

مقاله پژوهشی

ارزیابی اثر دماهای بالا و عمق دفن بر سرنوشت بذر گونه‌های مختلف علف‌هرز تاج خروس

(Amaranthus sp.)

لادن زینتی^۱، آسیه سیاهمرگویی^{۲*}، فرشید قادری‌فر^۲، معصومه یونس آبادی^۳، باقیراس سینگ چائوهان^۴

چکیده مبسوط

مقدمه: گونه‌های مختلف جنس تاج خروس از مهمترین علف‌های هرز خسارت‌زا در کل جهان به شمار می‌آیند. با توجه به اهمیت مطالعه تأثیر عوامل مدیریتی بر پویایی بذر گونه‌های مختلف علف‌های هرز، این آزمایش با هدف بررسی تأثیر عمق دفن و درجه حرارت بالا بر پویایی بذر گونه‌های متداول تاج خروس در استان گلستان شامل تاج خروس سفید (*A. albus*)، تاج خروس خوابیده (*A. belitoides*)، تاج خروس هیبرید (*A. chlorostachys*)، تاج خروس ریشه قرمز (*A. retroflexus*) و تاج خروس سبز (*A. viridis*) انجام شد.

مواد و روش‌ها: این تحقیق روی پنج گونه تاج‌خروس سفید، تاج‌خروس خوابیده، تاج‌خروس هیبرید، تاج‌خروس ریشه قرمز و تاج‌خروس سبز در شرایط آزمایشگاه و گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. در آزمایش اول سبز شدن بذر گونه‌های مختلف تاج خروس در هشت عمق کاشت شامل صفر، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۷ و ۱۰ سانتی‌متر کاشته شدند. در آزمایش دوم بذرها به مدت ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه در معرض دماهای ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰، ۱۰۰ و ۱۱۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند.

یافته‌ها: همه بذرها تاج‌خروس خوابیده و تاج‌خروس سبز در لایه سطحی خاک سبز شدند؛ اما در تاج‌خروس سفید، ریشه قرمز و هیبرید به ترتیب ۹۳، ۸۳ و ۳ درصد بذرها در سطح خاک سبز شدند. با افزایش عمق دفن به یک سانتی‌متر، درصد سبز شدن، بذرها تاج‌خروس سفید، به میزان قابل توجهی کاهش یافت و از عمق ۲ سانتی‌متر به بعد، درصد سبز شدن بسیار اندک بود. آزمون جوانه‌زنی انجام‌شده روی بذرها باز یافت شده نشان داد که با توجه به نوع گونه و عمق دفن، صفر تا ۱۶ درصد از بذرها قادر به جوانه‌زنی در محیط پتری بودند و قسمت عمده بذرها جوانه زنده نیز سالم بودند. در همه گونه‌ها به جز تاج‌خروس هیبرید، دماهای بالا سبب کاهش درصد جوانه‌زنی شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به کاهش درصد سبز شدن گونه‌های مختلف تاج‌خروس از عمق بیشتر از یک سانتی‌متری خاک، استفاده از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و متداول می‌تواند در کاهش آلودگی مزارع به این علف‌های هرز مؤثر باشد. به همین نظر می‌رسد دماهای بالا، اگر چه باعث کاهش آلودگی مزارع به علف‌هرز می‌شوند، اما تأثیر قابل توجهی در تخلیه بانک‌بذر آن‌ها ندارند.

واژه‌های کلیدی: بانک بذر، پایداری، تاج‌خروس، درصد جوانه‌زنی، سبز شدن، عوامل مدیریتی.

جنبه‌های نوآوری:

- ۱- پویایی بذر گونه‌های مختلف تاج خروس تحت تأثیر عمق دفن و دمای بالا قرار گرفت.
- ۲- دفن عمیق بذرها گونه‌های مختلف تاج خروس سبب پایداری بذر آنها در بانک بذر خاک می‌شود.

http://dori.net/dor/20.1001.1.23831251.1402.10.1.6.4

DOI: 10.61186/yuj.10.1.91



CrossMark

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد رشته علوم علف‌های هرز، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
^۲ دانشیار، گروه زراعت دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
^۳ استادیار، بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران
^۴ اتحاد کشاورزی و نوآوری غذایی کوئینزلند، دانشگاه کوئینزلند، توومبا، کوئینزلند، استرالیا

*رأیانامه نویسنده مسئول: Siahmarguee@gau.ac.ir

مقدمه

جنس *Amaranthus* یکی از مهمترین جنس‌های تیره آمارانتاسه است. این جنس در بسیاری از نقاط جهان پراکنش وسیعی دارد (بودین^۱ و همکاران، ۱۹۹۶). در قاره آسیا ۲۵ گونه گیاهی از این جنس ثبت شده است (داس و داس^۲، ۲۰۱۶). در ایران نیز ۱۴ گونه از این جنس شناسایی و در بیشتر مناطق کشور به‌عنوان علف‌هرز تاج‌خروس شناخته شده‌اند (آزادی^۳، ۲۰۱۳). از مهمترین گونه‌های تاج‌خروس در ایران می‌توان به تاج‌خروس ریشه قرمز (*A. retroflexus*)، تاج‌خروس خوابیده (*A. blitoides*)، تاج‌خروس سبزرنگ (*A. viridis*)، تاج‌خروس سفید (*A. albus*) و تاج‌خروس علف بهاره (*A. chlorostachys*) اشاره نمود. این گونه‌ها در اکثر محصولات باغی و زراعی مانند ذرت، سویا، آفتابگردان، چغندرقد، پنبه، سورگوم، لوبیا و غیره حضور داشته (هولم^۴، ۱۹۹۷) و در دریافت منابع مختلف از جمله آب، مواد مغذی و نور رقابت می‌کنند و باعث کاهش شدید عملکرد، کیفیت و بازده برداشت می‌شوند (اسد^۵ و همکاران، ۲۰۱۷). تلفات عملکرد ناشی از تداخل گونه‌های مختلف تاج‌خروس برای محصولات مختلف توسط محققین مختلف مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج آنها حاکی از پتانسیل بالای این گیاهان در رقابت با گیاهان زراعی مختلف است (هرتزلر^۶ و همکاران، ۲۰۰۴؛ بنج^۷ و همکاران، ۲۰۰۳؛ حیدریان^۸ و همکاران، ۲۰۱۲).

پتانسیل تولید بذر توسط تاج‌خروس بسیار زیاد است؛ به نحوی که هر بوته بالغ آن قادر است ۲۰۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰ بذر تولید کند (سلرز^۹ و همکاران، ۲۰۰۳؛ کیلی^{۱۰} و همکاران، ۱۹۸۷). این بذرها بسیار ریز هستند و به دلیل دارا بودن خفتگی قادرند برای مدت طولانی در بانک بذر خاک پایدار باقی بمانند (تلیوسکی و

زیوارت^{۱۱}، ۲۰۰۲). به همین دلیل بذرهای دفن شده تاج خروس می‌توانند قسمت مهمی از بانک بذر خاک را تشکیل دهند. موقعیت قرارگیری بذرها در نیمرخ خاک (مؤمن یساقی^{۱۲} و همکاران، ۲۰۱۷) و همچنین نوع خفتگی آنها در تقابل با عواملی مانند دما، رطوبت خاک و نور نقش مهمی در جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه تاج‌خروس در خاک خواهد داشت. شیوه‌های مدیریتی و زراعی از جمله وجود یا عدم وجود محصول، تناوب محصول، خاک‌ورزی، آتش‌سوزی، غرقاب شدن زمین و غیره بر عوامل محیطی موجود در ریزسایت‌ها تأثیر گذاشته و به این ترتیب بر پویایی بذر علف‌های هرز در خاک تأثیر می‌گذارد (ویدوتو^{۱۳} و همکاران، ۲۰۱۳؛ مؤمن یساقی و همکاران، ۲۰۱۷؛ سیاهمرگویی^{۱۴} و همکاران، ۲۰۱۱؛ لئون و اوون^{۱۵}، ۲۰۰۶). شناخت این فعل و انفعالات بسیار مهم بوده و می‌تواند در ترسیم خط مشی‌های اصولی در مدیریت گونه‌های مختلف علف‌هرز بسیار کاربردی باشد.

یکی از مهمترین عواملی که می‌تواند در زنده‌مانی بذر علف‌های هرز در بانک بذر خاک تأثیرگذار باشد، قرارگیری آنها در اعماق خاک تحت تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی می‌باشد (مؤمن یساقی و همکاران، ۲۰۱۷؛ جها^{۱۶} و همکاران، ۲۰۱۴). شواهد حاکی از آن است با توجه به بافت خاک در اعماق خاک، به دلیل کمبود اکسیژن، تنش اکسیداتیو ناشی از تجمع گونه‌های اکسیژن فعال، افزایش خواهد یافت (بنونوتی و مازونسینی^{۱۷}، ۲۰۲۱). در این راستا بنونوتی و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیق خود با رگرسیون خطی معنی‌داری بین عمق دفن لازم برای کاهش ۵۰ درصد سبز شدن و نفوذپذیری هوای خاک تأیید کردند که کاهش در جوانه‌زنی مشاهده شده با افزایش عمق دفن با تبادل گاز ضعیف در محیط اطراف بذرهای مدفون شده مرتبط است. نامبردگان بر اهمیت این نکته تأکید داشتند زیرا دانه‌های جوانه‌زده متابولیت‌های سمی فرار را تولید

¹¹ Telewski and Zeevaart¹² Momen-Yesaghi¹³ Vidotto¹⁴ Siahmarguee¹⁵ Leon and Owen¹⁶ Jha¹⁷ Benvenuti and Mazzoncini¹ Budin² Das and Das³ Azadi⁴ Holm⁵ Assad⁶ Hartzler⁷ Bensch⁸ Heidarian⁹ Sellers¹⁰ Keeley

حاکي از آن است که در جريان آتش سوزي با توجه به دماي ايجاد شده، مدت زمان ايجاد دماي بالا و مکان قرار گيري بذرها، پويابي بانک بذر علفهاي هرز در خاک نيز دستخوش تغييرات اساسي مي‌شود (کارينگتون^۷، ۲۰۱۰؛ توماس^۸ و همکاران، ۲۰۰۷). لازم به ذکر است که با افزايش عمق خاک، دماي حاصل از آتش سوزي کاهش مي‌يابد، در اين راستا کارينگتون (۲۰۱۰) در جريان آتش سوزي مصنوعي ايجاد شده، دماي سطح خاک را در ميكروسايتهاي مختلف، بين ۹۳ تا ۳۱۵ درجه سلسيوس ثبت نمودند، اما در عمق ۲ سانتيمتر دماي خاک بسيار کمتر و در دامنه ۳۷/۸ تا ۱۰۰ درجه سلسيوس در نوسان بود.

از آنجا که آتش و دود همراه با هم هستند، قرار گيري بذرهاي موجود در خاک در معرض تنش دماي بالا و همچنين دود حاصل از سوختن بقايای گياهي که حاوی ترکيبات شيميائي متفاوت است، مي‌تواند بر القای خفگي ثانويه و زنده‌ماني بذر علفهاي هرز و در نتيجه حداکثر درصد و سرعت جوانه‌زني بذرها تأثير گذار باشد. مطالعات انجام شده حاکي از آن است که گونه‌هاي مختلف علف‌هرز در پاسخ به دماهاي بالا واکنش‌هاي متفاوتي از خود نشان مي‌دهند. ويدوتو و همکاران (۲۰۱۳) در تحقيقي جامع ضمن تاکيد بر تأثير دماي بالا در کاهش بانک بذر، دماي لازم براي کاهش ۹۹ درصد جوانه‌زني گونه‌هاي مختلف شامل سوروف (*Echinochloa crus-galli*)، دم روباهي سبز (*Setaria viridis*)، تاجريزي سياه (*Solanum nigrum*)، خرفه (*Portulaca oleracea*)، تاج خروس ريشه قرمز (*A. retroflexus*) و *Galinsoga quadriradiata* را به ترتيب ۷۹/۶، ۷۵/۸، ۷۴/۶، ۷۲/۲، ۷۰/۹، ۶۸/۱ درجه سلسيوس برآورد نمودند. عسگرپور^۹ و همکاران (۲۰۱۵) اظهار داشتند که افزايش درجه حرارت تا ۱۰۰ درجه سلسيوس تأثير معني‌داري بر درصد جوانه‌زني فرفيون خوابيده (*Euphorbia maculate* L.) نداشت، ولي پس از آن با افزايش دما، درصد جوانه‌زني روند کاهشي داشت،

مي‌کنند که ناشی از شروع متابوليسم تخمير است تا جايي که تخمير بر اساس درجه هيپوکسي که به طور اجتناب‌ناپذير ناشی از تبادل اکسيژن محدود خاک است امکان‌پذير است. در اين زمينه تحقيقات مختلفی انجام شده که حاوی نکات جالب و کاربردي در مديريت صحيح اين گياهان است. به عنوان مثال نتايج تحقيق استيکل^۱ و همکاران (۲۰۰۷) و اوريوکوت^۲ و همکاران (۱۹۹۷) نشان مي‌دهد که ماندگاري بذرهاي ريز مانند گونه‌هاي مختلف تاج خروس در عمق خاک صفر تا ۶ سانتی‌متر در شرايط بدون خاکورزي به دليل امکان جوانه‌زني بيشتري، کمتر از خاکورزي متداول است؛ اما در اعماق بيش از ۶ سانتی‌متر، ماندگاري بذر تحت تأثير روش خاکورزي قرار نمي‌گيرد. قادري‌فر^۳ و همکاران (۲۰۱۲) نيز مشاهده کردند که در شرايط گلخانه با افزايش عمق دفن بذر چاودار از صفر به ۲ سانتی‌متر، درصد سبز شدن افزايش يافت. با افزايش عمق کاشت از ۲ به ۶ سانتی‌متر درصد سبز شدن از ۷۰ به ۴۰ درصد کاهش يافت و در عمق ۸ سانتی‌متر به صفر رسيد؛ نامبردگان اظهار داشتند که براي کنترل اين علف‌هرز مي‌توان از شخم عميق قبل از کاشت گندم و جو استفاده کرد. لودو^۴ و همکاران (۲۰۱۷) معتقد هستند که اطلاع از پاسخ ظهور گونه‌هاي مختلف علف‌هرز از اعماق مختلف دفن مي‌تواند به ارزيابي اثر خاک‌ورزي سطحي به عنوان ابزاري در مهار علف‌هاي هرز در سامانه‌هاي کشاورزي حفاظتي کمک شاياني کند.

آتش زدن بقايای گياهي جهت تسهيل عمليات آماده سازي بستر براي کشت محصول بعدي، روشي متداول در بسياري از نقاط جهان از جمله ايران است (مين باشي^۵ و همکاران، ۲۰۱۲؛ ملاندر^۶ و همکاران، ۲۰۰۵). بسياري از کشاورزان در مناطقي مانند استان گلستان بلافاصله بعد از برداشت محصولاتي مانند گندم، جو، کلزا و برنج جهت تسريع کشت محصول بعدي اقدام به آتش زدن بقايای اين گياهان مي‌کنند. نتايج تحقيقات

^۱ Steckel^۲ Oryokot^۳ Ghaderi-Far^۴ Loddo^۵ Minbashi^۶ Melander^۷ Carrington^۸ Thomas^۹ Asgarpour

به‌طوری‌که در ۱۴۰ درجه سلسیوس به ۴۴/۴ درصد رسید.

با توجه به اهمیت مطالعه اثر عوامل مدیریتی در پویایی بذر گونه‌های مختلف علف‌هرز، این آزمایش با هدف بررسی اثر عمق دفن و دماهای بالا بر سرنوشت بذر گونه‌های مختلف تاج‌خروس در استان گلستان شامل تاج‌خروس سفید (*A. albus*)، تاج‌خروس خوابیده (*A. belitoides*)، تاج‌خروس هیبرید (*A. chlorostachys*)، تاج‌خروس ریشه قرمز (*A. retroflexus*) و تاج‌خروس سبز (*A. viridis*) انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت دو آزمایش جداگانه در آزمایشگاه بذر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۳۹۸ انجام شد. بذرهای گونه‌های مختلف تاج‌خروس (تاج‌خروس سفید، تاج‌خروس خوابیده، تاج‌خروس هیبرید، تاج‌خروس ریشه قرمز و تاج‌خروس سبز) در آذر سال ۱۳۹۷ از مزارع شهرستان گرگان، کردکوی و آق‌قلا جمع‌آوری شدند. نمونه‌های هرباریومی تاج‌خروس سفید با کد ۴۵۲۲، تاج‌خروس خوابیده با کد ۴۵۲۳، تاج‌خروس هیبرید با کد ۴۵۲۱، تاج‌خروس ریشه قرمز با کد ۴۵۲۰ و تاج‌خروس سبز با کد ۴۵۲۴ در هرباریوم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان نگهداری می‌شوند. بذرهای جمع‌آوری شده به مدت ۵ ماه در دمای اتاق (۲۵ درجه سلسیوس) نگهداری شدند. کلیه آزمایشها در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شدند.

آزمایش اول: عمق دفن

این آزمایش در اواخر اردیبهشت ماه ۱۳۹۸ انجام شد. در این آزمایش سبز شدن بذر گونه‌های مختلف تاج‌خروس در هشت عمق کاشت شامل صفر، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۷ و ۱۰ سانتی‌متر مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا ۲۵ بذر از هر گونه در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۵ سانتی‌متر در عمق‌های مورد نظر کاشته شدند. لازم به ذکر است که برای سهولت جداسازی بذرهای جوانه نزده

از خاک، در هر عمق بذرهای روی پارچه توری قرار گرفتند. خاک مورد استفاده بافت سیلتی-رسی-لومی داشته و اسیدیته، هدایت الکتریکی و درصد ماده آلی آن نیز به‌ترتیب ۷/۴، ۱/۴ دسی‌زیمنس بر متر و ۱/۳۵ درصد بود. گلدان‌ها در فضای باز قرار گرفتند و در صورت نیاز آبیاری شدند.

شمارش گیاهچه‌های سبز شده روزانه تا ۱۴ روز انجام شد (بذر سبز شده به بذری اطلاق شد که قسمتی از گیاهچه آن در سطح خاک مشاهده شد). بعد از اتمام آزمایش گلدان‌ها برگردانده شده و وضعیت بذر سبز نشده مورد مطالعه قرار گرفت. برای این کار ابتدا بذرهای جوانه نزده از خاک خارج گردید و بعد از شستشوی کامل و ضدعفونی با محلول هیپوکلرید سدیم ۳ درصد، روی یک لایه کاغذ صافی درون پتری‌های پلاستیکی با قطر ۹ سانتی‌متر قرار گرفتند. به پتری‌ها ۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و سپس به انکوباتوری با دمای ۲۵ درجه سلسیوس در شرایط تاریکی انتقال یافتند. شمارش بذرهای جوانه‌زده روزانه و تا ثابت شدن درصد جوانه‌زنی در شرایط نور طبیعی انجام شد. معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به اندازه حداقل ۲ میلی‌متر بود. بعد از ثبت درصد جوانه‌زنی، زنده‌بودن بذرهای جوانه نزده با استفاده از تست فشار مورد بررسی قرار گرفت (بگوزاس^۱ و همکاران، ۲۰۰۴).

آزمایش دوم: دمای بالا

برای شبیه‌سازی اثر دماهای بالای ناشی از آتش زدن بقایا، ۱۰۰ عدد بذر از گونه‌های مختلف تاج‌خروس انتخاب و درون فویل آلومینیومی پیچیده و به مدت ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه در دماهای ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۱۰ درجه سلسیوس درون آون قرار گرفتند. محدوده دمای ۵۰ تا ۷۰ درجه سلسیوس در شرایط آتش‌سوزی در زیر سطح خاک (۲ تا ۷ سانتی‌متری خاک) ایجاد می‌شود (بروداستوک و آلود^۲، ۱۹۹۵؛ ریبیرو^۳ و همکاران، ۲۰۱۲؛ کارینگتون، ۲۰۱۰)؛ بیمارهای دمایی ۸۰ و ۱۱۰ درجه سلسیوس نیز نشان دهنده آتش

¹ Boguzas

² Bradstock and Auld

³ Ribeiro

سه گونه تاج‌خروس سفید، ریشه قرمز و هیبرید به‌ترتیب ۸۳، ۹۳ و ۳ درصد بذرها در سطح خاک سبز شدند. در این سه گونه بررسی زنده‌مانی بذرها حاکی از آن بود که همه آنها زنده بودند. در بین گونه‌های مختلف تاج‌خروس کمترین درصد جوانه‌زنی در اعماق مختلف خاک در گونه تاج‌خروس هیبرید مشاهده شد. نتایج تحقیقات حاکی از آن است بذرها این گونه خفتگی فصلی دارند (فاسینی و ویتا^۳، ۲۰۰۴) و درصد قابل توجه بذرها زنده سبز نشده، این امر را مورد تأیید قرار می‌دهد.

با افزایش عمق دفن به یک‌سانتی‌متر، درصد سبز شدن، بذرها گونه‌های مختلف تاج‌خروس، به میزان قابل توجهی کاهش یافت. درصد سبز شدن بذرها تاج‌خروس سفید، تاج‌خروس خوابیده، تاج‌خروس ریشه قرمز و تاج‌خروس سبز در عمق یک سانتی‌متری خاک به‌ترتیب ۲۲/۶۲، ۵/۳۳، ۱۴/۶۶ و ۴۱/۳۳ درصد بود که نسبت به درصد سبز شدن در لایه سطحی خاک به‌ترتیب ۷۲، ۹۴، ۸۴ و ۵۸ درصد کاهش یافته است. در اعماق بیشتر از یک سانتی‌متر نیز سبز شدن گیاهچه‌های گونه‌های مختلف تاج‌خروس به میزان قابل توجهی کاهش یافت و عملاً از عمق ۲ سانتی‌متر به بعد، درصد سبز شدن انگشت شمار بود (شکل ۱). این کاهش جوانه‌زنی احتمالاً نتیجه عواملی از قبیل پوسیدگی بذر یا شکار قبل از جوانه‌زنی، جوانه‌زنی کشنده و القای خفتگی به بذرها تحت تأثیر عمق دفن بوده است (لودو و همکاران، ۲۰۱۷).

بذرها گونه‌های مختلف تاج‌خروس بسیار ریز هستند طوری که وزن هزار دانه تاج‌خروس سفید، تاج‌خروس خوابیده، تاج‌خروس هیبرید، تاج‌خروس ریشه قرمز و تاج‌خروس سبز به‌ترتیب ۰/۴۱۶، ۰/۸۳۸، ۰/۳۰۵ و ۰/۳۳۱ گرم بود.

سوزی‌های طبیعی (راموس-نتو و پیولو^۱، ۲۰۰۰) و غیر طبیعی (راموس^۲ و همکاران، ۲۰۱۹) هستند که بر اساس منابع موجود در محیط ایجاد می‌شوند.

بعد از اعمال تیمارهای مختلف، چهار تکرار ۲۵ تایی از بذر پیش‌تیمار شده، آماده و روی یک لایه کاغذ صافی درون پتری‌های پلاستیکی به قطر ۹ سانتی‌متر قرار گرفتند. سپس به هر کدام از آنها ۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد و در ادامه هر کدام از آنها به انکوباتوری با دمای ۲۵ درجه سلسیوس در شرایط تاریکی قرار گرفتند. شمارش بذرها جوانه‌زده روزانه و تا ثابت شدن درصد جوانه‌زنی در شرایط نور طبیعی انجام شد. معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به اندازه حداقل ۲ میلی‌متر بود. بعد از ثبت درصد جوانه‌زنی، زنده‌بودن بذرها جوانه زده با استفاده از تست فشار مورد بررسی قرار گرفت (بگوزاس و همکاران، ۲۰۰۴).

تجزیه و تحلیل آماری پارامترهای مورد بررسی آزمایش عمق دفن در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی و در آزمایش دماهای بالا به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. قبل از تجزیه واریانس، بروی داده‌ها تبدیل زاویه‌ای انجام و سپس آنالیز داده‌ها با رویه Proc glm در نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. برای مدیریت داده و ترسیم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

نتایج و بحث

آزمایش اول: عمق دفن

تجزیه واریانس اثر عمق دفن بر درصد سبز شدن در گلدان، بذر ناپدید شده، بذرها جوانه‌زده در پتری بعد از بازیافت آنها از خاک، درصد بذرها مرده و زنده در گونه‌های مختلف تاج‌خروس در جدول ۱ نشان داده شده است.

سبز شدن بذرها گونه‌های مختلف تاج‌خروس، تحت تأثیر عمق دفن قرار گرفتند؛ اگر چه تغییرات آن در گونه‌های مختلف تاج‌خروس متفاوت بود (شکل ۱). همه بذرها دو گونه تاج‌خروس خوابیده و تاج‌خروس سبز در لایه سطحی خاک (عمق صفر) سبز شدند؛ اما در

¹ Ramos □ Neto and Pivello

² Ramos

³ Faccini and Vitta

زینتی و همکاران: ارزیابی اثر دماهای بالا و عمق دفن بر سرنوشت بذر گونه‌های...

جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر عمق دفن بر درصد سبز شدن در گلدان، بذر ناپدید شده، بذرهای جوانه‌زده در پتری بعد از بازیافت آنها از خاک، درصد بذرهای مرده و زنده در گونه‌های مختلف تاج خروس

Table 1. Analysis of variance (mean square) of the effect of burial depth on the percentage of germination in pots, missing seeds, germinated seeds in petri dishes after their retrieval from the soil, percentage of dead and live seeds in different species of *Amaranthus*

Mean Square						
<i>A. albus</i> تاج خروس سفید						
	درجه آزادی df	سبز شده در گلدان Emerged in pot	بذرهای ناپدید شده Missing seeds	جوانه‌زده در پتری Germinated in petri dish	بذرهای مرده Dead seeds	بذرهای زنده Viable seeds
تکرار Replication	2	2.00 ns	50.66 ns	2.00 ns	12.66 ns	78.00 ns
عمق دفن Burial depth	7	2153.14**	157.61**	36.47 **	5.71 ns	1357.33 **
خطا Error	14	166.57	20.19	5.04	8.85	149.61
CV (%)		71.70	49.01	64.19	127.54	18.25
<i>A. belitoides</i> تاج خروس خوابیده						
تکرار Replication	2	28.66 ns	0.00 ns	16.66 ns	4.66 ns	56.00 ns
عمق دفن Burial depth	7	3569.42 **	65.42 *	78.38 **	24.38**	2616.38 **
خطا Error	14	20.28	16.00	12.09	4.66	36.95
CV (%)		30.36	53.33	67.31	81.00	8.68
<i>A. chlorostachys</i> تاج خروس هیبرید						
تکرار Replication	2	2.00 ns	8.66 ns	2.00 ns	2.66 ns	8.66 ns
عمق دفن Burial depth	7	2.19 ns	59.42 *	17.42 ns	15.90 *	166.76 *
خطا Error	14	5.04	20.85	13.42	6.47	49.04
CV (%)		149.77	48.93	146.58	66.38	8.45
<i>A. retroflexus</i> تاج خروس ریشه قرمز						
تکرار Replication	2	48.66 ns	82.66 *	0.66 ns	0.66 ns	52.66 ns
عمق دفن Burial depth	7	3021.33 **	147.80 **	22.00 *	13.33 ns	1739.33 **
خطا Error	14	43.33	18.66	8.28	11.33	95.33
CV (%)		42.01	38.12	69.08	91.81	14.98
<i>A. viridis</i> تاج خروس سبز						
تکرار Replication	2	2.66 ns	32.00 ns	4.66 ns	2.66 ns	20.66 ns
عمق دفن Burial depth	7	26261.33 **	96.00 *	34.19 **	13.61 ns	2232.00 **
خطا Error	14	6.47	22.85	6.19	8.76	44.28
CV (%)		13.16	47.80	64.90	93.47	10.45

ns و * و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

ns, * and ** indicate significance at the level of 1%, 5% and non-significance, respectively.

بازیابی مجدد بذرها از خاک حاکی از آن بود که با افزایش عمق دفن، تعداد بذره‌ای ناپدید شده افزایش یافته است. در تاج‌خروس سفید، تاج‌خروس خوابیده، تاج‌خروس هیبرید، تاج‌خروس ریشه قرمز و تاج‌خروس سبزرنگ بسته به عمق دفن به ترتیب ۲۰-۱ درصد، ۱۲-۳ درصد، ۱۳-۷ درصد، ۲۰-۴ درصد و ۱۷-۵ درصد بذرها ناپدید شده بودند (شکل ۱). در ناپدید شدن بذرها ممکن است عواملی مانند شکار بذر و یا جوانه‌زنی مرگبار نقش داشته باشند.

آزمون جوانه‌زنی انجام‌شده روی بذره‌ای بازیافت شده نشان داد که با توجه به نوع گونه و عمق دفن، صفر تا ۱۶ درصد از بذرها قادر به جوانه‌زنی در محیط پتری بودند. در همه گونه‌ها به جز تاج‌خروس هیبرید، بیشترین درصد جوانه‌زنی از بذره‌ای بازیافت شده از عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک، حاصل گردید. همچنین قسمت عمده بذره‌ای بازیافت شده و جوانه نزده در محیط پتری، سالم بودند و حداکثر ۶ درصد بذره‌ای بازیافت شده پوسیده و ناسالم بودند (شکل ۱).

لودو و همکاران (۲۰۱۷) اظهار داشتند که القای خفگی بذر به واسطه عمق نتیجه درک شرایط نامطلوب جوانه‌زنی به دلیل عمق دفن بیش از حد بذر است و به‌عنوان یک راهبرد برای محدود کردن جوانه‌زنی کشنده و افزایش طول عمر و ماندگاری بذر در نظر گرفته می‌شود. نتایج حاکی از آن است که بذره‌ای تاج‌خروس ریشه قرمز قادرند ۶ تا ۱۰ سال در خاک زنده باقی بمانند (کاستا^۱ و همکاران، ۲۰۰۴) و نتایج تحقیق انجام شده در میشیگان نشان داده است که بذره‌ای این گیاه بعد از ۴۰ سال نیز قادر به جوانه‌زنی بودند (تلیوسکی و زیوارت، ۲۰۰۲). این امر در پایداری و بقای این گیاهان در محیط بسیار تأثیرگذار است. بنونوتی^۲ و همکاران (۲۰۰۱) نیز القای خفگی در بذره‌ای دفن شده در اعماق خاک را به عنوان دلیل اصلی کاهش جوانه‌زنی *D. sanguinalis* و *Sorghum halepense* در دفن کوتاه مدت آنها عنوان نمودند. در حالی که گزارش شده است که میزان پوسیدگی بذر و جوانه‌زنی کشنده در طی دفن طولانی مدت بذر افزایش می‌یابد، به

در بسیاری از منابع که در آن به بررسی عمق دفن بر جوانه‌زنی گونه‌های مختلف تاج‌خروس پرداخته‌اند، گزارش شده است که با افزایش عمق دفن درصد سبز شدن بذره‌ای گونه‌های مختلف تاج‌خروس کاهش می‌یابد و عمق مناسب جوانه‌زنی تاج‌خروس را ۵/۰ تا ۲ سانتی‌متر معرفی نموده‌اند (توماس^۱ و همکاران، ۲۰۰۶؛ چوهان و جانسون^۲، ۲۰۰۹). نتایج تحقیقات مختلف حاکی از آن است که بذره‌ای تاج‌خروس به برای جوانه‌زنی به نور و دماهای متناوب احتیاج دارند (توماس و همکاران، ۲۰۰۶؛ چوهان و جانسون، ۲۰۰۹؛ جها، ۲۰۱۴). علاوه بر این گوترمن^۳ و همکاران (۱۹۹۲) اظهار داشتند که بذره‌ای تاج‌خروس برای شروع جوانه‌زنی به حداقل ۱۰ درصد اکسیژن نیاز دارند. با توجه به اینکه با افزایش عمق دفن، میزان نفوذ نور و اکسیژن و همچنین نوسانات دمایی کاهش می‌یابد، می‌توان گفت علت اصلی عدم جوانه‌زنی بذره‌ای گونه‌های مختلف تاج‌خروس در این مطالعه به عوامل ذکر شده مربوط است.

همان‌گونه که اشاره شد بذره‌ای تاج‌خروس برای جوانه‌زنی به نور و دمای متناوب احتیاج دارند. نیاز به نور در بذره‌ای مانند تاج‌خروس که ریز هستند، نوعی سازوکار عمق‌سنجی را برای آنها فراهم می‌کند و از جوانه‌زنی آنها از اعماق خاک جلوگیری می‌کند (بیکالو^۴ و همکاران، ۲۰۱۸). این بدان معناست که بذره‌ای دفن شده، فقط پس از خاک‌ورزی و قرارگیری در سطح خاک قادر به جوانه‌زنی هستند (کریستادو^۵ و همکاران، ۲۰۰۷). این امر از نظر مدیریتی بسیار مهم است زیرا به نظر می‌رسد استفاده از روش‌های بدون خاک‌ورزی باعث افزایش فراوانی این گونه‌ها می‌شود. اما خاک‌ورزی حفاظتی و متداول از پتانسیل خوبی در انتقال بذره‌ای این گیاهان به لایه‌های پایینی خاک و جلوگیری از جوانه‌زنی و سبز شدن آنها برخوردار است. در تأیید این امر لئون و اوون (۲۰۰۶) دریافتند که فراوانی علف‌هرز تاج‌خروس ایستاده در شرایط بدون خاک‌ورزی حداقل چهار برابر استفاده از گاواهن برگردان‌دار و چیزل بود.

¹ Thomas

² Chauhan and Johnson

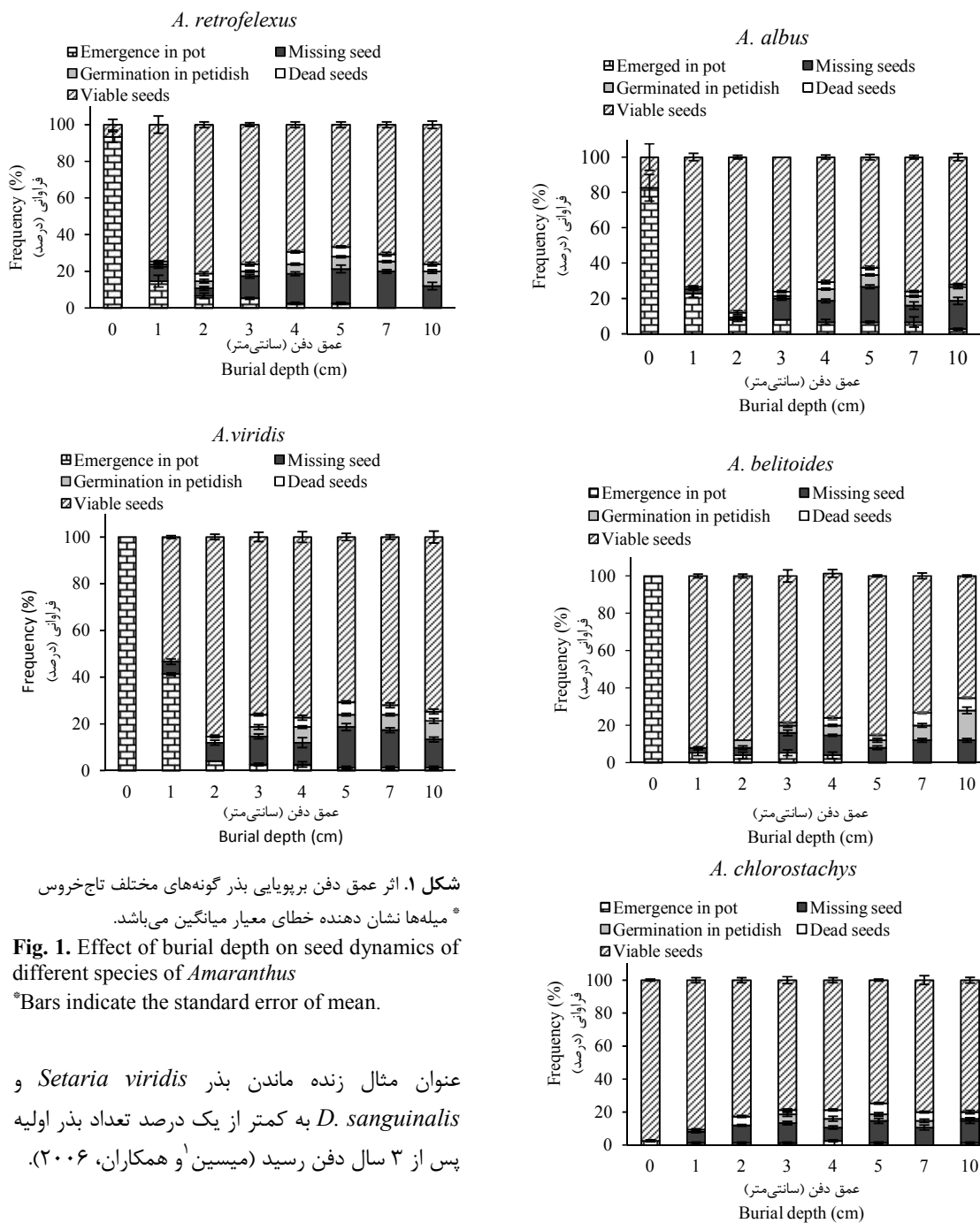
³ Gutterman

⁴ Bicalho

⁵ Cristaudo

⁶ Costea

⁷ Benvenuti



شکل ۱. اثر عمق دفن بر پویایی بذر گونه‌های مختلف تاج‌خروس

* میله‌ها نشان دهنده خطای معیار میانگین می‌باشد.

Fig. 1. Effect of burial depth on seed dynamics of different species of *Amaranthus*

*Bars indicate the standard error of mean.

عنوان مثال زنده ماندن بذر *Setaria viridis* و *D. sanguinalis* به کمتر از یک درصد تعداد بذر اولیه پس از ۳ سال دفن رسید (میسین^۱ و همکاران، ۲۰۰۶).

دماهای بالا

نتایج تجزیه واریانس اثر دماهای بالا و مدت زماات قرارگیری در معرض آن بر پویایی بذر گونه‌های مختلف تاج‌خروس در جدول ۲ نشان داده شده است.

¹ Masin

زنده در این گیاه در شرایط مواجه با دماهای بالا و مدت‌زمان‌های مختلف قرارگیری در معرض دماهای بالا بود (به‌طورکلی ۷۴ تا ۸۶ درصد بذرهای جوانه زنده، زنده بودند). کمترین درصد بذرهای مرده در تیمار دمایی ۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۵ دقیقه با ۷ درصد مشاهده شد (در این تیمار سهم جوانه‌زنی، ۱۱ درصد و سهم بذرهای زنده، ۸۲ درصد بود). بیشترین درصد بذرهای مرده نیز در تیمار دمایی ۱۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه به میزان ۲۷ درصد مشاهده شد (در این تیمار درصد جوانه‌زنی ۰ درصد و درصد بذرهای زنده ۲۷ درصد بود). به طور کلی می‌توان گفت بذرهای این گونه از پتانسیل بالایی در برابر این تنش برخوردار هستند.

به‌طور کلی درصد جوانه‌زنی بذرهای تاج‌خروس هیبرید در دمای مطلوب جوانه‌زنی در شرایط آزمایشگاه بسیار کم بود (۲۶ درصد). بر خلاف سایر گونه‌های تاج‌خروس، حداکثر جوانه‌زنی تاج‌خروس هیبرید در شرایط مواجه با دمای بالا در مقایسه با دمای مطلوب افزایش یافت؛ به نحویکه در شرایط مواجه با دماهای ۵۰ تا ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه، حداکثر درصد جوانه‌زنی این گونه به‌ترتیب ۴۳، ۳۱/۲۵ و ۲۳/۷۵ درصد بود. به نظر می‌رسد این دماها در کاهش سطح خفگی بذرهای این گونه مؤثر بوده است. در تأیید این فرضیه، نتایج تحقیقات نشان داده است که دماهای بالا در رفع خفگی و افزایش درصد جوانه‌زنی بذر بعضی از گونه‌های گیاهی مانند تاج‌خروس ریشه قرمز (ماس و وردو^۱، ۲۰۰۲) و لگوم‌ها (پائول^۲ و همکاران، ۲۰۰۳) مؤثر است.

حداکثر جوانه‌زنی بذرهای تاج‌خروس سفید در شرایط مواجه با دمای ۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۵ دقیقه، ۶۴ درصد بود (حداکثر درصد جوانه‌زنی این گیاه در دمای مطلوب به ۹۷ درصد بود (نتایج نشان داده نشد). با افزایش مدت‌زمان قرارگیری به ۱۰ و ۱۵ دقیقه در معرض دمای ۵۰ درجه سلسیوس، درصد جوانه‌زنی کاهش و به‌ترتیب به ۳۷ و ۲۶ درصد رسید. همانگونه که در شکل (۲) مشاهده می‌شود با افزایش دما از ۵۰ به ۷۰ درجه سلسیوس، درصد جوانه‌زنی به میزان قابل‌توجهی کاهش یافت، به‌طوری‌که در دمای ۸۰ درجه سلسیوس، جوانه‌زنی رخ نداد.

زنده‌مانی بذرهای جوانه زنده با استفاده از تست فشار مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن بود که با افزایش دما و زمان قرارگیری در معرض دمای بالا، درصد زنده‌مانی بذرهای افزایش می‌یابد. کمترین میزان زنده‌مانی بذر در شرایط مواجه با دمای ۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۵ دقیقه مشاهده شد. این تیمار بیشترین درصد جوانه‌زنی در پتری و کمترین درصد بذرهای مرده را به خود اختصاص داد. اگرچه در شرایط مواجه با دماهای بالا در زمان‌های مختلف، درصد بذرهای مرده قابل‌توجه و از ۷ تا ۲۵ درصد در نوسان بود، اما درصد بالایی بذرهای زنده، حاکی از پتانسیل بالایی این گونه به تحمل دماهای بالا در مدت‌زمان‌های متفاوت است (شکل ۲).

جوانه‌زنی بذر تاج‌خروس خوابیده تحت تأثیر دماهای بالا و مدت‌زمان‌های مختلف قرارگیری در معرض آن‌ها قرار گرفت (شکل ۳). حداکثر درصد جوانه‌زنی بذرهای این گونه در شرایط دمای مطلوب به ۵۹ درصد بود (نتایج نشان داده نشد). اما قرارگیری در دمای ۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۵ دقیقه منجر به جوانه‌زنی ۱۱ درصد از بذرها شد. در محدوده دمای ۵۰ تا ۷۰ درجه سلسیوس، افزایش مدت زمان قرارگیری در معرض دماهای بالا از ۵ به ۱۰ دقیقه تأثیر قابل‌توجهی در کاهش درصد جوانه‌زنی نداشت؛ اما افزایش مدت‌زمان قرارگیری به ۱۵ دقیقه، درصد جوانه‌زنی را در این تیمارهای دمایی به میزان قابل‌توجهی کاهش داد. بررسی زنده‌مانی بذرهای استفاده از تست فشار حاکی از بالا بودن درصد بذرهای

¹ Mas and Verdu

² Paul

زینتی و همکاران: ارزیابی اثر دماهای بالا و عمق دفن بر سرنوشت بذر گونه‌های...

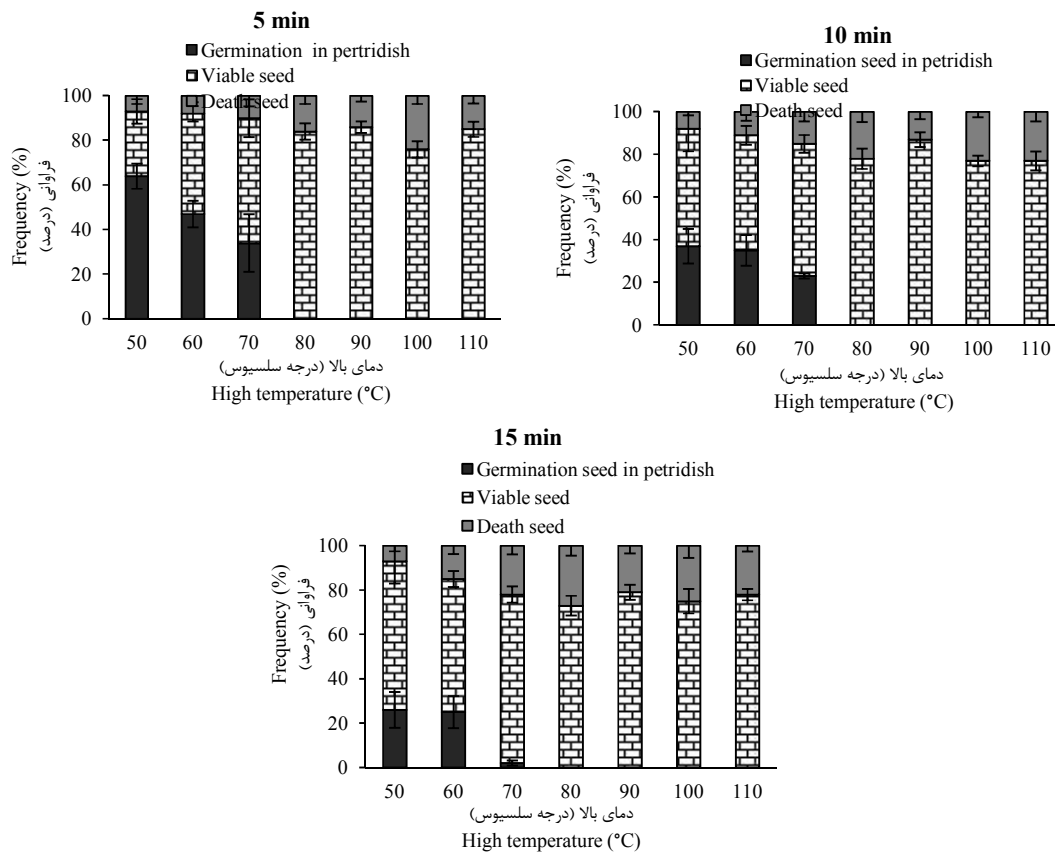
جدول ۲. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر دمای بالا و مدت زمان قرار گیری در دماهای بالا بر درصد جوانه زنی، درصد بذرهای زنده و مرده در گونه‌های مختلف تاج خروس

Table 2. Analysis of variance (mean square) for the effect of high temperature and duration of exposure to high temperatures on germination percentage, percentage of live and dead seeds in different species of roe deer

Mean Square				
تاج خروس سفید (<i>A. albus</i>)				
منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	جوانه‌زده در پتری Germinated in petri dish	بذرهای زنده Viable seeds	بذرهای مرده Dead seeds
دما Temperature	6	4176.63 **	2322.09**	356.82**
زمان Time	2	1212.19**	315.61 *	231.61 *
دما×زمان Temperature×Time	12	309.96 **	355.61**	44.73 ns
خطا Error	63	115.49	106.92	48.45
درصد ضریب تغییرات CV (%)		77.02	14.93	44.39
تاج خروس خوابیده (<i>A. belitoides</i>)				
دما Temperature	6	231.30 **	55.55 ns	203.87 **
زمان Time	2	117.90 *	40.19 ns	127.42 ns
دما×زمان Temperature×Time	12	31.01 ns	49.74 ns	42.53 ns
خطا Error	60	34.09	83.17	49.01
درصد ضریب تغییرات CV (%)		144.26	11.59	40.17
تاج خروس هیبرید (<i>A. chlorostachys</i>)				
دما Temperature	6	4263.49 **	2899.87 **	157.96 **
زمان Time	2	1089.33 **	379.61 *	229.33 **
دما×زمان Temperature×Time	12	200.44 *	204.06 ns	24.44 ns
خطا Error	60	99.61	120.06	38.34
درصد ضریب تغییرات CV (%)		51.24	16.83	39.64
تاج خروس ریشه قرمز (<i>A. retroflexus</i>)				
دما Temperature	6	1325.20 **	685.07 **	306.15 **
زمان Time	2	203.61 **	58.85 ns	144.00 *
دما×زمان Temperature×Time	12	67.39 ns	109.74 ns	23.77 ns
خطا Error	60	40.06	78.73	41.01
درصد ضریب تغییرات CV (%)		89.20	12.03	33.45
تاج خروس سبز (<i>A. viridis</i>)				
دما Temperature	6	442.85 **	160.63 *	89.20 ns
زمان Time	2	600.57 **	17.33 ns	332.76 **
دما×زمان Temperature×Time	12	175.23 **	228.44 **	31.87 ns
خطا Error	60	25.84	76.82	47.49
درصد ضریب تغییرات CV (%)		107.83	11.18	39.97

***, ** و * به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

***, ** and ns indicate significance at the level of 1%, 5% and non-significance, respectively.



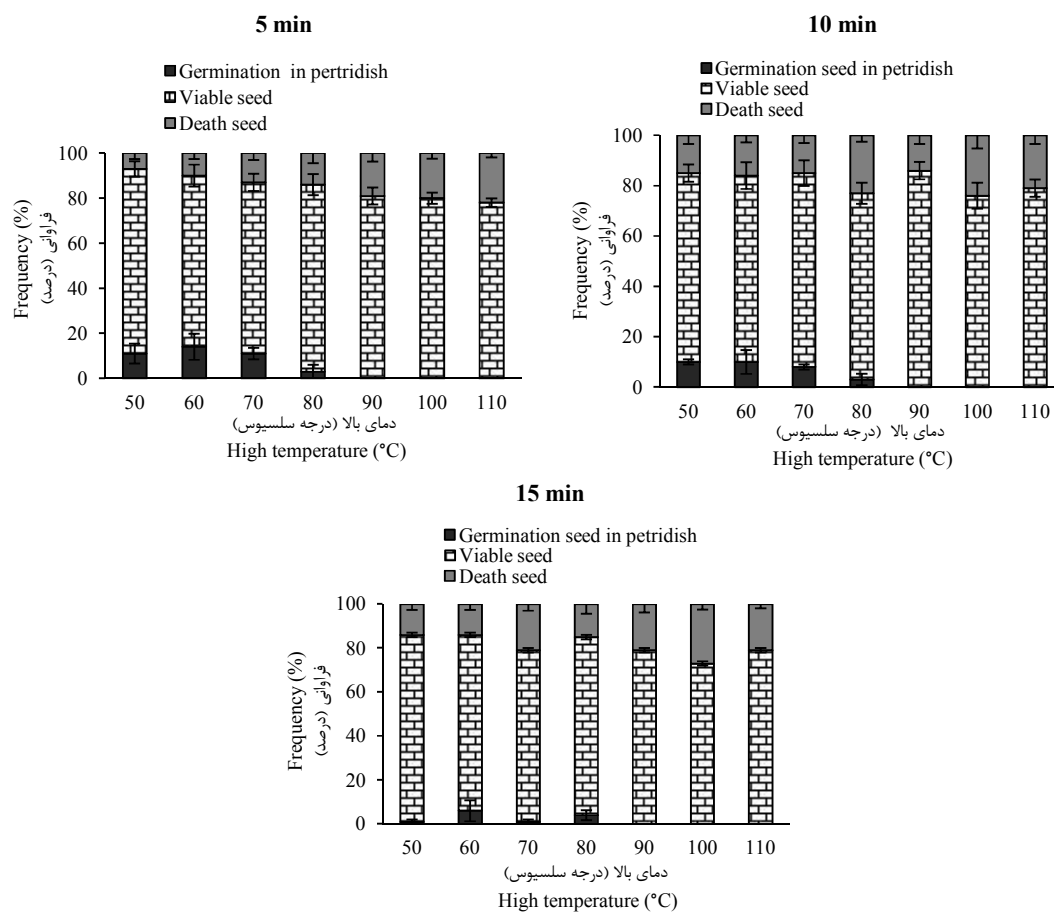
شکل ۲. اثر پیش تیمار با دماهای بالا و مدت‌زمان‌های مختلف قرارگیری در معرض دماهای بالا بر درصد جوانه‌زنی، درصد بذرهای زنده و مرده تاج‌خروس سفید (حداکثر درصد جوانه‌زنی این گیاه در دمای مطلوب (۲۵ درجه سلسیوس) و در شرایط آزمایشگاه ۸۹ درصد بود).
* میله‌ها نشان دهنده خطای معیار میانگین می‌باشد.

Fig. 2. Effect of pretreatment with high temperatures and different durations of exposure to high temperatures on germination percentage and viable and dead seed percentage of *A. albus* (Maximum germination of this plant in optimum temperature (25 °C) was 89% in laboratory condition).

*Bars indicate the standard error of mean.

افزایش درصد بذرهای زنده بیشتر و مشهودتر است. همان‌گونه که ذکر شد در دماهای ۹۰ درجه سلسیوس به بالا، درصد جوانه‌زنی بذرها به صفر رسید. در این محدوده با توجه به دما و مدت‌زمان قرارگیری، درصد بذرهای زنده و مرده به‌ترتیب در محدوده ۷۷-۸۷ و ۲۳-۱۳ در نوسان بود. نتایج حاکی از آن است که این‌گونه نیز از تحمل بالایی در برابر این تنش برخوردار است (شکل ۴).

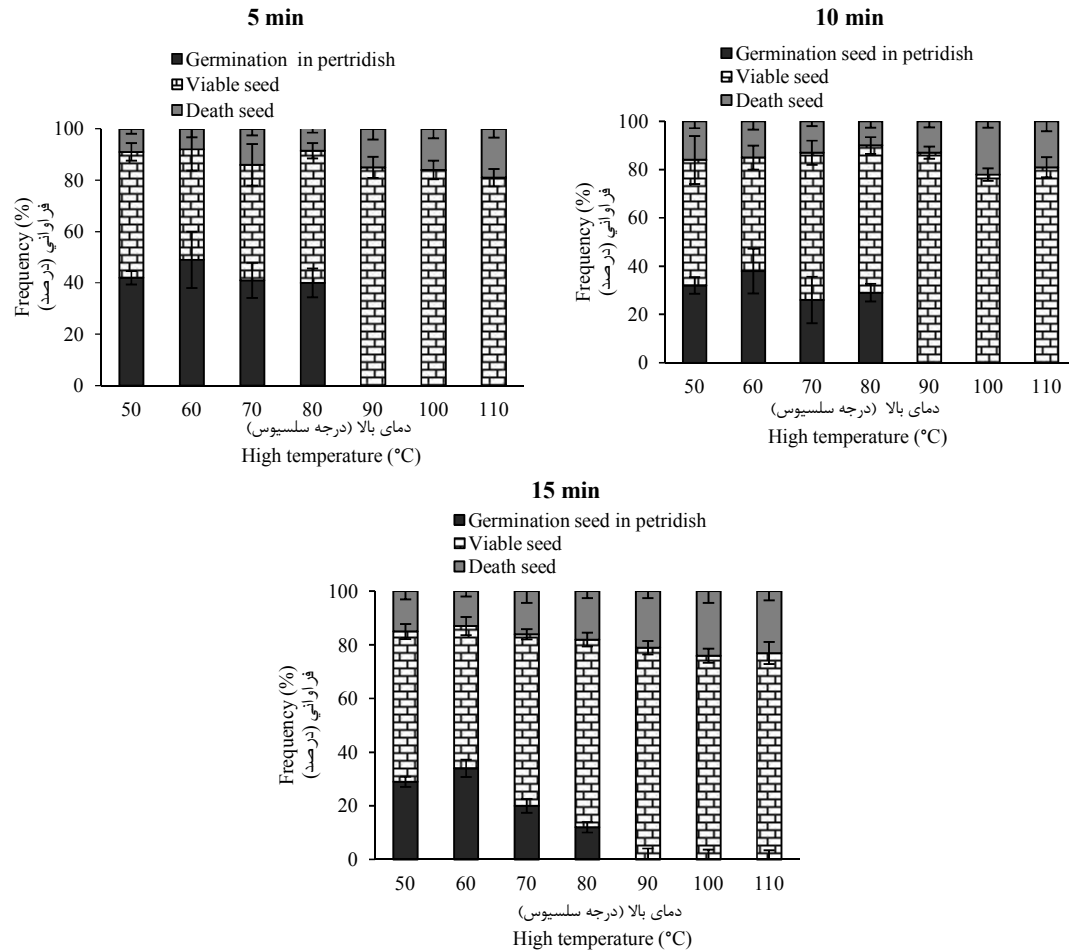
اما با افزایش دما به ۹۰ درجه سلسیوس، جوانه‌زنی به طور کامل متوقف و به صفر رسید. به‌طور متوسط زنده‌مانی بذرها در محدوده دمایی ۵۰ تا ۸۰ درجه سلسیوس در مدت زمان‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه به‌طور متوسط به‌ترتیب ۴۷/۱۱، ۵۵/۲۵ و ۶۰/۷۵ درصد و درصد بذرهای مرده نیز به ترتیب ۱۰، ۱۳/۵ و ۱۵/۵ درصد بود. همان‌گونه که مشاهده می‌شود اگرچه با افزایش مدت‌زمان قرارگیری بذرها در معرض دماهای بالا، درصد بذرهای زنده و مرده افزایش می‌یابد؛ اما



شکل ۳. اثر پیش تیمار با دماهای بالا و مدت‌زمان‌های مختلف قرارگیری در معرض دماهای بالا بر درصد جوانه‌زنی، درصد بذرهای زنده و مرده تاج‌خروس خوابیده (حداکثر درصد جوانه‌زنی این گیاه در دمای مطلوب (۲۵ درجه سلسیوس) و در شرایط آزمایشگاه ۵۹ درصد بود).
* میله‌ها نشان دهنده خطای معیار میانگین می‌باشد.

Fig. 3. Effect of pretreatment with high temperatures and different durations of exposure to high temperatures on germination percentage and viable and dead seed percentage of *A. blitoides* (Maximum germination of this plant in optimum temperature (25 °C) was 59% in laboratory condition).

*Bars indicate the standard error of mean.



شکل ۴. اثر پیش تیمار با دماهای بالا و مدت‌زمان‌های مختلف قرارگیری در معرض دماهای بالا بر درصد جوانه‌زنی، درصد بذرهای زنده و مرده تاج‌خروس هیبرید (حداکثر درصد جوانه‌زنی این گیاه در دمای مطلوب (۲۵ درجه سلسیوس) و در شرایط آزمایشگاه ۲۶ درصد بود) * میله‌ها نشان دهنده خطای معیار میانگین می‌باشد.

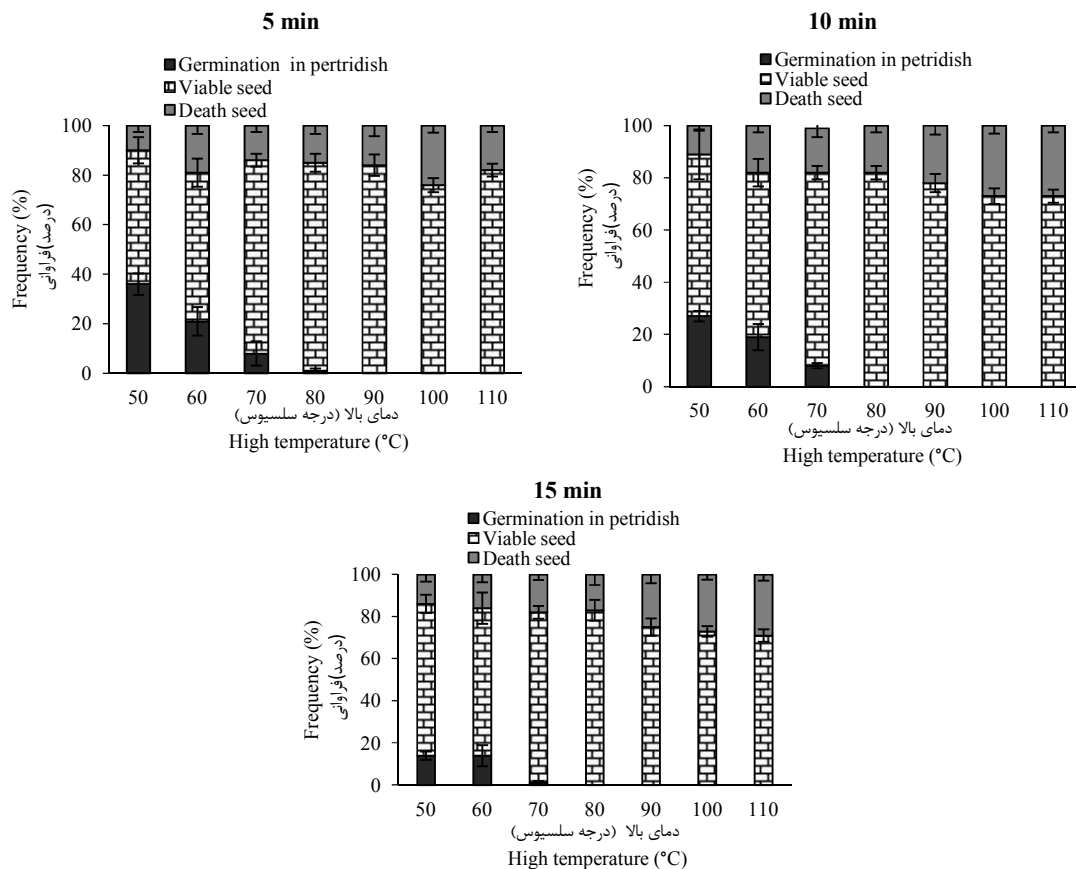
Fig. 4. Effect of pretreatment with high temperatures and different durations of exposure to high temperatures on germination percentage and viable and dead seed percentage of *A. chlorostachys* (Maximum germination of this plant in optimum temperature (25 °C) was 26% in laboratory condition).

* Bars indicate the standard error of mean.

فقط در تیمار مدت زمان ۵ دقیقه، یک درصد بذرهای جوانه زدند و در دو تیمار زمانی دیگر در این دما، جوانه‌زنی رخ نداد. به استناد به اشکال مورد نظر می‌توان ادعا کرد که جوانه‌زنی این گیاه در دمای ۸۰ درجه سلسیوس به بالا ۹۹ تا ۱۰۰ درصد متوقف می‌شود.

بررسی زنده‌مانی بذرهای ۵۰ و ۶۰ درجه سلسیوس حاکی از آن بود که با توجه به دما و مدت آن، ۵۴ تا ۷۲ درصد از بذرهای زنده بودند.

اثر دماهای بالا و مدت‌زمان‌های مختلف قرارگیری در معرض دماهای بالا بر درصد جوانه‌زنی، درصد بذرهای زنده و مرده تاج‌خروس ریشه قرمز در شکل ۵ نشان داده شده است. بررسی داده‌های مربوط به درصد جوانه‌زنی حاکی از کاهش قابل‌توجه درصد جوانه‌زنی این گیاه در شرایط مواجه با دماهای بالای ۵۰ تا ۷۰ درجه سلسیوس است. با افزایش مدت‌زمان قرارگیری در معرض دماهای ۵۰ تا ۷۰ درجه سلسیوس نیز درصد جوانه‌زنی این‌گونه به میزان قابل‌توجهی کاهش یافت. در دمای ۸۰ درجه سلسیوس



شکل ۵. اثر پیش تیمار با دماهای بالا و مدت‌زمان‌های مختلف قرارگیری در معرض دماهای بالا بر درصد جوانه‌زنی، درصد بذرهای زنده و مرده تاج‌خروس ریشه قرمز (حداکثر درصد جوانه‌زنی این گیاه در دمای مطلوب (۲۵ درجه سلسیوس) و در شرایط آزمایشگاه ۹۳ درصد بود).
* میله‌ها نشان دهنده خطای معیار میانگین می‌باشد.

Fig. 5. Effect of pretreatment with high temperatures and different durations of exposure to high temperatures on germination percentage and viable and dead seed percentage of *A. retroflexus* (Maximum germination of this plant in optimum temperature (25 °C) was 93% in laboratory condition).

*Bars indicate the standard error of mean.

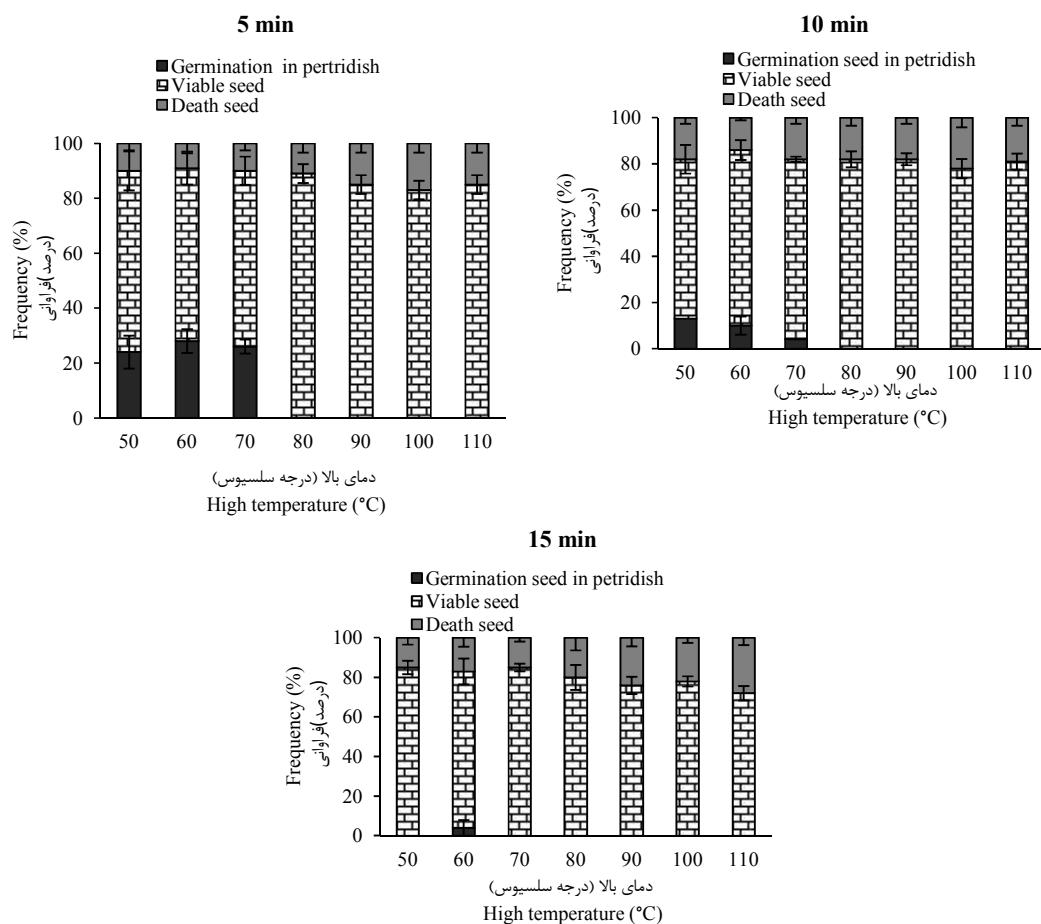
به‌طورمعنی‌داری کاهش یافت. در شرایط مواجهه با دماهای ۵۰ تا ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۵ دقیقه، حداکثر درصد جوانه‌زنی این‌گونه مشابه و به‌طور متوسط ۲۶ درصد بود. همچنین افزایش مدت‌زمان قرارگیری در دماهای ۵۰ تا ۷۰ درجه سلسیوس از ۵ به ۱۰ و ۱۵ دقیقه، درصد جوانه‌زنی این‌گونه را به میزان قابل‌توجهی کاهش داد. با افزایش دما به ۸۰ درجه سلسیوس، جوانه‌زنی به‌طور کامل متوقف شد. به‌طور متوسط زنده‌مانی بذر در محدوده دمایی ۵۰ تا ۸۰ درجه سلسیوس در شرایط مواجهه با این دماها به‌مدت ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه به‌طور متوسط زنده‌مانی بذر به‌ترتیب ۶۴/۳۳، ۷۴/۳۳ و ۸۳ درصد و درصد بذرهای مرده

از بین بذرهای جوانه زده در دماهای ۸۰، ۹۰، ۱۰۰ و ۱۱۰ درجه سلسیوس، ۷۱ تا ۸۴ درصد بذر زنده و ۱۶ تا ۲۹ درصد بذر غیرزنده بودند. اگرچه در این‌گونه جوانه‌زنی در دماهای کمتری متوقف شد و به نظر می‌رسد دماهای بالای ناشی از آتش زدن بقایا اثر کنترل‌کنندگی بیشتری بر این‌گونه دارد، ولی در کل بانک بذر این علف‌هرز نیز مشابه سه گونه اشاره شده در بالا کمتر تحت تأثیر منفی ناشی از دماهای بالا قرار می‌گیرد.

حداکثر جوانه‌زنی تاج‌خروس سبز رنگ در شرایط مواجهه با دمای بالا (شکل ۶) در مقایسه با دمای مطلوب به میزان قابل‌توجهی کاهش یافت. همچنین با افزایش مدت‌زمان قرارگیری در دمای بالا، درصد جوانه‌زنی

مدت‌زمان قرارگیری، درصد بذرهای زنده و مرده به‌ترتیب در محدوده ۷۶/۵-۸۵/۵ و ۱۴/۵-۲۳/۵ در نوسان بود. نتایج حاکی از آن است که علی‌رغم تأثیر دماهای بالا بر کاهش درصد جوانه‌زنی این‌گونه، قسمت عمده بانک بذر این‌گونه در خاک در شرایط قرارگیری در معرض دماهای بالا، سالم باقی می‌ماند.

به‌ترتیب ۹/۶۶، ۱۶/۶۶ و ۱۵/۶۶ درصد بود. همان‌گونه که مشاهده می‌شود اگرچه با افزایش مدت‌زمان قرارگیری بذر در معرض دماهای بالا، درصد بذرهای زنده و مرده افزایش یافته است؛ اما افزایش درصد بذرهای زنده قابل‌توجه‌تر است. همان‌گونه که ذکر شد در دماهای ۸۰ درجه سلسیوس به بالا درصد جوانه‌زنی بذر به صفر رسید. در این محدوده با توجه به دما و



شکل ۶. اثر پیش تیمار با دماهای بالا و مدت‌زمان‌های مختلف قرارگیری در معرض دماهای بالا بر درصد جوانه‌زنی، درصد بذرهای زنده و مرده تاج‌خروس سبز (حداکثر درصد جوانه‌زنی این گیاه در دمای مطلوب (۲۵ درجه سلسیوس) و در شرایط آزمایشگاه ۸۸ درصد بود). * میله‌ها نشان دهنده خطای معیار میانگین می‌باشد.

Fig. 6. Effect of pretreatment with high temperatures and different durations of exposure to high temperatures on germination percentage and viable and dead seed percentage of *A. viridis* (Maximum germination of this plant in optimum temperature (25 °C) was 88% in laboratory condition).

*Bars indicate the standard error of mean.

آتش زدن بقایای گیاهی جهت تسهیل عملیات آماده سازی بستر برای کشت محصول بعدی، روشی متداول در بسیاری از نقاط جهان از جمله ایران است (مین باشی و همکاران، ۲۰۱۲؛ ملاندر و همکاران، ۲۰۰۵). در این مطالعه نیز مشخص شد که اگر چه افزایش دما تا ۱۱۰ سلسیوس سبب کاهش درصد جوانه‌زنی و درصد بذرهای مرده گونه‌های مختلف تاج‌خروس شد؛ اما قسمت زیادی از بذرهای زنده مانده و دچار خفتگی شدند. بنابراین به نظر می‌رسد دمای ۵۰ تا ۱۱۰ درجه سلسیوس، اگر چه باعث کاهش آلودگی مزارع به علف‌هرز می‌شوند، اما تأثیر قابل توجهی در تخلیه بانک بذر این گونه‌ها ندارند. والر^۱ و همکاران (۲۰۲۱) در تحقیقی به بررسی اثر دماهای بالا بر درصد جوانه‌زنی بذر تاج‌خروس ریشه قرمز پرداختند و دریافتند که قرارگیری بذرهای این علف‌هرز در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۸۰ ثانیه باعث کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی می‌گردد. عسگرپور و همکاران (۲۰۱۵) اظهار داشتند که افزایش درجه حرارت تا ۱۰۰ درجه سلسیوس تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نداشت، ولی پس از آن با افزایش دما، روند کاهشی مشاهده شد، به‌طوری‌که در ۱۴۰ درجه سلسیوس به ۴۴/۴ درصد رسید. بنابراین، گرمای تولیدشده توسط سوزاندن بقایای گیاهی ممکن است در تخریب و از بین بردن بخشی از بذرهای فرفیون‌خوابیده کارا و مؤثر باشد. نکته قابل توجه در مطالعات ذکر شده این است که در آنها فقط اثر دماهای بالا بر پویایی بذر مورد مطالعه قرار گرفته است. در حالیکه در شرایط طبیعی در هنگام سوختن بقایای گیاهی، علاوه بر دماهای بالا، دود نیز تولید می‌شود. به طور کلی گونه‌های مختلف گیاهی در برابر آتش سوزی (دود + گرما) به سه شکل مثبت، منفی یا خنثی واکنش نشان می‌دهند (راموس و همکاران، ۲۰۱۹). نتایج تحقیقات نشان داده است که دود غنی از ترکیبات شیمیایی مانند سیانوهیدرین‌ها و کاربیکین‌ها است؛ این ترکیبات نقش مهمی در تحریک جوانه‌زنی بذر بسیاری از گونه‌های گیاهی دارد (نلسون^۲

و همکاران، ۲۰۱۲؛ کیلی و پوزاس^۳، ۲۰۱۸؛ دووانس^۴ و همکاران، ۲۰۱۴). در این رابطه قبریهیوت^۵ و همکاران (۲۰۱۲) اظهار داشتند که جوانه‌زنی گونه‌های *Themeda triandra* در پاسخ به دود افزایش می‌یابد. با توجه به این امر انجام تحقیقی که در آن به بررسی اثر دود بر پویایی بذر گونه‌های مختلف تاج‌خروس بپردازد، می‌تواند به تکمیل اطلاعات تحقیق حاضر کمک زیادی نماید.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که اگرچه درصد جوانه‌زنی گونه‌های مختلف تاج‌خروس در اعماق مختلف خاک متفاوت بود اما در همه آنها (به جز تاج‌خروس هیبرید) از الگوی یکنواختی تبعیت کرد. در همه گونه‌ها (به جز تاج‌خروس هیبرید) بیشترین درصد سبز شدن در سطح خاک مشاهده شد و با افزایش عمق دفن و انتقال آنها حتی به عمق یک سانتی‌متری خاک، درصد سبز شدن آنها به میزان قابل توجهی کاهش یافت. این امر نشان می‌دهد که استفاده از روش‌های کم خاک‌ورزی و متداول از ظرفیت خوبی در کاهش آلودگی مزارع به این علف‌های هرز برخوردار می‌باشد؛ اگر چه دفن عمیق بذرهای در لایه‌های پایینی خاک سبب القای خفتگی به بذر این گونه‌ها و پایداری آنها در خاک خواهد شد.

آتش زدن بقایای گیاهی جهت تسهیل عملیات آماده سازی بستر برای کشت محصول بعدی، روشی متداول در بسیاری از نقاط جهان از جمله ایران است. در استان گلستان نیز بعد از برداشت محصولاتی مانند گندم و برنج اقدام به آتش زدن بقایای گیاهی آنها می‌کنند. از آنجا که آتش و دود همراه با هم هستند، قرارگیری بذرهای موجود در بانک بذر خاک در معرض تنش دمای بالا و همچنین دود حاصل از سوختن بقایای گیاهی می‌تواند بر رفع یا القاء کمون و زنده‌مانی بذر علف‌های هرز تأثیر گذار باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که اگر چه افزایش دما تا ۱۱۰ سلسیوس سبب کاهش درصد جوانه‌زنی و درصد بذرهای مرده گونه‌های مختلف

³ Keeley and Pausas

⁴ Downes

⁵ Ghebrehiwot

¹ Weller

² Nelson

تاج‌خروس شد؛ اما قسمت زیادی از بذرهای زنده مانده و
 دچار کمون شدند. بنابراین به نظر می‌رسد دماهای بالا،
 علف‌هرز تاج‌خروس می‌شوند، اما تأثیر قابل توجهی در
 تخلیه بانک بذر این گونه‌ها ندارند.
 اگر چه باعث کاهش آلودگی مزارع به گونه‌های مختلف

منابع

- Asgarpour, R., Ghorbani, R. and Khajeh Hosseini, M. 2015. Study of survival of *Euphorbia maculata* seeds in different environmental conditions. *Journal of Plant Protection*, 28(4): 490-499. [In Persian with English Summary]
- Assad, R., Reshi, Z., Jan, S. and Rashid, I. 2017. Biology of Amaranths. *The Botanical Review*, 83(4): 382-436. <https://doi.org/10.1007/s12229-017-9194-1>
- Azadi, R. 2013. *Amaranthus* species in Iran and their use values. Third National Conference on Medicinal Plants, Amol Iran. [In Persian with English Summary]
- Bensch, C.N., Horak, M.J. and Peterson, D. 2003. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). Palmer amaranth (*A. palmeri*) and common waterhemp (*A. rudis*) in soybean. *Weed Science*, 51: 37-43. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2003\)051\[0037:IORPAR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2003)051[0037:IORPAR]2.0.CO;2)
- Benvenuti, S. and Mazzoncini, M. 2021. Active weed seed bank: soil texture and seed weight as key factors of burial-depth inhibition. *Agronomy*, 11(2): 210. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020210>
- Benvenuti, S., MacChia, M. and Miele, M. 2001. Quantitative analysis of buried weed seedling emergence with increasing soil depth. *Weed Science*, 49: 528-535. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2001\)049\[0528:QAOEOS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2001)049[0528:QAOEOS]2.0.CO;2)
- Bicalho, E.M., Soares-da-Mota L.A. and Garcia Q.S. 2018. Temperature and light requirements for germination of species of *Velloziaceae* from different Brazilian rocky outcrops. *Acta Botanica Brasilica*, 32(2): 240-246. <https://doi.org/10.1590/0102-33062017abb0310>
- Boguzas, V., Marcinkeviciene, A. and Kairyte, A. 2004. Quantitative and qualitative evolution of weed seed bank in organic farming. *Agronomy Research*, 2: 13-22.
- Bradstock, R.A. and Auld T.D. 1995. Soil temperatures during experimental bushfires in relation to fire intensity: consequences for legume germination and fire management in south-eastern Australia. *Journal of Applied Ecology*, 32(1): 76-84. <https://doi.org/10.2307/2404417>
- Budin, J.T., Breen, W.M. and Patnum, D.H. 1996. Some compositional properties of seeds and oils of eight *Amaranthus* species. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 73: 475-481. <https://doi.org/10.1007/BF02523922>
- Carrington, M.E. 2010. Effects of Soil Temperature during Fire on Seed Survival in Florida Sand Pine Scrub. *International Journal of Forestry Research*, 2: 1-12. <https://doi.org/10.1155/2010/402346>
- Chauhan, B.S. and Johnson, D.E. 2009. Germination ecology of spiny (*Amaranthus spinosus*) and slender amaranth (*A. viridis*): troublesome weeds of direct-seeded rice. *Weed Science*, 57: 379-385. <https://doi.org/10.1614/WS-08-179.1>
- Costea, M.S., Weaver, E. and Tardif, F.J. 2004. The biology of Canadian weeds. 130. *Amaranthus retroflexus* L. *A. powellii* S. Watson and *A. hybridus* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 84: 631-668. <https://doi.org/10.4141/P02-183>
- Cristaudo, A., Gresta, F., Luciani, F. and Restuccia, A. 2007. Effects of after-harvest period and environmental factors on seed dormancy of *Amaranthus* species. *Weed Research*, 47: 327-334. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2007.00574.x>

- Das, S. and Das, S. 2016. *Amaranthus*: the crop of great prospect. *Amaranthus*: A promising crop of future, 13-48. https://doi.org/10.1007/978-981-10-1469-7_3
- Downes, K.S., Light, M.E., Posta, M., Kahout, L. and Van Staden, J. 2014. Do fire related cues. Including smoke water, karrikinolide, glyceronitrile and nitrate stimulate the germination of 17 *Anigozanthos taxa* and *Blancoa canescens* (*Haemodoraceae*). *Australian Journal of Botany*, 62: 347-358. <https://doi.org/10.1071/BT13189>
- Faccini, D. and Vitta, J.I. 2004. Germination characteristics of *Amaranthus quitensis* as affected by seed production date and duration of burial. *Weed Research*, 45: 371-378. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2005.00469.x>
- Ghaderi-Far, F., Alimagham, S.M., Rezai Moghadam, H. and Haghighi, M. 2012. Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of rye (*Secale cereale* L.) as a volunteer plant in wheat fields. *Electronic Journal of Crop Production*, 5: 121-133. [In Persian with English Summary]
- Ghebrehiwot, H.M., Kulkarni, M.G., Kirkman, K.P. and Van Staden, J. 2012. Smoke and heat: influence on seedling emergence from the germinable soil seed bank of mesic grassland in South Africa. *Plant Growth Regulation*, 66: 119-127. <https://doi.org/10.1007/s10725-011-9635-5>
- Guterman, Y., Corbineau, F. and Come, D. 1992. Interrelated effects of temperature, light and oxygen on *Amaranthus caudatus* L. seed germination. *Weed Research*, 32: 111-117. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1992.tb01868.x>
- Hartzler, R.G., Battles, B.A. and Nordby, D. 2004. Effect of common waterhemp (*Amaranthus rudis*) emergence date on growth and fecundity in soybean. *Weed Science*, 52: 242-245. <https://doi.org/10.1614/WS-03-004R>
- Heidarian, H., Hadi, M.R., Mahmoodabadi, H.S. and Kalateh, M.N. 2012. Competitive effects of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) on three sunflowers (*Helianthus annuus*) cultivars. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 3: 84-88. [In Persian with English Summary]
- Holm, L.G., Plunkett, D.L., Pancho, J.V. and Herberger, J.P. 1977. *The World's Worst Weeds Distribution and Biology*. University Press of Hawaii.
- Jha, P., Norsworthy, J.K. and Garcia, J. 2014. Depletion of an artificial seed bank of Palmer Amaranth (*Amaranthus palmeri*) over four years of burial. *American Journal of Plant Sciences*, 5: 1599-1606. <https://doi.org/10.4236/ajps.2014.511173>
- Keeley, J.E. and Pausas, J.G. 2018. Evolution of 'smoke' induced seed germination in pyroendemic plants. *South African Journal of Botany*, 115: 251-255. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2016.07.012>
- Keeley, P.E., Carter, C.H. and Thullen, R.J. 1987. Influence of planting date on growth of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*). *Weed Science*, 35: 199-204. <https://doi.org/10.1017/S0043174500079054>
- Leon, R.G. and Owen, M.D.K. 2006. Tillage systems and seed dormancy effects on common waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*) seedling emergence. *Weed Science*, 54: 1037-1044. <https://doi.org/10.1614/WS-06-009.1>
- Loddo, D., Ghaderi-Far, F., Rastegar, Z. and Masin, R. 2017. Base temperatures for germination of selected weed species in Iran. *Plant Protection Science*, 54(1): 60-66. <https://doi.org/10.17221/92/2016-PPS>
- Mas, M. and Verdu, A.M.C. 2002. Effect of thermal shocks on the germination of *Amaranthus retroflexus*. Use solver tool to model cumulative germination. *Seed Science and Technology*, 30: 299-310.

- Masin, R., Zuin, M.C., Otto, S. and Zanin, G. 2006. Seed longevity and dormancy of four summer annual grass weeds in turf. *Weed Research*, 46(5): 362-370. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2006.00520.x>
- Melander, B., Rasmussen, I.A. and Barberi, P. 2005. Integrating physical and cultural methods of weed control- examples from European research. *Weed Science*, 53: 369-381. <https://doi.org/10.1614/WS-04-136R>
- Minbashi, M., Zand, E. and Mighani, F. 2012. Non-chemical Weed Management: Principles. Concepts and Technology. Jahad Daneshgahi Press, 334p. [In Persian]
- Momen-Yesaghi, R., Siahmarguee, A., Zeinali, E., Ghaderi far, F. and Kamkar, B. 2017. The study of weed population and seed bank dynamic and soybean yield in different tillage methods. *Journal of Agroecology*, 9(3): 575-592. [In Persian with English Summary]
- Nelson, D.C., Flematti, G.R., Ghisalberti, E.L., Dixon, K.W. and Smith, S.M. 2012. Regulation of seed germination and seedling growth by chemical signals from burning vegetation. *Annual Review of Plant Biology*, 63: 107-130. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042811-105545>
- Oryokot, J.O.E., Murphy, S.D. and Swanton, C.J. 1997. Effect of tillage and corn on pigweed (*Amaranthus spp.*) seedling emergence and density. *Weed Science*, 45: 120-126. <https://doi.org/10.1017/S0043174500092560>
- Paul, R., Congdon, A.R. and Clarke, P.J. 2003. Fire-related cues break seed dormancy of six legumes of tropical eucalypt savannas in north-eastern Australia. *Australia Ecology*, 28: 507-16. <https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.2003.01307.x>
- Ramos, D.M., Valls, J.F.M., Borghetti, F. and Ooi, M. 2019. Fire cues trigger germination and stimulate seedling growth of grass species from Brazilian savannas. *American Journal of Botany*, 106(9): 1190-1201. <https://doi.org/10.1002/ajb2.1345>
- Ramos-Neto, M.B. and Pivello, V.R. 2000. Lightning fires in a Brazilian savanna national park: rethinking management strategies. *Environmental Management*, 26: 675-684. <https://doi.org/10.1007/s002670010124>
- Ribeiro, L.C., Pedrosa, M. and Borghetti, F. 2012. Heat shock effects on seed germination of five Brazilian savanna species. *Plant Biology*, 15(1): 152-157. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2012.00604.x>
- Sellers, B.A., Smeda, R.J., Johnson, W.G., Kendig, J.A. and Ellersieck, M.R. 2003. Comparative growth of six *Amaranthus* species in Missouri. *Weed Science*, 51: 329-333. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2003\)051\[0329:CGOSAS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2003)051[0329:CGOSAS]2.0.CO;2)
- Siahmarguee, A., Kocheiki, A.R., Nasiri Mahalati, M. and Mahghani, S. 2011. Effect of integrated weed management on soil seed bank dynamic of weeds in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Journal of Agroecology*, 3(2): 151-162. [In Persian with English Summary]
- Steckel, L.E., Sprague, C.L., Stoller, E.W., Wax, L.M. and Simmons, F.W. 2007. Tillage. cropping system and soil depth effect on common waterhemp (*Amaranthus rudis*) seed-bank persistence. *Weed Science*, 55: 235-239. <https://doi.org/10.1614/WS-06-198>
- Telewski, F.W. and Zeevaart, J.A.D. 2002. The 120-years period for Dr. Beal's seed viability experiment. *American Journal of Botany*, 89: 264-270. <https://doi.org/10.3732/ajb.89.8.1285>
- Thomas, P.B., Morris, E.C. and Auld T.D. 2007. Response surfaces for the combined effects of heat shock and smoke on germination of 16 species forming soil seed banks in southeast Australia. *Austral Ecology*, 32(6): 605-616. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2007.01730.x>
- Thomas, W.E., Burke, I.C., Spears, J.F. and Wilcut, J.W. 2006. Influence of environmental factors on slender amaranth (*Amaranthus viridis*) germination. *Weed Science*, 54: 316-320. <https://doi.org/10.1614/WS-05-54.2.316>

- Vidotto, F., Palo, F.D. and Ferrero, A. 2013. Effect of short-duration high temperatures on weed seed germination. *Annals of Applied Biology*, 163: 454-465. <https://doi.org/10.1111/aab.12070>
- Weller, S., Florentine, S., Javaid, M.M., Welgama, A., Chadha, A., Chauhan, B.S. and Turville, C. 2021. *Amaranthus retroflexus* L. (Redroot Pigweed): effects of elevated CO₂ and soil moisture on growth and biomass and the effect of radiant heat on seed germination. *Agronomy*, 11: 728. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040728>.

Research Article

Evaluating the effect of high temperatures and burial depth on seed fate of different species of *Amaranthus* weed**Ladan Zinati¹, Asieh Siahmarguee^{2*}, Farshid Ghaderi-Far², Masomeh Yones-Abadi³, Bhagirath Singh Chauhan⁴****Extended Abstract**

Introduction: The different species of *Amaranthus* species are among the most important damaging weeds in the world. Due to the importance of studying the effect of management factors on seed dynamics of different weed species, this experiment aimed to investigate the effect of burial depth and high temperatures on the seed dynamic of different species of *Amaranthus* in Golestan province including white pigweed (*A. albus*), prostrate pigweed (*A. belitoides*), hybrid *Amaranthus* (*A. chlorostachys*), redroot pigweed (*A. retroflexus*) and green *Amaranthus* (*A. viridis*) were performed.

Materials and Methods: This research was conducted on five *Amaranthus* species of white pigweed, prostrate pigweed, hybrid *Amaranthus*, redroot pigweed and green *Amaranthus* at the seed laboratory and greenhouse of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. In the first experiment, seed emergence of different species of *Amaranthus* was studied in eight burial depths including 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, and 10 cm. In the second experiment, seeds were exposed to 50, 60, 70, 80, 90, 100, and 110 °C temperatures for 5, 10, and 15 minutes

Results: All seeds of *A. blitoides* and *A. viridis* germinated in the topsoil (zero depth); But, in *A. albus*, *A. retroflexus*, *A. chlorostachys*, 93%, 83%, and 3% of the seeds were emergence at the soil surface, respectively. By increasing the burial depth to one centimeter, the percentage of seeds emergence in different species of *Amaranthus* decreased significantly and was negligible at ≥ 2 cm depth. Germination test performed on retrieved seeds showed that zero to 16% of the seeds were able to germinate in petri dishes, and most of the non-germinated seeds were viable. In all species except for *A. chlorostachys* high temperatures reduced the germination percentage.

Conclusion: Due to the reduction of seed germination percentage of different species of *Amaranthus* from a depth of more than one centimeter of soil, it seems that the use of conservation and conventional tillage methods has a good potential to reduce infestation of fields by these weeds. Also, although high temperatures reduce weed infestation in fields, they do not have a significant effect on depleting the seed bank of these species.

Keywords: *Amaranthus*, Emergence, Germination percentage, Management factors, Persistence, Seed bank

Highlights:

- 1- Seed dynamics of different species of *Amaranthus* were affected by burial depth and high temperature
- 2- Deep burial of seeds of different species of *Amaranthus* causes the stability of their seeds in the soil seed bank.

¹ M.Sc. student of Weed Science, Department of Agronomy, Faculty of Crop Protection, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

² Associated Professor, Department of Agronomy, Faculty of Crop Protection, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

³ Assistant Professor, Department of Plant Protection Research, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Organization of Agricultural Research, Education and Extension, Gorgan, Iran

⁴ Queensland Alliance for Agriculture and Food Innovation (QAAFI), The University of Queensland, Toowoomba, Queensland, Australia

