

Seed persistence of Asian spiderflower (*Cleome viscosa* L.) in the soil seed bank

Somayeh Mamashli¹, Asieh Siahmarguee^{2*} and Farshid Ghaderi-Far³

1. MSC student of Agrotechnology-Weed Science, Department of Agronomy, Faculty of Crop Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2. Asossiated Profesor, Department of Agronomy, Faculty of Crop Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
3. Profesor, Department of Agronomy, Faculty of Crop Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

siahmarguee@yahoo.com

Introduction: Asian spider flower weed (*Cleome viscosa* L.) has recently entered the flora of weeds in Golestan province and causes significant damage to farmers in Golestan province every year. The seed production potential of this weed is high (> 38000 seeds per plant). Also, the seeds of this weed are very small (weight of 1000 seeds is equal to 1.05 grams) and they have dormancy. Thus the annual shedding of the seeds of this weed and their accumulation in the soil form a stable seed bank that can be the source of weed contamination in fields for many years. Therefore, understanding the stability of the seed bank of this plant is very important and is very important in the successful management of this weed.

Materials and Methods: Ripe seeds of Asian spider flower were collected from a soybean field in Minoodasht city-Golestan Province at the end of October and were transferred to the seed technology laboratory of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources to perform various tests. Immediately after harvest, the germination ability of fresh seeds was examined at 30 °C. The germination percentage of freshly harvested seeds was 7%. In order to investigate the effect of After- ripening on the germination ability of Asian spider flower seeds, a part of the seeds was stored in the laboratory. In order to investigate the stability of the seed bank of this weed, 65 grams of sieved soil along with 13 grams of Asian spider flower seeds were placed in 26 mesh bags and buried at two depths of 10 and 20 cm on November 4, 1401. Sampling was done at 15, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 and 360 days after burial. At each sampling stage, the number of germinated seeds in the soil, null, dead and healthy seeds were counted carefully. Healthy seeds were used to perform tests to determine seed moisture, electrical conductivity, and germination at different temperatures of 15, 20, 25, 30, and 35 degrees Celsius and in two conditions of light and darkness, as well as the use of gibberellic acid and its non-use.

Results and Discussion: The freshly harvested seeds of Asian spider flower had very little germination. After- ripening (in laboratory conditions or buried in soil) and gibberellic acid were effective in eliminating the dormancy, so that it increased the germination of Asian spider flower seeds in both dark and light conditions. With the removal of the seed dormancy, the germination of the seeds of this plant has occurred in a wider range of temperatures. The germination response of Asian spider flower seed during the after- ripening and burial period was different to light and darkness and the ambient temperature also had an effect on it. Examining changes in the percentage of live and dead seeds at two depths of 10 and 20 cm showed that in both burial depths, the percentage of live seeds decreased over time and the number of dead seeds increased. So that in the last sampling, corresponding to 360 days after burial, the number of live seeds in two depths of 10 and 20 cm was 12 and 23%, respectively.

Conclusion: Considering that the germination percentage of Asian spider flower seeds increased during the after-ripening period and the use of gibberellic acid also improved the germination during the after-ripening period, it seems that the seeds dormancy of this plant are of physiological type. The occurrence of low temperatures in winter caused the removal dormancy of the buried seeds, and vice versa, the occurrence of high temperatures in the summer caused the induction of secondary dormancy in the remaining seeds. According to the increasing trend of the number of dead seeds in two depths of 10 and 20 cm, it can be said that the emptying of the seed bank of this weed occurred faster in the depth of 10 cm. Asian spider flower seed bank is a permanent type. Therefore, the frequent dropping of this weed's seed in the soil can turn this plant into a permanent and serious challenge for farmers.

Keywords: Seed bank stability, After-ripening, Viability, Burial depth, Seed bank.

پایداری بذر کنجد شیطانی (*Cleome viscosa* L.) در بانک بذر خاک

سمیه ممشلی^۱، آسیه سیاهمرگویی^۲ و فرشید قادری^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۱۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۹/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آگروتکنولوژی- علوم علفهای هرز، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۲. دانشیار، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۳. استاد، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

siahmargue@yahoo.com

Doi:10.22067/jpp.2024.90116.1206

چکیده

مطالعه پویایی بانک بذر علفهای هرز در خاک بسیار مهم است. جهت بررسی پایداری بانک بذر علفهرز کنجد شیطانی، بذرهای این گیاه در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی متری خاک در همان مزرعه‌ای که بذرهای کنجدشیطانی از آن جمع آوری شده بود (شهرستان مینودشت-استان گلستان)، در آبان ماه ۱۴۰۱ دفن شدند. نمونه برداری در زمان‌های

۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰، ۲۱۰، ۲۴۰، ۲۷۰، ۳۰۰، ۳۳۰ و ۳۶۰ روز بعد از دفن انجام شد. در هر مرحله نمونه برداری، تعداد بذرهای جوانه زده در خاک، بذرهای پوچ، مرده و سالم با دقت شمارش شدند. از بذرهای سالم جهت انجام آزمون جوانه زنی در دماهای مختلف ۳۵، ۳۰، ۲۵، ۲۰، ۱۵ درجه سانتی گراد و در دو شرایط نور و تاریکی و همچنین استفاده از جیبرلیک اسید و عدم استفاده از آن استفاده شد. جهت بررسی اثر پس‌رسی بر قابلیت جوانه زنی بذرهای کنجد شیطانی نیز بخشی از بذرها در آزمایشگاه انبار شد. نتایج نشان داد که بذرهای تازه برداشت شده کنجد شیطانی از جوانه زنی بسیار اندکی برخوردار بودند. پس‌رسی (در شرایط آزمایشگاه یا دفن در خاک) و جیبرلیک اسید در رفع کمون مؤثر بود، به طوری که باعث افزایش جوانه زنی بذرهای کنجد شیطانی در هر دو شرایط تاریکی و روشنایی شد. با رفع کمون بذرها، امکان جوانه زنی بذرهای این گیاه در محدوده وسیع‌تری از دماها رخ داد و در مراحل آخر نمونه برداری، جوانه زنی آنها کاهش و در محدوده دمایی کمتری رخ داد. بررسی تغییرات درصد بذرهای زنده و مرده در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی متر نشان داد که در هر دو عمق دفن، درصد بذرهای زنده در طی زمان کاهش و به تعداد بذرهای مرده افزوده شد. به طوری که در آخرین نمونه برداری، مصادف با ۳۶۰ روز بعد از دفن تعداد بذرهای زنده در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی متر به ترتیب ۱۲ و ۲۳ درصد بود. می‌توان نتیجه گرفت که تخلیه بانک بذر این علف هرز در عمق ۱۰ سانتی متر سریع‌تر اتفاق می‌افتد و بانک بذر کنجدشیطانی از نوع دائم می‌باشد. بنابراین ریزش مکرر بذر این علف هرز در خاک می‌تواند این گیاه را به عنوان یک چالش دائمی و جدی برای کشاورزان تبدیل نماید.

کلیدواژه: پایداری بانک بذر، پس‌رسی، زنده‌مانی، عمق دفن، بانک بذر

مقدمه:

علف‌های هرز یکی از عوامل تأثیرگذار بر تولید محصولات کشاورزی هستند و می‌توانند رشد گیاهان را در تمام مراحل رشدی توسط رقابت برای نور، آب و مواد غذایی تحت تأثیر قرار دهند (Kan et al., 2011). بذر علف‌های هرز ابزار مؤثر انتشار آنها در مزارع، باغات و مراتع است.

ریزش سالیانه بذر علف‌های هرز و تجمع آنها در خاک، بانک بذر پایداری را تشکیل می‌دهد و می‌تواند سال‌های متمادی منشا آلودگی مزارع به علف‌های هرز باشد (Yunusabadi, 2017). بانک بذر، مجموعه‌ای از بذرهای جوانه زده و زنده در خاک است (Fenner, 2000). تخلیه بانک بذر علف‌های هرز از طریق جلوگیری از تولید بذر توسط بوته‌های استقرار یافته و با توسط عوامل مدیریتی که یک محیط مطلوب برای جوانه‌زنی فراهم آورد، امکان‌پذیر خواهد بود.

بانک بذر علف‌های هرز به دو نوع، بانک بذر موقت یا گذرا^۱ که در آن هیچ‌کدام از بذرهای تولید شده در یک‌سال، زنده نمی‌مانند و بانک بذر پایدار^۲ که در آن بذرهای هرز تا چندین سال در خاک باقی می‌مانند، طبقه‌بندی می‌شوند (Thompson et al., 1979). پژوهش‌گران، بیشتر به بانک بذر پایدار توجه دارند، زیرا گونه‌هایی که بانک بذر پایدار را تشکیل می‌دهند، نگرانی اصلی برای مدیریت علف‌های هرز در آینده محسوب می‌شوند (Long et al., 2015). میزان تولید بذر، طول عمر، توزیع مکانی بذر در نیمرخ خاک، جمعیت و فعالیت شکارچیان و پاتوژن‌ها و همچنین شرایط محیطی (نور، رطوبت و دما) که بذرهای هرز در خاک تجربه می‌کنند، از عوامل مؤثر بر دوام بانک بذر علف‌های هرز در خاک است (Tian et al., 2024; Schwartz-Lazaro & Copes, 2019; Davis et al., 2005; Liebman et al., 2001).

اگر چه عمده بذر علف‌های هرز در لایه‌های سطحی خاک متمرکز هستند؛ ولی تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک نیز قابل مشاهده هستند (Harrison et al., 2007). توزیع عمودی بذر علف‌های هرز در نیمرخ خاک بر سرنوشت بذر علف‌های هرز تأثیرگذار است (Soltani et al., 2016)، بذرهای دفن شده در لایه‌های عمیق‌تر خاک، مدت زمان بیشتری را در وضعیت کمون باقی می‌مانند (Liu et al., 2010; Guja et al., 2018)، دلیل این امر بالا بودن غلظت دی‌اکسید کربن در اثر فعالیت بیولوژیکی خاک و انتشار آهسته‌تر گازها (Wei et al., 2009)، نوسانات دمایی کمتر (Roberts & Totterdell, 1981; Mahmood et al., 2016) و عدم وجود نور (Chauhan & Johnson, 2010) می‌باشد. موسکوا و پاسچلود (Maskova & Poschlod, 2022) پایداری بانک بذر ۲۸ گونه گیاهی علفی در سه عمق ۱، ۵ و ۱۰ سانتی‌متر را بررسی و گزارش کردند که با افزایش عمق دفن، پایداری بانک بذر گونه‌ها افزایش یافت؛ همچنین گونه‌هایی که بذرهای آنها کمون اولیه بیشتری داشته و جهت جوانه‌زنی به نور و دماهای متناوب نیازمند هستند، بانک بذر پایداری خواهند داشت. مرادی صحرا (Moradi Sahra, 2022) گزارش کرد که بذرهای دفن شده ماریغال (*Silybum marianum*) در عمق ۵ سانتی‌متر، دو ماه زودتر از عمق ۱۰ سانتی‌متر شروع به جوانه‌زنی کردند و درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای هرز در عمق ۵ سانتی‌متری به طور قابل توجهی بیشتر از عمق ۱۰ سانتی‌متر بود؛ نامبرده علت بروز این نتیجه را به رفع زودتر کمون بذرهای دفن شده در عمق ۵ سانتی‌متر نسبت داد.

کنجد شیطانی (*Cleome viscosa* L.) گیاهی متعلق به خانواده Cleomaceae، یک‌ساله، تابستانه، سه کرپنه و سازگار به شرایط گرم و مرطوب است و از توانایی خوبی در تحمل به شرایط خشکی و شوری برخوردار می‌باشد (Akbari-Gelvardi et al., 2021). این گیاه یکی از علف‌های هرز مهم مزارع برنج، توتون، گوجه فرنگی، سویا، ذرت، سیب زمینی شیرین، پنبه و بادام زمینی در جنوب شرق آسیا معرفی شده است (Ravisankar et al., 2017). در ایران، کنجد شیطانی به‌عنوان یک گیاه مهاجم، چالش‌های زیادی را برای کشاورزان سویا کار به خصوص در استان گلستان به وجود آورده است. خسارت این علف‌هرز قابل توجه می‌باشد، به نحوی که کاهش عملکرد دانه سویا به ازاء هر تک بوته کنجد شیطانی حدود ۸/۳۹ درصد برآورد شده است (Emami et al., 2017). پتانسیل تولید بذر در کنجدشیطانی بسیار زیاد است، هر بوته آن قادر به تولید بیش از ۳۸۰۰۰ بذر می‌باشد (Maikhuri et al., 2000). بذرهای این علف هرز بسیار ریز هستند، وزن هزار دانه برابر با ۱/۰۵ گرم است و بذرهای کمون می‌باشند (Muasya et al., 2009; Shilla et al., 2016; Akbari-Gelvardi et al., 2021). در استان گلستان، برداشت سویا با توجه به رقم و شرایط جوی، از مهر ماه تا آبان ماه صورت می‌گیرد. بلافاصله بعد از برداشت این محصول، زمین با گاه آهن برگردان‌دار شخم زده شده و آماده کاشت محصولات پاییزه از جمله گندم، جو، کلزا، نخودفرنگی و ... می‌شود. به این ترتیب بذرهای هرز ریزش یافته کنجد شیطانی وارد نیمرخ خاک می‌شود. این امر نقش بسیار مهمی در پایداری بذر این علف هرز در بانک خاک داشته و تضمین کننده بقای این علف هرز در خاک می‌باشد.

کنجدشیطانی گیاهی گرمادوست است و بذرهای هرز در فصل پاییز وارد بانک بذر خاک می‌شوند. وجود کمون در بذرهای هرز از جوانه‌زنی بذرهای هرز در فصل زمستان جلوگیری می‌کند و تجربه دماهای متناوب در این زمان، بذرهای هرز را آماده جوانه‌زنی در فصل بهار می‌کند (Li et al., 2006). تاکنون مطالعاتی بر برخی جنبه‌های اکولوژیکی علف هرز کنجدشیطانی (Elahifard & Siahmarguee et al., 2023; Emami et al., 2017)

1. Transient seed bank

2. Persistent seed bank

مطالعه‌ای انجام نشده است. از این رو جهت تکمیل تر شدن اطلاعات در خصوص اکولوژی این علف هرز، در این مطالعه به بررسی پایداری و سرنوشت بذر کنجدشیطانی در بانک بذر خاک پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

بذرهای رسیده کنجد شیطانی در اواخر مهرماه ۱۴۰۱ از روی ۲۵ بوته کنجد شیطانی در یک مزرعه سویا در شهرستان مینودشت جمع‌آوری و جهت انجام آزمایش‌های مختلف به آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، منتقل شدند. وزن هزار دانه بذرهای ۱/۰۵ گرم بود. آزمایش عمق دفن در همان مزرعه‌ای که بذرهای کنجدشیطانی از آن جمع‌آوری شده بود، انجام شد. بلافاصله بعد از انتقال بذرهای به آزمایشگاه، قابلیت جوانه‌زنی بذرهای تازه جمع‌آوری شده در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد (Akbari-Gelvardi *et al.*, 2021) مورد ارزیابی قرار گرفت و درصد جوانه‌زنی بذرهای تازه برداشت شده ۷ درصد بود.

بررسی پایداری بذرهای کنجد شیطانی در خاک

جهت بررسی پایداری بانک بذر کنجدشیطانی، ۱۳ گرم بذر این گیاه با ۶۵ گرم خاک در ۲۶ کیسه پارچه‌ای توری به ابعاد ۱۵*۱۸ سانتی‌متر ریخته شد و در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متری در تاریخ ۴ آبان ماه سال ۱۴۰۱ دفن شدند. نمونه‌برداری در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰، ۲۱۰، ۲۴۰، ۲۷۰، ۳۰۰، ۳۳۰، ۳۶۰ روز پس از دفن انجام شد.

آمار هواشناسی روزانه و ماهانه در محدوده انجام آزمایش از زمان دفن بذرهای در آبان ۱۴۰۱ تا آخرین مرحله نمونه‌برداری در آبان ۱۴۰۲ به ترتیب در جدول ۱ آمده است. میانگین دمای حداقل و حداکثر ماهانه از آبان ۱۴۰۱ تا اسفند ۱۴۰۱ به ترتیب در محدوده ۷/۲-۱۰/۸ درجه سانتی‌گراد و ۱۲/۷-۲۱/۲ درجه سانتی‌گراد در نوسان بود. همچنین میانگین دمای ماهانه از فروردین ۱۴۰۲ تا آبان ۱۴۰۲ به ترتیب در محدوده ۲۵/۲-۱۲/۰ درجه سانتی‌گراد و ۲۲/۶-۳۶/۸ درجه سانتی‌گراد و اختلاف دمای حداقل و حداکثر نیز در دامنه ۱۰/۱-۱۲/۲ درجه سانتی‌گراد قرار داشت. به طور کلی میزان بارندگی ماهانه در زمان انجام آزمایش از صفر تا ۳۹/۷ میلی‌متر در نوسان بود. میزان بارندگی در طول دوره آزمایش ۱۵۰ میلی‌متر بود.

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی (ماهانه) در زمان انجام آزمایش

سال	روز پس از دفن	تاریخ نمونه‌برداری	دمای حداقل (درجه سانتیگراد)	دمای حداکثر (درجه سانتیگراد)	اختلاف دمای حداقل و حداکثر (درجه سانتیگراد)	بارندگی (میلی متر)
Year	Day after burial	Sampling date	Minimum Temperature (°C)	Maximum Temperature (°C)	Amplitude of maximum and minimum temperature (°C)	Rain(mm)
1401	15	1401.8.19	12.0	21.2	9.2	88.3
	30	1401.9.19	8.9	16.1	7.2	57.3
	60	1401.10.19	4.7	12.9	8.2	21.0
	90	1401.11.19	4.3	12.7	8.4	53.1
	120	1401.12.19	9.9	20.7	10.8	16.5
1402	150	1402.1.20	12.0	22.6	10.6	59.2
	180	1402.2.18	16.0	27.1	11.1	87.3
	210	1402.3.18	22.2	34.4	12.2	63.6
	240	1402.4.17	23.2	34.1	10.9	7.9
	270	1402.5.16	25.2	36.8	11.6	7.1
	300	1402.6.15	21.7	32.7	11.0	4.1
	330	1402.7.14	16.3	26.4	10.1	85.5
	360	1402.8.14	15.8	26.9	11.1	49.5

*بذرهای در تاریخ ۱۴۰۱/۸/۴ در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر دفن شدند.

*The seeds were buried on 2022-10-26 in two depths of 10 and 20 cm.

در هر مرحله نمونه برداری، بعد از خروج یک کیسه از هر عمق، محتویات داخل هر کیسه روی الک ریز ریخته شده و با فشار ملایم آب شسته شدند. سپس تعداد بذرهای جوانه زده در خاک، بذرهای پوچ، مرده و سالم با دقت شمارش شدند. لازم به توضیح است که این کار در شرایط نور سبز انجام شد. بعد از تفکیک بذرهای به ظاهر سالم، آزمون تترازولیوم (برای تعیین زنده مانی بذر) و آزمون جوانه زنی روی بذرهای استخراج شده انجام شد. آزمون تترازولیوم بر اساس پروتکل موجود انجام شد (Akbari-Gelvardi *et al.*, 2021). در این آزمون ابتدا سه تکرار ۲۵ عددی از بذرهای دفن شده در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی متری و بذرهای انبار شده در آزمایشگاه شمارش شد. بذرهای داخل پتری دیش‌هایی به قطر ۶ سانتی متری قرار گرفت و محیط داخل پتری دیش‌ها با آب مقطر مرطوب شدند. سپس پتری دیش‌ها به انکوباتور با دمای ۲۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت منتقل شدند. بعد از گذشت این زمان پتری دیش‌ها از انکوباتور خارج و بذرهای به صورت عرضی از محل جنین برش داده و به دو نیم تقسیم شدند. سپس بذرهای آماده شده در پتری دیش‌های حاوی محلول تترازولیوم قرار داده و به انکوباتور ۳۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت منتقل شدند. با گذشت زمان مورد نظر، بذرهای از انکوباتور خارج شده و رنگ‌پذیری آن‌ها به وسیله بینی کولار مورد بررسی قرار گرفت. در آزمون تترازولیوم بذرهای زنده به رنگ قرمز در می‌آیند، ولی در بذرهای مرده امکان رنگ‌پذیری وجود ندارد. اگر نواحی تقسیم سلولی جنین که از اهمیت زیادی در طی فرآیند جوانه‌زنی برخوردارند، در جریان آزمون تترازولیوم رنگ نگیرند، یا رنگ‌پذیری آن‌ها غیرطبیعی باشد، پایین بودن پتانسیل جوانه‌زنی بذر تأیید می‌شود (Copland & Mc Doland, 1936). بر اساس آزمون تترازولیوم درصد زنده مانی بذرهای این گیاه در زمان برداشت نزدیک ۷۸ درصد بود.

آزمایش جوانه‌زنی در دماهای مختلف ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ درجه سانتی گراد و در دو شرایط نور و تاریکی و در ادامه استفاده از جیبرلیک اسید (۲۵۰ پی پی ام) و عدم استفاده از آن استفاده شد. در این آزمون از بذرهای سالم نمونه‌هایی در سه تکرار ۲۵ عددی بذر تهیه شد. بذرهای روی یک لایه‌ی کاغذ صافی واتمن در پتری دیش‌هایی به قطر ۶ سانتی متر قرار داده شد و بعد از اضافه شدن ۳ میلی لیتر آب مقطر به آنها، به انکوباتور با دماهای مختلف ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ درجه سانتی گراد منتقل شدند. پتری دیش‌های مربوط به آزمون تاریکی به طور کامل با فویل آلومینیومی پوشانده شدند. شمارش بذرهای جوانه زده و جوانه نرده به مدت دو هفته و روزانه در دو نوبت انجام گرفت. در تیمار تاریکی، شمارش روزانه بذرهای جوانه زده در شرایط نور سبز انجام شد. مبنای جوانه‌زنی، رسیدن طول ریشه‌چه به ۲ میلی متر و یا بیشتر بود و تا زمانی که به مدت سه روز متوالی جوانه‌زنی ثابت شود، شمارش بذرهای انجام شد (Soltani, 2002). در ادامه آزمایشات، بذرهایی که در هر تیمار دمایی جوانه نرده بودند به پتری دیش‌های جدید منتقل و به هر کدام از آنها ۳ میلی لیتر جیبرلیک اسید ۲۵۰ پی پی ام به آن‌ها اضافه شد. سپس پتری دیش‌ها با همان شرایط نور و تاریکی و در دماهای مختلف ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ درجه سانتی گراد انتقال داده شدند. در این مرحله نیز روزانه تعداد بذرهای جوانه زده و جوانه نرده به مدت دو هفته ثبت شد. هدف از این کار، بررسی نهایی از وجود یا عدم وجود کمون بذر (کمون ثانویه) در بذرهای جوانه نرده در انتهای آزمایش جوانه زنی بود.

اثر پس‌رسی بر جوانه‌زنی بذر کنجد شیطانی

به منظور بررسی اثر پس‌رسی بر توانایی و قلبلیت جوانه‌زنی بذر کنجد شیطانی، قسمتی از بذرهای جمع‌آوری شده، در آزمایشگاه ذخیره شد. جهت بررسی توانایی جوانه‌زنی بذرهای ذخیره شده در آزمایشگاه، از آزمون جوانه‌زنی مشابه بذرهای دفن شده در دو شرایط نور و تاریکی که در قسمت قبل توضیح داده شد، استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از برنامه SAS ورژن ۹ رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل ۲۰۱۶ انجام شد.

نتایج:

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مختلف بر جوانه‌زنی بذر کنجد شیطانی در طی دوران پس‌رسی در آزمایشگاه و دفن در اعماق مختلف خاک در جدول ۲ نشان داده شده است. همانگونه که در جدول زیر دیده می‌شود صفت درصد جوانه‌زنی بذرهای کنجد شیطانی تحت تاثیر صفات مختلف به جز اثر ساده عمق دفن و اثر متقابل عمق دفن در مصرف جیبرلیک اسید در سطح پنج یا یک درصد معنی‌دار شده‌اند.

جدول ۲- تجزیه واریانس تیمارهای مختلف بر درصد جوانه زنی بذر کنجد شیطانی

Table 2- Analysis of variance of different treatments on seed germination percentage of Asian spider flower

منابع تغییر Source	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square	Pr>F
Sampling	12	2791.16	**
Depth	2	21.96	ns
Temperature	4	48939.69	**
Light	1	170.58	*
GA	1	112858.22	**
Sampling*Depth	24	211.50	**
Sampling*Temperature	48	684.66	**
Sampling*Light	12	182.20	**
Sampling*GA	12	4349.55	**
Depth*Temperature	8	1208.73	**
Depth*Light	2	128.02	*
Depth*GA	2	21.17	ns
Temperature*Light	4	218.80	**
Temperature*GA	4	18275.41	**
Sampling*Depth*Temperature	96	120.92	**
Sampling*Depth*Light	24	44.65	*
Sampling*Depth*GA	24	274.77	**
Sampling*Temperature*Light	48	117.89	**
Sampling*Temperature*GA	48	1145.04	**
Sampling*Light*GA	12	198.19	**
Depth*Temperature*Light	8	100.76	**
Depth*Temperature*GA	8	965.69	**
Temperature*Light*GA	4	137.92	**
Sampling*Depth*Temperature*Light	96	52.17	**
Sampling*Depth*Temperature*GA	96	141.95	**
Depth*Temperature*Light*GA	10	171.74	**
Sampling*Depth*Temperature*Light*GA	168	86.47	**
Error	1559	27.92	

***, * و ns به ترتیب معنی داری در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی داری می باشد.

***, * and ns are significant at the 1%, 5%, and non-significant levels, respectively.

سرنوشت بذر کنجدشیطانی در آزمایشگاه و خاک

سرنوشت بذرهای انبار شده در آزمایشگاه و دفن شده در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی متری خاک در طی زمان در شکل ۱ نشان داده شده است. روند تغییرات درصد بذرهای زنده و مرده در طی زمان با توجه به عمق دفن متفاوت بود؛ در عمق ۱۰ سانتی متر در نمونه برداری اول و دوم مصادف با ۱۵ و ۳۰ روز بعد از دفن، تقریباً ۷۰ درصد بذرهای زنده و ۳۰ درصد آنها مرده بودند. در نمونه برداری سوم مصادف با ۶۰ روز بعد از دفن، درصد بذرهای زنده اندکی کاهش و به ۶۵ درصد رسید. اما در نمونه برداری چهارم مصادف با ۹۰ روز بعد از دفن درصد بذرهای زنده به میزان قابل توجهی کاهش و به ۵۲ درصد رسید. از این مرحله تا مرحله سیزدهم نمونه برداری مصادف با ۳۶۰ روز بعد از دفن، درصد بذرهای زنده به میزان قابل توجهی کاهش و در نهایت به ۱۲ درصد رسید. در این مطالعه تعداد بذرهایی که در هر مرحله نمونه برداری دچار جوانه زنی کشنده^۱ شده بودند نیز محاسبه گردید. بر این اساس تعداد بذرهایی که دچار این پدیده شده بودند با گذشت زمان افزوده شد به نحوی که در مرحله آخر نمونه برداری ۱۰/۱۳ درصد بذرهای دچار جوانه زنی کشنده و ۷۸ درصد بذرهای مرده بودند.

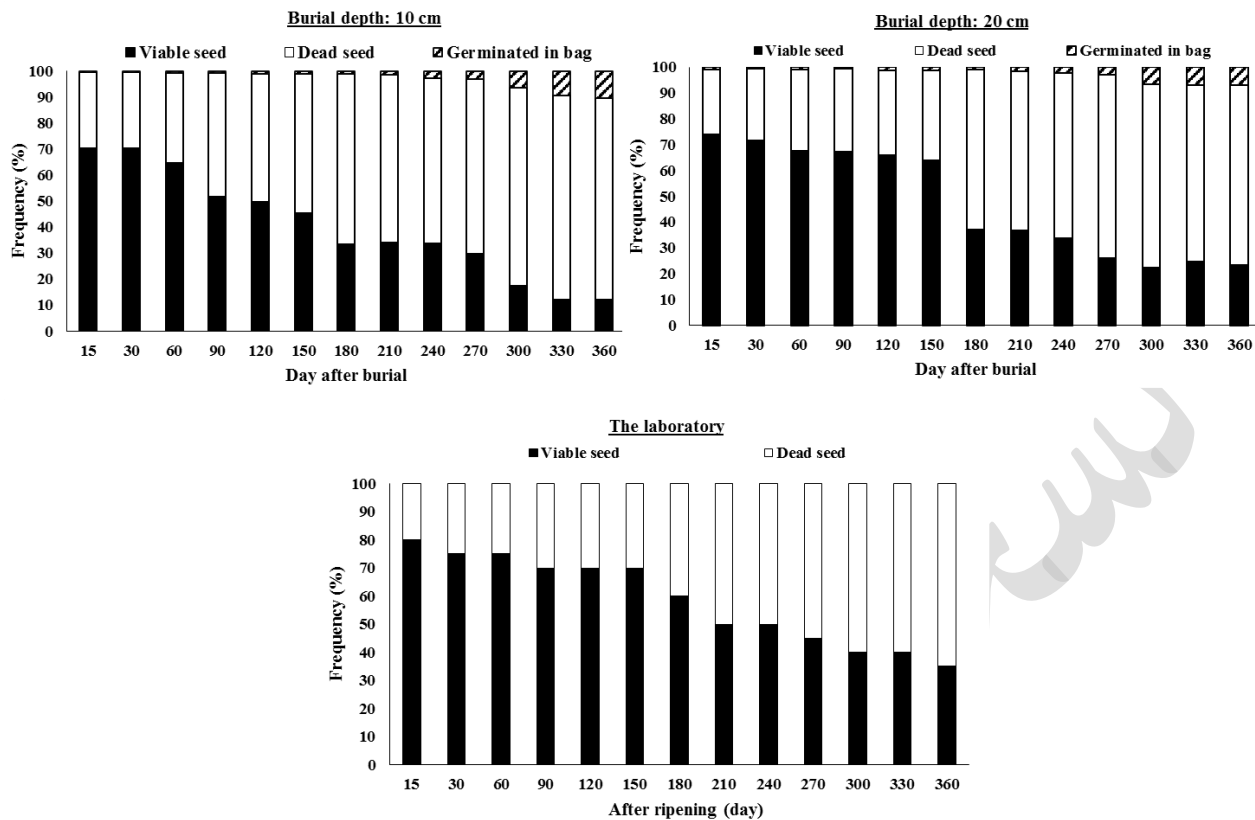
در عمق ۲۰ سانتی متر، در نمونه برداری ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ روز بعد از دفن، به ترتیب ۷۴، ۷۲، ۶۸، ۶۷، ۶۶ و ۶۴ درصد بذرهای زنده بودند. از نمونه برداری هفتم به بعد (۱۸۰ روز بعد از دفن)، درصد بذرهای زنده به میزان قابل توجهی کاهش و به ۳۷ درصد رسید. در این مرحله ۶۲ درصد بذرهای مرده و یک درصد بذرهای دچار جوانه زنی کشنده شده بودند. در فاصله نمونه برداری دهم تا سیزدهم مصادف با ۲۷۰ تا ۳۶۰ روز بعد از دفن، درصد بذرهای زنده بین ۲۲ تا ۲۵ درصد بود؛ در این مراحل ۶ تا ۷ درصد بذرهای دچار جوانه زنی کشنده شده و ۶۸ تا ۷۱ درصد بذرهای مرده

^۱- Fatal germination

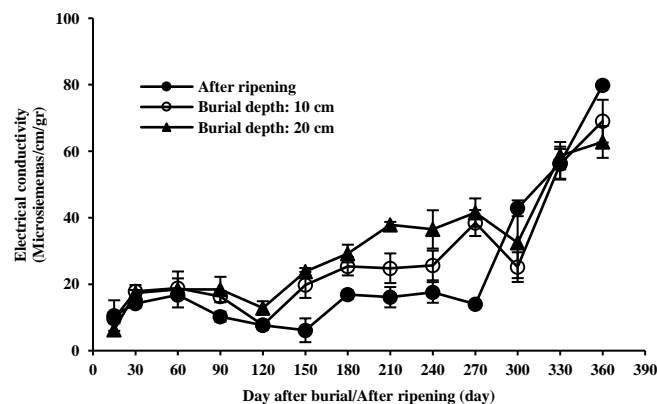
بودند. از این رو می توان بیان کرد که تخلیه بانک بذر کنجد شیطانی در عمق ۱۰ سانتی متر سریع تر از عمق ۲۰ سانتی متری خاک اتفاق افتاده و قرار گرفتن بذرهای این گیاه در عمق ۲۰ سانتی متری، سبب پایداری بیشتر بذر این علف هرز در بانک بذر خاک شده است. تا نمونه برداری سوم مصادف با ۶۰ روز بعد از دفن، درصد بذرهای زنده و مرده در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی متر مشابه و در محدوده ۶۷ تا ۷۳ درصد در نوسان بود؛ اما در نمونه برداری چهارم مصادف با ۹۰ روز بعد از دفن، درصد بذرهای زنده در عمق ۱۰ سانتی متر به میزان قابل توجهی کاهش و به ۵۲ درصد رسید. این در حالی بود که در این مرحله نمونه برداری درصد زنده مانده بذرهای دفن شده در عمق ۲۰ سانتی متر ۶۷ درصد بود (شکل ۱). با توجه به جدول ۱ در این مرحله، بارندگی به میزان ۵۳/۱ میلی متر رخ داده است. این میزان بارندگی احتمالاً تا عمق ۱۰ سانتی متری خاک نفوذ کرده و شرایط را برای زوال یا جوانه زنی بذرها (به استناد شکل ۱)، در بذرهای دفن شده در عمق ۱۰ سانتی متر در مرحله چهارم نمونه برداری مصادف با ۹۰ روز بعد از دفن، درصد اندکی از بذرهای چهار جوانه زنی کشنده شده اند (فراهم نموده است. از نمونه برداری ۹۰ روز بعد از دفن) ۱۵۰ روز بعد از دفن، تغییر خاصی در تعداد بذرهای زنده و مرده در هر دو عمق نمونه برداری مشاهده نشد؛ اما در نمونه برداری ۱۸۰ روز بعد از دفن، تعداد بذرهای زنده در هر دو عمق به میزان قابل توجهی کاهش یافت، در این مرحله، تعداد بذرهای زنده در عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی متر به ترتیب ۳۳ و ۳۷ درصد بود. این نمونه برداری مصادف با اردیبهشت ۱۴۰۲ بود. در این ماه بارندگی به میزان ۸۷/۳ میلی متر رخ داده بود (جدول ۱). این امر می تواند در نفوذ رطوبت تا عمق ۲۰ سانتی متری خاک مؤثر بوده و منجر به زوال یا جوانه زنی کشنده بذرها شده است. از نمونه برداری ۱۸۰ روز بعد از دفن) تا ۳۰۰ روز بعد از دفن، درصد بذرهای زنده و مرده در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی متر مشابه بود، اما در نمونه برداری ۳۳۰ روز بعد از دفن و ۳۶۰ روز بعد از دفن، درصد بذرهای مرده در عمق ۱۰ سانتی متر بیشتر از ۲۰ سانتی متر بود. در مرحله آخر نمونه برداری مصادف با ۳۶۰ روز بعد از دفن، ۲۳ درصد از بذرها در عمق ۲۰ سانتی متر و ۱۲ درصد بذرها در عمق ۱۰ سانتی متر زنده بودند (شکل ۱).

جهت آگاهی بیشتر از رفتار بذر علف هرز کنجد شیطانی، همزمان از بذرهای انبار شده در آزمایشگاه (پس رسی در شرایط آزمایشگاه) نیز نمونه برداری انجام شد که نتایج آن در شکل ۱ نشان داده شده است. به طور کلی رفتار بذرهای کنجد شیطانی انبار شده در آزمایشگاه، شباهت بیشتری با بذرهای دفن شده در عمق ۲۰ سانتی متری خاک داشت. در این گروه از بذرها تا نمونه برداری ۱۵۰ روز پس رسی، ۸۰ تا ۷۰ درصد بذرها زنده بودند؛ اما در نمونه برداری ۱۸۰ روز پس رسی، درصد بذرهای زنده کاهش و به ۶۰ درصد رسید. با گذشت زمان، از درصد بذرهای زنده کاسته و بر تعداد بذرهای مرده افزوده شد؛ به نحوی که در نمونه برداری های ۳۰۰، ۳۳۰ و ۳۶۰ روز پس رسی بذور، به ترتیب ۴۰، ۴۰ و ۳۵ درصد از بذرها زنده بودند (شکل ۱).

تغییرات هدایت الکتریکی بذرهای کنجد شیطانی در طی دوره پس رسی و دفن در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی متر در شکل ۲ نشان داده شده است. همان گونه که ملاحظه می شود با گذشت زمان، هدایت الکتریکی بذرهای انبار شده در آزمایشگاه و همچنین بذرهای دفن شده در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی متر افزایش یافت. با افزایش دوره پس رسی تا روز ۲۷۰ ام، هدایت الکتریکی ثبت شده در بذرهای انبار شده در آزمایشگاه، کمتر از هدایت الکتریکی ثبت شده در بذرهای دفن شده بود، اما از روز ۳۰۰ ام، هدایت الکتریکی این گروه از بذرها به بذرهای دفن شده در خاک نزدیک شد و در مرحله آخر (۳۶۰ روز)، بیش از بذرهای دفن شده در عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی متر بود.



شکل ۱- سرنوشت بذرهای انبار شده در آزمایشگاه و دفن شده در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتیمتری خاک در طی زمان
 Figure 1- The fate of seeds stored in the laboratory and buried in 10 and 20 cm soil depths over time



شکل ۲- هدایت الکتریکی بذرهای ذخیره شده در آزمایشگاه و دفن شده در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتیمتری خاک در طی زمان.
 Figure 2- Electrical conductivity of seeds stored in the laboratory and buried in 10 and 20 cm soil depths over time.

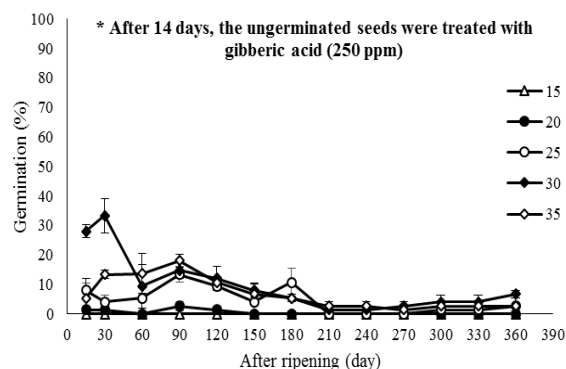
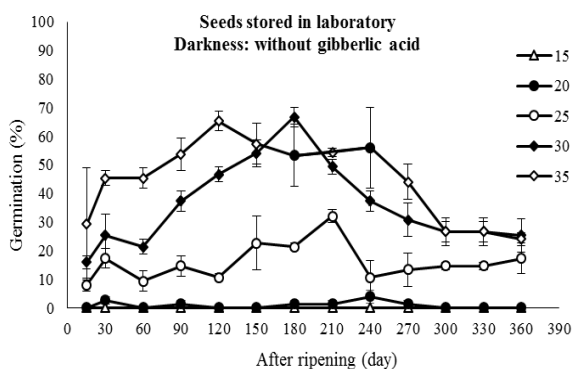
بررسی جوانه‌زنی بذرهای پس رس شده در آزمایشگاه در طی زمان

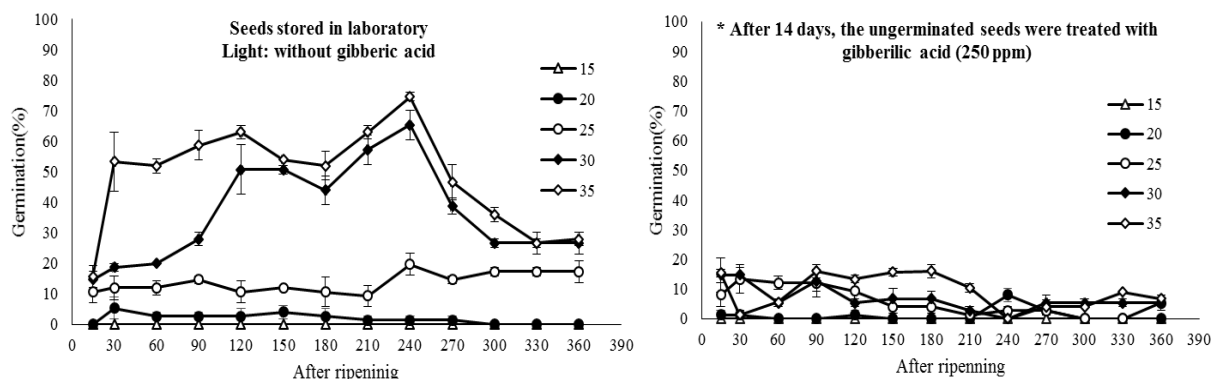
درصد جوانه‌زنی بذرهای کنجد شیطان‌ی در طی دوره پس رسی در شرایط تاریکی و روشنایی در دماهای مختلف در شکل ۳ نشان داده شده است. در شرایط تاریکی در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد در همه مراحل نمونه‌برداری، جوانه‌زنی رخ نداد؛ در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نیز درصد جوانه‌زنی بسیار اندک بود؛ اما حداکثر جوانه‌زنی بذرها در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد، به ترتیب ۳۲، ۶۷ و ۶۵ درصد بود. در بین این

سه دما، درصد جوانه‌زنی در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد بیشتر از دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود. درصد جوانه‌زنی بذره‌های کنجدشیطانی بلافاصله بعد از برداشت تقریباً ۷ درصد بود. بذور با ۱۵ روز پس رسی در شرایط تاریکی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۸، ۱۶ و ۲۹ درصد جوانه‌زنی داشتند. قرارگیری بذره‌های جوانه نژده در معرض جیبرلیک اسید، سبب جوانه‌زنی گردید؛ به نحوی که در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۸، ۲۸ و ۵ درصد بذرها جوانه زدند (شکل ۳).

با افزایش طول دوره پس رسی، درصد جوانه‌زنی بذره‌های این گیاه در شرایط تاریکی افزایش یافت؛ اگرچه حداکثر درصد جوانه‌زنی بذرها در دماهای مختلف در طول دوره پس رسی متفاوت بود. به نحوی که حداکثر درصد جوانه‌زنی در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد در زمان ۱۲۰ روز پس رسی (۶۵ درصد)، در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد در ۱۸۰ روز پس رسی (۶۷ درصد) و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در ۲۱۰ روز پس رسی (۳۲ درصد) مشاهده گردید (شکل ۳).

در شرایط روشنایی جوانه‌زنی بذره‌های کنجد شیطانی در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد در همه مراحل نمونه‌برداری رخ نداد؛ در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نیز درصد جوانه‌زنی بسیار اندک بود. مشابه شرایط تاریکی، جوانه‌زنی بذره‌های کنجدشیطانی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد قابل توجه بود. در بین این سه دما، درصد جوانه‌زنی در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد بیشتر از دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود. در مرحله اول نمونه‌برداری مصادف با ۱۵ روز پس رسی، درصد جوانه‌زنی در شرایط روشنایی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه بین ۱۱ تا ۱۵ درصد در نوسان بود. قرارگیری بذره‌های جوانه نژده در معرض جیبرلیک اسید، سبب جوانه‌زنی گردید، به نحوی که در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۸، ۱۵ و ۱۵ درصد بذرها جوانه زدند. با افزایش طول دوره پس رسی، درصد جوانه‌زنی بذره‌های این گیاه در شرایط روشنایی افزایش یافت. نکته قابل توجه در شکل ۳ این بود که بر خلاف شرایط تاریکی، در شرایط روشنایی جوانه‌زنی بذرها در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد در طول دوره پس‌رسی مشابه بود. به نحوی که حداکثر درصد جوانه‌زنی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد در زمان ۲۴۰ روز پس رسی به ترتیب ۲۰، ۶۵ و ۷۵ درصد بود. پس از آن با افزایش طول پس رسی به ۲۷۰ روز درصد جوانه‌زنی کاهش یافت و در دو مرحله آخر نمونه‌برداری مصادف با ۳۳۰ و ۳۶۰ روز، ثابت و تقریباً ۲۶ درصد بود (شکل ۳).





شکل ۳- درصد جوانه زنی بذرهای انبار شده در آزمایشگاه (پس رسی) در شرایط تاریکی و روشنایی و دماهای مختلف در مراحل متفاوت نمونه برداری. لازم به ذکر است که بعد از ۱۴ روز بذرهای جوانه نزده در معرض جیبرلیک اسید (۲۵۰ پی پی ام) قرار گرفته و درصد جوانه زنی آنها ثبت گردید.

Figure 3- Germination percentage of seeds stored in the laboratory in dark and Light conditions and different temperatures at different stages of sampling. It should be noted that after 14 days, ungerminated seeds were exposed to gibberellic acid (250 ppm) and their germination percentage was recorded.

بررسی جوانه زنی بذرهای سالم استخراج شده از عمق ۱۰ سانتی متری خاک در طی زمان

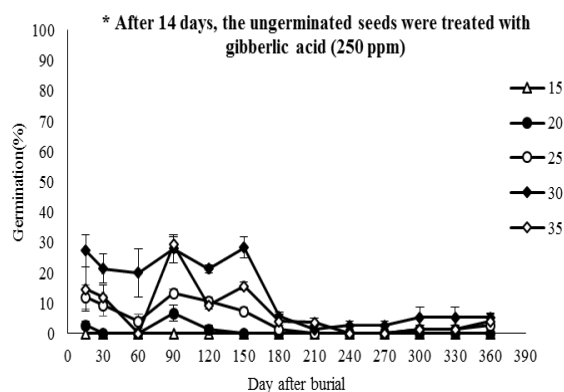
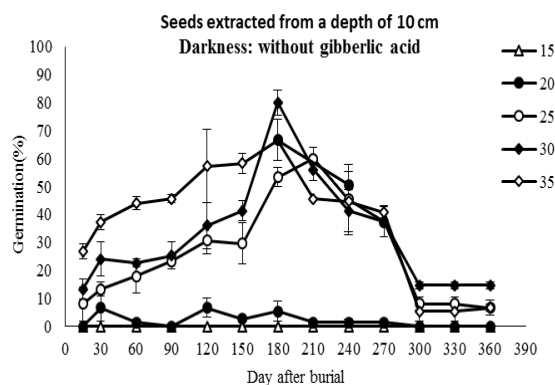
بذرهای استخراج شده از عمق ۱۰ سانتی متری خاک در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد در شرایط تاریکی جوانه نزدند (شکل ۴). در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد نیز درصد جوانه زنی بسیار اندک بود؛ اما حداکثر درصد جوانه زنی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد به ترتیب ۵۳ درصد در ۱۸۰ روز پس از دفن، ۸۰ درصد در ۱۸۰ روز پس از دفن و ۶۷ درصد در ۱۸۰ روز پس از دفن به ثبت رسید. از مرحله اول نمونه برداری تا نمونه برداری ۱۵۰ روز بعد از دفن (نمونه برداری مربوط به اواسط فروردین ماه)، درصد جوانه زنی بذرهای خارج شده از خاک در دمای ۳۵ درجه سانتی گراد بیشتر از دماهای ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی گراد بود و در دامنه ۲۷ تا ۵۸ درصد در نوسان بود. اما در نمونه برداری ۱۸۰ روز بعد از دفن (نمونه برداری مربوط به اواسط اردیبهشت ماه) درصد جوانه زنی در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد به میزان قابل توجهی افزایش و به ۸۰ درصد رسید. از این مرحله نمونه برداری به بعد درصد جوانه زنی بذرهای کنجد شیطانی مستخرج از خاک در دماهای ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی گراد تقریباً مشابه بود. در بین این سه دما، درصد جوانه زنی در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد بیشتر از دمای ۲۵ درجه سانتی گراد بود. از نمونه برداری ۳۰۰ روز بعد از دفن (نمونه برداری مربوط به شهریور، مهر و آبان)، درصد جوانه زنی در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد تقریباً ۱۴ درصد و در دماهای ۲۵ و ۳۵ درجه سانتی گراد تقریباً ۵ درصد بود.

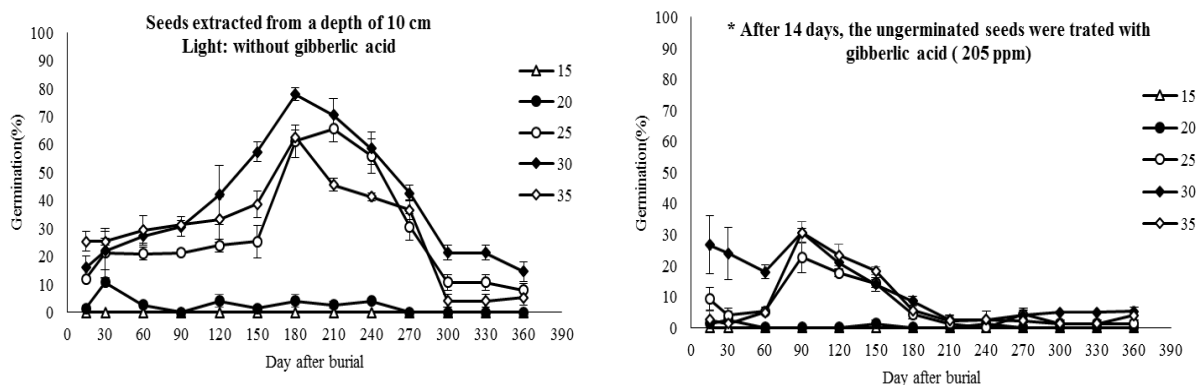
در هر مرحله نمونه برداری، بعد از ۱۴ روز بذرهای جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک ۲۵۰ پی پی ام قرار گرفتند و تعداد بذرهای جوانه زده ثبت شد (شکل ۴). نتایج نشان داد که تا نمونه برداری ۱۸۰ روز پس از دفن، قرار گیری بذرهای جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک، سبب بهبود جوانه زنی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد شد؛ جوانه زنی در دماهای مختلف متفاوت بود. از نمونه برداری ۲۱۰ روز پس از دفن، قرار گیری بذرهای جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک سبب جوانه زنی آنها نشد. از نمونه برداری ۱۵ روز بعد از دفن تا نمونه برداری ۱۸۰ روز پس از دفن، بذرهای ۲۵ درجه سانتی گراد ۱ تا ۱۳ درصد، در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد، ۱۱ تا ۲۸ درصد و در دمای ۳۵ درجه سانتی گراد، ۱ تا ۲۹ درصد در معرض جیبرلیک اسید جوانه زدند. در شرایط تاریکی در نمونه برداری ۱۸۰ روز بعد از دفن (نمونه برداری اواسط اردیبهشت ماه) تا ۲۷۰ روز بعد از دفن (نمونه برداری اواسط مرداد ماه)، پتاسیل کامل جوانه زنی بذرهای کنجد شیطانی بدون نیاز به جیبرلیک اسید اتفاق افتاد. با توجه به اینکه کنجد شیطانی یک گیاه گرمادوست است و در محصولات گرمادستی مانند سویا مشکل آفرین است، زمان حصول حداکثر جوانه زنی این علف هرز با زمان کاشت و فصل رشد محصولاتی مانند سویا کاملاً منطبق است.

تغییرات درصد جوانه زنی بذرهای استخراج شده از عمق ۱۰ سانتی متری خاک در شرایط روشنایی در شکل ۴ نشان داده شده است. الگوی تغییرات درصد جوانه زنی بذرهای مستخرج از عمق ۱۰ سانتی متری در شرایط تاریکی و روشنایی شبیه هم بود، با این تفاوت که در شرایط تاریکی تا

نمونه‌برداری ۱۵۰ روز بعد از دفن، درصد جوانه‌زنی در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد بیشتر از دماهای ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد بود؛ اما در شرایط روشنایی از زمان ۱۵ تا ۱۲۰ روز بعد از دفن، درصد جوانه‌زنی در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد تقریباً مشابه بود و در زمان ۱۵۰ روز بعد از دفن درصد جوانه‌زنی در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به طور معنی‌داری بیشتر از دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد بود. بذره‌های کنجد شیطان‌ی مستخرج از عمق ۱۰ سانتی‌متر در شرایط روشنایی در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد جوانه نزدند. در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نیز درصد جوانه‌زنی این علف هرز بسیار اندک بود. اما حداکثر جوانه‌زنی بذره‌های کنجد شیطان‌ی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۶۶ درصد (در ۲۱۰ روز پس از دفن)، ۷۸ درصد (در ۱۸۰ روز پس از دفن) و ۶۳ درصد (در ۱۸۰ روز پس از دفن) مشاهده شد. درصد جوانه‌زنی بذره‌های این گیاه از مرحله ۱۵ روز بعد از دفن تا ۱۵۰ روز بعد از دفن، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد از ۱۲ به ۲۵ درصد، در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد از ۲۵ به ۳۹ درصد و در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد از ۱۶ به ۵۷ درصد افزایش یافت. بیشترین درصد جوانه‌زنی بذره‌های کنجد شیطان‌ی در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد در ۱۸۰ روز بعد از دفن به ترتیب به میزان ۷۸ و ۶۳ درصد ثبت شد. در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، حداکثر درصد جوانه‌زنی در ۲۱۰ روز بعد از دفن به میزان ۶۶ درصد مشاهده گردید. از این مراحل به بعد درصد جوانه‌زنی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد روند کاهشی به خود گرفت و از مرحله یازدهم تا سیزدهم نمونه‌برداری مصادف با ۳۰۰ تا ۳۶۰ روز بعد از دفن تقریباً ثابت ماند.

در هر مرحله نمونه‌برداری، بعد از ۱۴ روز، بذره‌های جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک ۲۵۰ پی پی ام قرار گرفتند و تعداد بذره‌های جوانه زده شمارش و تغییرات آن در شکل ۴ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود بذور تا نمونه‌برداری ۱۸۰ روز پس از دفن، قرارگیری بذره‌های جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک، سبب بهبود جوانه‌زنی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد شد؛ اما بذور از نمونه‌برداری ۲۱۰ روز پس از دفن، پس از قرارگیری بذره‌های جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک، جوانه‌زنی رخ نداد. از مرحله اول (۱۵ روز بعد از دفن) تا نمونه‌برداری ۱۸۰ روز پس از دفن، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد ۴ تا ۲۲ درصد، در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، ۹ تا ۳۱ درصد و در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد، ۱ تا ۳۱ درصد بذرها در معرض اسید جیبرلیک جوانه زدند.





شکل ۴- درصد جوانه زنی بذرهای مستخرج از عمق ۱۰ سانتی متری خاک در شرایط تاریکی و روشنایی و دماهای مختلف در مراحل متفاوت نمونه برداری. لازم به ذکر است که بعد از ۱۴ روز بذرهای جوانه نزده در معرض جیبرلیک اسید (۲۵۰ پی پی ام) قرار گرفته و درصد جوانه زنی آنها ثبت گردید.

Figure 4- Germination percentage of seeds extracted from 10 cm soil depth in dark and light conditions and different temperatures at different stages of sampling. It should be noted that after 14 days, ungerminated seeds were exposed to gibberellic acid (250 ppm) and their germination percentage was recorded.

بررسی جوانه زنی بذرهای سالم استخراج شده از عمق ۲۰ سانتی متری خاک در طی زمان

تغییرات درصد جوانه زنی بذرهای استخراج شده از عمق ۲۰ سانتی متری خاک در شرایط تاریکی در طی زمان در شکل ۵ نشان داده شده است. بذرهای استخراج شده از عمق ۲۰ سانتی متری خاک در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد در شرایط تاریکی جوانه نزنند. جوانه زنی این بذر در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد نیز بسیار اندک بود؛ اما حداکثر درصد جوانه زنی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد به ترتیب ۷۲ درصد (۲۱۰ روز پس از دفن)، ۷۹ درصد (۱۸۰ روز پس از دفن) و ۵۹ درصد (۲۱۰ روز پس از دفن) بود. تغییرات جوانه زنی بذرهای مستخرج از عمق ۲۰ سانتی متر در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد در طی زمان (به جز ۱۸۰ روز بعد از دفن) تقریباً مشابه هم بود. درصد جوانه زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد کمتر از دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد بود، اما از الگوی تقریباً مشابه آنها تبعیت نمود.

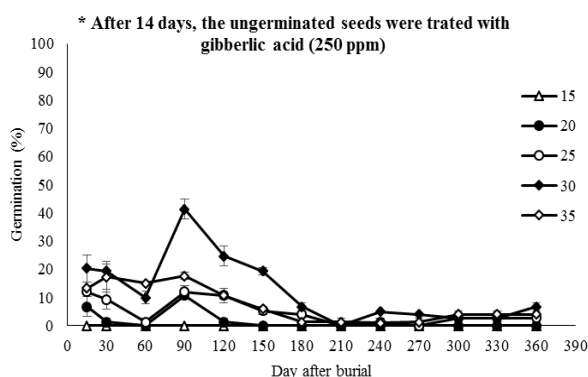
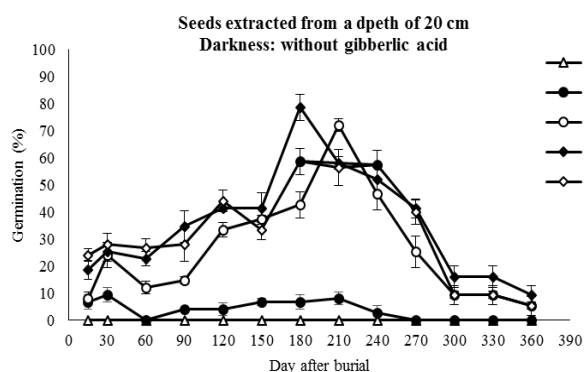
درصد جوانه زنی بذرهای تازه برداشت شده حدود ۷ درصد بود. ۱۵ روز بعد از دفن درصد جوانه زنی بذر با توجه به دما بین صفر تا ۲۴ درصد در نوسان بود. با گذشت زمان درصد جوانه زنی بذرهای مستخرج از عمق ۲۰ سانتی متر در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد افزایش و در نمونه برداری ۲۱۰ روز پس از دفن به حداکثر مقدار خود (۷۲ درصد) رسید. از این مرحله به بعد درصد جوانه زنی به میزان قابل توجهی کاهش یافت؛ به نحوی که در نمونه برداری های ۲۴۰، ۲۷۰ و ۳۰۰ روز بعد از دفن به ترتیب به ۴۷، ۲۵ و ۹ درصد کاهش یافت (شکل ۵). با توجه به شکل مذکور درصد جوانه زنی بذرهای کنجدشیطنی مستخرج از عمق ۲۰ سانتی متر در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد با گذشت زمان تا ۱۸۰ روز بعد از دفن افزایش و سپس کاهش یافت. بیشترین درصد جوانه زنی در دمای مذکور در مرحله ۱۸۰ روز بعد از دفن (نمونه برداری اواسط از دیهشت ماه) به میزان ۷۹ درصد مشاهده شد. درصد جوانه زنی بذرهای مستخرج از این عمق در دمای ۳۵ درجه سانتی گراد نیز با گذشت زمان تا ۱۸۰ روز بعد از دفن، افزایش یافت. درصد جوانه زنی بذر کنجدشیطنی از مرحله ۱۸۰ تا ۲۴۰ روز بعد از دفن تقریباً ثابت و در محدوده ۵۶ تا ۵۹ درصد در نوسان بود. در مرحله ۲۷۰ روز (نمونه برداری مربوط به اواسط مرداد ماه) درصد جوانه زنی کاهش و به ۴۰ درصد و در مرحله ۳۰۰ روز بعد از دفن (نمونه برداری مربوط به اواسط شهریورماه) به زیر ده درصد کاهش یافت.

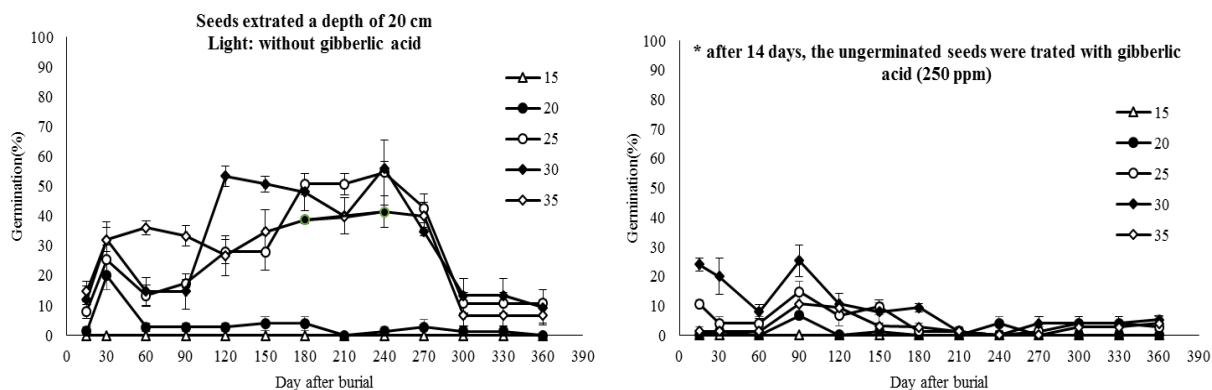
در هر مرحله نمونه برداری، بعد از ۱۴ روز بذرهای جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک ۲۵۰ پی پی ام قرار گرفتند و تعداد بذرهای جوانه زده ثبت و نتایج آن در شکل ۵ نشان داده شد. همان گونه که مشاهده می شود تا مرحله ششم نمونه برداری، مصادف با ۱۵۰ روز پس از دفن، قرارگیری بذرهای جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک، سبب بهبود جوانه زنی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد شد؛ اگرچه دامنه جوانه زنی در دماهای مختلف متفاوت بود. اما از مرحله هفتم مصادف با ۱۸۰ روز پس از دفن، قرارگیری بذرهای جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک سبب

اتفاق قابل توجهی نشد. از نمونه برداری ۱۵ روز بعد از دفن تا نمونه برداری ۱۵۰ روز پس از دفن، در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد ۱ تا ۱۲ درصد، در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد، ۱۰ تا ۴۱ درصد و در دمای ۳۵ درجه سانتی گراد، ۶ تا ۱۸ درصد بذرها در معرض جیبرلیک اسید جوانه زدند. تغییرات درصد جوانه زنی بذرها استخراج شده از عمق ۲۰ سانتی متری خاک در شرایط روشنائی در طی زمان در شکل ۵ نشان داده شده است. بذرها استخراج شده از عمق ۲۰ سانتی متری خاک در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد در شرایط روشنائی نیز جوانه نزدند. درصد جوانه زنی در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد در دامنه صفر تا ۲۰ درصد در نوسان بود. بذرهاي کنجدشیطانی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد در شرایط روشنائی جوانه زدند. تغییرات جوانه زنی بذرهاي مستخرج از عمق ۲۰ سانتی متر در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد در شرایط روشنائی متفاوت از شرایط تاریکی بود. نتایج به در شرایط روشنائی جوانه زنی کمتر از شرایط تاریکی بود. همچنین در شرایط روشنائی بر خلاف شرایط تاریکی که حداکثر درصد جوانه زنی آنها در نمونه برداری ۱۸۰ روز پس از دفن رخ داده بود، در شرایط روشنائی با توجه به دما، حداکثر درصد جوانه زنی در نمونه برداری های ۱۲۰ روز تا ۲۴۰ روز پس از دفن مشاهده شد.

بذرها در دمای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد از مرحله ۳۰ روز بعد از دفن تا ۹۰ روز بعد از دفن به ترتیب ۸-۲۵، ۱۲-۳۲ و ۱۵-۳۶ درصد جوانه زدند. درصد جوانه زنی از مرحله ۱۲۰ روز بعد از دفن تا ۲۷۰ روز بعد از دفن در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد افزایش یافت و به ترتیب ۲۸-۵۵، ۳۴-۵۶ و ۲۷-۴۱ درصد از بذرها جوانه زدند. اما از مرحله ۳۰۰ تا ۳۶۰ روز بعد از دفن، درصد جوانه زنی در هر سه دما کاهش محسوسی یافت و به طور متوسط در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد به ترتیب به ۱۱، ۱۲ و ۷ درصد رسید.

در هر مرحله نمونه برداری، بعد از ۱۴ روز بذرهاي جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک ۲۵۰ پی پی ام قرار گرفتند و تعداد بذرهاي جوانه زده ثبت و نتایج آن در شکل ۵ نشان داده شد. تا نمونه برداری ۱۸۰ روز پس از دفن، قرار گیری بذرهاي جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک، سبب بهبود جوانه زنی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد شد؛ اگرچه دامنه جوانه زنی در دماهای مختلف متفاوت بود. اما از مرحله ۲۱۰ روز پس از دفن، قرار گیری بذرهاي جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک سبب اتفاق قابل توجهی نشد. بذرهاي نمونه برداری شده ۱۵ روز بعد از دفن تا بذرهاي نمونه برداری شده در زمان ۱۸۰ روز پس از دفن در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد ۱ تا ۱۵ درصد، در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد، ۸ تا ۲۵ درصد و در دمای ۳۵ درجه سانتی گراد، ۱ تا ۱۱ درصد بذرها در معرض جیبرلیک اسید جوانه زدند. با توجه به نتایج مشخص می شود که اسید جیبرلیک در تیمار روشنائی اثر کمتری در بهبود جوانه زنی در مقایسه با تیمار تاریکی داشت.





شکل ۵- درصد جوانه زنی بذرهای مستخرج از عمق ۲۰ سانتی متری خاک در شرایط تاریکی و روشنایی و دماهای مختلف در مراحل متفاوت نمونه برداری. لازم به ذکر است که بعد از ۱۴ روز بذرهای جوانه نژده در معرض جیبرلیک اسید (۲۵۰ پی پی ام) قرار گرفته و درصد جوانه زنی آنها ثبت گردید.

Figure 5- Germination percentage of seeds extracted from 20 cm soil depth in dark and light conditions and different temperatures at different stages of sampling. It should be noted that after 14 days, ungerminated seeds were exposed to gibberellic acid (250 ppm) and their germination percentage was recorded.

بحث:

جوانه زنی بذرهای تازه برداشت شده کنگد شیطنی بسیار کم و حدود ۷ درصد بود. نتایج انجام آزمون جوانه زنی در طی زمان در شرایط آزمایشگاه (آزمون پس رسی) حاکی از افزایش درصد جوانه زنی در طی زمان بود. این امر نشان می دهد که بذرهای کنگد شیطنی دارای کمون بوده و با گذشت زمان کمون آنها رفع شد. برای تعیین نوع کمون باید به مواردی از قبیل فاصله زمانی جمع آوری بذر تا انجام آزمایش، جذب آب توسط بذر، واکنش به جیبرلیک اسید و جوانه زنی در دماهای مختلف توجه کرد (Tolo Hafezian *et al.*, 2018). با توجه به اینکه درصد جوانه زنی بذرهای کنگد شیطنی در طی دوران پس رسی افزایش یافت و استفاده از جیبرلیک اسید نیز باعث بهبود جوانه زنی در طی دوران پس رسی گردید، از این رو کمون بذرهای این گیاه از نوع فیزیولوژیک می باشد. اکبری گلوردی و همکاران (Akbari Gelevardi *et al.*, 2021) با مطالعه واکنش جوانه زنی بذرهای کنگد شیطنی در طی دوران پس رسی دریافتند که با گذشت زمان تا ۲۰۹ روز پس از برداشت، درصد جوانه زنی این گیاه به ۷۷ درصد رسید و از این مرحله به بعد تغییر معنی داری در افزایش درصد جوانه زنی این گیاه مشاهده نگردید؛ نامبرندگان نوع کمون این گیاه را کمون فیزیولوژیک معرفی نمودند. وجود کمون فیزیولوژیک از جوانه زنی بذر بلافاصله بعد از ریزش جلوگیری می کند. این امر در گیاهان گرمادوستی مانند کنگد شیطنی بسیار مهم بوده و از جوانه زنی آنها در طی فصل سرما ممانعت می نماید. مطالعات دیگر نیز نشان داده است که بذرهای گونه های مختلف جنس *Cleome*، کمون فیزیولوژیک غیر عمیق دارند (Shilla *et al.*, 2016) و تیمارهای مختلفی مانند پس رسی بذر به مدت ۶ تا ۱۲ ماه در دمای ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی گراد (Kamotho, 2004)، پس رسی در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد یا در دمای اتاق به مدت ۳ ماه (Ekpong, 2009)، استفاده از اسید جیبرلیک ۵۰۰ پی پی ام (Muasya *et al.*, 2009)، قرار دادن بذر در دماهای متناوب یا ثابت (Ochuodho & Modi, 2005) و پیش گرمایش در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱ تا ۵ روز (Ekpong, 2009)، در بهبود جوانه زنی گیاهان این جنس مؤثر است.

بررسی تغییرات درصد بذرهای زنده و مرده در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی متر نشان داد که در هر دو عمق دفن، درصد بذرهای زنده در طی زمان کاهش و به تعداد بذرهای مرده افزوده شد. به طوری که در آخرین نمونه برداری، مصادف با ۳۶۰ روز بعد از دفن، تعداد بذرهای زنده در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی متر به ترتیب ۱۲ و ۲۳ درصد بود (رفتار بذرهای کنگد شیطنی انبار شده در آزمایشگاه، شباهت بیشتری با بذرهای دفن شده در عمق ۲۰ سانتی متری خاک داشت). یکی از رخدادهای طبیعی که در بذرهای انبار شده رخ می دهد، زوال بذر می باشد. با توجه به اینکه بانک بذر خاک نیز به نوعی انبار بذر تلقی می شود، قطعاً این فرآیند نیز در بذرهای ذخیره شده در بانک بذر خاک اتفاق می افتد. عوامل متعددی در میزان حساسیت بذر به زوال بذر دخالت دارند که مهمترین آنها درجه حرارت، رطوبت نسبی، محتوی رطوبت بذر و خسارت ناشی از ریزجانوران و حشرات هستند (Oskouei & Saman Sheidaei, 2017). یکی از علائم زوال بذر، افزایش هدایت الکتریکی بذر در نتیجه تخریب غشا و

افزایش مواد نشتی از بذر است (Lachman *et al.*, 2003). نتایج این تحقیق نیز نشان داد که با گذشت زمان میزان هدایت الکتریکی بذر در شرایط انبارداری بذر در آزمایشگاه و همچنین دوره دفن بذر در خاک، افزایش قابل توجهی یافت.

با توجه به روند افزایش درصد تعداد بذرهای مرده در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر می‌توان گفت که در عمق ۱۰ سانتی‌متر تخلیه بانک بذر این علف هرز سریع‌تر اتفاق افتاده است. عموماً میزان مرگ‌ومیر بذر با افزایش مدت‌زمان دفن، افزایش می‌یابد (Vargas *et al.*, 2018). در این راستا چائوهان و همکاران (Chauhan *et al.*, 2006) با مطالعه اثر دو نظام خاکورزی بدون شخم و خاکورزی حداقل بر توزیع عمودی بذر چچم (*Lolium rigidum*) در نیمرخ خاک دریافتند که قرار گیری بذرهای این علف هرز در لایه‌های پایین‌تر خاک، باعث کاهش درصد پوسیدگی و در نتیجه کاهش مرگ و میر بذرهای این علف هرز می‌شود. به طور کلی عمده بذر علف‌های هرز اگر چه در لایه‌های سطحی خاک متمرکز می‌شوند؛ ولی تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک قابل مشاهده هستند (Harrison *et al.*, 2007). توزیع عمودی بذر علف‌های هرز در نیمرخ خاک بر سرنوشت بذر علف‌های هرز بسیار مؤثر بوده (Soltani *et al.*, 2016) و بذرهای دفن شده در لایه‌های عمیق‌تر خاک مدت زمان بیشتری را در وضعیت کمون باقی می‌مانند (Guja *et al.*, 2010; Cechin *et al.*, 2021; Liu *et al.*, 2018). به نظر می‌رسد دلیل این امر بالا بودن غلظت دی‌اکسید کربن در اثر فعالیت بیولوژیکی خاک و انتشار آهسته‌تر (Wei *et al.*, 2009; Benvenuti, 2003)، کمبود رطوبت، نوسانات دمایی کمتر (Roberts & Totterdell, 1981; Onwuka & Mang., 2018; Mahmood *et al.*, 2016) و عدم وجود نور (Chauhan & Johnson., 2010) باشد.

به طور کلی جوانه زدن در شرایط حضور نور، نوعی مکانیسم جهت تشخیص عمق دفن توسط بذر است. سه عامل اصلی در جوانه‌زنی، تعیین‌کننده پتانسیل پایداری بذر یک علف هرز در خاک و همچنین تعیین زمان جوانه زنی می‌باشد. عامل اول، تأخیر در جوانه‌زنی از طریق مکانیسم‌های مرتبط با کمون بذر است (Baskin & Baskin, 2014). عامل دوم، نیازنوری برای جوانه زنی است، نور می‌تواند تنها به لایه بالایی خاک نفوذ کند (Saatkamp *et al.*, 2011; Maskova & Poschlo, 2022)، بنابراین بذر می‌تواند تا زمانی که نور به آنها نرسد، جوانه نزنند (Milberg *et al.*, 2000; Baskin & Baskin, 2014). عامل سوم، دمای متناوب مورد نیاز برای جوانه‌زنی است (به خصوص در بذرهایی که اندازه کوچک دارند) که ممکن است به عنوان راهکاری جهت تشخیص عمق دفن باشد (Thompson & Grime, 1983). نتایج این تحقیق نشان داد که نور عامل مورد نیاز در جوانه‌زنی بذر این علف هرز نیست. بنابراین امکان جوانه‌زنی بذر این علف هرز از لایه‌های پایین خاک و در نتیجه تخلیه بانک بذر این علف هرز وجود دارد. اما با توجه به نتایج ارائه شده مشخص گردید که به ترتیب ۱۲ و ۲۳ درصد بذرهای این علف هرز در لایه ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متری خاک بعد از گذشت یک‌سال از دفن در داخل خاک پایدار باقی می‌مانند. با توجه به اینکه عمده جوانه‌زنی بذر این گیاه در شرایط دمای متناوب ۲۰/۳۰ درجه سانتی‌گراد رخ می‌دهد (Akbari-gelvardi *et al.*, 2021; Saifullah *et al.*, 2023)، همچنین این گیاه در مرحله جوانه‌زنی به کمبود آب بسیار حساس است (Akbari-gelvardi *et al.*, 2021). از این رو به نظر می‌رسد پایداری بانک بذر این علف هرز در لایه‌های پایینی خاک به این عوامل مرتبط باشد. در مطالعه مرادی صحرا (Moradi Sahra, 2022) مشاهده شد که بذرهای دفن شده ماریتیغال (*Silybum marianum*) در دو عمق ۵ و ۱۰ سانتی‌متر با افزایش طول دوره دفن شروع به جوانه‌زنی در خاک نمودند. شروع جوانه‌زنی بذرهای دفن شده در عمق ۵ سانتی‌متر دو ماه زودتر از عمق ۱۰ سانتی‌متر بوده و در مدت زمان کوتاه‌تری نیز به حداکثر مقدار خود رسید. به علاوه، درصد جوانه‌زنی بذر در عمق ۵ سانتی‌متری به طور قابل توجهی بیشتر از عمق ۱۰ سانتی‌متر بود. این نشان می‌دهد که کمون بذرهای دفن شده در عمق ۵ سانتی‌متری، سریع‌تر از بذرهای دفن شده در عمق ۱۰ سانتی‌متری رفع شده است. محمدی و همکاران (Mohamadi *et al.*, 2023) اظهار داشتند که بانک بذر چاودار وحشی در شرایط وجود رطوبت در لایه‌های مختلف خاک پایدار نمی‌باشد؛ اما اگر بذرهای چاودار وحشی در موقعیتی قرار گیرند که امکان جذب آب برای آنها فراهم نباشد، قادرند برای مدت طولانی‌تری در بانک بذر خاک حضور داشته باشند. با این وجود، قابلیت حیات بذرهای دفن شده با گذشت زمان کاهش قابل توجهی می‌یابد که این می‌تواند اندازه بانک بذر را حتی در شرایط خشکی کاهش دهد.

نتایج این تحقیق نشان داد که با گذشت تعداد روز پس از پس رسی و روز پس از دفن، درصد جوانه‌زنی به مرور افزایش و سپس کاهش یافت. همچنین با گذشت زمان، بذر در دامنه وسیع‌تری از دماها جوانه زدند؛ اگر چه با توجه به تیمار اعمال شده، در مراحل آخر نمونه‌برداری علاوه بر کاهش درصد جوانه‌زنی، جوانه‌زنی در دماهای محدودتری اتفاق افتاد. به نظر می‌رسد با رفع کمون بذر، امکان جوانه‌زنی آنها در محدوده وسیع‌تری از دماها رخ داده است و در مراحل آخر نمونه‌برداری به دلیل قرار گیری در شرایط فصلی متفاوت (پاییز) به بذرهای کمون القا شده و جوانه‌زنی آنها در محدوده دمایی کمتری رخ داده است. شواهد حاکی از آن است که رابطه بین تغییر سطح کمون و محدوده دمایی برای جوانه‌زنی در پاسخ به شرایط آب و هوایی منطقه متفاوت می‌باشد. با خارج شدن بذر از کمون، سه الگوی تغییر در دمای مورد نیاز برای جوانه‌زنی قابل مشاهده

است. الف) بذر برخی از گونه‌ها ابتدا در دماهای پایین جوانه می‌زنند اما با کاهش بیشتر کمون، حداکثر دمای جوانه‌زنی افزایش می‌یابد. ب) بذر سایر گونه‌ها ابتدا توانایی جوانه‌زنی را در دمای بالا به دست می‌آورند، اما با کاهش بیشتر کمون، حداقل دمای جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. ج) برخی دیگر از گونه‌ها ابتدا در دماهای متوسط شروع به جوانه‌زنی کرده اما با از دست دادن کمون اضافی در دماهای بالاتر و پایین‌تر جوانه می‌زنند (Schutz, 2002).

به طور کلی دما یک عامل اولیه تنظیم‌کننده تغییرات فصلی در کمون بذر بوده (Footitt *et al.*, 2013) و در تعیین شروع زمان جوانه‌زنی و زمان سبز شدن گیاه اثرگذار است (Malezieux, 2012). روشی که دما بر میزان کمون بذر اثر می‌گذارد، به چرخه زندگی گونه‌های مختلف گیاهی، بستگی دارد. در مورد گونه‌های یکساله تابستانه، سطح کمون بذرهای تحت تأثیر دماهای پایین زمستان کاهش می‌یابد، در حالی که در دماهای بالای تابستان، سطح کمون افزایش یافته که منجر به ورود آنها به کمون ثانویه خواهند شد. در مقابل تجربه دماهای بالا در فصل تابستان، تعیین‌کننده رهاسازی کمون در گونه‌های یکساله زمستانه می‌باشد؛ در حالی که ممکن است دماهای پایین زمستان موجب القای کمون ثانویه در بذرهای شود (Li *et al.*, 2006). تغییرات ایجاد شده نقش مهمی در تداوم و پایداری و نیز پویایی بانک بذر موجود در خاک خواهد داشت.

بذرهای پس‌رس شده کنگد شیطنی در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد جوانه نزدند؛ در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نیز جوانه‌زنی بسیار کمی داشتند. با افزایش دما به ۲۵ درجه سانتی‌گراد، جوانه‌زنی در شرایط نور و تاریکی افزایش یافت و در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد به حداکثر مقدار خود رسید. نتایج این تحقیق مشابه نتایج تحقیق اکبری گوردی و همکاران (Akbari-gelvardi *et al.*, 2021) می‌باشد حداکثر جوانه‌زنی این گیاه در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد داد. از این‌رو با افزایش دمای کره زمین و ایران، به نظر می‌رسد این گیاه در آینده به چالشی بزرگ در اراضی کشاورزی مخصوصاً سویا کاری، مطرح شود.

شواهد نشان می‌دهد که عوامل مختلفی در واکنش بذرها به نور تأثیرگذارند؛ به عنوان مثال بذرهای بدون کمون نسبت به نور واکنش نشان نداده و جوانه‌زنی آنها در شرایط نور و تاریکی مشابه است (Baskin & Baskin, 1988). همچنین حساسیت به نور در طی دوره ذخیره سازی بذر در انبار کاهش می‌یابد (Viana & Felipe, 1986). اما در این مطالعه پاسخ جوانه‌زنی بذر کنگد شیطنی در مراحل مختلف نمونه‌برداری طی دوره پس‌رسی یا دفن، به نور و تاریکی تقریباً مشابه بود. گونه‌های مختلف علف‌هرز از لحاظ واکنش به نور بسیار متفاوت بوده در برخی از گونه‌ها بذور تحت تأثیر نور قرار گرفته و جوانه می‌زنند و در برخی دیگر باعث تحریک جوانه‌زنی نمی‌شود. نتایج تحقیق اکبری گوردی (Akbari Gelevardi, 2016) نشان داد که حداکثر جوانه‌زنی بذر کنگد شیطنی که شش ماه در شرایط آزمایشگاه پس‌رس شده بود (در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد)، در شرایط تاریکی مداوم ۶۴ درصد و در شرایط روشنایی مداوم ۴۵ درصد بود. نامبردگان بیشترین درصد جوانه‌زنی بذور این علف‌هرز را در رژیم نوری ۱۲ ساعته نور و تاریکی به میزان ۷۱ درصد مشاهده نمودند. نتایج تحقیق سیفی الهی و همکاران (Saifullah *et al.*, 2023) نیز حاکی از آن بود که بذرهای تازه و پس‌رس شده کلم آفریقایی (*Cleome gynandra*) نیز در شرایط تاریکی کامل و رژیم نوری ۱۲ ساعت نور و تاریکی بهتر از شرایط روشنایی کامل جوانه می‌زنند. جوانه‌زنی مطلوب بذرهای کنگد شیطنی در شرایط تاریکی نشان‌دهنده این است که بذر این علف‌هرز فتوبلاست نمی‌باشد؛ این ویژگی از عوامل گسترش سریع و مزیتی برای این علف‌هرز محسوب می‌شود. زیرا تراکم بالای تاج پوشش در گیاهان مجاور، بقایای گیاهی یا دفن در لایه‌های پایین‌تر خاک نمی‌تواند مانع جوانه‌زنی بذور کنگد شیطنی شود.

یکی از اهداف اصلی در تحقیقات مرتبط به بانک بذر گونه‌های گیاهی تعیین نوع بانک بذر آنها در خاک می‌باشد. به طور کلی بانک‌های بذر به دو نوع، بانک بذر موقت که در آن هیچ‌کدام از بذرهای تولید شده در یکسال، زنده نمی‌مانند و بانک بذر پایدار که در آن بذرهای یک تا چندین سال در خاک باقی می‌مانند. بانک دائم بذر خاک می‌تواند بر اساس زمان به دو دسته کوتاه‌مدت و بلندمدت دسته‌بندی شود. بذرهای موجود در بانک بذر کوتاه‌مدت حداقل یک سال و حداکثر پنج سال و در بانک بذر طولانی‌مدت بیش‌تر از پنج سال در خاک زنده می‌مانند (Thompson *et al.*, 1979). بر اساس این دسته‌بندی بانک بذر کنگد شیطنی از نوع دائم می‌باشد. با توجه به اینکه آزمایش حاضر برای یکسال طراحی شده بود، تشخیص اینکه بانک بذر کنگد شیطنی از نوع دائم موقت است یا بلندمدت، امکان پذیر نبود و لازم است در تحقیقات آینده به این موضوع پرداخته شود.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به اینکه درصد جوانه‌زنی بذرهای کنگد شیطنی در طی دوران پس‌رسی افزایش یافت و استفاده از جیبرلیک اسید نیز باعث بهبود جوانه‌زنی در طی دوران پس‌رسی گردید، کمون بذرهای این گیاه از نوع فیزیولوژیک می‌باشد. این نوع کمون از جوانه‌زنی ا بذر در فصل زمستان جلوگیری

می‌کند. وقوع دماهای پایین در زمستان باعث رفع کمون بذره‌های دفن شده این گیاه شده و آنها را برای جوانه‌زنی در فصل بهار مهیا می‌کند. با توجه به نتایج، حداکثر جوانه‌زنی این گیاه در نمونه‌برداری مصادف با اردیبهشت ماه (۱۸۰ روز بعد از دفن یا پس رسی) رخ داد. این امر نشان می‌دهد که زمان رفع کمون بذر کنجدشیطنی مصادف با کاشت محصولات گرمادوست می‌باشد. بالعکس وقوع دماهای بالا در فصل تابستان سبب کاهش القای کمون ثانویه در بذره‌های باقی‌مانده شد. با توجه به روند افزایش درصد تعداد بذره‌های مرده در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر می‌توان گفت که در عمق ۱۰ سانتی‌متر تخلیه بانک بذر این علف هرز سریع‌تر اتفاق افتاد. به طور کلی در آخرین نمونه‌برداری، مصادف با ۳۶۰ روز بعد از دفن تعداد بذره‌های زنده در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر به ترتیب ۱۲ و ۲۳ درصد بود. بانک بذر کنجدشیطنی از نوع دائم می‌باشد. بنابراین ریزش مکرر بذر این علف هرز در خاک می‌تواند این گیاه را به عنوان یک چالش دائمی و جدی برای کشاورزان در آینده تبدیل نماید.

منابع:

1. Akbari Gelevardi, A. (2016). The effect of some environmental factors on seed germination and emergence of *Cleome viscosa* L. Master's thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan. (In Persian with English Abstract).
2. Akbari Gelevardi, A., Siahmarguee, A., Ghaderi-Far, F., & Gherekhloo, J. (2021). The effect of environmental and management factors on seed germination and seedling emergence of Asian spiderflower (*Cleome viscosa* L.). *Weed Research*, 61(5), 350-359. <https://doi.org/10.1111/wre.12493>.
3. Baskin, C.C. & Baskin, J.M. (2014). Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination, 2nd end. San Diego, CA: Academic Press. <https://doi.org/10.1111/nph.12782>.
4. Baskin, C.C., & J.M. Baskin. (1988). Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperatregion. *American Journal of Botany*, 75(2), 286-305. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1988.tb13441.x>.
5. Benvenuti, S. (2003). Soil texture involvement involvement in germination and emergence of buried weed seeds. *Agronomy Journal*, 95, 191-198. <https://doi.org/10.2134/agronj2003.1910>.
6. Cechin, J. Schmitz, M.F., Hencks, J.R., Vargas, A.A.M., Agostinetto, D., & Vargas, L. (2021). Burial depths favor Italian ryegrass persistence in the soil seed bank. *Scientia Agricola*, 78(3), e20190078. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-992X-2019-0078>.
7. Chauhan, B.S., & Johnson, D.E. (2010). The role of seed ecology in improving weed management strategies in the tropics. *Advances in Agronomy*, 105, 221-262. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(10\)05006-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(10)05006-6).
8. Chauhan, B.S., Gill, G., & Preston, C. (2006). Influence of tillage systems on vertical distribution, seedling recruitment and persistence of rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) seed bank. *Weed Science*, 54(4):669-676.
9. Copeland, L.O., & Mc Donald, M.B. (2013). Seed Science and Technology (Akram Qadri, F. Kamkar, B. and Soltani, A. Martezrin). Mashhad University Jihad Publications (the publication date of the work in the original language is 1936).
10. Davis, A.S., Renner, K.A., & Gross, K.L. (2005). Weed seedbank and community shifts in a long-term cropping systems experiment. *Weed Science*, 53, 296–306. <https://doi.org/10.1614/WS-04-182>.

11. Ekpong, B. (2009). Effects of seed maturity, seed storage and pre-germination treatments on seed germination of cleome (*Cleome gynandra* L.). *Scientia Horticulturae*, 119(3), 236-240. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.08.003>.
12. Elahifard, A., & Derakhshan, A. (2015). Quantification of the effect of drought and salinity stresses on the germination of devil sesame (*Cleome viscosa* L.) and spleen (*Corchorus olitorius* L.) seeds, *Iran Seed Science and Research*, 3(3), 105-115. (In Persian with English Abstract).
13. Elahifard, E., & Derakhshan, A. (2018). Asian spiderflower (*Cleome viscosa*) germination ecology in southern Iran. *Weed Biology and Management*, 18(3), 110-117. <https://doi.org/10.1111/wbm.12154>. (In Persian with English Abstract).
14. Emami, D., Siahmargoui, A., Kamkar, B., & Basiri. (2017). Investigating the competitiveness of soybean in the conditions of interference with different densities of devil's sesame (*Cleome viscosa* L.), an invasive weed in Golestan province, *Plant Protection Journal*, 32(4), 592-579. (In Persian with English Abstract).
15. Fenner, M. (2000). *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*. Wallingford, United Kingdom, CABI Publishing. 410p. <https://doi.org/10.1079/9780851994321.0000>.
16. Finkelstein, R. Reeves, W. Ariizum, T., & Steber, C. (2008). Molecular Aspects of Seed Dormancy. *Rev. Plant Biology*, 59, 387-415. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092740>.
17. Footitt, S., Huang, Z., Clay, H.A., Mead, A., & Finch-Savage, W.E. (2013). Temperature, light and nitrate sensing coordinate a rhabdopsin seed dormancy cycling, resulting in winter and summer annual phenotypes. *The Plant Journal*, 74(6), 1003-1015. <https://doi.org/10.1111/tbj.12186>.
18. Guja, L.K., Merritt, D.J., & Dixon, K.W. (2010). Buoyancy, salt tolerance and germination of coastal seeds: implications for oceanic hydrochorous dispersal. *Functional plant Biology*, 37, 1175-1186. <https://doi.org/10.1071/FP10166>.
19. Harrison, S.K., Regnier, E.E., Schmoll, J.T., & Harrison, J.M. (2007). Seed Size and Burial Effects on Giant Ragweed (*Ambrosia trifida*) Emergence and Seed Demise. *Weed Science*, 55(1), 16-22. <https://doi.org/10.1614/WS-06-109.1>
20. Kan, I.A. Ullah, Z., Hassan, G., Marwat, K.B., Aminullah, J. Shah, S.M.A., & Khan-Sheraza. (2011). Impact of different mulches on weed flora and yield of maize. *Pakistan Journal of Botany*, 43(3), 1601-1602.
21. Kamotho, N.G. (2004). Effects of management practices, maturity stages, drying, packaging and storage conditions on seed quality of *Cleome gynandra* L. M. Phil Thesis Moi University. Kenya.
22. Khakzad, R., & Deihimfard, R. (2022). An Overview of Modeling Weed Seedbank Dormancy and Germination. *Journal of Novel Researches on Plant Protection*, 11, 45-60. (In Persian with English Abstract).
23. Lachman, J., Dudjak, J., Orsak, M., & Pivec, V. (2003). Effect of accelerated aging test on the content and composition of polyphenolic complex of wheat (*Triticum aestivum* L.) grains. *Plant Soil Environment*, 94: 1-7.

24. Li, X.H., Li, X.H., & Jiang, D.M., et al. (2006). Germination strategies and patterns of annual species in the temperate semiarid region of China. *Arid Land Research and Management*, 20(3), 195-207. <https://doi.org/10.1080/15324980600705651>.
25. Liebman, M., Mohler, C.L., & Staver, C.P. (2001). *Ecological Management of Agricultural Weeds*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 532 p.
26. Liu, W., Bai, S., Zhao, N., Zhang, L., & Wang, J. (2018). Non-target sit-based resistance to tribenuron-methyl and essential involved genes in *Myosoton aquaticum* (L). *BMC. Plant biology*, 18, 225-237. <https://doi.org/10.1186/s12870-018-1451-x>.
27. Long, R.L., Gorecki, M.J., Renton, M., Scott, J.K., Colville, L., Goggin, D.E., Commander, L.E., Westcott, D.A., Cherry, H., & Finch-Savage, W.E. (2015). The ecophysiology of seed persistence: a mechanistic view of the journey to germination or demise. *Biological Reviews*, 90(1), 31-59. <https://doi.org/10.1111/brv.12095>.
28. Mahmood, A.H., Florentine, S.K., Chauhan, B.S., McLaren, D.A., Palmer, G.C., & Wright, W., (2016). Influence of various environmental factors on seed germination and seedling emergence of a noxious environmental weed: green galenia (*Galenia pubescens*). *Weed Science*, 64(3), 486-494. <https://doi.org/10.1614/WS-D-15-00184.1>.
29. Maikhuri R.K., Semwal R.L., Rao K.S., Nautiyal S., & Saxena K.G. (2000). *Cleome viscosa*, Capparidaceae: a weed or a cash crop? *Economic Botany*, 54, 150-154. <https://doi.org/10.1007/BF02907819>.
30. Malézieux, E. (2012). Designing cropping systems from nature. *Agronomy for sustainable development*, 32, 15-29. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0027-z>.
31. Mašková, T., & Poschlod, P. (2022). Soil seed bank persistence across time and burial depth in calcareous grassland habitats. *Frontiers in Plant Science*, 12, 790867. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.790867>.
32. Milberg, P., Andersson, L., & Noronha, A. (1996). Seed germination after short-duration light exposure: implications for the photo-control of weeds. *Journal of Applied Ecology*, 33, 1469-1478. <https://doi.org/10.2307/2404785>.
33. Mohamadi, H. Ghaderi-Far. F. Siahmarguee, A. Zeynali, E., & Gherekhloo, J. (2023). Evaluation of winter wheat yield reduction in interference with wild rye weed: a case study of Shahkoh area-Golestan province. *Plant production research. Journal of Plant Production*, 30(3), 161-176. (In Persian with English Abstract).
34. Moradi Sahra, M. (2022). Investigation of germination and dormancy of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) in seed bank. Master's thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan. (In Persian with English Abstract).
35. Muasya, R.M., Simiyu, J.N., Muui, C.W., Rao, N.K., Dulloo, M.E., & Gohole, L.S. (2009). Overcoming seed dormancy in *Cleome gynandra* L. to improve germination. *Seed Tecnology*, 31(2), 134-143. <https://www.jstor.org/stable/23433309>.

36. Ochudho, J.O., & Modi, A.T. (2005). Temperature and light requirements for the germination of *Cleome gynandra* seeds. *South African Journal of Plant and Soil*, 22(1), 49-54.
37. Onwuka, B., & Mang, B. (2018). Effects of soil temperature on some soil properties and plant growth. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 8(1), 34-37.
38. Oskouei, B., & Sheidaei, S. (2017). Seed deterioration. *Iranian Journal of Seed Science and Research*, 4(3), 125-143. <https://doi.org/10.22124/jms.2017.2512>.
39. Roberts, E.H., & Totterdell. (1981). Environmental Seed dormancy in *Rumex* species. *Plant Cell and Environmental*, 4, 97-106. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1981.tb01044.x>.
40. Ravisankar, D., Chinnusamy, C., & Nithya, C. (2017). Weed management in herbicide tolerant transgenic maize-A Review. *Chemical Science Review and Letters*, 6(24), 2364-2372.
41. Saatkamp, A., Affre, L., Baumberger, T., Dumas, P.J., Gasmi, A., Gachet, S., & Arène, F. (2011). Soil depth detection by seeds and diurnally fluctuating temperatures: different dynamics in 10 annual plants. *Plant and Soil*, 349, 331-340. <https://doi.org/10.1007/s11104-011-0878-8>.
42. Saifullah, K. Williams, A., & Adkins, S. (2023). Spider Plant (*Cleome gynandra* L.): An Emerging Weed in the Sweet Corn–Brassica Cropping System. *Agronomy*, 13, 1430. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051430>.
43. Schütze, Y. (2002). Zur Veränderung im Eltern-Kind-Verhältnis seit der Nachkriegszeit. Nave-Herz, Rosemarie (Hg.): Kontinuität und Wandel der Familie in Deutschland. Eine zeitgeschichtliche Analyse. Stuttgart: Lucius und Lucius, 71-97. <https://doi.org/10.1515/9783110508208>.
44. Schwartz-Lazaro, L.M., & Copes, J.T. (2019). A Review of the Soil Seed bank from a Weed Scientists Perspective. *Agronomy*, 9(7), 369. <https://doi.org/10.3390/agronomy9070369>.
45. SHilla, M.O. Abukutsa-onyango, F. Dinnsa, F., & Winkelmann, T. (2016). Seed dormancy, viability and germination of *Cleome gynandra* L.: a review. *African Journal of Horticulture Science*, 10, 42-52. <http://www.hakenya.net/ajhs/index.php/ajhs/article/view/171/128>.
46. Siahmarguee, A. Ghaderi-Far. F., & Bagheri, S.H. (2023). Effect of smoke and heat on dormancy and germination of Asian spiderflower seeds. *Danesh Journal of Herbal Medicine*, Accepted for publication. (In Persian with English Abstract).
47. Soltani, A., Zeinali, E., Galeshi, S., & Latifi, N. (2002). Genetic variation for and interrelationship among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea coast of Iran. *Seed Science and Technology*, 29, 653-662.
48. Soltani, E., Soltani, A., Galeshi, S., Ghaderi-Far, F., & Zeinali, E. (2016). Vertical distribution of volunteer canola and wild mustard in their soil seed bank. *Applied field Crop Research*, 29(3), 20-28. <https://doi.org/10.22092/AJ.2016.112674>. (In Persian with English Abstract)
49. Thompson, K., & Grime, J.P. (1983). A comparative study of germination responses to diurnally-fluctuating temperatures. *Journal of Applied Ecology*, 20(1), 141-156. <https://doi.org/10.2307/2403382>.

50. Thompson, K. Green, A., & Jewels, A.M. (1979). Seeds in soil and worm casts from a neutral grassland. *Functional Ecology*, 8, 29-35. <https://doi.org/10.2307/2390108>.
51. Tian, Y.G., Pang, L., Jiang, X.Q., & Lu, B.R. (2024). Impact of Soil Burial Depths on Survival of Weedy Rice Seeds: Implications for Weed Management. *Agronomy*, 14(6), 1281. <https://doi.org/10.3390/agronomy14061281>
52. Tolo Hafezian, I., Kadrfifar, F.M., Sadeghipour, H.R., Siahmargoi, A., Fadaei, F., & Torabi, b. (2018). Determining the community type of Maritigal seed: the effects of post-clay and gibberellic acid treatments at different temperatures. *Journal of crop production*, 2(12), 186-171.
53. Vargas, A.A.M., Agostinetto, D., Zandona, R.R., Fraga, D.S., & Avila Neto, R.C. (2018). Longevity of horseweed seed bank depending on the burial depth. *Planta Daninha*, 36, 182073.
54. Viana, A.M., & Felipe, G.M. (1986). Effect of light and temperature on the seed germination of Dioscoreacomposita. *Revista Brasileira de Botanica*, 9, 109-116.
55. Wei, S., Zhang, C., Li, X., Cui, H., Huang, H.B., Menge, Q., & Zhang, H. (2009). Factors affecting Buffalobur (*Solanum restratum*) seed germination and seedling emergence. *Weed Science*, 57, 521-525. <https://doi.org/10.1614/WE-09-054.1>.
56. Yunusabadi, M. Faez, R.A. Akram Qadrfifar, F. Savarinejad, A.R., & Kashiri, H.A. (2017). Investigating the weed seed bank of cotton fields in Golestan province. *Iranian Cotton Research Journal*, 6(1), 65-80. (In Persian with English Abstract).
57. Zinati, L. Siahmarguee, A. Ghaderi-Far. F. Yones-Abadi. M., & Singh Chauhan, B. (2023). Evaluating the effect of high temperatures and burial depth on seed fate of different species of Amaranthus weed. *Iranian Journal of Seed Research*, 10(1), 91-111. <https://doi.org/10.61186/yujs.10.1.91>. (In Persian with English Abstract).