مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۷، شمارهٔ ۱، ۱۴۰۰ (ص ۱۱۰-۱۰۱)

Iranian Journal of Weed Science
Vol 17, No 1, 2021 (101-110)
DOI: 10.22092/ijws.2020.342850.1370

تعیین دماهای کاردینال عروسک پشت پرده (*Physalis divaricata*) و اثر طول مدت دفن بذرها در خاک بر جوانه‌زنی آن‌ها

سیروان بابائی*[۱] و قدریه محمودی[۲]
۱و۲- استادیار و مدرس مدعو، گروه زراعت و اصلاح‌نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۱۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۲۲)

چکیده

به‌منظور تعیین دماهای کاردینال و بررسی تغییرات سرعت جوانه‌زنی بذر عروسک‌پشت‌پرده، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی و در شرایط کنترل شده آزمایشگاه علوم علف‌های‌هرز دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان در سال ۱۳۹۷ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل دماهای مختلف پنج، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۴۲/۵ درجه سانتی‌گراد بود که در چهار تکرار اجرا شد. همچنین جهت بررسی اثر طول مدت دفن بذرها در عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک بر جوانه‌زنی بذرهای این گونه، آزمایش دیگری در قالب طرح کاملاً تصادفی و با تیمار زمان دفن بذرها در هشت سطح، یک هفته، دو هفته، یک‌ماه، دو ماه، سه ماه، چهار ماه، پنج ماه و شش ماه در چهار تکرار اجرا گردید. جهت بررسی وضعیت جوانه‌زنی، دو پارامتر جوانه‌زنی تجمعی و سرعت جوانه‌زنی در هر دو آزمایش مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج آزمایش اول نشان داد که دماهای پنج و ۱۰ درجه، تاثیری بر جوانه‌زنی بذرهای عروسک‌پشت‌پرده نداشتند، اما سایر دماها، به‌طور معنی‌داری سبب تغییر جوانه‌زنی تجمعی و سرعت جوانه‌زنی شدند. میزان جوانه‌زنی تجمعی، تحت تاثیر دمای ۴۰ و ۴۲/۵ درجه سانتی‌گراد بود و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، تقریبا کمترین تاثیر را در میان تیمارها به خود اختصاص داد. همچنین در تمام تیمارهای زمانی دفن، هر دو پارامتر جوانه‌زنی تجمعی و سرعت جوانه‌زنی، دچار تغییرات معنی‌داری شدند، به‌طوری‌که هر سه پارامتر حداکثر زمان جوانه زدن تجمعی، تغییرات شیب جوانه‌زنی و زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زدن بذرها در تمام تیمارها به حداقل رسیدند، اما بین تیمارهای مدت زمان دفن بذرها، تفاوت معنی‌دار مخصوصا در بین مدت زمان‌های کوتاه نسبت به مدت زمانهای طولانی‌تر وجود داشت. در نهایت می‌توان گفت که در اراضی آلوده به عروسک‌پشت‌پرده با استفاده شخم عمیق و دفن بذر در اعماق خاک و متعاقبا استفاده از شخم حداقل یا بدون شخم، ممکن است میزان آلودگی کاهش چشمگیری داشته باشد.

کلمات کلیدی: جوانه‌زنی تجمعی، سرعت جوانه‌زنی، دفن بذرها، دمای بهینه.

Investigating the *Physalis divaricata* cardinal germination temperatures and the effect of seed burial duration in the soil on germination.

Sirwan Babaei* and Ghadrieh Mahmoudi
Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Iran.
(Received: May 4, 2020 - Accepted: October 13, 2020)

ABSTRACT

To determine the cardinal temperatures and variation of ground cherry′s germination, an experiment was conducted based on a completely randomized design with 4 replications in the weed laboratory at Kurdistan University in 2018. Treatments were 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 and 42.5 ºC. Also, the effect of seed burial (20 cm) duration on germination variations, another experiment was conducted based on completely randomized design with 8 levels of seed burial time (1 and 2 weeks, 1, 2, 3, 4, 5 and 6 months) with 4 replications. Furthermore, to investigate the germination, the cumulative germination and germination speed were measured in both tests. Results showed that 5 and 10 ºC have no effect on ground cherry′s germination but others temperatures significantly (p= 0.05) changed germination speed and cumulative germination. The best temperatures for cumulative germination parameter were 40 and 42.5 ºC and the worst was the 20 ºC. Additionally, both parameters were significantly (p= 0.05) affected by the seed burial duration in all treatments, so that the maximum cumulative germination (a), slope of germination variation (b), and time to 50% of germination (t_0) parameters were minimized in all seed burial duration treatments but there was a significant difference between seed burial duration, especially between short periods and longer periods. Finally, it can be said that in infested area with ground cherry′s, using deep tillage and burying seeds deep in the soil and after that using minimum or no tillage, the rate of contamination may be significantly reduced.

Keywords: Cumulative germination, germination speed, optimum temperature, seed burial.

* Corresponding author E-mail: s.babaei@uok.ac.ir

مقدمه

جوانه‌زنی و استقرار گیاه‌چه، از مراحل بحرانی و مهم در چرخه زندگی گیاهان است (Zare *et al.*, 2006; Windauer *et al*, 2007) که از مهم‌ترین عوامل موفقیت بسیاری از گونه‌های علف‌های‌هرز محسوب می‌شود، زیرا نخستین مرحله رقابت یک گیاه در یک آشیانه اکولوژیکی است (Hakansson *et al.*, 2002; Leon *et al*, 2004). در حقیقت، پیش‌بینی دامنهٔ اکولوژیکی و پتانسیل گسترش علف‌های‌هرز به مناطق جدید، با درک بهتر جوانه‌زنی و سبزشدن آن‌ها به‌دست می‌آید (Koger *et al.*, 2004). عوامل متفاوتی بر جوانه‌زنی بذر علف‌های‌هرز موثرند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به دما و نور اشاره کرد. نیاز دمایی بذرهای مختلف با یکدیگر متفاوت است و بذر هر گونه، نیاز به یک حداقل دما برای جوانه‌زنی دارد و با افزایش دما، میزان جوانه‌زنی آن نیز افزایش خواهد یافت. سرانجام با افزایش دما تا نقطه‌ای معین، جوانه‌زنی ادامه می‌یابد که آن‌را حداکثر دمای[۱] جوانه‌زنی می‌نامند. دمایی که در آن حداکثر میزان جوانه زنی اتفاق می افتد را دمای بهینه[۲] و در مجموع به دمای حداقل، حداکثر و بهینه، دماهای اصلی یا کاردینال[۳] می‌گویند (Evetts & Burnside, 1972). درجه حرارت‌های کاردینال جوانه‌زنی، عموما بستگی به دامنه سازگاری محیطی یک گونه دارد و تطابق زمان جوانه‌زنی با شرایط مطلوب، مرحله بعدی رشد وتوسعه گیاهچه را تضمین می‌کند (Alvarado & Bradford, 2002).

از طرف دیگر، پویایی جمعیت علف‌های‌هرز در حقیقت تعیین کننده اثر آن‌ها بر محصولات و گونه‌های مجاور خود می‌باشد. خود پویایی علف‌های‌هرز نیز در گرو نحوه توزیع بذرها در نیم‌رخ خاک می‌باشد. دفن بذرها در عمق خاک ممکن است به‌صورت کاملاً مستقیم و حتی غیر مستقیم بر پویایی بذرها و در نتیجه میزان خسارت آن‌ها اثرگذار باشد (Nazari Alam *et al.*, 2010). این مسئله از طریق تاثیر مستقیم دفن بر نحوه و میزان جوانه‌زنی بذرها و در حقیقت القای خواب اجباری، کمبود اکسیژن جهت جوانه‌زنی، تغییرات عملیات کشاورزی و غیره اتفاق می‌افتد (Eric *et al.*, 2007). از طریق همین تکنیک، می‌توان بهترین زمان کاشت گیاه زراعی و در نتیجه حداکثر تاثیر بر علف‌های‌هرز را تخمین زد.

عروسک‌پشت‌پرده[٤] گونه‌ای یکساله و متعلق به خانواده سیب‌زمینی[٥] است (Sultana *et al.*, 2008; Travlos, 2012) که گونه‌ای مشکل‌ساز در مزارع محصولات مختلف تابستانه همچون برنج[٦] (Derakhshan & Gherekhloo, 2014)، چغندرقند[۷] (Nazari Alam *et al.*, 2010) و لوبیا[۸] (Nazari Alam *et al.*, 2014) گزارش شده است، به‌طوری‌که هر بوته به‌طور متوسط توانایی تولید ٤۰۰۰ بذر را در شرایط طبیعی دارد (Derakhshan & Gherekhloo, 2014). در نتایج اخیر، این گونه در نواحی وسیعی از استان کردستان و در مزارع مختلف تابستانه به وفور مشاهده شده است، اما از آن‌جا که تاکنون بررسی‌های زیادی در ارتباط با تاثیر عوامل مهم محیطی همچون دما و نور بر جوانه‌زنی و در مجموع بیولوژی گونه عروسک‌پشت‌پرده در کشور و همچنین وضعیت

۱ - Maximum temperature of germination
۲ - Optimum temperature
۳ - Cardinal temperature

٤ – *Physalis divaricata* L.
٥ – Solanaceae
٦ – *Oryza sativa* L.
۷ - *Beta vulgaris* L.
۸ – *Phaseolus vulgaris* L.

آلودگی و میزان خسارت این گونه در مزارع مختلف استان کردستان صورت نگرفته است، این آزمایش جهت بررسی دقیق اثر دماهای مختلف بر نحوه جوانه‌زنی این گونه و نیز تاثیر زنده‌مانی و حفظ قوه‌نامیه بانک بذر عروسک‌پشت‌پرده در مدت‌های مختلف دفن در زیر خاک در شرایط آزمایشگاهی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

اثر دماهای ثابت بر جوانه‌زنی تجمعی عروسک‌پشت پرده

به منظور بررسی تاثیر دما بر درصد و سرعت جوانه‌زنی و تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی علف‌هرز عروسک‌پشت‌پرده، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در دماهای ثابت پنج، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۴۲/۵ درجه سانتی گراد، در شرایط ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی و رطوبت نسبی ۶۰ درصد در آزمایشگاه علوم علف‌های‌هرز دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان در سال ۱۳۹۸ انجام شد. بذرها در تابستان سال ۱۳۹۷ و از مزارع آلوده شهرستان کامیاران جمع آوری شد. قبل از شروع آزمایش، کاغذ صافی (کاغذ واتمن شماره یک) در اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت استریل شد. بذرها با هیپوکلرید سدیم پنج درصد به مدت دو دقیقه ضدعفونی شدند و پس از شستشو با آب مقطر به مدت سه دقیقه، تعداد ۲۵ بذر در هر پتری‌دیش (با قطر نه سانتی‌متر) روی دو لایه کاغذ صافی گذاشته شدند و پنج میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. جهت حفظ رطوبت مورد نیاز در طی آزمایش، کاغذ صافی درون پتری‌دیش‌ها مرطوب نگه داشته‌شدند. مبنای جوانه‌زنی، خروج ریشه‌چه از پوسته‌بذر و قابل رویت‌بودن آن با چشم غیرمسلح بود. شمارش بذرهای جوانه‌زده بعد از ۲۴ ساعت به صورت روزانه انجام شد و تا زمانی که تعداد تجمعی بذرهای جوانه‌زده به یک حد ثابت رسید و یا زمانی که صد درصد جوانه‌زنی حاصل شد، به طور مرتب و مداوم صورت گرفت. در انتهای آزمایش، درصد جوانه‌زنی تجمعی با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد:

$$GP= \sum ni / N \times 100$$ معادله (۱)

که در این معادله، ni: تعداد بذرهای جوانه زده و N: تعداد کل بذرهای هر تیمار بود. پس از محاسبه درصد جوانه‌زنی تجعی، از معادله سیگموئیدی سه پارامتره برای رسم نمودار جوانه‌زنی تجمعی نسبت به زمان استفاده شد: معادله (۲)

$$Y=\frac{a}{1+\exp(-(t-t0)/b}$$ معادله (۲)

که در این معادله، Y: جوانه‌زنی تجمعی در زمان t، a: حداکثر جوانه‌زنی، t_0: زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی و b: شیب خط می‌باشد. بر مبنای پارامترهای a و t_0 حاصل از این معادله، دمای بهینه برای جوانه‌زنی تجمعی عروسک‌پشت‌پرده و هم چنین انجام سایر آزمایش‌های این تحقیق مشخص شد.

سرعت جوانه‌زنی

برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی عروسک‌پشت‌پرده، بعداز مشتق‌گیری از نمودار درصد جوانه‌زنی تجمعی نسبت به زمان (معادله ۲) و بدست آوردن معادله ۳، از مقادیر a ، b و t_0 حاصل از معادله برای رسم نمودار سرعت متوسط بر مبنای معادله ۳ استفاده شد:

$$Y = (\exp\left(\left(\frac{-t+t0}{b}\right)a\right)/(b\left(1+\exp\left(\frac{-t+t0}{b}\right)\right)2)$$ معادله (۳)

که در این معادله، Y: تغییرات جوانه‌زنی تجمعی در زمان (سرعت جوانه‌زنی)، a: حداکثر سرعت جوانه‌زنی عروسک‌پشت‌پرده، T_0 : زمان رسیدن به ۵۰ درصد سرعت جوانه‌زنی و b: شیب نمودار می‌باشد.

اثر طول مدت دفن بر جوانه‌زنی بذرها

به‌منظور بررسی اثر طول مدت دفن بر جوانه‌زنی

بذرهای عروسک‌پشت‌پرده، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه علوم علف‌های‌هرز دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان اجرا شد. در این تحقیق، مدت زمان دفن بذرها در عمق یکسان ۲۰ سانتی‌متری (Fakhr Rad, 2018) در هشت سطح (یک هفته، دو هفته، یک ماه، دو، سه، چهار، پنج و شش ماه) مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش، نمونه‌های ۲۵ بذری برای هر تکرار در پارچه های نفوذپذیر در عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک گلدان‌های با اندازه ۵۰ در ۵۵ سانتی‌متر قرار داده شدند. خاک مورد نظر از مزرعه دانشکده تهیه شد که دارای بافت رسی (٥٦٪) – سیلتی (۲۵٪) و ۰/٦ درصد ماده آلی بود. بذور پس از طی مدت زمان مورد نظر تحت تاثیر هر یک از تیمارها، درون پتری دیش کشت شده و به ژرمیناتوری با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد منتقل گردید. بذوری که کولئوپتیل آنها، دو میلیمتر یا بیشتر رشد کرده بودند به‌عنوان بذور جوانه‌زده محسوب شدند.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.1 و برازش معادلات و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار SigmaPlot 12.0 انجام گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD)در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

جوانه‌زنی تجمعی بذرهای عروسک‌پشت‌پرده در دماهای مختلف

بر پایه برازش مناسب معادلات سیگموئیدی سه پارامتره سیگموئیدی (به‌دلیل ضرایب مناسب)، جوانه‌زنی تجمعی بذرهای عروسک‌پشت‌پرده، تحت تاثیر معنی‌دار (p= ۰/۰۰۰۱) تیمار مختلف دمایی (برحسب درجه‌سانتی‌گراد) قرار گرفت و همبستگی بسیار بالایی (R^2=۰/۹۹) بین جوانه‌زنی و دما وجود داشت (جدول ۱). در بین دماهای اعمال شده، فقط دمای ۱۰ درجه بر بذرهای عروسک‌پشت‌پرده تاثیری نداشت (جدول ۱)، به‌طوری‌که در طی روزهای متوالی، تغییری در روند جوانه‌زنی تجمعی بذرهای تحت تیمار دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد دیده نشد؛ به‌عبارت دیگر، در میان تیمارهای اعمال شده، این تیمار کم‌ترین تغییر را داشت، اما در دماهای مختلف ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ٤۰ و ٤۲/۵، درجه سانتی‌گراد این صفت به‌طور معنی‌داری (p= ۰/۰۵) تحت تاثیر قرار گرفت (جدول۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف دمایی برحسب درجه سانتی‌گراد بر جوانه‌زنی تجمعی و سرعت جوانه‌زنی بذرهای عروسک‌پشت‌پرده در شرایط آزمایشگاهی

Table 1. Mean comparison of the effects of different temperatures on cumulative germination and germination rate of ground cherry′s seeds under laboratory condition

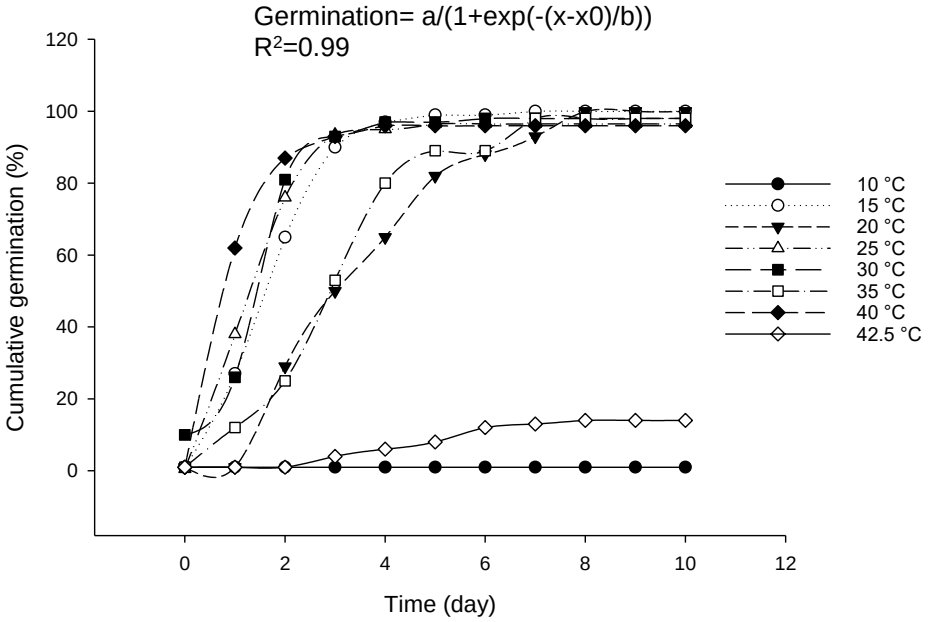
Germination rate	Cumulative germination (%)	Treatment
0.33^{d}	64.35^{b}	10
18.06^{ab}	76.55ab	15
11.73^{c}	72.32^{ab}	20
12.76^{bc}	79.93^{a}	25
18.59^{ab}	80.59^{a}	30
19.44^{a}	81.55^{a}	35
21.79^{a}	83.53^{a}	40
4.74^{d}	7.83^{c}	42.5

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

In each column, means with the same letters are not significantly different at the 5 % of probability level based on LSD Test.

با کمی توجه می‌توان دریافت که واکنش بذرها به دماهای اعمال شده، تقریبا دارای روند سینوسی بود.

پاسخ سینوس مانند گیاهان به اعمال تیمارهای مختلف، چندان دور از انتظار نیست و در برخی تحقیقات دیگر نیز متغیرهای مختلف جوانه‌زنی در اثر اعمال تیمارهای مختلف، واکنش سینوسی نشان داده‌اند؛ به‌عنوان مثال متغیرهای طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاه‌چه و نیز ماده خشک لپه‌های گونه‌ای نخود (*Cicer arietinum*) در اثر اعمال میدان مغناطیسی، واکنش سینوسی داشته‌اند که دلیل آن هنوز ناشناخته مانده است (Mahmoudi, 2015). به همین سبب، نحوه تغییر پارامترهای معادله برازش یافته، بیانگر دقیق‌تر تغییرات است، به‌طوری‌که در بین دماهای اعمال شده، دمای ٤٢/٥ درجه سانتی‌گراد، دارای کم‌ترین تغییرات (b) نسبت به دماهای دیگر بود (شکل ۱).



شکل ۱- تغییرات روزانه جوانه‌زنی تجمعی بذرهای عروسک‌پشت‌پرده در دماهای مختلف در شرایط آزمایشگاهی

Fig. 1. Daily variations of ground cherry′s seeds cumulative germination in different temperatures at the laboratory conditions

از نظر پارامتر زمان رسیدن به حداکثر جوانه‌زدن (t_0)، بهترین دما یعنی دمایی که در کم‌ترین زمان ممکن (۰/۸)، ۵۰ درصد از بذرها جوانه زنند، دمای ٤٠ درجه سانتی‌گراد بود، ولی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، به بیش‌ترین زمان (۳/۱) برای ۵۰ درصد جوانه‌زنی نیاز بود (جدول۲).

همچنین پارامتر شیب تغییرات جوانه‌زنی بذرهای عروسک‌پشت‌پرده در دمای ٤٠ درجه سانتی‌گراد، کم‌ترین مقدار (۰/۲) را داشت، اما با افزایش ۲/۵ درجه سانتی‌گراد یا به‌عبارت دیگر در دمای ٤٢/٥ درجه سانتی‌گراد، بیش‌ترین شیب تغییرات جوانه‌زنی (۱/۲) در این گونه علف‌هرز مشاهده شد. در حقیقت این دما، بیش‌ترین نوسانات جوانه‌زنی را داشت (جدول ۲).

دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد تمام دماهای اعمال شده، سبب حداکثر جوانه‌زنی تجمعی (٩٩/٤) بذرهای عروسک‌پشت‌پرده شد. جوانه‌زنی تجمعی بذرهای عروسک‌پشت‌پرده در کلیه دماهای اعمال شده به‌استثنای دمای ۱۰ و ٤٢/٥، بیشتر از ٩٤ درصد بودند، اما براساس معادله سیگموئیدی سه پارامتره، حداکثر جوانه‌زنی تجمعی در دمای ٤٢/٥ درجه سانتی‌گراد، دچار کاهش شدیدی شد و به ١٤/٤ رسید. این کاهش

شدید، نشان‌دهنده عدم مطلوب بودن دمای ۴۲/۵ درجه سانتی‌گراد نسبت به سایر دماهای اعمال شده از نظر پارامتر حداکثر جوانه‌زنی تجمعی بذرهای این گونه بود (جدول ۱ و ۲ و شکل ۱).

جدول ۲- پارامترهای حاصل از معادله سه پارامتره سیگموئیدی برازش داده شده به جوانه‌زنی تجمعی عروسک‌پشت‌پرده در دماهای مختلف

Table 2. 3-parameter sigmoidal equation parameters fitted to cumulative germination of ground cherry′s seeds in different temperatures

Temperatures (c)	Maximum of cumulative germination (a) (SE)%	Time to reach 50% germination t_0 (SE)	Slope (b) (SE)	$\%R^2$	P_{value}
10	0	0	0	-	-
15	99.4 (0.7)	1.6 (0.03)	0.5 (0.03)	99	‹0.0001
20	98.2 (2.7)	3.1 (0.1)	1 (0.1)	98	‹0.0001
25	96.1 (0.9)	1.2 (0.04)	0.4 (0.04)	99	‹0.0001
30	97.6 (0.9)	1.3 (0.04)	0.4 (0.03)	99	‹0.0001
35	96.9 (1.2)	2.8 (0.07)	0.8 (0.06)	99	‹0.0001
40	94.8 (0.9)	0.8 (0.04)	0.2 (0.05)	99	‹0.0001
42.5	14.4 (0.4)	1.2 (0.1)	1.2 (0.1)	99	‹0.0001

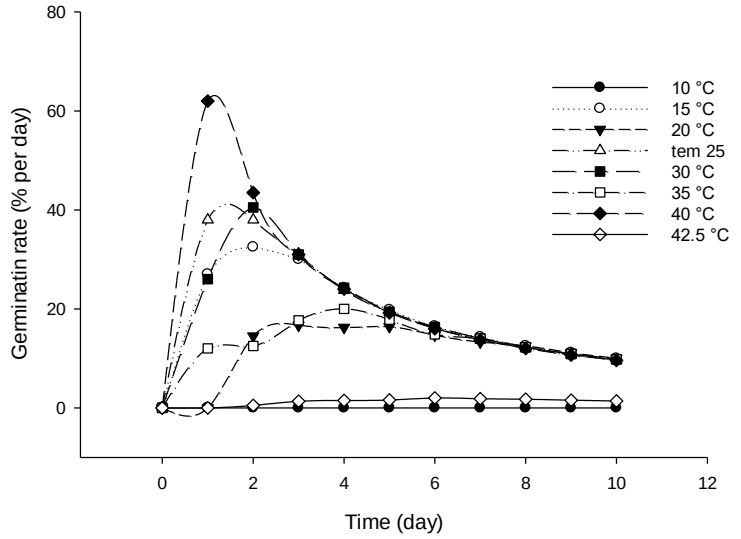
SE: خطای استاندارد، b: شیب خط، a: حد بالا

SE; standard error, b: slope of variation, a: upper asymptote

بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان گفت که دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد، سبب حداکثر جوانه‌زنی بذرها شد. همچنین دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد نیز در صورت محدودیت زمان، تیمار دمایی مناسبی بود و در این دما بذرها سریع‌تر به ۵۰ درصد جوانه‌زنی رسیدند. به‌علاوه در صورت جوانه‌زنی یکنواخت در یک توده بذر عروسک‌پشت‌پرده، دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد با کم‌ترین تغییرات دارای کم‌ترین شیب در حین جوانه‌زنی به صورت جوانه‌زنی تجمعی بود (جدول ۲ و شکل ۱). در یک مطالعه گزارش شد که افزایش دما به‌همراه تغییرات فیزیکی همچون استفاده از کولتیوار، منجر به افزایش تغییرات جوانه‌زنی بذرهای عروسک‌پشت‌پرده می‌شود؛ به‌عبارت دیگر، غیریکنواختی جوانه‌زنی و در نهایت سبز شدن غیر یکنواخت بذرها در اثر افزایش دما رخ می‌دهد (Nazari Alam *et al.*, 2010). حداکثر جوانه‌زنی بذرهای این گونه را ۴۳ درصد، با فاصله حدود هفت هفته پس از کاشت محصول زراعی چغندرقند یعنی در هفته سوم اردیبهشت ماه گزارش کردند و همچنین افزایش دما را دلیل اصلی تغییرات جوانه‌زنی بذرهای عروسک‌پشت‌پرده دانستند (Nazari Alam *et al.*, 2010)، زیرا بذرهای عروسک پشت‌پرده یک‌ساله، فاقد خواب هستند. بنابراین عامل دیگری به‌جز افزایش دما که منجر به تغییرات جوانه‌زنی شده باشد، وجود نداشته است (Musavi & Ahmadi, 2008). در یک مطالعه دیگر جهت بررسی تعیین دمای کاردینال عروسک پشت‌پرده، حداکثر جوانه‌زنی در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد گزارش شد (Derakhshan & Gherekhloo, 2014).

سرعت جوانه‌زنی بذرهای عروسک‌پشت‌پرده در دماهای مختلف

پس از به دست آوردن پارامترهای حاصل از نمودارهای تجمعی مربوط به دماهای مختلف، نتایج نشان داد که دماهای ۳۰ و ۴۲/۵ درجه سانتی‌گراد، کم‌ترین تغییرات درصد جوانه‌زنی تجمعی نسبت به زمان را نشان دادند و دمای ۴۰ درجه، دمایی بود که در آن، سرعت جوانه‌زنی، سریع‌تر از سایر دماها به میزان حداکثر خود رسید و با سرعت بیشتری نسبت به سایر دماها از میزان آن کاسته شد (جدول ۱، شکل ۲).

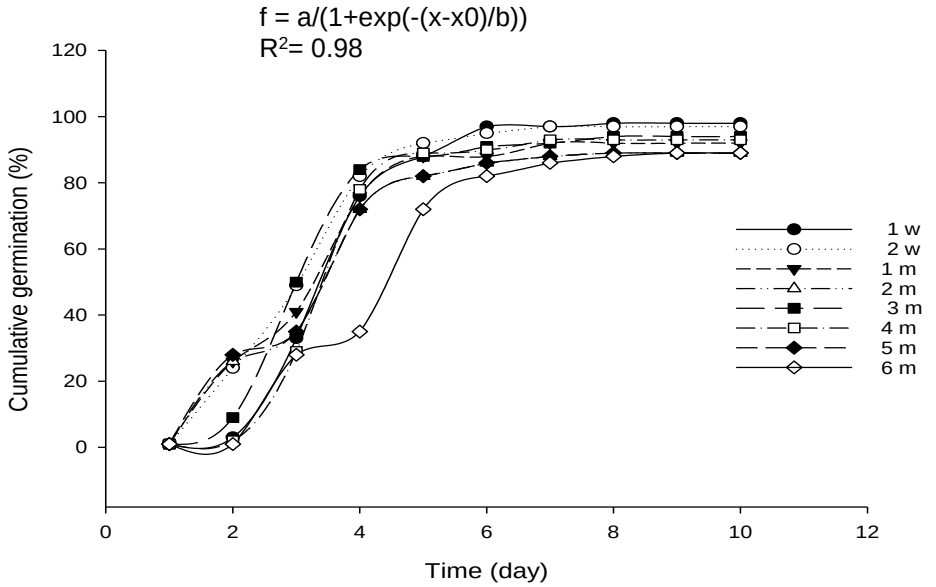


شکل ۲- تغییرات روزانه سرعت جوانه‌زنی بذرهای عروسک‌پشت‌پرده در دماهای مختلف در شرایط آزمایشگاهی

Fig. 2. Daily variations of ground cherry′s seed germination rates in different temperatures under laboratory conditions

جوانه‌زنی تجمعی بذرهای عروسک‌پشت‌پرده در زمان‌های مختلف دفن در زیر خاک

بر اساس نتایج بدست آمده از برازش معادله سیگموئیدی سه پارامتره بر جوانه‌زنی تجمعی بذرهای عروسک پشت‌پرده، زمان‌های مختلف دفن در عمق ۲۰ سانتی‌متری، به‌طور معنی‌داری (p= ۰/۰۵) بر جوانه‌زنی تجمعی اثر گذاشتند (جدول ۳). تقریبا در بین تمام تیمارهای مختلف، روند مشابهی دیده شد (شکل ۳)، اما تیمار شش ماه دفن بذرهای در عمق خاک، منجر به طولانی‌تر شدن زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (t_0) بذرها شد (جدول ۳).



شکل ۳- تغییرات روزانه جوانه‌زنی تجمعی بذرهای عروسک‌پشت‌پرده در زمان‌های مختلف دفن در زیر خاک

Fig. 3. Daily variations of cumulative germination of ground cherry′s seeds in burial times under soil

بیشینه تغییرات (b) جوانه‌زنی (۰/۸) نیز در تیمارهای پنج و شش ماه دفن بذرها در زیر خاک مشاهده شد

(جدول ۳)، اما در مجموع، حداکثر جوانه‌زنی (a) بذرهای این گونه در تیمارهای کمینه دفن در زیر خاک یعنی یک و دو هفته، دارای تفاوت معنی‌دار بود و بیشترین مقدار (۹٦/۹ ٪) بود. به این مفهوم که افزایش زمان دفن بذرها در زیر خاک، اثر نامطلوبی بر جوانه‌زنی تجمعی بذرهای عروسک‌پشت‌پرده داشت و در شش ماه دفن بذرها در زیر خاک، حداکثر جوانه‌زنی، کم‌ترین مقدار (۸۹/۱ ٪) را دارا بود (جدول ۳).

جدول ۳- پارامتر های حاصل از معادله سه پارامتره سیگموییدی برازش داده شده به جوانه‌زنی تجمعی عروسک‌پشت‌پرده نسبت به مدت زمان‌های مختلف دفن در خاک

Table 3. 3-parameter sigmoidal equation parameters fitted to cumulative germination of ground cherry's seeds in different seed burial durations

Burial time	Maximum of cumulative germination (a) (SE)%	Time to reach 50% germination t_0 (SE)	Slope (b)(SE)	٪R^2	P value
1 week	96.9 (1)	3.3 (0.04)	0.5 (0.04)	99	‹0.0001
2 weeks	96.9 (1.1)	2.9 (0.05)	0.6 (0.05)	99	‹0.0001
1 month	92 (1.8)	2.9 (0.1)	0.7 (0.09)	98	‹0.0001
2 months	89 (2.2)	3 (0.1)	0.7 (0.1)	98	‹0.0001
3 months	92.3 (0.7)	2.9 (0.03)	0.4 (0.03)	99	‹0.0001
4 months	92.1 (0.5)	3.3 (0.02)	0.4 (0.02)	99	‹0.0001
5 months	89.1 (2.4)	3 (0.1)	0.8 (0.1)	97	‹0.0001
6 months	89.1 (2.8)	4 (0.1)	0.8 (0.1)	98	‹0.0001

SE: خطای استاندارد، b: شیب خط، a: حد بالا

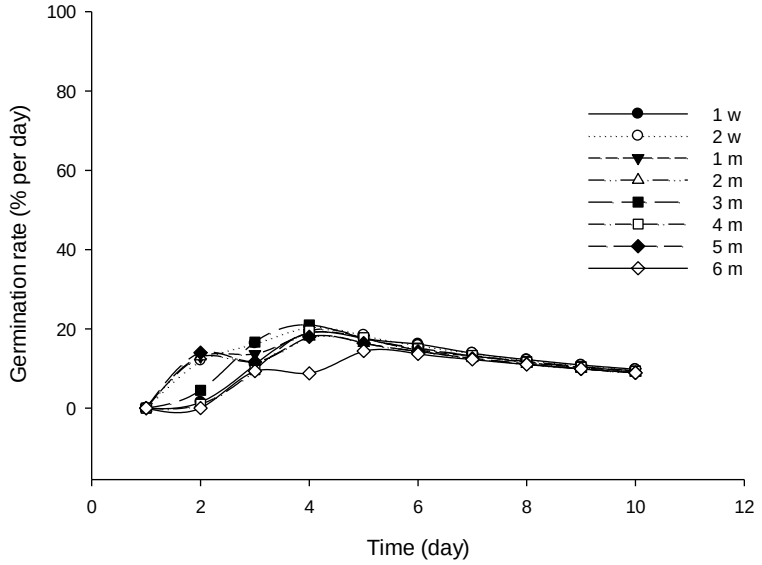
SE; standard error, b: slope of variation, a: upper asymptote

در حقیقت براساس نتایج به‌دست آمده تفاوت جوانه‌زنی تجمعی و سرعت جوانه‌زنی دچار تغییرات زیادی شد و این تغییرات بیشتر به‌صورت کاهشی بود (شکل ۱، ۲، ۳ و ٤). در حالت عادی بیشترین سرعت جوانه‌زنی در دمای ٤۰ درجه مشاهده شد (شکل ۲) اما با اعمال تیمار دفن بذرهای در زیر خاک، واکنش بذرهای نسبت به پارامتر سرعت جوانه‌زنی در همان دماها به‌صورت کاملاً واضحی تغییر پیدا کرد (شکل ٤). در زمان‌های مختلف بذرهای عروسک پشت‌پرده در اثر اعمال تیمار دفن تقریبا واکنش یکسانی نشان دادند و در تمام زمآن‌ها یک روند مشابه مشاهده شد (شکل ٤). در این تیمار به‌صورت دقیق تفاوت چندانی بین تیمارها مشاهده نشد، به‌نظر می‌رسد که در صورت اعمال دفن بذرهای، زمان‌های مختلف بر واکنش آن‌ها از طریق پارامتر سرعت جوانه‌زنی تاثیری نداشت (شکل ٤). نکته قابل توجه دیگر این بود که با اعمال تیمار دفن، به‌مدت یک هفته که تیمار کمینه بود، نسبت به تیمار ٦ ماه که تیمار بیشینه دفن بذرهای بود، تفاوت چندانی نداشتند و در حقیقت اعمال دفن بذرهای فارغ از مدت آن سبب تغییر مشهود سرعت جوانه‌زنی بذرهای عروسک‌پشت‌پرده در طی ده روز متوالی آزمایش شد (شکل ٤).

نتیجه‌گیری نهایی

از نظر برآورد دمای بهینه جوانه‌زنی از طریق پارامترهای جوانه‌زنی تجمعی و سرعت جوانه‌زنی، معادله سیگموئیدی سه پارامتره، بهترین تابعی بود که توانست روند تغییرات را در این تحقیق نشان دهد. نتایج این تحقیق نشان داد که از طریق دو شاخص مهم جوانه‌زنی تجمعی و سرعت جوانه‌زنی، اعمال دماهای مختلف، به‌طور قطعی منجر به تغییر جوانه‌زنی شد، اما از آن‌جا که عروسک‌پشت‌پرده یک گونه تابستانه می‌باشد، دماهای کمتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد به‌ندرت منجر به جوانه‌زنی این گونه شد و اعمال دماهای پنج و ۱۰ درجه سانتی‌گراد، تاثیری بر جوانه‌زنی این گونه نداشت. با افزایش دما به ۲۰ درجه و سانتی‌گراد، واکنش بذرها نیز آغاز شد و بر اساس نتایج به‌دست آمده، صفات جوانه‌زنی تجمعی و سرعت جوانه‌زنی بذرها به‌طور معنی‌داری (p= ۰/۰۵

تحت تاثیر قرار گرفتند.



شکل ٤- تغییرات روزانه سرعت جوانه‌زنی بذرهای عروسک‌پشت‌پرده در زمان‌های مختلف دفن در زیر خاک

Figure 4- Daily variations of ground cherry′s seeds germination speed in different seed burial duration

همچنین در بین دماهای اعمال شده، دمای ٤٢/٥ درجه سانتی‌گراد، دارای کم‌ترین تغییرات جوانه‌زنی نسبت به دماهای دیگر بود؛ به این مفهوم که در این دما، نوسانات جوانه‌زنی بسیار کاهش یافت و بذرها با روند یکسان و مشابهی جوانه زدند. علاوه بر این، زمان رسیدن به حداکثر جوانه‌زدن، بهترین دما یعنی دمایی که در کم‌ترین زمان (۰/۸) ممکن، ۵۰ درصد بذرهای جوانه زنند، دمای ٤٠ درجه سانتی‌گراد بود، این در حالی بود که در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، به بیش‌ترین زمان (۳/۱) برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی نیاز بود. با دفن بذرها در زیر خاک نیز معادله سیگموئیدی سه پارامتره، بهترین تابع بود و جوانه‌زنی تجمعی و سرعت جوانه‌زنی بذرهای عروسک پشت‌پرده در زمان‌های مختلف دفن در عمق ۲۰ سانتی‌متری، به‌طور معنی‌داری (p= ۰/۰۵) تحت تاثیر قرار گرفتند؛ به‌طوری‌که تقریبا در بین تمام تیمارهای مختلف، روند مشابهی دیده شد (شکل ۳)، اما تیمار شش ماه دفن بذرها در عمق خاک، منجر به طولانی‌تر شدن زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی بذرهای علف‌هرز عروسک پشت‌پرده شد. بیشترین تغییرات جوانه‌زنی نیز در تیمارهای پنج و شش ماه دفن بذرها در زیر خاک (۰/۸) مشاهده شد، اما در مجموع، حداکثر جوانه‌زنی بذرهای این گونه در تیمارهای کمینه دفن در زیر خاک یعنی یک و دو هفته، بیشترین مقدار (۹٦/۹) بود. به این مفهوم که افزایش زمان دفن بذرها در زیر خاک، اثر نامطلوبی بر جوانه‌زنی تجمعی بذرهای عروسک‌پشت‌پرده داشت. همچنین به‌طورکلی، دفن بذرها در مدت‌های مختلف، تاثیر یکسانی داشت و به محض دفن بذرها، پارامتر سرعت جوانه‌زنی به‌شدت دچار افت شد و این تغییر در تمام تیمارهای زمانی دفن بذرها، تقریبا روند کاهشی یکسانی را موجب شد. بنابراین می‌توان گفت که جهت کاهش خسارت این گونه در محصولات تابستانه، کشت زودهنگام راه‌گشا خواهد بود، به شرط آن‌که دمای منطقه حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد باشد. همچنین در صورت فعال بودن بانک بذر منطقه، بهتر

است ترتیبی داده شود که بذرهای عروسک‌پشت‌پرده، حداقل به‌مدت دو هفته در خاک مدفون بمانند.

سپاسگزاری

بدینوسیله نویسندگان این مقاله از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه کردستان در (شماره گرانت: ۹۷/۱۱/۱۲۲۳۸) انجام این تحقیق کمال تشکر و قدردانی را دارند. همچنین از زحمات خانم میترا ملایی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند، قدردانی می‌شود.

منابع

Alvarado, V. and Bradford, K.J. 2002. A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. Plant Cell Env. 25: 1061-1069.

Derakhshan, A., and Gherekhloo, J. 2014. Study on some ecological aspects of cutleaf groundcherry (*Physalis angulata* L.) seed germination and dormancy. J. Plant Prot. 28: 416-424. (In Persian with English Abstract)

Eric, R., Pagea, B., Armen, R. and Kemanianc, E. 2007. Spatially variable patterns of wild oat emergence in Eastern Washington. Crop Protec. 26: 232–236.

Evetts, L.L. and Burnside, O.C. 1972. Germination and seedling development of common milkweed and other species. Weed Sci. 20: 371-378.

Hakansson, I., Myrbeck, A. and Ararso, E. 2002. A review of research on seedbed preparation for small grains in Sweden. Soil Till. Res. 64: 23–40.

Koger, C.H., Reddy, K.N. and Poston, D.H. 2004. Factors affecting seed germination, seedling emergence, and survival of texasweed (*Caperonia palustris*). Weed Sci. 52: 989–995.

Leon, R.G. and Knapp, A.D. 2004. Effect of temperature on the germination of common waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*), giant foxtail (*Setaria faberi*), and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). Weed Sci. 52: 67-73.

Mahmoudi, G. 2015. Magnetic irrigation approach used in Pyridate herbicide efficiency relying on growth and yield of chickpea (C*icer arietinum*L) in different conditions. Ph.D Thesis. Ferdowsii university of Mashhad. 176 pages.

Musavi, S.K. and Ahmadi, A. 2008. Influence of environmental factors on germination of Ground cherry, *Physalis divaricate*. Entomo. Phytopathol. 76: 10-30. (In Persian with English Abstract)

Nazari Alam, J., Alizade, H.M., Rahimian Mashhadi, H., Mousavi, S.K. and Soheilnejad, A. 2010. Seed dormancy and emergence pattern of Ground Cherry (*Physalis divaricata*) in sugar beet and wheat farms of Alashthar, Iran. J. Suger Beet. 26: 127-138. (In Persian with English Abstract)

Nazari Alam, J., Ahmadi, A., Mousavi, S.K., Rahimian Mashhadi, H., Javadi, M. and Rashidian, F. 2014. The biology of berry and seeds of Ground Cherry (*Physalis divaricata* L.). Weed Ecol. 2: 71-78. (In Persian with English Abstract)

Sultana, N., Hassan, M.A., Begum, M. and Sultana, M. 2008. *Physalis angulata* L. (solanaceae) - a new angiospermic record for Bangladesh. Bangladesh J. Bot. 37: 195-198.

Travlos, I.S. 2012. Invasiveness of cut-leaf ground-cherry (*Physalis angulata* L.) populations and impact of soil water and nutrient availability. Chilean J. Agri. Res. 72: 358-363.

Windauer, L., Altuna, A. and Benech-Arnold, R. 2007. Hydrotime analysis of *Lesquerella fendleri*, seed germination responses to priming treatments. Indus. Crop Prod. 25: 70-74.

Zare, M., Mehrabi Oladi, A.A. and Sharafzadeh, S.H. 2006. Investigation of GA3 and kinetin effects on seed germination and seedling growth of wheat under salinity stress. J. Agri. Sci. 12: 855-865.