار گرفتند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه زراعت مجتمع آزمایشگاهی رازی دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم و تحقیقات تهران در سال ۱۳۹۶ انجام شد. عامل‌های مورد بررسی شامل ۳ گونه علف‌هرز علف هفت‌بند (از هر گونه تنها جمعیت تهران مورد بررسی قرار گرفت) و تیمارهای شکستن خواب در ۵ سطح (خراش‌دهی با اسید سولفوریک ۲۰ دقیقه، خراش‌دهی با اسید سولفوریک ۱۰ دقیقه، نیترات پتاسیم ۰/۰۲ درصد، سرمادهی مرطوب در ۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ هفته، جیبرلیک اسید ۲۰۰ پی‌پی‌ام) بودند. پس از اعمال تیمارها بذرها در دمای متناوب ۱۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد با دوره نوری ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند. از هر گونه ۴۰ عدد بذر در پتری دیش‌هایی با قطر ۹ سانتی متر قرار داده شدند. شمارش بذرهای جوانه زده تا ۲۱ روز پس از شروع

آزمایش انجام شد که ملاک جوانه‌زنی خروج ریشه چه به میزان حداقل ۲ میلی متر بود (An et al., 1997). برای محاسبه درصد جوانه‌زنی از معادله (۱) استفاده شد (Alam et al., 2014) که در آن GP: درصد جوانه‌زنی، n: تعداد بذر جوانه‌زده در روز نام و N: تعداد کل بذرهای کشت شده است.

$$\text{معادله (۱)} \quad GP = 100 \times \frac{Ni}{S}$$

جدول ۱: جمعیت‌های علف هرز هفت بند

| گونه | جمعیت | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی |
|---------|-------|--------------------|--------------------|
| کردستان | ۱ | ۴۶ درجه و ۲۳ دقیقه | ۱۴ درجه و ۳۵ دقیقه |
| تهران | ۱ | ۵۱ درجه و ۲۰ دقیقه | ۳۵ درجه و ۴۰ دقیقه |
| خراسان | ۱ | ۶۰ درجه و ۱۰ دقیقه | ۳۶ درجه و ۸ دقیقه |
| کرج | ۱ | ۵۰ درجه و ۱۹ دقیقه | ۳۵ درجه و ۴۱ دقیقه |
| سمنان | ۱ | ۵۳ درجه و ۴۰ دقیقه | ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه |
| تهران | ۲ | ۵۱ درجه و ۶ دقیقه | ۳۵ درجه و ۵ دقیقه |
| زنجان | ۲ | ۴۸ درجه و ۵۲ دقیقه | ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه |
| گلستان | ۲ | ۲۶ درجه و ۵۴ دقیقه | ۳۶ درجه و ۵۰ دقیقه |
| تهران | ۳ | ۵۱ درجه و ۱۶ دقیقه | ۳۵ درجه و ۳۰ دقیقه |
| لرستان | ۳ | ۴۸ درجه و ۲۱ دقیقه | ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه |

آزمایش دوم: واکنش جوانه‌زنی به نور و دما

به منظور بررسی اثرات دما و نور بر جوانه‌زنی بذر سه گونه علف هرز هفت‌بند، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. عامل‌های مورد بررسی شامل ۱۰ جمعیت علف‌هرز هفت بند (جدول ۱)، دمای متناوب در پنج سطح (۱۵/۵، ۲۰/۱۰، ۲۵/۱۵، ۳۰/۲۰ و ۳۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد) و نور در سه سطح (تاریکی، ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی و نور مداوم) بودند. شدت نور ۳۰۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه بود. از هر گونه ۲۵ عدد بذر در پتری دیش‌هایی با قطر ۹ سانتی‌متر قرار گرفتند. پتری‌دیش‌ها در ژرminatور در معرض دماهای ذکر شده قرار گرفتند. برای اعمال تیمار تاریکی پتری‌ها با دو ورق آلومینیوم پوشانده شدند. کاغذ صافی داخل پتری‌دیش‌ها توسط ۵ میلی‌لیتر آب مقطر مرطوب نگه داشته شد. آزمایش ۲۱ روز ادامه یافت و در نهایت درصد جوانه‌زنی شبیه آزمایش اول به دست آمد. سرعت جوانه‌زنی طبق معادله ۲ محاسبه شد (Maguire, 1962).

$$\text{معادله (۲)} \quad GR = \sum \frac{Ni}{Ti}$$

که در آن، GR: سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر جوانه‌زده در روز)، Ni: تعداد بذر جوانه‌زده در روز نام و Ti: تعداد روز از شروع آزمایش تا شمارش نام است.

آزمایش سوم: واکنش سبز شدن بذر به عمق کاشت

به منظور تعیین عمق مطلوب سبز شدن و حداکثر عمق سبز شدن آزمایش به صورت گلدانی در اتاقک رشد به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. عامل‌های مورد بررسی شامل ۴ جمعیت علف هرز هفت‌بند (تهران ۱، کرج ۱، تهران ۲ و تهران ۳) و عمق کاشت در هفت سطح (۰، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲ سانتی متر) بودند. بذرها جمعیت‌های مورد بررسی بعد از اعمال تیمارهای شکستن خواب در گلدان‌هایی با ارتفاع ۳۰ و قطر دهانه ۱۶ سانتی‌متر در عمق‌های مورد نظر قرار گرفتند. تعداد بذر کاشته شده در هر گلدان ۵ عدد بود. خاک استفاده شده از نوع شنی-لومی (۵٪ رس، ۱۰٪ سیلت، ۸۵٪ شن، ۰/۲٪ ماده آلی و $pH=7/3$) و شرایط نوری در گلخانه ۱۶ ساعت نور و ۸ ساعت تاریکی با تناوب دمایی ۱۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد بود. گلدان‌ها در زمان نیاز با استفاده از آب پاش دستی آبیاری شدند. گیاهچه‌های سبز شده به مدت سه هفته و هر پنج روز یکبار شمارش شدند. درصد سبز شدن بذرها از تقسیم تعداد بذر سبز شده بر تعداد کل بذرها حاصل شد.

پس از بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از نرم افزار MINITAB و روش اندرسون-دارلینگ (Anderson & Darling, 1952)، تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹:۱ انجام شد. مقایسه بین تیمارها با آزمون LSD حفاظت شده در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

آزمایش اول: بررسی خواب بذر گونه‌ها

نتایج تجزیه واریانس درصد جوانه‌زنی گونه‌های علف هفت‌بند تحت تأثیر تیمارهای شکستن خواب در جدول ۲ آورده شده است. اثرات گونه و تیمار شکستن خواب معنی دار شده است. به دلیل معنی دار شدن اثر متقابل گونه × تیمار شکستن خواب، برش دهی روی گونه صورت گرفت.

جدول ۲: تجزیه واریانس درصد جوانه‌زنی گونه‌های هفت‌بند تحت تأثیر تیمارهای شکستن خواب

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات درصد جوانه‌زنی |
|-------------------------|------------|-------------------------------|
| گونه | ۲ | ۲۰۹/۲۶** |
| تیمار شکستن خواب | ۴ | ۲۷۳۱/۵۰** |
| گونه × تیمار شکستن خواب | ۸ | ۷۲۲۰/۳۵** |
| خطا | ۴۴ | ۶/۷۵ |
| ضریب تغییرات | - | ۶/۶۶ |

*، ** به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد و n.s عدم تفاوت معنی‌دار

درصد جوانه‌زنی بین تیمارهای شکستن خواب در سه گونه علف هفت‌بند خوابیده، علف هفت‌بند پیچ و علف هفت‌بند ایرانی تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۳). بالاترین درصد جوانه‌زنی در گونه هفت‌بند خوابیده در تیمار سرمادهی مرطوب در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد مشاهده شده که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد (شکل ۱). در علف‌هرز علف هفت‌بند پیچ بهترین تیمار جهت شکستن خواب اسید سولفوریک به مدت ۲۰ دقیقه بود. بین تیمارهای نیترا پتاسیم ۰/۰۲ درصد و اسید جیبرلیک ۲۰۰ پی‌پی‌ام تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بهترین تیمار جهت شکستن خواب در هفت‌بند ایرانی سرمادهی مرطوب در ۲ درجه سانتی‌گراد بود که تفاوت معنی‌داری با نیترا پتاسیم ۰/۰۲ درصد نداشت (شکل ۱).

جدول ۳: میانگین مربعات درصد جوانه‌زنی که توسط گونه برش داده شده است.

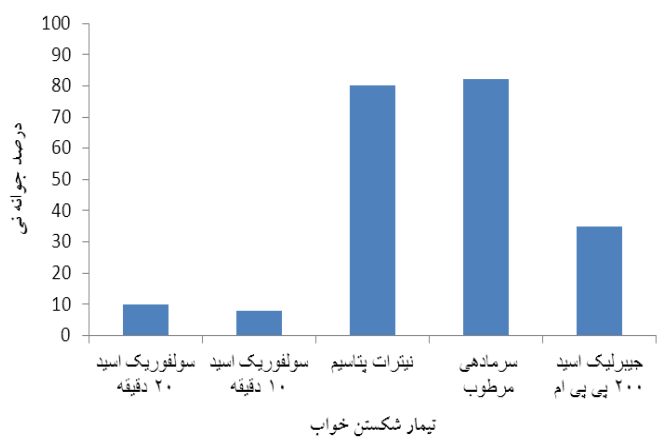
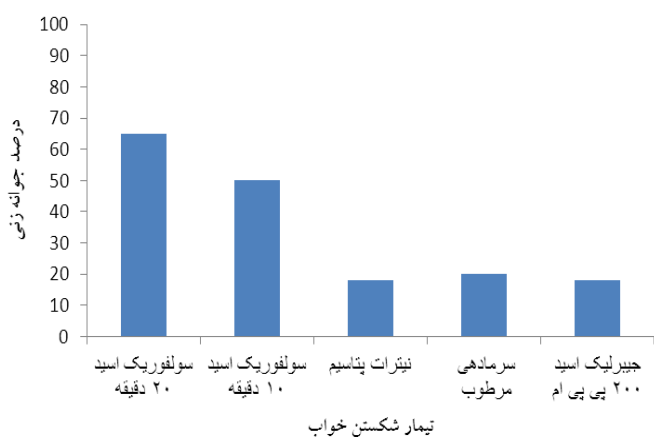
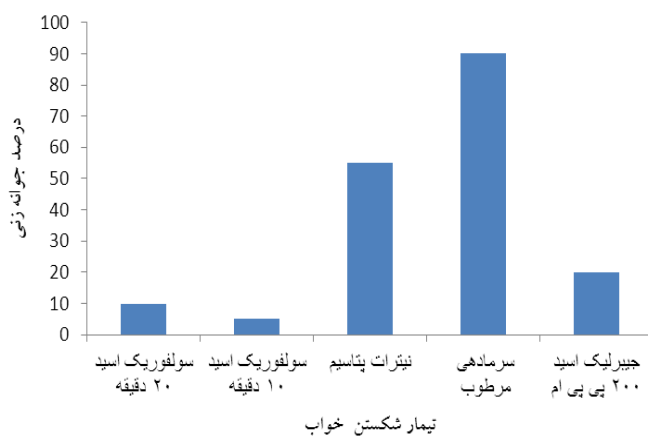
| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات درصد جوانه‌زنی |
|-------------------------|------------|-------------------------------|
| گونه | ۲ | ۲۰۹/۲۶** |
| تیمار شکستن خواب | ۴ | ۲۷۳۱/۵۰** |
| گونه × تیمار شکستن خواب | ۸ | ۷۲۲۰/۳۵** |
| خطا | ۴۴ | ۶/۷۵ |
| ضریب تغییرات | - | ۶/۶۶ |

** تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

برای شکستن خواب و افزایش جوانه‌زنی سرمادهی مرطوب در حد وسیعی در بسیاری از گونه‌های گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Wang & Berjak 2000; ISTA, 1999). اثر مثبت سرمادهی مرطوب در جوانه‌زنی بذر گونه‌های علف‌هرز قبلاً نیز توسط سایر محققان گزارش شده است (Wartidiningsih *et al.*, 1994). سرمادهی مرطوب احتمالاً تعادل هورمونی بذر را تغییر داده و جوانه‌زنی را از طریق جیبرلیک اسید و فعالیت سیتوکینین و کاهش اسید آبسزیک افزایش می‌دهد. سرمادهی مرطوب رطوبت کافی را جهت فعال شدن آنزیم‌های هیدرولیزی لازم جهت جوانه‌زنی بذرهایی که به دمای گرم برده شده‌اند، فراهم می‌سازد (Copeland & McDonald, 2001). تفاوت در نحوه شکستن خواب بذرهای سه گونه می‌تواند به دلیل تفاوت در ماهیت و نوع خواب آنها باشد. خواب بذر می‌تواند فیزیکی، فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی، مورفو-فیزیولوژیکی و یا ترکیبی از آنها باشد (Baskin & Baskin 2004). خواب بذر علف هفت‌بند پیچ عمدتاً به دلیل پریکارپ سخت آن است که تبادل آب و گازها را محدود کرده و به عنوان مانعی برای جوانه‌زنی عمل می‌کند (Timson, 1966). وجود تفاوت‌های بین گونه‌ای در نیازهای جوانه‌زنی در بسیاری از گیاهان گزارش شده است (De Cauwer *et al.*, 2014). بذرهای تازه در گونه‌های مختلف علف‌هرز درمنه (*Artemisia halodendron*) توانایی جوانه‌زنی بالایی نشان دادند اما بذر گونه اسکوپاریا (*A.scoparia*) دارای خواب اولیه (ذاتی) بود که با سرمادهی و ذخیره در محیط خشک شکسته شد (De Cauwer *et al.*

al., 2014). بنابراین بهترین تیمار جهت شکستن خواب گونه‌های علف هفت‌بند خوابیده و علف هفت‌بند ایرانی سرماده‌ی

مرطوب و در علف هفت‌بند پیچ اسید سولفوریک به مدت ۲۰ دقیقه بود.



شکل ۱: اثر تیمارهای شکستن خواب بر میانگین درصد جوانه زنی گونه‌های هفت بند. میل بارها انحراف معیار هر میانگین است. (هفت بند خوابیده $LSD=3.57$ ، علف هفت‌بند پیچ $LSD=4.94$ و علف هفت‌بند ایرانی $LSD=5.45$).

آزمایش دوم: واکنش جوانه زنی به نور و دما

جدول ۴ نتایج تجزیه واریانس درصد و سرعت جوانه‌زنی جمعیت‌های هفت بند در تیمارهای دمایی و نوری متفاوت نشان می‌دهد. اثرات ساده جمعیت، تیمار دما، تیمار نور و تمام اثرات متقابل آنها بر این دو صفت معنی‌دار شده است (جدول ۴).

جدول ۴: میانگین مربعات درصد و سرعت جوانه‌زنی جمعیت‌های هفت بند تحت تاثیر عامل‌های مورد مطالعه

| میانگین مربعات | | درجه آزادی | منابع تغییرات |
|----------------|----------------|------------|-------------------|
| سرعت جوانه‌زنی | درصد جوانه‌زنی | | |
| ۰/۳۷۳۸** | ۱۰۸۳۹/۵۶** | ۹ | جمعیت |
| ۱/۵۲۴۲** | ۴۳۹۶۶/۵** | ۴ | دما |
| ۲/۷۵۶۲** | ۸۰۰۹۹/۵** | ۲ | نور |
| ۰/۰۲۲۴** | ۶۵۲/۷۷۷۸** | ۳۶ | جمعیت × دما |
| ۰/۱۳۱۰** | ۳۷۷۷/۳۳۸** | ۱۸ | جمعیت × نور |
| ۰/۱۵۳۵** | ۴۴۴۰/۷۵** | ۸ | دما × نور |
| ۰/۰۱۲۷** | ۳۶۵/۸۱** | ۷۲ | جمعیت × دما × نور |
| ۰/۰۰۰۸** | ۲۴/۹۵ | ۴۵۰ | خطا |
| ۱۰/۷۰ | ۱۱/۶۱ | - | ضریب تغییرات |

** تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

به دلیل معنی‌دار شدن اثر متقابل جمعیت × تیمار دما × تیمار نور بر درصد و سرعت جوانه‌زنی، برش‌دهی روی جمعیت صورت گرفت. بین تیمارهای مختلف دما و نور در هر جمعیت در دو صفت درصد و سرعت جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۵).

جدول ۵: میانگین مربعات درصد و سرعت جوانه‌زنی که توسط جمعیت برش داده شده است.

| میانگین مربعات | | درجه آزادی | جمعیت |
|----------------|----------------|------------|-----------|
| سرعت جوانه‌زنی | درصد جوانه‌زنی | | |
| ۰/۱۱۱** | ۳۲۱۰** | ۱۴ | کردستان ۱ |
| ۰/۱۳۸** | ۳۹۶۹/۵۲** | ۱۴ | تهران ۱ |
| ۰/۱۰۵** | ۳۰۱۶/۹۶** | ۱۴ | خراسان ۱ |
| ۰/۱۶۲** | ۴۶۵۴/۴۶** | ۱۴ | کرج ۱ |
| ۰/۱۱۱** | ۳۲۲۵/۵۷** | ۱۴ | سمنان ۱ |
| ۰/۰۸۲** | ۲۳۵۲/۸۲** | ۱۴ | تهران ۲ |
| ۰/۰۸۴** | ۲۲۴۱/۸۲** | ۱۴ | زنجان ۲ |
| ۰/۰۸۱** | ۲۱۴۵/۳۲** | ۱۴ | گلستان ۲ |
| ۰/۱۶۵** | ۴۷۷۹/۱۷** | ۱۴ | تهران ۳ |
| ۰/۱۷۴** | ۵۰۴۳/۳۹** | ۱۴ | لرستان ۳ |

** تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

در جمعیت‌های کردستان ۱ و تهران ۱ بیشترین درصد جوانه‌زنی در نوسان دمایی ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد و تیمار ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با دمای ۳۰/۲۰ درجه سانتی‌گراد و ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی نداشت.

جدول ۶: مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی (\pm انحراف معیار) جمعیت‌های علف هفت‌بند تحت تأثیر تیمار دما \times تیمار نور

| گونه | جمعیت | تیمار نور | دمای متناوب | | | | |
|-----------|---|----------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|
| | | | ۲۵/۳۵ | ۲۰/۳۰ | ۲۵/۱۵ | ۲۰/۱۰ | ۱۵/۵ |
| کردستان ۱ | ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی نور پیوسته | تاریکی | ۴±۰/۴۱ | ۳/۵ ±۰/۲۹ | ۵±۰/۴۱ | ۴/۲۵±۰/۷۵ | ۳±۰/۴۱ |
| | | ۱۶ ساعت تاریکی | ۴۶/۵±۴/۲۶ | ۸۱/۷±۱/۱۸ | ۹۰/۵±۱/۶۶ | ۳۸/۷±۱/۳۱ | ۱۶/۵±۱/۳۲ |
| | | نور پیوسته | ۳۱/۷۵±۱/۶ | ۵۰/۲ ±۱/۴۴ | ۴۰/۷±۱/۱۱ | ۲۰/۷±۰/۴۸ | ۱۱/۲۵±۰/۴۸ |
| LSD=۱۸/۰۷ | | | | | | | |
| تهران ۱ | ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی نور پیوسته | تاریکی | ۶ ± ۱/۶۸ | ۵/۷۵±۰/۹۵ | ۷ ±۲/۱۲ | ۵/۷۵±۱/۹۳ | ۵/۵±۱/۶۶ |
| | | ۱۶ ساعت تاریکی | ۸۳/۲±۳/۳۳ | ۸۸±۱/۵۸ | ۹۲ ±۱/۰۸ | ۴۰/۲۵±۳/۷۵ | ۱۸±۳/۶۳ |
| | | نور پیوسته | ۳۴/۲±۳/۸۲ | ۵۱/۷±۳/۶۴ | ۴۲/۲ ±۲/۹۵ | ۲۲/۲۵±۲/۸۴ | ۱۲/۷۵±۲/۳۶ |
| LSD=۷/۶ | | | | | | | |
| خراسان ۱ | ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی نور پیوسته | تاریکی | ۲/۷۵ ±۰/۲۵ | ۲ ±۰/۴۱ | ۳/۷۵ ±۰/۸۵ | ۳/۲۵±۰/۶۳ | ۴ ±۰/۴۱ |
| | | ۱۶ ساعت تاریکی | ۵۵/۵±۲/۱۶ | ۸۴ ±۱/۷۸ | ۷۸/۲ ±۲/۹۸ | ۳۹±۱/۴۷ | ۱۹/۲۵ ±۱/۸۰ |
| | | نور پیوسته | ۳۸±۱/۱۵ | ۵۲ ±۳/۸۲ | ۴۲/۲±۱/۶۰ | ۳۶/۷ ±۵/۰۶ | ۱۷±۱/۹۱ |
| LSD=۵/۵۵ | | | | | | | |
| کرج ۱ | ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی نور پیوسته | تاریکی | ۴/۷۵ ±۰/۵۰ | ۴/۲۵ ±۰/۷۵ | ۳/۵±۰/۲۹ | ۴/۷۵ ±۰/۴۵ | ۴/۲۵ ±۰/۴۹ |
| | | ۱۶ ساعت تاریکی | ۶۲/۷±۱/۳۱ | ۹۲/۷ ±۱/۳۸ | ۹۳ ±۱/۹۱ | ۴۲/۵±۱/۵۵ | ۱۰ ±۰/۴۱ |
| | | نور پیوسته | ۴۲/۵±۰/۸۷ | ۷۱/۲ ±۰/۹۵ | ۷۲ ±۱/۱۵ | ۳۷/۲۵±۱/۶ | ۷/۷۵ ±۱/۰۳ |
| LSD=۳/۱۰ | | | | | | | |
| سمنان ۱ | ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی نور پیوسته | تاریکی | ۳/۵±۰/۶۵ | ۳/۲۵±۰/۲۵ | ۳/۷۵±۰/۴۸ | ۴/۲۵±۰/۶۳ | ۴/۵±۰/۶۵ |
| | | ۱۶ ساعت تاریکی | ۷۱/۲۵±۱/۳۱ | ۷۸/۵±۱/۳۲ | ۶۲/۲±۱/۳۱ | ۲۶±۰/۷۱ | ۱۱/۲۵±۰/۹۵ |
| | | نور پیوسته | ۵۷/۵±۰/۴۴ | ۶۲/۲±۰/۸۵ | ۴۸/۵±۰/۶۵ | ۲۷ ±۰/۴۱ | ۱۲/۵±۰/۹۶ |
| LSD=۲/۵۹ | | | | | | | |
| تهران ۲ | ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی نور پیوسته | تاریکی | ۷۲/۷۵±۰/۶۳ | ۸۷/۲ ±۰/۹۵ | ۶۳ ±۱/۴۷ | ۴۶/۷ ±۰/۸۵ | ۱۷/۲۵ ±۰/۶۳ |
| | | ۱۶ ساعت تاریکی | ۷۶/۷۵±۰/۶۳ | ۹۰±۱/۴۷ | ۶۶/۷±۱/۳۱ | ۵۰/۵ ±۱/۲۶ | ۲۱/۷۵ ±۱/۱۸ |
| | | نور پیوسته | ۷۵/۷۵±۰/۸۵ | ۸۶/۷±۱/۰۳ | ۶۵±۱/۸۷ | ۵۰/۵±۰/۶۵ | ۲۱/۷۵±۰/۴۸ |
| LSD=۳/۱۰ | | | | | | | |
| زنجان ۲ | ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی نور پیوسته | تاریکی | ۴۸/۵ ±۱/۹ | ۸۸/۵±۱/۹ | ۸۹±۲/۸۵ | ۶۴/۷۵±۳/۱۲ | ۱۹±۱/۱۲ |
| | | ۱۶ ساعت تاریکی | ۵۲/۲ ±۲/۳۲ | ۷۸/۵±۱/۷۶ | ۹۱/۷۵±۲/۴ | ۶۸/۵±۳/۲۱ | ۲۳/۵±۱/۴۵ |
| | | نور پیوسته | ۵۲/۲۵±۳/۲۱ | ۷۷/۵±۱/۷۶ | ۷۴/۵±۱/۹۸ | ۶۶/۷۵±۳/۱۴ | ۲۳/۵±۱/۷۵ |
| LSD=۴/۷۵ | | | | | | | |

هفت بند پیچ

| گونه | جمعیت | تیمار نور | دمای متناوب | | | | |
|-------------------|--|------------------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| | | | ۲۵/۳۵ | ۲۰/۳۰ | ۲۵/۱۵ | ۲۰/۱۰ | ۱۵/۵ |
| گلستان ۲ | ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی نور پیوسته | تاریکی | ۷۷/۷۵±۱/۱۱ | ۹۱/۷۵±۱/۴۴ | ۶۸±۱/۲۹ | ۵۱/۷۵±۱/۴۴ | ۲۲/۲۵±۱/۱۱ |
| | | ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی | ۷۱/۷۵±۱/۴۹ | ۹۵±۱/۱۵ | ۸۱/۷۵±۱/۱۱ | ۵۵/۵±۰/۸۷ | ۲۶/۷۵±۰/۸۵ |
| | | نور پیوسته | ۷۰±۲/۴۸ | ۹۲/۲۵±۰/۷۵ | ۸۰/۷۵±۱/۶۵ | ۵۵/۵±۱/۱۹ | ۲۶/۷۵±۰/۴۸ |
| LSD=۳/۷۰ | | | | | | | |
| تهران ۳ | ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی نور پیوسته | تاریکی | ۲/۷۵±۰/۵۴ | ۴±۱ | ۳/۲۵±۰/۹۰ | ۲/۵±۰/۸۷ | ۳±۰/۲۳ |
| | | ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی | ۲۷/۲۵±۳/۳۳ | ۶۶/۵±۰/۵۴ | ۸۲/۷۵±۳/۹۸ | ۸۳/۷۵±۳/۵۴ | ۱۸/۵±۱/۲۳ |
| | | نور پیوسته | ۲۸/۵±۴/۲۱ | ۶۶/۵±۴/۵۶ | ۸۱/۵±۲/۳۲ | ۸۳/۲۵±۳/۱۱ | ۱۸/۲۵±۲/۳۱ |
| LSD=۳/۱۱ | | | | | | | |
| هفت بند ایرانی | ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی نور پیوسته | تاریکی | ۳/۷۵±۰/۴۸ | ۳±۰/۵۸ | ۲/۷۵±۰/۴۸ | ۴±۰/۴۱ | ۲±۰/۴۱ |
| | | ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی | ۳۵/۲±۱/۹۳ | ۷۶/۷۵±۲/۲ | ۸۴/۵±۱/۶۶ | ۸۳/۷۵±۱/۳ | ۲۵/۲±۱/۷۰ |
| | | نور پیوسته | ۳۴/۷±۱/۱۱ | ۷۷/۷۵±۱/۳ | ۸۰/۷۵±۲/۸ | ۸۶/۲۵±۱/۱ | ۲۷/۵±۲/۱۸ |
| LSD=۴/۳۴ | | | | | | | |

در تیمار ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی در مقایسه با تیمار نور پیوسته در همه دماها درصد جوانه‌زنی بالاتر بود. در تاریکی مطلق بین تیمارهای دمایی مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در جمعیت خراسان ۱ نیز تیمار نوسان دمایی ۳۰/۲۰ درجه سانتی‌گراد در ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی منجر به بالاترین درصد جوانه‌زنی شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد. در این جمعیت بین درصد جوانه‌زنی تیمارهای دمایی مختلف در تاریکی مطلق اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در جمعیت کرج ۱ بالاترین درصد جوانه‌زنی به تیمار دمایی ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد با دوره نوری ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی متعلق بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار دمایی ۳۰/۲۰ درجه سانتی‌گراد نداشت و با افزایش دما درصد جوانه‌زنی کاهش یافت. در این جمعیت نیز در تاریکی مطلق بین تیمارهای دمایی در صفت درصد جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بهترین تیمار جهت جوانه زنی جمعیت سمنان ۱ نوسان دمایی ۳۰/۲۰ درجه سانتی‌گراد با دوره نوری ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی بود. در جمعیت تهران ۲ بهترین تیمار جهت جوانه‌زنی نوسان دمایی ۳۰/۲۰ درجه سانتی‌گراد با دوره نوری ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی بود که اختلاف معنی‌داری با همین دما در تاریکی مطلق نداشت. در جمعیت زنجان ۲ نوسان دمایی ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد با دوره نوری ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی بود بالاترین درصد جوانه زنی را نشان داد اما که اختلاف معنی‌داری با همین دما در تاریکی مطلق نداشت. در جمعیت گلستان ۲ شبیه به تهران ۲ بالاترین درصد جوانه‌زنی متعلق به نوسان دمایی ۳۰/۲۰ درجه سانتی‌گراد با دوره نوری ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی بود که با همین نوسان دمایی در نور پیوسته و تاریکی مطلق اختلاف معنی‌داری نداشت. در جمعیت‌های تهران ۳ و لرستان ۳ تاریکی مطلق منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی شد و در این تیمار بین دماهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در جمعیت تهران ۳ تیمار

۲۰/۱۰ درجه سانتیگراد با دوره نوری ۱۶ ساعت نور / ۸ ساعت تاریکی بالاترین درصد جوانه‌زنی را داشت و تفاوت معنی‌داری با همین نوسان دمایی در نور پیوسته نداشت. در جمعیت لرستان ۳ نیز بین نوسان دمایی ۲۰/۱۰ درجه سانتی‌گراد با دوره نوری ۱۶ ساعت نور / ۸ ساعت تاریکی و نور پیوسته اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶).

جدول ۷ مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی جمعیت‌ها را در تیمارهای دما و نور نشان می‌دهد. در جمعیت کردستان ۱ اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای نوری در نوسان دمایی ۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد وجود نداشت. بالاترین سرعت جوانه‌زنی در نوسان دمایی ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد با دوره نوری ۱۶ ساعت نور / ۸ ساعت تاریکی مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با نوسان دمایی ۳۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد نداشت. بالاترین سرعت جوانه‌زنی جمعیت تهران ۱ متعلق به نوسان دمایی ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد با دوره نوری ۱۶ ساعت نور / ۸ ساعت تاریکی بود که تفاوت معنی‌داری با نوسان‌های دمایی ۳۰/۲۰ و ۳۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد نداشت.

جدول ۷: مقایسه میانگین (\pm انحراف معیار) سرعت جوانه‌زنی (تعداد در روز) جمعیت‌های علف هفت‌بند تحت تأثیر تیمار

دما \times تیمار نور

| گونه | جمعیت | تیمار نور | دمای متناوب | | | | |
|-----------------|-----------|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | | ۱۵/۵ | ۲۰/۱۰ | ۲۵/۱۵ | ۲۰/۳۰ | ۲۵/۳۵ |
| هفت بند خوابیده | کردستان ۱ | تاریکی | ۰/۰۴۳ \pm ۰/۰۰۲ | ۰/۰۴۸ \pm ۰/۰۰۴ | ۰/۰۵۳ \pm ۰/۰۰۲ | ۰/۰۴۵ \pm ۰/۰۰۲ | ۰/۰۴۸ \pm ۰/۰۰۲ |
| | | ۱۶ ساعت نور / ۸ ساعت تاریکی | ۰/۱۲۰ \pm ۰/۰۰۸ | ۰/۲۵ \pm ۰/۰۰۸ | ۰/۵۵۵ \pm ۰/۰۰۱ | ۰/۲۹۸ \pm ۰/۱۴ | ۰/۵۰۳ \pm ۰/۰۰۷ |
| | | نور پیوسته | ۰/۰۸۸ \pm ۰/۰۰۳ | ۰/۱۴۵ \pm ۰/۰۰۳ | ۰/۲۶۳ \pm ۰/۰۰۶ | ۰/۳۲ \pm ۰/۰۰۸ | ۰/۲۱۸ \pm ۰/۰۰۱ |
| LSD=۰/۱۱ | | | | | | | |
| تهران ۱ | کردستان ۱ | تاریکی | ۰/۰۵۸ \pm ۰/۰۰۱ | ۰/۰۵۵ \pm ۰/۰۰۱ | ۰/۰۶۵ \pm ۰/۰۰۱ | ۰/۰۵۵ \pm ۰/۰۰۵ | ۰/۰۵۸ \pm ۰/۰۰۱ |
| | | ۱۶ ساعت نور / ۸ ساعت تاریکی | ۰/۱۳۰ \pm ۰/۰۰۲ | ۰/۲۵۸ \pm ۰/۰۰۲ | ۰/۵۶۵ \pm ۰/۰۰۶ | ۰/۵۴۳ \pm ۰/۰۰۱ | ۰/۵۱۵ \pm ۰/۰۰۲ |
| | | نور پیوسته | ۰/۱ \pm ۰/۰۰۱ | ۰/۱۵۳ \pm ۰/۰۰۲ | ۰/۲۷۳ \pm ۰/۰۰۲ | ۰/۳۲۸ \pm ۰/۰۰۲ | ۰/۲۲۳ \pm ۰/۰۰۲ |
| LSD=۰/۰۴۵ | | | | | | | |
| خراسان ۱ | کردستان ۱ | تاریکی | ۰/۰۴۸ \pm ۰/۰۰۲ | ۰/۰۴۳ \pm ۰/۰۰۴ | ۰/۰۴۸ \pm ۰/۰۰۵ | ۰/۰۳۸ \pm ۰/۰۰۲ | ۰/۰۴ \pm ۰/۰۰۱ |
| | | ۱۶ ساعت نور / ۸ ساعت تاریکی | ۰/۱۳۸ \pm ۰/۰۰۱ | ۰/۲۵۳ \pm ۰/۰۰۹ | ۰/۴۸۵ \pm ۰/۰۰۱ | ۰/۳۳ \pm ۰/۰۰۵ | ۰/۳۵ \pm ۰/۰۰۱ |
| | | نور پیوسته | ۰/۱۲۳ \pm ۰/۰۰۱ | ۰/۲۴ \pm ۰/۰۰۳ | ۰/۲۷۳ \pm ۰/۰۰۱ | ۰/۵۲ \pm ۰/۰۰۱ | ۰/۲۵ \pm ۰/۰۰۷ |
| LSD=۰/۰۴۵ | | | | | | | |
| کرج ۱ | کردستان ۱ | تاریکی | ۰/۰۴۸ \pm ۰/۰۰۳ | ۰/۰۵۳ \pm ۰/۰۰۳ | ۰/۰۴۵ \pm ۰/۰۰۲ | ۰/۰۴۸ \pm ۰/۰۰۴ | ۰/۰۵۳ \pm ۰/۰۰۳ |
| | | ۱۶ ساعت نور / ۸ ساعت تاریکی | ۰/۰۸۳ \pm ۰/۰۰۳ | ۰/۲۷۳ \pm ۰/۰۰۳ | ۰/۵۷ \pm ۰/۰۰۱ | ۰/۴۵ \pm ۰/۰۰۷ | ۰/۳۹۵ \pm ۰/۰۰۸ |
| | | نور پیوسته | ۰/۰۷ \pm ۰/۰۰۶ | ۰/۲۴۵ \pm ۰/۰۰۱ | ۰/۵۷ \pm ۰/۰۰۸ | ۰/۴۴۵ \pm ۰/۰۰۵ | ۰/۲۷۳ \pm ۰/۰۰۵ |
| LSD=۰/۰۱۸ | | | | | | | |
| سمنان ۱ | کردستان ۱ | تاریکی | ۰/۰۵ \pm ۰/۰۰۴ | ۰/۰۵ \pm ۰/۰۰۴ | ۰/۰۴۵ \pm ۰/۰۰۳ | ۰/۰۴۳ \pm ۰/۰۰۱ | ۰/۰۴۵ \pm ۰/۰۰۴ |
| | | ۱۶ ساعت نور / ۸ ساعت تاریکی | ۰/۰۹ \pm ۰/۰۰۶ | ۰/۱۷۵ \pm ۰/۰۰۴ | ۰/۳۹۳ \pm ۰/۰۰۸ | ۰/۴۸۳ \pm ۰/۰۰۸ | ۰/۴۴۳ \pm ۰/۰۰۸ |
| | | نور پیوسته | ۰/۰۹۸ \pm ۰/۰۰۶ | ۰/۱۸۳ \pm ۰/۰۰۲ | ۰/۳۱ \pm ۰/۰۰۴ | ۰/۳۹ \pm ۰/۰۰۵ | ۰/۳۶ \pm ۰/۰۰۹ |
| LSD=۰/۰۱۶ | | | | | | | |

| گونه | جمعیت | تیمار نور | دمای متناوب | | | | |
|----------------|---------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | ۲۵/۱۵ | ۲۰/۱۰ | ۲۵/۱۵ | ۲۰/۳۰ | ۲۵/۳۵ |
| هفت بند پیچ | تهران ۲ | تاریکی | ۰/۱۲۵±۰/۰۰۴ | ۰/۳۹۸±۰/۰۰۵ | ۰/۳۹۵±۰/۰۰۹ | ۰/۵۳۸±۰/۰۰۶ | ۰/۴۵۳±۰/۰۰۴ |
| | | ۱۶ ساعت نور/۸ | ۰/۱۱۵±۰/۰۰۷ | ۰/۳۲۳±۰/۰۰۷ | ۰/۴۱۵±۰/۰۰۸ | ۰/۵۵۵±۰/۰۰۹ | ۰/۴۷۵±۰/۰۰۴ |
| | | ساعت تاریکی | | | | | |
| | | نور پیوسته | ۰/۱۵۳±۰/۰۰۳ | ۰/۳۲±۰/۰۰۴ | ۰/۴۰۸±۰/۰۰۱ | ۰/۵۳۸±۰/۰۰۵ | ۰/۴۶۸±۰/۰۰۵ |
| LSD=۰/۰۲۷ | | | | | | | |
| زنجان ۲ | تهران ۲ | تاریکی | ۰/۱۳۵±۰/۰۰۹ | ۰/۳۱±۰/۰۰۱ | ۰/۵۸۴±۰/۰۰۶ | ۰/۴۰۵±۰/۰۰۷ | ۰/۴۶۳±۰/۰۰۱ |
| | | ۱۶ ساعت نور/۸ | ۰/۱۶۳±۰/۰۰۷ | ۰/۳۳±۰/۰۰۵ | ۰/۵۶±۰/۰۰۶ | ۰/۴۲۵±۰/۰۰۱ | ۰/۴۸۸±۰/۰۰۷ |
| | | ساعت تاریکی | | | | | |
| | | نور پیوسته | ۰/۱۶۴±۰/۰۰۶ | ۰/۳۳±۰/۰۰۱ | ۰/۵۴۵±۰/۰۰۱ | ۰/۴۱۵±۰/۰۰۲ | ۰/۴۸۸±۰/۰۱۲ |
| LSD=۰/۰۲۸ | | | | | | | |
| گلستان ۲ | تهران ۲ | تاریکی | ۰/۱۵۵±۰/۰۰۶ | ۰/۳۲۸±۰/۰۰۸ | ۰/۴۲۵±۰/۰۰۸ | ۰/۵۶۳±۰/۰۰۸ | ۰/۴۸۳±۰/۰۰۷ |
| | | ۱۶ ساعت نور/۸ | ۰/۱۸۸±۰/۰۰۵ | ۰/۳۵±۰/۰۰۵ | ۰/۴۴۵±۰/۰۰۹ | ۰/۵۸±۰/۰۰۷ | ۰/۵۰۵±۰/۰۰۷ |
| | | ساعت تاریکی | | | | | |
| | | نور پیوسته | ۰/۱۸۳±۰/۰۰۳ | ۰/۳۵±۰/۰۰۷ | ۰/۴۳۳±۰/۰۱۵ | ۰/۵۶۵±۰/۰۰۵ | ۰/۵±۰/۰۰۱ |
| LSD=۰/۰۲ | | | | | | | |
| هفت بند ایرانی | تهران ۳ | تاریکی | ۰/۰۴۳±۰/۰۰۲ | ۰/۰۴±۰/۰۰۲ | ۰/۰۴۵±۰/۰۰۳ | ۰/۰۴۸±۰/۰۰۶ | ۰/۰۴±۰/۰۰۱ |
| | | ۱۶ ساعت نور/۸ | ۰/۱۳۳±۰/۰۰۱ | ۰/۱۸۵±۰/۰۰۶ | ۰/۵۰۳±۰/۰۰۷ | ۰/۵۱±۰/۰۰۹ | ۰/۴۱۸±۰/۰۰۳ |
| | | ساعت تاریکی | | | | | |
| | | نور پیوسته | ۰/۱۳±۰/۰۰۸ | ۰/۱۹±۰/۰۰۵ | ۰/۵۱۸±۰/۰۰۸ | ۰/۵۱۵±۰/۰۰۹ | ۰/۴۱۵±۰/۰۰۷ |
| LSD=۰/۱۸ | | | | | | | |
| لرستان ۳ | تهران ۳ | تاریکی | ۰/۰۳۸±۰/۰۰۲ | ۰/۰۴۳±۰/۰۰۳ | ۰/۰۴۵±۰/۰۰۳ | ۰/۰۴۸±۰/۰۰۲ | ۰/۰۴۵±۰/۰۰۳ |
| | | ۱۶ ساعت نور/۸ | ۰/۱۷۳±۰/۰۰۱ | ۰/۵۱۵±۰/۰۰۸ | ۰/۴۹۸±۰/۰۱۷ | ۰/۴۷۵±۰/۰۰۱ | ۰/۲۳±۰/۰۰۱ |
| | | ساعت تاریکی | | | | | |
| | | نور پیوسته | ۰/۱۸۵±۰/۰۰۱ | ۰/۵۲۳±۰/۰۰۶ | ۰/۵۲۳±۰/۰۰۱ | ۰/۴۸±۰/۰۰۸ | ۰/۲۲۸±۰/۰۰۶ |
| LSD=۰/۲۵ | | | | | | | |

نوسان دمایی ۳۰/۲۰ درجه سانتی‌گراد در نور پیوسته منجر به حصول بالاترین سرعت جوانه‌زنی جمعیت خراسان ۱ شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. بالاترین سرعت جوانه‌زنی جمعیت کرج ۱ در نوسان دمایی ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد بود اما بین نور پیوسته و تناوب نوری اختلافی مشاهده نشد. در جمعیت سمنان ۱ نوسان دمایی ۳۰/۲۰ درجه سانتی‌گراد با ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی مناسب‌ترین تیمار جهت سرعت جوانه‌زنی بالا بود. شبیه به علف هفت‌بند خوابیده واکنش جمعیت‌های علف هفت‌بند پیچ به تیمارهای دما و نور متفاوت بود. در جمعیت تهران ۲ بین نوسان دمایی ۳۰/۲۰ درجه سانتی‌گراد در نور پیوسته و تاریکی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و مناسب‌ترین تیمار دوره نوری ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی بود. در جمعیت زنجان ۲ بالاترین سرعت جوانه‌زنی در نوسان دمایی ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با نور پیوسته و تاریکی نداشت. در نوسان دمایی ۳۰/۲۰ درجه سانتی‌گراد با دوره نوری ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی جمعیت گلستان ۲ بالاترین سرعت جوانه‌زنی را داشت و اختلاف آن با سایر تیمارها معنی‌دار بود. در جمعیت تهران ۳ نوسان دمایی ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد در نور پیوسته

بالاترین سرعت جوانه‌زنی را نشان داد که اختلاف معنی‌داری با همین نوسان دمایی در ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی و نوسان دمایی ۳۰/۲۰ درجه سانتی‌گراد در دوره نوری ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی و نور پیوسته نداشت. نوسان دمایی ۲۰/۱۰ درجه سانتی‌گراد در نور پیوسته منجر به بالاترین سرعت جوانه‌زنی جمعیت لرستان ۳ شد اما اختلاف معنی‌داری با همین نوسان دمایی در دوره نوری ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی و نوسان دمایی ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد در نور پیوسته نداشت (جدول ۷). واکنش بذرهای به دما و نور بین گونه‌ها و بین جمعیت‌های مختلف در هر گونه متفاوت بود. این تفاوت توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Shimono & Kudo, 2003; Delanoy *et al.*, 2006; Pezzani & Montan, 2006). بذرهای دو گونه نیمه بوته‌ای درمنه (*Artemisia wudanic*, *A. halodendron*) برای جوانه‌زنی، نوسانات دمایی پایین‌تر (۱۰-۲۲ درجه سانتی‌گراد) را ترجیح دادند و به نور حساس نبودند اما دو گونه یک ساله درمنه (*A. scoparia* و *A. sieversiana*) نوسانات دمایی بالاتر (۲۲-۳۴ درجه سانتی‌گراد) را ترجیح دادند و جوانه‌زنی آنها در حضور نور افزایش یافت. در علف‌هرز دم روباهی دمای مطلوب جوانه‌زنی برای دم روباهی سبز (*Setaria viridis*) ۳۵-۱۵ درجه سانتی‌گراد، برای گونه دم‌روباهی زرد (*S. glauca*) ۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد و برای گونه چسبک (*S. verticillata*) ۴۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (Manthey & Nalawaja, 1987 و Norris & Schoner, 1980). تفاوت درون‌گونه‌ای در واکنش جوانه‌زنی جمعیت‌های گونه‌ای تاج خروس (*Amaranthus powellii*) به دما نیز گزارش شده است (Brainard *et al.*, 2007). واکنش جوانه‌زنی گیاهان نسبت به دما به عوامل متعددی از جمله گونه‌ها و ارقام گیاهی، منطقه رویش، کیفیت و سن بذر بستگی دارد (Copeland & McDonald 2001). نتایج آزمایش نشان داد که واکنش بذرهای به دما و نور بین گونه‌ها و بین جمعیت‌های مختلف علف هفت بند متفاوت است.

آزمایش سوم: واکنش سبز شدن بذر به عمق کاشت

همانطور که جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد اثرات ساده جمعیت و عمق کاشت و اثر متقابل آنها معنی‌دار شده است (جدول ۸). در جدول ۹ برش‌دهی روی جمعیت انجام شده است. در هر ۴ جمعیت بهترین شرایط برای جوانه‌زنی (عمق مطلوب سبز شدن) قرارگیری در سطح خاک بود و با افزایش عمق کاشت میزان سبز شدن آنها کاهش یافت (جدول ۱۰) اما واکنش جمعیت‌ها به افزایش عمق خاک متفاوت بود به‌نحوی که در جمعیت کرج ۱ از گونه علف هفت‌بند خوابیده درصد سبز شدن از عمق ۱۰ سانتی‌متر کاهش شدیدی نشان داد درحالی‌که در جمعیت تهران ۱ از همین گونه در عمق ۸ سانتی‌متر شاهد کاهش شدید درصد سبز شدن بذرهای هستیم. در جمعیت تهران ۲ از گونه هفت بند پیچ در عمق ۱۲ سانتی‌متر هنوز ۳۳/۷۵ درصد جوانه‌زنی وجود داشت. در جمعیت تهران ۳ از گونه علف هفت‌بند ایرانی در عمق ۶ سانتی‌متر درصد سبز شدن به

کمتراز ۵۰ درصد کاهش یافت (جدول ۱۰). هر گونه گیاهی برای جوانه‌زنی به شرایط محیطی خاصی نیاز دارد (Shoab *et al.*, 2012).

جدول ۸: تجزیه واریانس درصد سبز شدن گیاهچه جمعیت‌های علف هفت‌بند تحت تاثیر عمق کاشت

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات درصد سبز شدن |
|------------------|------------|-----------------------------|
| جمعیت | ۳ | ۳۲۶۳/۱۵ ** |
| عمق کاشت | ۶ | ۱۳۶۶۳/۱۲ ** |
| جمعیت × عمق کاشت | ۱۸ | ۵۴۵/۶۶ ** |
| خطا | ۸۴ | ۶/۰۹ |
| ضریب تغییرات | — | ۴/۸۳ |

** تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۹: میانگین مربعات درصد سبز شدن گیاهچه که توسط جمعیت برش داده شده است.

| میانگین مربعات درصد سبز شدن | درجه آزادی | جمعیت |
|-----------------------------|------------|------------|
| کرج ۱ | ۶ | ۳۴۲۲/۴۸ ** |
| تهران ۱ | ۶ | ۶۰۹۶/۸۰ ** |
| تهران ۲ | ۶ | ۱۶۳۳/۴۱ ** |
| تهران ۳ | ۶ | ۴۱۴۷/۴۰ ** |

** تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

چندین عامل محیطی شامل نور، رطوبت (Karimmojeny *et al.*, 2014)، شوری، اسیدیته و عمق کاشت بر جوانه‌زنی بذر و ظهور گیاهچه موثر هستند (Shoab *et al.*, 2012). مشخص شده است که نور با نسبت بیشتر قرمز به قرمز دور، تشکیل فیتوکروم جذب کننده نور قرمز دور را افزایش می‌دهد که این فیتوکروم برای شکستن خواب در بذرهای نیازمند نور، لازم است. اما کاهش در سبز شدن بذر، بخشی می‌تواند به دلیل ناتوانی گونه‌ها در تولید یک گیاهچه طویل به دلیل ذخیره غذایی کم بذر باشد (Benvenuti *et al.*, 2001). سبز شدن کمتر از اعماق خاک می‌تواند به دلیل حضور CO₂ ناشی از فعالیت‌های بیولوژیکی، توسط سایر محققان گزارش شده است (Benvenuti and Macchia, 1995). کاهش سبز شدن با افزایش عمق کاشت در چند گونه علف‌هرز دیگر مانند بیدنس (*Bidens pilosa*) (Reddy & Singh, 1992) علف اسب (*Conyza canadensis*) (Nandula *et al.*, 2006) مشاهده شده است. گزارش شده که درصد سبز شدن بذرهای علف‌های هرز بی‌تی‌راخ (*Gallium aparine* L.) و خردل وحشی (*Brassica kaber* L.) بسته به عمق کاشت از ۴۴٪ تا ۸۴٪ متغیر بود (Mennan & Ngouajio 2006). در علف هرز بی‌تی‌راخ با افزایش عمق تا ۲۰ سانتی‌متر سبز شدن به میزان ۲۸٪ کاهش یافت. میزان خواب بذر آمبروزیا (*Ambrosia trifida* L.) و زمان جوانه‌زنی آن به عمقی که بذرها در آن قرار دارند بستگی دارد (Harrison *et al.*, 2007).

جدول ۱۰: اثر عمق کاشت بر میانگین درصد سبز شدن (\pm انحراف معیار) گیاهچه جمعیت‌های علف هفت‌بند

| عمق کاشت | جمعیت | | | |
|----------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | تهران ۱ | تهران ۲ | تهران ۳ | تهران ۴ |
| ۰ | ۸۷/۵ \pm ۰/۸۵ | ۸۷/۷۵ \pm ۰/۶۵ | ۸۷/۷۵ \pm ۰/۶۵ | ۸۷/۷۵ \pm ۰/۶۵ |
| ۲ | ۸۵/۵ \pm ۰/۶۵ | ۸۸/۵ \pm ۰/۹۴ | ۸۸/۵ \pm ۰/۹۴ | ۸۸/۵ \pm ۰/۹۴ |
| ۴ | ۷۳/۵ \pm ۰/۴۸ | ۸۴/۲۵ \pm ۰/۱۹ | ۸۴/۲۵ \pm ۰/۱۹ | ۸۴/۲۵ \pm ۰/۱۹ |
| ۶ | ۶۷/۲۵ \pm ۰/۸۵ | ۵۳/۷۵ \pm ۰/۱۰۳ | ۵۳/۷۵ \pm ۰/۱۰۳ | ۵۳/۷۵ \pm ۰/۱۰۳ |
| ۸ | ۶۴ \pm ۰/۸۷ | ۲۲/۵ \pm ۰/۷۱ | ۲۲/۵ \pm ۰/۷۱ | ۲۲/۵ \pm ۰/۷۱ |
| ۱۰ | ۳۷/۵ \pm ۰/۷۱ | ۷ \pm ۰/۱۰۴ | ۷ \pm ۰/۱۰۴ | ۷ \pm ۰/۱۰۴ |
| ۱۲ | ۵/۵ \pm ۰/۲۹ | ۳۳/۷۵ \pm ۰/۴۴ | ۳۳/۷۵ \pm ۰/۴۴ | ۳۳/۷۵ \pm ۰/۴۴ |
| LSD | ۳/۰۶ | ۲/۱۸ | ۵/۳۷ | ۲/۸۶ |

نتایج این تحقیق نشان داد که تیمارهای مناسب برای شکستن خواب در گونه‌های علف هفت‌بند خوابیده و علف هفت‌بند پیچ به ترتیب سرمادهی مرطوب و اسید سولفوریک غلیظ به مدت ۲۰ دقیقه بودند. در گونه علف هفت‌بند ایرانی بالاترین جوانه‌زنی در تیمار سرمادهی مرطوب مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با نیترات پتاسیم ۰/۲ درصد نداشت. تفاوت‌های بین گونه‌ای و درون گونه‌ای در واکنش درصد و سرعت جوانه‌زنی جمعیت‌ها به دما و نور مشاهده شد. در جمعیت‌های علف هفت‌بند خوابیده بین تیمارهای نوری تفاوت معنی‌داری در درصد جوانه‌زنی وجود داشت و کمترین جوانه‌زنی در تاریکی مطلق مشاهده شد و تیمار ۱۶ ساعت نور/۸ ساعت تاریکی بهترین دما جهت جوانه‌زنی بود. جمعیت‌های علف هفت‌بند پیچ واکنش معنی‌داری به تیمار نور نشان ندادند و جوانه‌زنی آنها در تاریکی مطلق نیز بالا بود. جمعیت‌های علف هفت‌بند ایرانی به تیمار نور واکنش مثبتی نشان دادند و کمترین جوانه‌زنی در تاریکی مطلق مشاهده شد اما بین نور پیوسته و نوسان نوری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در همه جمعیت‌ها با افزایش عمق کاشت درصد سبز شدن کاهش یافت اما تفاوت‌هایی در واکنش به افزایش عمق کاشت بین درصد سبز شدن جمعیت‌ها وجود داشت. حداکثر عمق سبز شدن (عمقی که در آن سبز شدن بیشتر از یک درصد است) در جمعیت‌های تهران ۱ و تهران ۳ عمق ۱۰ سانتی‌متر بود در صورتیکه جمعیت‌های تهران ۲ و کرج ۱ به ترتیب ۳۳/۷۵ و ۵/۵ درصد از عمق ۱۲ سانتی‌متری سبز شدند. جوانه‌زنی یک از مهمترین مراحل بحرانی در نمو گیاهان است و اغلب پویایی جمعیت را کنترل می‌کند (Kamkar et al., 2008). هر گونه گیاهی برای جوانه‌زنی نیاز به دامنه خاصی از شرایط محیطی دارد (Lu et al., 2006). پی بردن به الگوی جوانه‌زنی و سبز شدن گونه‌های علف‌هرز می‌تواند اطلاعات جامعی برای توسعه راهکارهای مدیریت علف‌هرز در آینده فراهم نماید (Chauhan et al., 2006). درک شرایط مورد نیاز بذر برای جوانه‌زنی و اثرات گونه‌ای موثر بر آن جهت موفقیت در مدیریت علف‌های هرز لازم است. اطلاع از اینکه چه عاملی زمان جوانه‌زنی بذر علف هرز را کنترل می‌کند می‌تواند منجر به کنترل موثرتر علف‌هرز شود (Baskin & Baskin, 1998). نیاز

نوری گونه‌های علف هفت‌بند خوابیده و ایرانی نشان می‌دهد که این گونه‌ها در مزارعی با شخم حداقل یا بدون شخم، فراوانی بیشتری خواهند داشت. بنابراین افزایش عمق شخم می‌تواند در مدیریت این گونه‌ها موثر باشد. جمعیت تهران ۲ از گونه علف هفت‌بند پیچ توانست از عمق ۱۲ سانتی‌متری ۳۳/۷۵ درصد سبز شود بنابراین به‌نظر نمی‌رسد که افزایش شخم بتواند کارایی موثری در کنترل آن داشته باشد.

منابع

- Alam, A., Juraimi, A.S., Rafii M.Y., Abdul Hamid A. and Aslani. F. (2014) Screening of purslane (*Portulaca oleracea* L.) accessions for high salt tolerance. *Scientific World Journal* 1-12.
- Alsaadawi, I.S., Rice E.L. and Karns, T.K.B. (1983) Allelopathic effects of *Polygonum aviculare* L. III. Isolation, characterization, and biological activities of phytotoxins other than phenols. *Journal of Chemical Ecology* 9: 761-774.
- An, M., Pratley J.E. and Haig, T. (1997) Phytotoxicity of *Vulpia* Residues: I. Investigation of Aqueous Extracts. *Journal of Chemical Ecology* 23: 1979-1994.
- Anderson, T. and Darling, D. (1952). Asymptotic theory of certain "goodness of fit" criteria based on stochastic processes. *The Annals of Mathematical Statistics* 23: 193-212.
- Baskin, C.C. and Baskin, J.M. (1998) Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, London.
- Baskin J.M. and Baskin, C.C. (2004) A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research* 14: 1-16.
- Baskin, C.C., P. Milberg., L. Andersson and J.M. Baskin. (2004) Germination ecology of the annual weeds *Capsella bursa-pastoris* and *Descurainia Sophia* originating from high northern latitudes. *Weed Research* 44: 60-68.
- Benvenuti, S. and Macchia, M. (1995) Hypoxia effect on buried weed seed germination. *Weed Research* 35: 343-351.
- Benvenuti, S., Macchia M. and Miele, S. (2001) Quantitative analysis of emergence of seedlings from buried weed seeds with increasing soil depth. *Weed Science* 49: 528-535.
- Bostrom U., Milberg P. and Fogelfors, H. (2003) Yield loss in spring-sown cereals related to the weed flora in the spring. *Weed Science* 51:418-424.

- Brainard, D.C., DiTommaso A. and Mohler, C.L. (2007) Intraspecific variation in seed characteristics of Powell Amaranth (*Amaranthus powellii*) from habitats with contrasting crop rotation histories. *Weed Science* 55: 218–226.
- Bulcke, R., Willemijns, P., Stryckers, J. and Himme, M. (1987) Weed competition in maize. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent* 52: 1185–1194.
- Catullo, J.C., Sosa, C.A., Rodriguez, M.L. and Colombo, I. (1983) Weed incidence in wheat in relation to fertilization. *Malezas*, 11: 179–203. [in Spanish, English abstract].
- Chauhan, B. S., Gill, G. and Preston, C. (2006) Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of rigid ryegrass (*Lolium rigidum*). *Weed Science* 54: 1004–1012.
- Chung, I.M., Kim, K.J., Kim, K.H. and Ahn, J.K. (1994) Allelopathic effect of some weed species extracts and residues on alfalfa. *Korean Journal of Crop Science* 39: 285–294.
- Copeland, L.O. and McDonald, M. (2001) *Principles of seed science and Technology*. Kluwer Academic Publisher, Norwell, MA, USA.
- Delanoy, M., Van Damme, P., Scheldeman, X. and Beltran, J. (2006) Germination of *Passiflora mollissima* (Kunth) L. H. Bailey, *Passiflora tricuspidis* Mast. and *Passiflora nov. sp.* seeds. *Scientific Horticulture* 110:198–203.
- De Cauwer, B., Devos, R., Claerhout, S., Bulcke, R. and Reheul, D. (2014) Seed dormancy, germination, emergence and seed longevity in *Galinsoga parviflora* and *G. quadriradiata*. *Weed Research* 54: 38–47.
- du Croix, M., Sissons, J., Van Acker, R.C., Derksen, D.A. and Thomas, A.G. (2000) Depth of seedling recruitment of five weed species measured in situ in conventional- and zero-tillage fields. *Weed Science* 48: 327–332.
- Friesen, G. and Shebeski, L.H. (1960) Economic losses caused by weed competition in Manitoba grain fields. I. Weed species, their relative abundance and their effect on crop yields. *Canadian Journal of Plant Science* 40:457–467.
- Gruenhagen, R.D. and J. D. Nalewaja. (1969) Competition between flax and wild buckwheat. *Weed Science* 17:380–384.
- Harrison, S.K., Regnier, E.E., Schmoll, J.T. and Harrison, J.M. (2007) Seed size and burial effects on giant ragweed (*Ambrosia trifida*) emergence and seed demise. *Weed Science* 55: 16–22.
- Heywood, V.H., R.K. Brummitt., A. Culham and O. Seberg. (2007) *Flowering plant families of the world*, Royal Botanic Gardens, Kew, UK, 424 pp.

- Hilhorst, H.W.M. (1995) A critical update on seed dormancy. I. Primary dormancy. *Seed Science Research*. 5: 61-73.
- Hume, L., J. Martinez and K. Best. (1983) The biology of Canadian weeds. 60. *Polygonum convolvulus* L. *Canadian Journal of Plant Science* 63:959-971.
- ISTA (International Seed Testing Association). (1999) International rules for seed testing, *Seed Science and Technology*.
- Jones, R., Alemeged, Y., Medd, R. and Vere, D. (2000) The distribution, density and economic impact of weeds in Australian annual winter cropping systems. CRC for Weed Management Systems Technical Series No. 4, University of Adelaide, Australia. 58 pp.
- Karimmojeny, H., Rezvani, M., Zaefarian, F. and Nikneshan, P. (2014) Environmental and maternal factors affecting on oriental mustard (*Sisymbrium orientale* L.) and musk weed (*Myagrurn perfoliatum* L.) seed germination. *Brazilian Journal of Botany* 37: 121-127.
- Kearney, T.H., Peebles, R.H., Howell, J.T. and McClintock, E. (1960) *Arizona flora*. 2nd ed. Berkeley, CA: University of California Press. 1085 p.
- Kim, K.U., Y. G. Park and S. H. Kwack. (1995) Development of useful secondary product through plant cell culture. *Korean Journal of Weed Science* 15: 154-159.
- Kropff, M.J., Lotz, L.A.P., Weaver, S.E., Jbos, H., Wallinga, J. and Migo, T. (1995) A two parameter model for prediction of crop loss by weed competition from early observations of relative leaf area of the weeds. *Annales applied Biology* 126: 329-346.
- Lipecki, J. (2005) Weeds predominating in orchards throughout the world – a review paper. XXth Mtg. of the Herbological Team, Committee of Hort. Sci., Polish Academy of Sciences, Warszawa – Olsztyn, pp. 36-41 (in Polish with English Abstract).
- López, J.A. and Mattiacci, M.R. (1983) Damage caused by prostrate knotweed (*Polygonum aviculare* L.) during the establishment of a sown pasture. *Malezas*. 11: 246-251.
- Kamkar, B., Ahmadi, M., Soltani, A. and Zeinali, E. (2008) Evaluating non-linear regression models to describe response of wheat emergence rate to temperature. *Seed Science Technology* 2: 53-57.
- Lu, P., Sang, W. and Ma, K. (2006) Effects of environmental factors on germination and emergence of crofton weed (*Eupatorium adenophorum*). *Weed Science* 54: 452-457.
- Magee, D.W. and Ahles, H.E. (2007) *Flora of the Northeast: A manual of the vascular flora of New England and adjacent New York*. 2nd ed. Amherst, MA: University of Massachusetts Press. 1214 p.

- Maguire, J.D. (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*. 2:176-177.
- Manthey, D.R. and Nalawaja, J.D. (1987). Germination of two foxtail (*Setaria*) species. *Weed Technology*. 1: 302–304.
- Martins, B.A.B. and Christoffoleti, P.J. 2014. Buttonweed emergence as affected by seed burial depth and straw on the soil surface. *Scientia Agricola* 72: 489-494.
- Meerts, P. (1995) Phenotypic plasticity in the annual weed *Polygonum aviculare*. *Botanica Acta* 108: 414-424.
- Mennan, H. and Ngouajio, M. 2006. Seasonal cycles in germination and seedling emergence of summer & winter population of catch weed bed straw (*Gallium aparine*) and wild mustard (*Brassicae kaber*). *Weed Science* 54: 114-120.
- Mertens, S.K., Bosch, F.V.D and Heesterbeek, J.A.P. (2002) Weed populations and crop rotations: Exploring dynamics of a structured periodic system. *Ecological Applications* 12: 1125–1141.
- Minbashi Moeini, M., Esfandiari, H., Pour Azar, R., Baghestani, M.A., Zand, E., Veisi. M., Sabeti, P., Jamali, M.R., Hatami, S., Haghghi, A., Makenali, A., Mousavi, S.K., Nazer Kakhki, S.H., Narimani, V., Nour Alizadeh, M., Valiyollah Pour, R. and Nouroozzadeh, S. (2015) Evaluation of weed management in wheat fields of different area of Iran. *Iranian Journal of Weed Science*. 11:13-26.
- Mozaffarian, V. (2012) A revision of *Polygonum* L. sensu lato, (Polygonaceae) in Iran. *Iranian Journal of Botany* 18: 159–174.
- Nandula, V.K., Eubank, T.W., Poston, D.H., Koger, C.H. and Reddy, K.N. (2006) Factors affecting germination of horseweed. *Weed Science* 54: 898-902
- Norris, R.F. and Schoner, C.A. (1980) Yellow foxtail (*Setaria lutescens*) biotype studies: dormancy and germination. *Weed Science* 28: 159–163.
- Paolini, R., Del Puglia, S., Principi, M., Barcellona, O. and Riccardi, E. (1998) Competition between safflower and weeds as influenced by crop genotype and sowing time. *Weed Research* 38: 247–255.
- Pezzani, F. and Montaña, C. (2006). Inter- and intraspecific variation in the germination response to light quality and scarification in grasses growing in two-phase mosaics of the Chihuahuan desert. *Annales of Botany* 97:1063–1071.
- Reddy, K.N. and Singh, M. (1992) Germination and emergence of hairy beggarticks (*Bidens pilosa*). *Weed Science* 40: 195-199.
- Royer, F. and Dickinson, R. (1999) Weeds of the northern U.S. and Canada: a guide for identification. Edmonton, AB: The University of Alberta Press; Renton, WA: Lone Pine Publishing. 434 p.

- Shimono, Y. and Kudo, G. (2003) Intraspecific variations in seedling emergence and survival of *Potentilla matsumurae* (Rosaceae) between alpine fellfield and snowbed habitats. *Annales of Botany* 91:21–29.
- Shoab, M., Tanveer, A., Khaliq, A. and Haider, A.H. (2012) Effect of seed size and ecological factors on germination of *Emex spinosa*. *World Applied Science Journal* 17: 964–969.
- Stevenson, F.C. and Wright, A.T. (1996) Seeding rate and row spacing affect flax yields and weed interference. *Canadian Journal of Plant Science* 76: 537–544.
- Sultan, S.E. and Bazzaz, F.A. (1993a) Phenotypic plasticity in *Polygonum persicaria*. I. Diversity and uniformity in geno- typic norms of reaction to light. *Evolution* 47:1009-1031.
- Sultan, S.E. and Bazzaz, F.A. (1993b) Phenotypic plasticity in *Polygonum persicaria*. II. Norms of reaction to soil mois- ture, ecological breadth, and the maintenance of genetic diversity. *Evolution* 47:1032-1049.
- Sultan, S.E. and Bazzaz, F.A. (1993c) Phenotypic plasticity in *Polygonum persicaria*. III. The evolution of ecological breadth for nutrient environment. *Evolution* 47:1050-1071.
- Tardif, M.C. and Francois, J. (2005) The biology of Canadian weeds. 131. *Polygonum aviculare* L. *Canadian Journal of Plant Science* 85: 481-506.
- Timson, J. (1966) The germination of *Polygonum convolvulus* L. *New Phytologist*. 65: 423-428.
- Wang, B.S.P. and P. Berjak. 2000. Beneficial effects of moist chilling on the seeds of black spruce (*Picea mariana* (Mill.) B. S. P.). *Annals of Botany* 86: 29- 36.
- Wartidiningsih, N., Geneve, R.L. and Kester, S.T. (1994) Osmotic priming or chilling stratification improves seed germination of purple coneflower. *Horticultural Science* 29: 1445-1448.
- Wright, D. and Baloch, M.K. (1999) Effects of seven common arable weeds on the yield of normal and semi- leafless pea varieties. *Tests Agrochemical Culture* 20: 54–55.

Interspecific and intraspecific variations in seed germination and emergence of three *Polygonum species*

M. Diyanat^{1*}

Received:2019.11.11

Accepted:2020.10.11

Abstract

Polygonum is one of the most widespread weeds in the world. To determine the best dormancy-breaking treatment, five dormancy-breaking treatments consisted of 10 and 20 min soaking in sulfuric acid, 0.2% nitrate potassium, wet chilling and 200 ppm gibberellic acid were studied. At second experiment germination percentage was evaluated under different alternating temperature and light regimes. seeds of ten populations were exposed to three levels of light (24 h darkness, 16 h light/8 h darkness and continuous light) and five alternating day/night temperature regimes 15/5°C, 20/10°C, 25/15°C, 30/20°C and 35/25 °C for 21 days. For third experiment, seven depths (0, 2, 4, 6, 8, 10 and 12 cm) were investigated. Results showed that best treatment for dormancy breaking was wet chilling for Prostrate knotweed and Lady's thumb and sulfuric acid 20 min for Wild buckwheat. Germination of *Polygonum* species seeds occurred over a wide range of alternating temperatures but there were inter- and intraspecific differences in optimal temperature. Wild buckwheat was not dependent to light for germination. Seedling emergence decreased exponentially with increasing burial depth with highest emergence for unburied seeds. The influence of burial depth was extremely dependent on population. High seedling emergence of Prostrate knotweed and Lady's thumb on the soil surface could be suggesting light requirements. Therefore, spreading of these species would be higher in fields with no-tillage or minimum-tillage practices. Increasing of tillage depth could be an effective weed management strategy to reduce seedling emergence of Prostrate knotweed and Lady's thumb.

Keywords: Alternating temperature, Dormancy breaking, Nitrate potassium, Seed, Weeds

1- Assistant professor, Department of Agriculture and Food Industry, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

*(Corresponding author: ma_dyanat@yahoo.com)