پژوهش‌های بذر ایران/ سال هفتم/ شماره دوم/ ۱۳۹۹/ صفحات: ۱۵۰-۱۳۵

مقاله پژوهشی

مقایسه جنبه‌های بوم‌شناسی جوانه‌زنی بذر اکوتیپ‌های کهورک (*Prosopis farcta*) دو استان خوزستان و فارس

احمد زارع[۱،*]، الهام الهی‌فرد [۲]، زهرا اسدی‌نژاد [۳]

چکیده مبسوط

مقدمه: کهورک در مزارع گندم، جو، زعفران، پنبه، سبزیجات، و در باغات به عنوان علف هرز معرفی شده است. گسترش این علف‌هرز در اقلیم‌های مختلف منجر به ایجاد این سؤال می‌شود که شرایط گیاه مادری بر خصوصیات جوانه‌زنی تا چه میزان می‌تواند تاثیرگذار باشد. بنابراین هدف از انجام این تحقیق ارزیابی تأثیر شرایط گیاه مادری بر خصوصیات جوانه‌زنی در پاسخ به تنش‌های محیطی (دما، شوری و خشکی) بود.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی چگونگی شکست خواب و آستانه‌های پاسخ جوانه‌زنی دو اکوتیپ علف‌هرز کهورک (خوزستان و فارس) به عوامل محیطی (دما، شوری و خشکی)، چهار آزمایش جداگانه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام شد. آزمایش‌ها شامل غوطه‌وری بذرها در اسید سولفوریک غلیظ (۹۶ درصد) (۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۴۰ دقیقه)، دماهای مختلف شامل (۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۴۵ درجه سلسیوس)، سطوح شوری (۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) و سطوح مختلف تنش خشکی (۰، ۰/۲-، ۰/۴-، ۰/۶-، ۰/۸-، ۱- و ۱/۲- مگاپاسکال) بود.

یافته‌ها: مدت زمان مورد نیاز جهت غوطه‌وری بذرهای دو اکوتیپ کهورک در اسید سولفوریک جهت شکست خواب متفاوت بود. پارامترهای معادله نشان داد که مدت زمان غوطه‌وری در اسید سولفوریک برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی در اکوتیپ خوزستان (۱۱/۳۸ دقیقه) نسبت به اکوتیپ فارس (۸/۱۰ دقیقه) بیشتر بود. همچنین اکوتیپ خوزستان در دمای ۴۰ درجه سلسیوس قادر به جوانه‌زنی (۴۵ درصد) بود، درحالی‌که جوانه‌زنی در اکوتیپ فارس در دمای مذکور متوقف گردید. سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی تجمعی در دماهای کمتر از ۲۵ درجه سلسیوس در اکوتیپ فارس نسبت به اکوتیپ خوزستان بیشتر بود. نتایج آزمایش شوری نشان داد که کاهش ۵۰ درصدی شاخص بنیه بذر، درصد جوانه‌زنی نهایی و سرعت جوانه‌زنی در اکوتیپ فارس به ترتیب معادل ۱۶۷/۴۸، ۴۰۴/۴۶ و ۳۰۷/۰۲ میلی‌مولار و در اکوتیپ خوزستان معادل ۲۲۹/۸۹، ۳۸۰/۱۶ و ۲۹۱/۵۷ میلی‌مولار بود. در مورد اعمال تیمارهای خشکی، کاهش ۵۰ درصدی درصد جوانه‌زنی نهایی، شاخص بنیه بذر و سرعت جوانه‌زنی در اکوتیپ فارس به ترتیب ۰/۵۰-، ۰/۳۸- و ۰/۳۹- مگاپاسکال و در اکوتیپ خوزستان به ترتیب ۰/۷۹-، ۰/۴۶- و ۰/۵۰- مگاپاسکال بود.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی، نتایج نشان داد که شرایط اقلیم رویشگاه گیاه مادری (طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، میزان بارندگی و دما) می‌تواند بر میزان خواب و مقاومت به تنش‌های محیطی به مانند دما، شوری و خشکی تاثیرگذار باشد.

واژه‌های کلیدی: اکوتیپ، درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، سرعت جوانه‌زنی

جنبه‌های نوآوری:

۱- آستانه‌های پاسخ جوانه‌زنی بذرهای دو اکوتیپ کهورک فارس و خوزستان در مواجهه با دما و تنش‌های خشکی و شوری مقایسه گردید.

[۱،۲،*] اعضای هیأت علمی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، باوی، ملاثانی، ایران

[۳] دانش آموخته کارشناسی ارشد، رشته شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، باوی، ملاثانی، ایران

[*] رایانامه نویسنده مسئول: ahmadzare@asnrukh.ac.ir

http://dorl.net/dor/20.1001.1.23831251.1399.7.2.12.1

DOI: 10.29252/yujs.7.2.135

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۱۳)

مقدمه

فهم بیشتر عوامل مؤثر بر جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز، توسعه عملیات مدیریت زراعی موثرتر را از طریق بازدارندگی جوانه‌زنی یا تحریک جوانه‌زنی در زمان‌هایی که دانهال‌ها می‌توانند به سرعت کنترل شوند تسهیل خواهد کرد (چاوهان و جانسون[1]، ۲۰۱۰). در بین گونه‌های گیاهی، میزان جوانه‌زنی بذرها داخل جمعیت و روی یک بوته می‌تواند متفاوت باشد[2]؛ بسیاری از این اختلاف‌ها به دلایل ژنتیکی مربوط است که به شرایط مکانی که بذرها در زمان بلوغ طی کرده‌اند مربوط می‌گردد. این شرایط شامل ترکیب میکروکلیمای تجربه شده توسط بذرها به دلیل موقعیت مکانی آنها روی گیاه والد و محیط غیر زنده گیاه والد (مانند دمای محیط، تعداد ساعات روشنایی روز، شدت و کیفیت نور (نسبت نور قرمز به قرمز دور) مقدار آب قابل دسترس و غیره) می‌باشد (دونهو[3]، ۲۰۰۹، گوریکی[4] و همکاران، ۲۰۱۲).

شرایط گیاه مادری می‌تواند بر توزیع فراوانی وزن بذرهای تولید شده بوسیله یک گیاه (سلطان[5]، ۱۹۹۶) و توانایی جوانه‌زنی نیز تأثیرگذار باشد (فینر[6]، ۱۹۹۱، پائولینی[7] و همکاران، ۱۹۹۹). برخی محققین بر این باورند که مراحل تأمین مواد غذایی بذر گیاه مادری و میزان پروتئین بذر در طی تکامل بذر که بطور قوی با عامل‌های محیطی به مانند دما، فتوپریود، مقدار آب قابل دسترس تنظیم می‌شوند می‌تواند بر جوانه‌زنی و خواب بذر تأثیرگذار باشند (گاترمن[8]، ۱۹۹۴، دونهی، ۲۰۰۹). تحقیقات بسیاری نشان داده است که گونه‌هایی که در شرایط رطوبت کم، رشد و تکامل یافته‌اند دارای خواب کمتری می‌باشند (مایر و آلن[9]، ۱۹۹۹، لوزوریاج[10] و همکاران، ۲۰۰۶). اثرات مادری می‌تواند از طریق انتقال مستقیم ماده ژنتیکی از والدین به نتاج که از سه مسیر امکان پذیر می‌باشد (الف: انتقال از اندامک‌های سیتوپلاسم در طی مراحل تقسیم سلولی (میتوکندری و دی.ان.آ کلروپلاست)، ب: اندوسپرم و ج: از طریق جهش توارث‌پذیر کروموزومی) و انتقال از اطلاعات غیر ژنتیکی (القاء تغییرات بیان ژن تحت شرایط محیطی) صورت گیرد (لوزوریاج و همکاران، ۲۰۰۶). اختلاف خصوصیات بذر درون یک گونه برای استقرار در رستنگاه‌های مختلف امری بسیار حیاتی جهت بقای گونه در اکوسیستم می‌باشد (لی و فینج[11]، ۲۰۰۹).

پوسته بذر به‌عنوان یک مانع فیزیکی قادر به ایجاد خواب در بذر می‌باشد (ترنر[12] و همکاران، ۲۰۰۵) که به دلیل عوامل محیطی و ژنتیکی ایجاد می‌شود (کاپلند و مک‌دونالد[13]، ۲۰۰۱). مشخص شده است که در بین تیره‌های گیاهی، تقریباً ۱۵ تیره دارای خواب بذر از نوع فیزیکی می‌باشند (ابراهیمی[14] و همکاران، ۲۰۱۱). بذرهای سخت، شکل نسبتاً مطلق از خواب تحمیل شده به علت غیر قابل نفوذ بودن پوسته بذر به آب یا گازها را نشان می‌دهند (فولی[15]، ۲۰۰۱). به‌طورکلی، بذرهای سخت، نیاز به خراش‌دهی فیزیکی و شیمیایی یا هوادهی در خاک به‌منظور افزایش جوانه‌زنی دارند (فولی، ۲۰۰۱). دما و طول روز مهمترین عامل‌های هستند که بر گیاه مادری در طی فصل رشد تاثیرگذار می‌باشند (باسکین و باسکین[16]، ۱۹۹۸). اثر دما بر تکامل بذر بر گیاهان مختلف به مانند خرفه (*Portulaca*)، گیلاس خودرو (*Prunus avium*) خارپنبه (*Onopordum acanthium*) و آرابیدوپسیس (*Arabidopsis thaliana*) و خردل‌وحشی (*Sinapis arvensis*) مورد تحقیق قرار گرفته است (قادری[17] و همکاران، ۲۰۰۳، جیسین و اریکسن[18]، ۲۰۰۱، دونهی و همکاران، ۲۰۰۵، الکیبلاوی و الانصاری[19]، ۲۰۰۰). در

[1] Chauhan and Johnson
[2] Polymorphism
[3] Donohue
[4] Gorecki
[5] Sultan
[6] Fenner
[7] Paolini
[8] Gutterman
[9] Meyer and Allen
[10] Luzuriaga
[11] Li and Feng
[12] Turner
[13] Copeland and McDonald
[14] Ebrahimi
[15] Foley
[16] Baskin and Baskin
[17] Qaderi
[18] Jensen and Eriksen
[19] El-Keblawy and Al-Ansari

دماهای بهینه، بذرها سریع‌تر جوانه خواهند زد و سرعت و درصد جوانه‌زنی تجمعی بیشتری در مقایسه با سایر رژیم‌های حرارتی خواهند داشت (بخشنده[1] و همکاران، ۲۰۲۰).رطوبت از عامل‌های مهم در جوانه‌زنی بذرهای بدون خواب می‌باشد. به‌طوری‌که در مزرعه، اغلب، تنش آب، محدودکننده جوانه‌زنی است (بردفورد[2]، ۲۰۰۲). در شرایط تنش خشکی، درصد و سرعت جوانه‌زنی در گیاه زراعی نسبت به علف‌هرز کاهش بیشتری پیدا می‌کند و بنابراین گیاه زراعی در رقابت با علف‌هرز ضعیف‌تر عمل خواهد کرد (اسماعیلی و اسلامی[3]، ۲۰۱۰).

شوری یک تنش عمده برای گیاهان بوده و تأثیر منفی بر فرایندهای فیزیولوژیکی مهم گیاهان دارد (دیتوماسو[4]، ۲۰۰۴). اثرگذاری بازدارندگی شوری بر جوانه‌زنی بذر، همراه با افزایش دما در بسیاری از گونه‌های گیاهی مانند علف خرچنگ (*Digitaria saguinalis*)، (ژانگ[5] و همکاران، ۲۰۱۲) و علف شور (*Salsola vermiculata*) (گوما[6] و همکاران، ۲۰۱۰) و بابونه آلمانی (*Matricaria recutita*) (فتح‌الهی[7] و همکاران، ۲۰۱۷) گزارش شده است. جنس کهورک دارای ۴۴ گونه می‌باشد که در مناطق خشک و نیمه خشک (مناطق آسیای غربی، آفریقا و آمریکا) به‌طور گسترده‌ای پراکنش دارند. بیشتر گونه‌های جنس کهورک دارای ارزش اقتصادی می‌باشند که به عنوان منبعی برای چوب، سوخت، چسب، غذا و حفاظت خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند (فاگگ و استیوارت[8]، ۱۹۹۴). کهورک به عنوان علف‌هرز مزارع گندم و جو، زعفران، پنبه و سبزیجات در خراسان، قزوین، سمنان، و سیستان بلوچستان (غفاری[9] و همکاران، ۲۰۱۴) و به عنوان علف‌هرز باغات پسته رفسنجان (خواجه حسینی[10] و همکاران، ۲۰۱۷) نیز معرفی شده است. با توجه به گسترش این علف‌هرز در اقلیم‌های مختلف، این سؤال قابل انتظار است که شرایط گیاه مادری بر خصوصیات جوانه‌زنی تا چه میزان می‌تواند تأثیرگذار باشد؟ بنابراین از آن‌جا که شناخت اکولوژی جوانه‌زنی می‌تواند در پیش‌بینی تهاجم‌پذیری گونه‌های علف‌های هرز به ویژه علف‌هرز کهورک در آینده کمک نماید. بنابراین هدف از انجام این تحقیق ارزیابی شرایط گیاه مادری بر خصوصیات جوانه‌زنی در پاسخ به تنش‌های محیطی (دما، شوری و خشکی) بود.

مواد و روش‌ها

چهار آزمایش جداگانه مبنی بر پاسخ دو اکوتیپ کهورک (فارس (شهرستان مرودشت) و خوزستان (شهرستان باوی)) به اسید سولفوریک، دماهای مختلف، سطوح مختلف شوری و خشکی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام گرفت. نیام رسیده کهورک در پاییز سال ۱۳۹۷ از بوته‌ها جمع‌آوری و در آزمایشگاه علوم علف‌های هرز دانه از نیام جدا گردید. یک ماه بعد ازجداسازی بذر از نیام آزمایش‌های مربوط انجام گردید.

مشخصات دو اکوتیپ و محل جمع‌آوری به همراه تعداد بذر در نیام و وزن هزار دانه هر اکوتیپ در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مشخصات دو اکوتیپ کهورک

Table 1. Characteristics of two ecotypes of Syrian mesquite

اکوتیپ	طول و عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	تعداد بذر در نیام	وزن هزار دانه (گرم)
Ecotype	Latitude and longitude	Elevation (m)	Number of seed per pod	1000 seed weight (g)
Fars فارس	29° 59' 35.55"N 52 °44' 44.98" E	1602	2-5	73.43
Khuzestan خوزستان	31° 36' 4.10"N 48° 53' 16.55"E	27	8-16	81.33

[1] Bakhshandeh
[2] Bradford
[3] Esmaeili and Eslami
[4] DiTommaso
[5] Zhang
[6] Guma
[7] Fatholahi
[8] Fagg and Stewart
[9] Ghaffarri
[10] Khajeh Hosseini

آزمایش اول: شکست خواب بذر

به‌منظور شکست خواب بذر کهورک، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار انجام شد. عامل‌های آزمایش شامل بذرهای دو اکوتیپ کهورک (فارس و خوزستان) و زمان‌های قرارگیری بذرها در اسید سولفوریک ۹۶ درصد (۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۴۰ دقیقه) بود. در ابتدا بذرها بر اساس مدت زمان‌های لازم در اسید سولفوریک غلیظ قرار داده شدند و سپس با آب مقطر کاملاً شسته و خشک شدند. سپس، درون پتری‌های پلاستیکی به قطر ۱۰ سانتی‌متر قرار داده شدند. درون هر پتری دو لایه کاغذ صافی و ۲۵ عدد بذر قرار داده شد. به ازای هر پتری در شروع کار ۷ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و در طی نمونه‌برداری در صورت نیاز به پتری آب مقطر اضافه گردید. شمارش بذرها به صورت روزانه (۱۶ روز) و در روزهای اولیه شمارش هر ۱۲ ساعت یکبار انجام شد.

آزمایش دوم: تعیین دما مطلوب جوانه‌زنی

به منظور بررسی پاسخ جوانه‌زنی بذرهای کهورک نسبت به دماهای مختلف، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. عامل اول شامل دو اکوتیپ کهورک (فارس و خوزستان) و عامل دوم شامل ۸ سطح دمایی (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۴۵ درجه سلسیوس) با تناوب نوری ۱۲ ساعت روشنایی/ ۱۲ ساعت تاریکی بود. درون هر پتری ۲۵ عدد بذر روی دو لایه کاغذ صافی در نظر گرفته شد. شمارش بذرها به مانند آزمایش اول و تا ۱۶ روز (توقف کامل جوانه‌زنی) ادامه داشت. معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به میزان دو میلی‌متر بود (مجاب[1] و همکاران، ۲۰۱۵). قابل ذکر ذکر است که بر اساس نتایج آزمایش اول، برای شکست خواب بذر دو اکوتیپ کهورک در آزمایش دوم، بذرهای اکوتیپ فارس به مدت ۱۷ دقیقه و بذرهای اکوتیپ خوزستان به مدت ۲۵ دقیقه در اسید سولفوریک غلیظ قرار داده شدند.

آزمایش سوم: تنش شوری

در این آزمایش، عامل اول شامل دو اکوتیپ کهورک (فارس و خوزستان) و عامل دوم شامل هشت سطح شوری (۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ میلی مولار از نمک کلرید سدیم) به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. پتری‌هایی به قطر ۱۰ سانتی‌متر انتخاب و درون هر پتری، دو لایه کاغذ صافی و ۲۵ عدد بذر در نظر گرفته شد. ۷ میلی‌لیتر از هر سطوح شوری به پتری‌ها اضافه گردید. معیار جوانه‌زنی خروج دو میلی‌متر ریشه‌چه در نظر گرفته شد.

آزمایش چهارم: تنش خشکی

به‌منظور انجام آزمایش، دو اکوتیپ کهورک (فارس و خوزستان) به عنوان عامل اول و هفت سطح تنش خشکی (۰، ۰/۲-، ۰/۴-، ۰/۶-، ۰/۸-، ۱ و ۱/۲- مگاپاسکال) به عنوان عامل دوم به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. سطوح مختلف تنش خشکی بر اساس رابطه میشل و کافمن[2] (۱۹۷۳) از پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ (مرک، آلمان) استفاده گردید. دمای انتخاب شده به‌منظور انجام آزمایش تنش خشکی بر اساس بهترین دمای جوانه‌زنی در آزمایش دوم در نظر گرفته شد. جهت انجام آزمایش تنش خشکی از پتری‌های شیشه‌ای استفاده گردید. سایر موارد شامل آماده‌سازی پتری‌ها، شیوه و معیار شمارش بذرهای جوانه‌زده مانند آزمایش‌های قبل بود.

تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش

پس از ثبت داده‌های مربوط به تعداد بذر جوانه زده، صفات درصد جوانه‌زنی نهایی، شاخص بنیه

[1] Mojab

[2] Michel and Kaufmann

بذر، شاخص جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی با استفاده از رابطه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ محاسبه شد (رانال[1] و همکاران، ۲۰۰۹).

رابطه ۱: $FGP = \sum \frac{n}{N} \times 100$

رابطه ۲: $VI = FGP \times SL$

N برابر است با تعداد بذرها، n برابر است با تعداد بذرهای جوانه‌زده، SL برابر با طول گیاهچه.

رابطه ۳:

$GI = \sum(16 \times n1) + (15 \times n2) + \cdots (1 \times n16)$ n1 ،n2 و n16

به ترتیب روزهای نمونه برداری و اعداد ضریب برای روزهای نمونه برداری (به طوری که برای روز اول ضریب شانزده و روز آخر ضریب ۱ داده شده است).

رابطه ۴: $GR = \sum \left(\frac{n}{t}\right)$

به منظور برازش داده‌های درصد جوانه‌زنی تجمعی در برابر زمان و شاخص جوانه‌زنی در برابر دما به ترتیب از رابطه‌های ۵ و ۶ استفاده شد.

رابطه ۵: سیگموئیدی

$$CG=a/\ (1+\exp\ (-(x-x_0)/b))$$

a برابر است با حداکثر جوانه‌زنی، B برابر است با شیب خط و X0 برابر است با زمان مورد نیاز برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی

رابطه ۶: گوسین (اصلاح شده)

$$GI = a \times \exp(-0.5\times abs((T-Tmax)/b)\text{^}c$$

a برابر است با حداکثر شاخص جوانه‌زنی، برابر است با B شیب خط، T_{MAX} برابر است با دمای که در آن حداکثر شاخص جوانه‌زنی حادث شد و C برابر است با ضریب رابطه.

همچنین، به‌منظور برازش داده‌های درصد جوانه‌زنی نهایی، شاخص بنیه بذر و سرعت جوانه‌زنی در برابر غلظت‌های شوری و خشکی از رابطه ۷ و به‌منظور برازش داده‌های متوسط زمان جوانه‌زنی از رابطه ۸ استفاده شد (مبلی[2] و همکاران، ۲۰۲۰).

رابطه ۷: لجستیک (سه پارامتره)

$$\mathbf{Y} = \frac{a}{\mathbf{1} + (\frac{x}{x_{50}})^{b}}$$

a برابر است با حداکثر صفات اندازه‌گیری شده در تیمار شاهد (عدم شوری و خشکی)، b برابر است با شیب خط و X_{50} برابر است با سطحی از شوری یا خشکی که دران صفت مورد نیز به ۵۰ درصد کاهش می‌یابد.

رابطه ۸: مدل نمایی (دو پارامتره)

$$MGT=a\times\exp(b\times x)$$

a برابر است با عرض از مبدأ یا مقادیر در شرایط تیمار شاهد و b برابر است با شیب خط.

با توجه به دارا بودن فاکتورهای کمی، تجزیه رگرسیون و منحنی‌ها توسط نرم‌افزار SigmaPlot14 برازش داده شد.

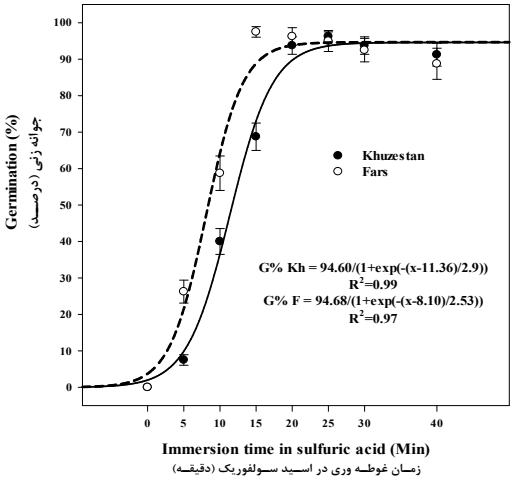
نتایج و بحث

آزمایش اول: شکست خواب بذر

درصد جوانه‌زنی دو توده کهورک در زمان‌های مختلف اسید سولفوریک نشان داد که زمان استفاده از تیمار اسید سولفوریک برای رسیدن به حداکثر جوانه‌زنی در توده خوزستان نسبت به توده فارس بیشتر بود (شکل ۱). نتایج پارامتر نشان داد که در توده فارس برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی بذرها بایستی ۸/۱۰ دقیقه در اسید سولفوریک قرار داده شوند و این در حالی بود که در توده خوزستان این زمان برابر با ۱۱/۳۶ دقیقه بود (شکل ۱). شرایط گیاه مادری می‌تواند بر میزان ضخامت پوسته بذر نیز تأثیر گذار باشد و با توجه به شرایط خوزستان که در زمان تشکیل لگوم و دانه دارای دما بالا می‌باشد، می‌توان انتظار داشت که میزان ضخامت پوسته نیز افزایش یابد. در برخی منابع عنوان شده است که داشتن روزهای بلند در زمان تشکیل دانه منجر به ایجاد

[1] Ranal

[2] Mobli



شکل ۱. پاسخ دو اکوتیپ کهورک به زمان غوطه‌وری در اسید سولفوریک

Fig. 1. Response of two Syrian mesquite ecotypes to immersion time in sulfuric acid

پوسته سخت‌تر و با ضخامت بیشتر برای بذر می‌گردد (گاترمن[1]، ۱۹۹۳). نتایج مجاب و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که کاربرد اسید سولفوریک به مدت ۶۰ دقیقه منجر به جوانه‌زنی ۹۷/۵ درصدی کهورک توده جمع آوری شده از منطقه زاهد شهر در شهرستان فسا در استان فارس گردید و در زمان ۱۰ دقیقه درصد جوانه‌زنی ۹۰ درصد بود. در واقع با کاربرد اسید سولفوریک پوسته سخت بذر از بین رفته و در نتیجه بذر می‌تواند به راحتی آب جذب و جوانه‌زنی داشته باشد.

آزمایش دوم: درصد جوانه‌زنی تجمعی در دماهای مختلف

پاسخ دو اکوتیپ کهورک به دماهای مختلف نتایج متفاوتی را نشان داد (شکل ۲)؛ به‌طوری‌که دو اکوتیپ کهورک فارس و خوزستان در دماهای پایین (۵ و ۱۰ درجه سلسیوس) جوانه‌زنی نداشتند و جوانه‌زنی از دمای ۱۵ درجه سلسیوس آغاز گردید (شکل ۲ الف). همچنین، جوانه‌زنی در دمای ۴۵ درجه سلسیوس در دو اکوتیپ کهورک، متوقف گردید (شکل ۲ الف). روند جوانه‌زنی تجمعی نشان داد که در دمای ۱۵ درجه سلسیوس درصد جوانه‌زنی اکوتیپ فارس نسبت به اکوتیپ خوزستان بالاتر بود؛ به‌طوری‌که اکوتیپ فارس ۹۵ درصد و اکوتیپ خوزستان ۶۳ درصد جوانه‌زنی داشت (شکل ۲ الف و ب). در دماهای ۲۰ تا ۳۵ درجه سلسیوس در هر دو اکوتیپ بیشترین درصد جوانه‌زنی مشاهده گردید، که در این دماها درصد جوانه‌زنی بین ۹۸ تا ۱۰۰ درصد بود (شکل ۲ الف و ب). نکته قابل توجه درصد جوانه‌زنی در دمای ۴۰ درجه سلسیوس بود که در اکوتیپ فارس جوانه‌زنی به طور کامل متوقف شد درحالی‌که در اکوتیپ خوزستان بذرها ۴۵ درصد جوانه‌زنی داشتند (شکل ۲ الف و ب). در این رابطه می‌توان اظهار داشت که شرایط اقلیمی بر درصد جوانه‌زنی در دماهای بالا می‌تواند تاثیرگذار باشد؛ به‌طوری‌که با توجه به شرایط آب و هوای خوزستان که دارای تابستان گرم و مرطوب می‌باشد، بذرهای اکوتیپ خوزستان در دماهای بالا توانسته بودند جوانه‌زنی بیشتری نسبت به اکوتیپ فارس داشته باشند (شکل ۲ الف و ب). بیشترین زمان لازم (۲۲۱ ساعت) جهت رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی (D_{50}) در دمای ۱۵ درجه سلسیوس مربوط به اکوتیپ فارس بود و با افزایش دما از ۱۵ به ۲۰ درجه سلسیوس این زمان به ۱۱۳ ساعت کاهش یافت (شکل ۱ ج). در اکوتیپ خوزستان و دمای ۱۵ درجه سلسیوس، D_{50} برابر ۱۹۱ ساعت و در دمای ۲۰ درجه سلسیوس ۱۷۸ ساعت پیش‌بینی گردید (شکل ۲ ج). در اکوتیپ خوزستان با افزایش دما از ۱۵ تا ۳۵ درجه سلسیوس، D_{50} از ۱۹۱ ساعت به ۸۴ ساعت و در اکوتیپ فارس از ۲۲۱ به ۱۲۵ ساعت رسید (شکل ۲ ج). نکته قابل تعمق در خصوص D_{50} این بود که در اکوتیپ خوزستان از دمای ۳۵ درجه سلسیوس و در اکوتیپ فارس از دمای ۳۰ درجه سلسیوس، مدت زمان لازم مجدداً افزایش یافت. کمترین مدت زمان لازم جهت رسیدن به D_{50} در اکوتیپ فارس در دماهای ۲۵ و ۳۰ درجه سلسیوس و در

[1] Gutterman

اکوتیپ خوزستان در دمای ۳۰ درجه سلسیوس ثبت گردید (شکل ۲ ج).

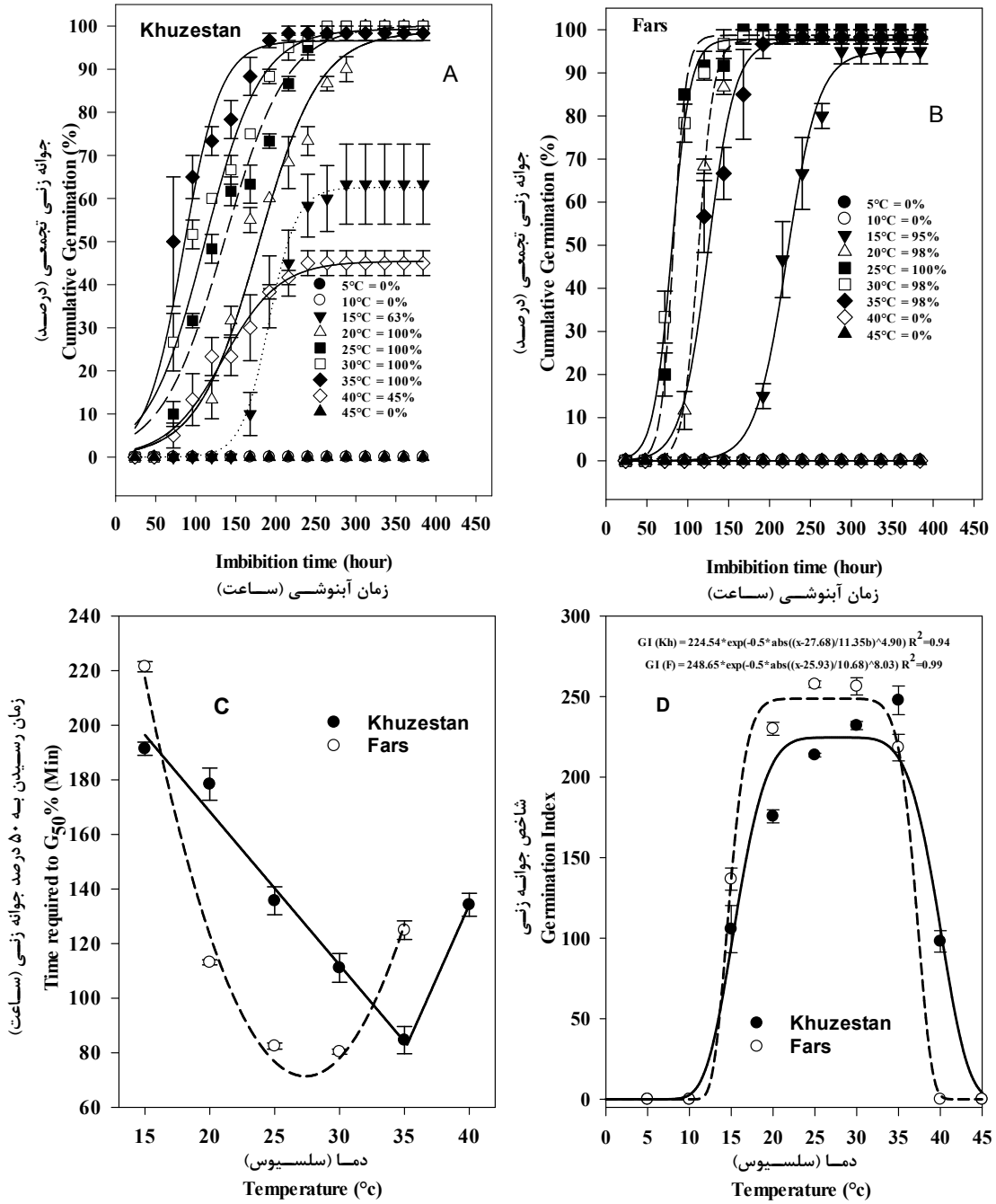
در دماهای کمتر از ۳۰ درجه سلسیوس اکوتیپ فارس نسبت به اکوتیپ خوزستان دارای شاخص جوانه‌زنی بیشتر و در دماهای بالا (۳۵ و ۴۰ درجه سلسیوس) شاخص جوانه‌زنی اکوتیپ خوزستان نسبت به اکوتیپ فارس افزایش چشمگیری داشت (شکل ۲ د). بیشترین شاخص جوانه‌زنی در اکوتیپ خوزستان در دمای ۳۵ درجه سلسیوس و در اکوتیپ فارس در دو دمای ۲۵ و ۳۰ درجه سلسیوس مشاهده شد (شکل ۲ د). براساس پارامتر معادله گوسین، پیش‌بینی بیشترین شاخص جوانه زنی در اکوتیپ خوزستان نسبت به فارس در دماهای بالاتر حادث شد. در اکوتیپ خوزستان بیشترین نتایج پاسخ جوانه‌زنی دو اکوتیپ کهورک به دما نشان داد که تأثیر اقلیم گیاه مادری می‌تواند در دماهای بالاتر بسیار مشهود باشد. در بذر کهورک اکوتیپ فارس به‌دلیل دارا بودن وزن هزار دانه بیشتر (جدول ۱) و ضخامت پوسته کمتر و در نتیجه جذب آب بیشتر، سرعت جوانه‌زنی نیز افزایش خواهد یافت؛ احتمالاً در دماهای پایین میزان اندوخته غذایی موجود در بذر (وزن هزاردانه بیشتر) بر خصوصیات جوانه‌زنی تأثیرگذار و در دماهای بالاتر میزان سازگاری بذر و شرایط گیاه مادری بیشتر از اندوخته غذایی می‌تواند تأثیرگذار باشد.

با افزایش دما سرعت جوانه‌زنی بذر افزایش می‌یابد و این افزایش منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی می‌گردد؛ اما در دماهای بالا افزایش تنفس و کاهش اندوخته بذر و همچنین تغییر در ساختار پروتئین‌های ضروری جوانه‌زنی می‌تواند کاهش یابد. تولیت[1] و همکاران (۲۰۱۴) بر این باورند که در دمای پایین نیز به دلیل کاهش فعالیت‌های متابولیسم سلولی، جوانه‌زنی می‌تواند تحت تأثیر قرارگیرد و کاهش یابد. نتایج ربیعی[2] و همکاران (۲۰۱۷) مبنی بر پاسخ اکوتیپ‌های مختلف بارهنگ کبیر (*Plantago major*) نشان داد که در دمای ۴۰ درجه سلسیوس تنها دو اکوتیپ بذر جمع آوری شده از بیرجند و قائن دارای ۱۹ و ۱۳ درصد جوانه‌زنی بودند و در سایر اکوتیپ‌های بذر مربوط به مشهد، کلات، بجنورد و تربت حیدریه جوانه‌زنی وجود نداشت. همچنین در دمای ۱۰ درجه سلسیوس نیز تنها دو اکوتیپ بیرجند (۶ درصد) و مشهد (۱۱ درصد) جوانه‌زنی داشتند. نتایج غفاری و همکاران (۲۰۱۴) مبنی بر پاسخ علف هرز کهورک به دما نشان داد که در دماهای ۱۰ درجه سلسیوس جوانه‌زنی وجود نداشت و در دمای ۴۵ درجه سلسیوس جوانه‌زنی متوقف گردید و بیشترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۳۰ درجه سلسیوس به دست آمد. نتایج تحقیقات خواجه حسینی و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین اکوتیپ‌های مختلف کهورک (جمع آوری شده از شهرستان‌های کرمان) در خصوص متوسط زمان جوانه‌زنی وجود داشت. جوانه‌زنی بذرهای تاج خروس ریشه قرمز در دمای ۲۷/۲۲ درجه سلسیوس نسبت به دمای ۲۲/۱۷ درجه سلسیوس که به مرحله بلوغ رسیده بودند، بیشتر بود (گاترمن، ۲۰۰۱). همچنین در مورد علف بز (*Aegilops geniculata*) نیز در دمای بالا نسبت به دمای پایین، جوانه‌زنی بیشتر بود. بذرهایی که در دما بالاتر به مرحله بلوغ می‌رسند معمولاً دارای وزن کمتری نسبت به بذرهای که در دماهای پایین‌تر به مرحله بلوغ رسیده‌اند، می‌باشند (گاترمن، ۲۰۰۱).

آزمایش سوم: تنش شوری

با افزایش سطح شوری درصد جوانه‌زنی دو اکوتیپ کهورک کاهش و در سطح شوری ۶۰۰ میلی‌مولار کمترین درصد جوانه‌زنی ثبت گردید (شکل ۳ الف). در شرایط شوری ۶۰۰ میلی‌مولار در اکوتیپ کهورک فارس جوانه‌زنی کاملاً متوقف، اما در اکوتیپ خوزستان ۵ درصد جوانه‌زنی مشاهده گردید (شکل ۳ الف). در اکوتیپ کهورک

[1] Tolyat
[2] Rabiei



شکل ۲. اثر دماهای مختلف بر خصوصیات جوانه‌زنی دو اکوتیپ کهورک خوزستان و فارس

Fig. 2. Effect of different temperatures on germination characteristics of two Khuzestan and Fars Syrian mesquite ecotypes

فارس تا ۲۰۰ میلی‌مولار جوانه‌زنی تغییرات زیادی نداشت. کاهش ۵۰ درصد جوانه‌زنی در اکوتیپ خوزستان در سطح شوری ۴۰۴ میلی‌مولار و در اکوتیپ کهورک فارس ۳۸۰ میلی‌مولار پیش‌بینی شد (شکل ۳ الف).

به عبارتی اکوتیپ خوزستان در سطوح بالاتری از شوری به کاهش ۵۰ درصد جوانه‌زنی می‌رسد. قابل ذکر است که روند کاهش درصد جوانه‌زنی در شوری‌های بالاتر از ۳۰۰ میلی‌مولار در اکوتیپ فارس نسبت به خوزستان تا حدودی بیشتر بود (شکل ۳ الف).

با افزایش شوری شاخص بنیه بذر کاهش و در بالاترین سطح شوری به کمترین مقادیر خود رسید. تا سطح شوری ۴۰۰ میلی‌مولار شاخص بنیه بذر در اکوتیپ کهورک فارس نسبت به اکوتیپ خوزستان بیشتر بود (شکل ۳ ب). شاخص بنیه بذر بیشتر در اکوتیپ فارس نسبت به خوزستان احتمالاً به‌دلیل مواد غذایی بیشتر با توجه به بزرگتر بودن بذر اکوتیپ فارس (وزن هزار دانه بیشتر) می‌باشد. از طرف دیگر نیز طول ریشه‌چه در اکوتیپ فارس نسبت به خوزستان بیشتر بود، که به‌دلیل افزایش اندوخته غذایی بذر می‌باشد. کاهش ۵۰ درصد شاخص بنیه بذر در دو اکوتیپ کهورک فارس و خوزستان در ۱۶۷ و ۲۲۹ میلی‌مولار شوری پیش‌بینی گردید (شکل ۳ ب). شاخص بنیه بذر نسبت به درصد جوانه‌زنی کاهش بیشتری داشت و در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار کاهش شاخص بنیه بذر نسبت به جوانه‌زنی بسیار مشهودتر بود. متوسط زمان جوانه‌زنی در دو اکوتیپ کهورک با افزایش سطح شوری به صورت خطی افزایش یافت (شکل ۳ ج). به‌طورکلی در شوری‌های پایین (کمتر از ۳۰۰ میلی‌مولار) متوسط زمان جوانه‌زنی در اکوتیپ فارس نسبت به اکوتیپ خوزستان کمتر، اما در شوری‌های بالاتر از ۳۰۰ میلی‌مولار متوسط زمان جوانه‌زنی در اکوتیپ فارس نسبت به خوزستان بیشتر بود (شکل ۳ ج). با افزایش سطح نمک میزان جذب آب کاهش و در نتیجه مدت زمان آبنوشی پوسته بذر و مراحل فاز جوانه‌زنی نیز طولانی‌تر خواهد شد. در سطوح شوری ۶۰۰ میلی‌مولار در اکوتیپ خوزستان که ۵ درصد جوانه‌زنی وجود داشت، ۱۲ روز برای متوسط زمان جوانه‌زنی لازم بود، که نشان می‌دهد که بذرها در مراحل اولیه اصلاً قادر به جوانه‌زنی نبودند و در اواخر دوره تعداد کمی از بذرها جوانه‌زنی داشتند. کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی (پارامتر معادله نمایی) مربوط به اکوتیپ فارس با ۲/۵۲ روز و اکوتیپ خوزستان ۳/۵۴ روز بود. افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی احتمالاً مربوط به ضخامت پوسته بذر و همچنین میزان اندوخته غذایی بذر می‌باشد. به ازای یک واحد افزایش شوری در دو اکوتیپ کهورک فارس و خوزستان به ترتیب ۰/۰۰۳ و ۰/۰۰۲ روز به متوسط زمان جوانه‌زنی افزوده خواهد شد (شکل ۳ ج). سرعت جوانه‌زنی نیز نتایج متفاوتی را نشان داد؛ به‌طوری‌که در اکوتیپ کهورک فارس در شرایط شوری‌های کمتر از ۲۰۰ میلی‌مولار، سرعت جوانه‌زنی دارای مقادیر بیشتری نسبت به اکوتیپ خوزستان داشت (شکل ۳ د).

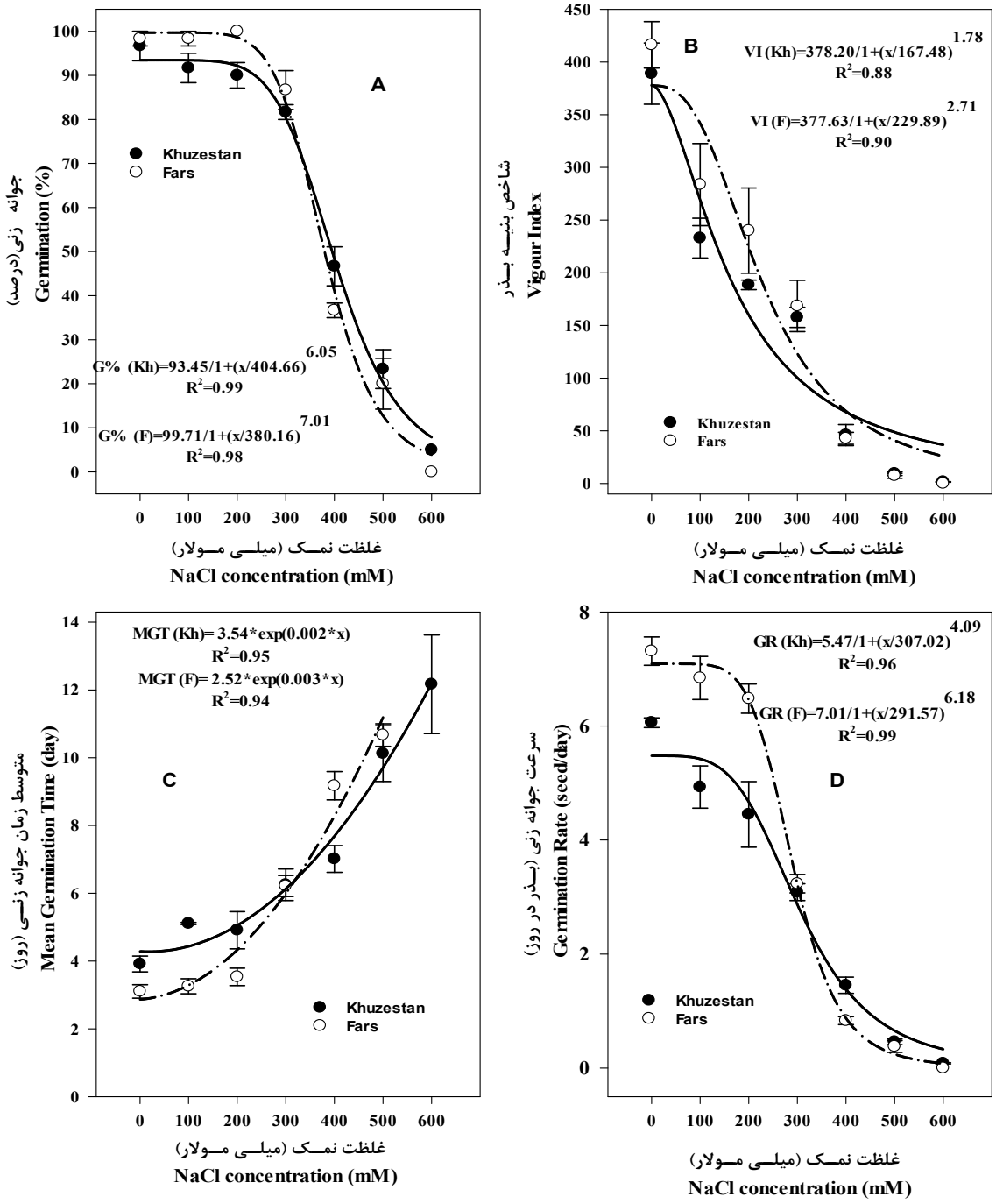
دلیل تحمل بیشتر به شوری در اکوتیپ خوزستان نسبت به فارس را می‌توان به محیط رشدی گیاه نسبت داد، چرا که محیط رشد اکوتیپ خوزستان در خاک شور بوده است و احتمالاً با توجه به شور بودن خاک، میزان تحمل به شوری نیز افزایش می‌یابد.

نتایج مجاب و همکاران (۲۰۱۵) مبنی بر پاسخ کهورک به سطوح مختلف تنش شوری نشان داد که تا تنش شوری ۵- بار جوانه‌زنی تغییرات کاهشی نداشت و کاهش ۵۰ درصد جوانه‌زنی در تنش شوری ۱۶/۲۳- بار پیش‌بینی گردید.

آزمایش چهارم: تنش خشکی

با افزایش تنش خشکی درصد جوانه‌زنی در دو اکوتیپ کهورک خوزستان و فارس کاهش و در بالاترین سطح تنش خشکی، کمترین درصد جوانه‌زنی مشاهده گردید (شکل ۴ الف). در اکوتیپ کهورک فارس در سطح تنش خشکی ۱- مگاپاسکال جوانه‌زنی به طور کامل متوقف و اکوتیپ کهورک خوزستان ۱۵ درصد جوانه‌زنی داشت. در شرایط تنش خشکی ۰/۴- مگاپاسکال، درصد جوانه‌زنی در اکوتیپ خوزستان برابر با ۸۶ درصد و در اکوتیپ کهورک فارس ۶۶ درصد بود (شکل ۴ الف).

۵۰ درصد کاهش درصد جوانه‌زنی در دو اکوتیپ کهورک خوزستان و فارس به‌ترتیب در ۰/۷۹- و ۰/۵۰- مگاپاسکال پیش‌بینی گردید (شکل ۴ الف). از این‌رو، اکوتیپ کهورک خوزستان نسبت به اکوتیپ فارس مقاوم‌تر بود. در اکوتیپ کهورک فارس تا سطح تنش خشکی ۰/۴- مگاپاسکال شاخص بنیه بذر نسبت به اکوتیپ خوزستان بیشتر و دلیل افزایش طول ریشه‌چه بیشتر در اکوتیپ فارس بود. از تنش خشکی ۰/۴- مگاپاسکال شاخص بنیه بذر در اکوتیپ فارس نسبت به اکوتیپ خوزستان با شیب بیشتری کاهش یافت. کاهش ۵۰ درصد شاخص بنیه بذر در دو اکوتیپ کهورک خوزستان و فارس در ۰/۴۶ و ۰/۳۸- مگاپاسکال



شکل ۳. اثر سطوح مختلف شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی در دو اکوتیپ کهورک خوزستان و فارس

Fig. 3. Effect of different levels of salinity on germination characteristics of two Khuzestan and Fars Syrian mesquite ecotypes

پیش‌بینی گردید (شکل ۴ ب). در شرایط عدم تنش خشکی اکوتیپ فارس نسبت به اکوتیپ خوزستان دارای سرعت جوانه‌زنی بیشتری بود و با افزایش تنش خشکی کاهش سرعت جوانه‌زنی در اکوتیپ کهورک خوزستان نسبت به اکوتیپ فارس کمتر بود (شکل ۴ ج). در سطح تنش ۰/۶- مگاپاسکال سرعت جوانه‌زنی اکوتیپ کهورک فارس تقریباً ۳ بذر در روز و در اکوتیپ فارس کمتر از ۲

بـذر در روز محاسـبه شـد. کـاهش ۵۰ درصـد سـرعت جوانـه‌زنـی در دو اکوتیـپ کهـورک خوزسـتان و فـارس بـــه ترتیـــب در ۰/۵۰- و ۰/۳۹- مگاپاســـکال پیش‌بینی شد (شکل ۴ ج).

متوسط زمان جوانه‌زنی با افزایش تنش خشکی در دو اکوتیپ کهورک افزایش یافت. در تمامی سطوح تنش خشکی متوسط زمان جوانه‌زنی در اکوتیپ کهورک فارس نسبت به اکوتیپ خوزستان کمتر بود (شکل ۴ د). در اکوتیپ خوزستان متوسط زمان جوانه‌زنی تا سطح تنش خشکی ۱- مگاپاسکال به صورت خطی و در تنش‌های بالاتر به صورت نزولی بود (شکل ۴ د). بیشترین متوسط زمان جوانه‌زنی در اکوتیپ خوزستان در سطح تنش خشکی ۱/۰۸- مگاپاسکال معادل ۷/۸۰ روز پیش‌بینی شد (شکل ۴ د). روند تغییرات متوسط زمان جوانه‌زنی در اکوتیپ کهورک فارس از معادله نمایی تبعیت نمود که نشان داد در شرایط عدم خشکی، متوسط زمان جوانه‌زنی معادل ۳/۳۰ روز و به ازای افزایش یک واحد سطح تنش خشکی ۰/۷۹ روز افزایش خواهد داشت.

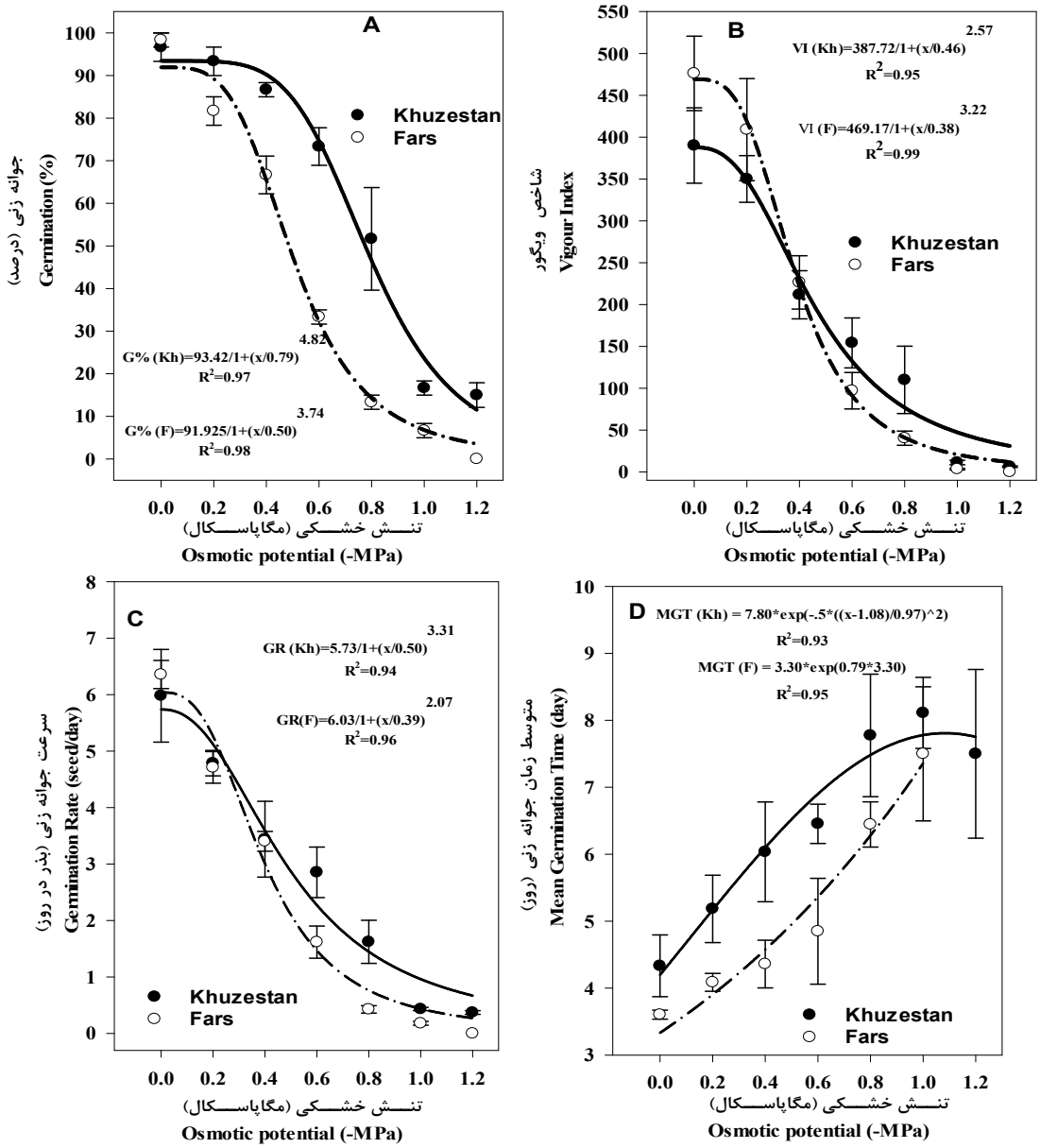
در شرایط تنش خشکی و کاهش جذب آب توسط بذر، ترشح هورمون‌ها و آنزیم‌ها مانند آلفا آمیلاز، لیپاز و اینورتاز کاهش و در نتیجه روی جوانه‌زنی، طول گیاهچه تاثیرگذار می‌باشد (باقری[1] و همکاران، ۲۰۱۱).

مجاب و همکاران (۲۰۱۵) دریافتند در ۱۰- بار جوانه‌زنی کهورک به کمترین مقدار خود و در ۶/۲۶- بار، ۵۰ درصد جوانه‌زنی حادث گردید و تا تنش ۵- بار درصد جوانه‌زنی کاهش نداشت. نتایج تحقیقات عبادی[2] و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که پاسخ دو اکوتیپ گل گندم (*Centaurea depressa*) به سطوح مختلف تنش خشکی متفاوت بود. به‌طوری‌که در تنش ۱- مگاپاسکال بذرهای اکوتیپ اهواز دارای ۱۳/۵ درصد جوانه‌زنی و در اکوتیپ کرج، جوانه‌زنی به‌طور کامل متوقف گردید. تفاوت بین اکوتیپ‌های مختلف علف‌های هرز در شرایط اقلیمی متفاوت در تحقیقات گل‌زردی[3] و همکاران (۲۰۱۲) روی علف خرس (*Cynanchum acutum*)، آبین و اسلامی[4] (۲۰۰۹) روی گونه‌ای شیرتیغی (*Sonchus arvensis*) گزارش شده است.

نتیجه‌گیری

در پاسخ به دمای بالا، اکوتیپ کهورک خوزستان نسبت به فارس موفق‌تر بود، چرا که در دمای ۴۰ درجه سلسیوس جوانه‌زنی اکوتیپ فارس کاملاً متوقف گردید و در کهورک خوزستان ۴۵ درصد بذرها قادر به جوانه‌زنی بودند. همچنین نتایج نشان داد که شروع جوانه‌زنی کهورک در دماهای بالاتر از ۱۰ درجه سلسیوس می‌باشد و در دمای ۱۵ درجه سلسیوس توده فارس نسبت به توده خوزستان جوانه‌زنی بیشتری داشت. همچنین، در مواجهه با تنش‌های شوری و خشکی کمتر اکوتیپ فارس و در تنش‌های بالاتر اکوتیپ خوزستان موفق‌تر بودند. بنابراین، می‌توان بیان نمود که میزان تحمل یک گونه به عوامل تنش‌زای محیطی متأثر از شرایط اقلیم گیاه مادری می‌باشد که در طی رسیدن دانه تجربه کرده است. با توجه به شرایط اقلیمی و خاکی و تأثیر آن بر رشد گیاه مادری می‌توان پیش‌بینی نمود که میزان گسترش و آلودگی مزارع استان خوزستان و فارس به علف‌هرز کهورک با توجه به شوری خاک و تنش خشکی در صورت عدم مدیریت قابل انتظار می‌باشد. از طرف دیگر با توجه به استفاده از ظرفیت کهورک در مناطق بیابانی و ایجاد پوشش گیاهی جهت تثبیت شن‌های روان، به نظر می‌رسد، استفاده از اکوتیپ خوزستان در مناطقی که دمای بالا، شوری و خشکی به عنوان عامل محدود کننده رشد می‌باشند، می‌تواند مورد استفاده و نسبت به توده فارس مزیت نسبی بیشتری دارد.

[1] Bagheri
[2] Ebadi
[3] Golzardi
[4] Abin and Eslami



شکل ۴. اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی دو اکوتیپ کهورک خوزستان و فارس

Fig. 4. Effect of different levels of drought stress on germination characteristics of two Khuzestan and Fars Syrian mesquite ecotypes

سپاسگزاری

نتایج این تحقیق مستخرج از طرح پژوهشی به شماره ۹۸۱/۰۹ می‌باشد. نگارندگاه این مقاله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان جهت تأمین اعتبار هزینه طرح تقدیر و تشکر می‌نماید.

منابع

Abin, A. and Eslami, S.V. 2009. Influence of maternal environment on salinity and drought tolerance of annual Sowthistle (*Sonchus oleraceus* L.) at germination and emergence stage. Weed Research, 1(2):1-12. [In Persian with English Summary].

Bagheri, M., Yeganeh, H., Esfahan, E.Z. and Savadroodbari, M.B. 2011. Effects of water stress on seed germination of *Thymus koteschanus* Boiss and *Thymus daenensis* Celak. Middle East Journal of Scientific Research, 8(4): 726-73.

Bakhshandeh, E., Bradford, K.J., Pirdashti, H., Vahabinia, F. and Abdellaoui, R. 2020. A new halothermal time model describes seed germination responses to salinity across both sub-and supra-optimal temperatures. Acta Physiologiae Plantarum, 42(8): 1-15. https://doi.org/10.1007/s11738-020-03126-9

Baskin, C.C. and Baskin, J.M. 1998. Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Seed Dormancy and Germination. Academic Press, San Diego, CA. https://doi.org/10.1016/B978-012080260-9/50003-8

Bradford, K.J. 2002. Application of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy. Weed Science, 50(2): 248-260. https://doi.org/10.1614/0043-1745(2002)050[0248:AOHTTQ]2.0.CO;2

Chauhan, B.S. and 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

Copeland, L.O. and McDonald, M.B. 2001. Principles of seed science and technology. Springer Science & Business Media. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1619-4

DiTommaso, A. 2004. Germination behavior of common ragweed (*Ambrosia artemisiafolia*) populations across a range of salinities. Weed Science, 52(6): 1002-1009. https://doi.org/10.1614/WS-04-030R1

Donohue, K. 2009. Completing the cycle: maternal effects as the missing link in plant life histories. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B-Biological Sciences, 364: 1059-1074. https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0291

Ebadi, S.Z., Golzardi, F., Vaziritabar, Y., Vaziritabar, Y. and Ebadi, M.S. 2014. Environmental maternal effects on drought and salinity tolerance of Iranian knapweed (*Centaurea depressa* M. Bieb.) at germination and seedling growth stage. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences, 4(3): 157-166.

Ebrahimi, E., Eslami, V., Jami Ahmadi, M. and Mahmoodi, S. 2011. Studying the effect of different environmental factors on germination of (*Ceratocarpus arenarius* L. Bluk) seed. Iranian Journal of Weed Science, 7(1): 45-59. [In Persian with English Summary].

El-Keblawy, A. and Al-Ansari, F. 2000. Effect of site of origin, time of seed maturation and seed age on germination behavior of *Portulaca oleracea* L. from old and new world. Canadian Journal of Botany, 78(3): 279-287. https://doi.org/10.1139/cjb-78-3-279 ; https://doi.org/10.1139/b00-001

Esmaeili, A. and Eslami, S.V. 2010. Comparative evaluation of the effects of salinity and drought on germination and seedling growth of Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) and Rice (*Oryza sativa* L.), and its relationship with their competition under stress conditions. Weed Research Journal, 2(1):29-42. [In Persian with English Summary].

Fagg, C.W. and Stewart, J.L. 1994. The value of Acacia and Prosopis in arid and semi-arid environments. Journal of Arid Environments, 27(1): 3-25. https://doi.org/10.1006/jare.1994.1041

Fatholahi, M., Mohsenabadi, G., Tavakkol Afshari, R. and Mohammadvand, E. 2017. Effect of different levels of salinity and temperature on seed germination parameters German chamomile (*Matricaria recutita*). Iranian Journal of Field Crop Science, 47(3): 341-525. [In Persian with English Summary].

Fenner, M. 1991. The effects of parent environment on seed germinability. Seed Science Research, 1(2): 75-84. https://doi.org/10.1017/S0960258500000696

Foley, M.E. 2001. Seed dormancy: An update on terminology, physiological genetics, and quantitative traits loci regulating germinability. Weed Science, 49(3): 305-317. https://doi.org/10.1614/0043-1745(2001)049[0305:SDAUOT]2.0.CO;2

Ghaffarri, R., Meighani, F. and Salimi, H., 2014. Germination ecophysiology of Mesquite (*Prosopis farcta* L.) weed. Nova Biologica Reperta, 1(1): 23-33. [In Persian with English Summary]. https://doi.org/10.29252/nbr.1.1.23

Golzardi, F., Vazan, S., Moosavinia, S. and Tohidloo, G. 2012. Effects of salt and drought Stresses on germination and seedling growth of swallow wort (*Cynanchum acutum* L.). Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 4(21): 4524-4529.

Gorecki, M.J., Long, R.L., Flematti, G.R. and Stevens, J.C. 2012. Parental environment changes the dormancy state and karrikinolide response of *Brassica tournefortii* seeds. Annals of Botany, 109(7): 1369-1378. https://doi.org/10.1093/aob/mcs067

Guma, I.R., Padrón-Mederos, M.A., Santos-Guerra, A. and Reyes-Betancort, J.A. 2010. Effect of temperature and salinity on germination of *Salsola vermiculata* L. (Chenopodiaceae) from Canary Islands. Journal of arid Environments, 74(6): 708-711. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.10.001

Gutterman, Y. 1993. Seed germination in desert plants. Adaptations of Desert Organisms. Springer, Berlin. https://doi.org/10.1007/978-3-642-75698-6

Gutterman, Y. 1994. Germinability under natural temperatures of *Lactuca serriola* L. achenes matured and collected on different dates from a natural population in the Negev desert highlands. Journal of Arid Environments, 28(2): 117-127. https://doi.org/10.1016/S0140-1963(05)80042-4

Jensen, M. and Eriksen, E.N. 2001. Development of primary dormancy in seeds of *Prunus avium* during maturation. Seed Science and Technology, 29(2): 307-320.

Khajeh Hosseini, M., Naghizadeh, M., Hosseini, S.A. and Rashed Mohassel, M.H. 2017. Study of seed germination and dormancy of *Prosopis farcta*, *Launaea acanthoides* and *Cressa cretica* in pistachio orchards of Rafsanjan. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 5(2): 199-213. [In Persian with English Summary]. https://doi.org/10.29252/yujs.3.2.71

Li, Y.P. and Feng, Y.L. 2009. Differences in seed morphometric and germination traits of Crofton weed (*Eupatorium adenophorum*) from different elevations. Weed Science, 57(1):26-30. https://doi.org/10.1614/WS-08-068.1

Luzuriaga, A.L., Escudero, A. and Perez-Garcia, F. 2006. Environmental maternal effects on seed morphology and germination in *Sinapis arvensis* (Cruciferae). Weed Research, 46(2): 163-174. https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2006.00496.x

Meyer, S.E. and Allen, P.S. 1999. Ecological genetics of seed germination regulation in *Bromus tectorum* L. II. Reaction norms in response to a water stress gradient imposed during seed maturation. Oecologia, 120(1): 35-43. https://doi.org/10.1007/s004420050829 ; https://doi.org/10.1007/s004420050830

Michel, B.E. and Kaufmann, M.R. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology, 51(5): 914-916. https://doi.org/10.1104/pp.51.5.914

Mobli, A., Mollaee, M., Manalil, S. and Chauhan, B.S. 2020. Germination ecology of brachiaria eruciformis in australia and its implications for weed management. Agronomy, 10(1): 30. https://doi.org/10.3390/agronomy10010030

Mojab, M., Hosseini, M., Zamani, G.R., Kohansal, A. and Ebrahimi, E. 2015. Evaluation of different dormancy breaking methods and effects of salt (NaCl) and drought (PEG6000) stresses

on germination characteristic of mesquite (*Prosopis stephaniana* Willd). Environmental Stresses in Crop Sciences, 8(1): 101-108. [In Persian with English Summary].

Paolini, R., Principi, M., Froud-Williams. R.J., Del Plugia, S. and Biancardi, E. 1999. Competition between sugarbeet and *Sinapis arvensis* and *Chenopodium album*, as affected by timing of nitrogen fertilization. Weed Research, 39(6): 425-440. https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.1999.00156.x

Qaderi, M.M., Cavers, P.B. and Bernards, M.A. 2003. Pre- and post-dispersal factors regulate germination patterns and structural characteristics of Scotch thistle (*Onopordum acanthium*) cypselas. New Phytologist, 159(1):263-278. https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2003.00777.x

Rabiei, A., Nezami, A., Goldani, M., Khajeh-Hosseini, M. and Nassiri- Mahallati, M. 2017. Cardinal temperatures for seed germination of six ecotypes of *Plantago major*. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 6(1): 57-68. [In Persian with English Summary].

Ranal, M.A., Santana, D.G.D., Ferreira, W.R. and Mendes-Rodrigues, C. 2009. Calculating germination measurements and organizing spreadsheets. Brazilian Journal of Botany, 32(4): 849-855. https://doi.org/10.1590/S0100-84042009000400022

Sultan, S.E. 1996. Phenotypic plasticity for offspring traits in *Polygonum persicaria*. Ecology, 77(6): 1791-1807. https://doi.org/10.2307/2265784

Tolyat, M.A., Tavakkol Afshari, R., Jahansoz, M.R., Nadjafi, F. and Naghdibadi, H.A. 2014. Determination of cardinal germination temperatures of two ecotypes of *Thymus daenensis* subsp. Daenensis. Seed Science and Technology, 42(1): 28-35. https://doi.org/10.15258/sst.2014.42.1.03

Turner, S.R., Meritt, D.J., Baskin, C.C., Dixon, K.W. and Baskin, J.M. 2005. Physical dormancy in seeds of six genera of Australian Rhamnaceae. Seed Science Research, 15(1): 51-58. https://doi.org/10.1079/SSR2004197

Zhang, H., Irving, L.J., Tian, Y. and Zhou, D. 2012. Influence of salinity and temperature on seed germination rate and the hydrotime model parameters for the halophyte, *Chloris virgata*, and the glycophyte, *Digitaria sanguinalis*. South African Journal of Botany, 78: 203-210. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2011.08.008

Iranian Journal of Seed Research, 2021, 7(2): 135-150

Research Article

Comparison of Ecological Aspects of Seed Germination of Syrian mesquite (*Prosopis farcta*) Ecotypes of Khuzestan and Fars Provinces

Ahmad Zare[1, *], Elham Elahifard[2], Zahra Asadinejad[3]

Extended Abstract

Introduction: Syrian mesquite is introduced as a weed in wheat and barley fields, saffron, cotton and vegetables, and in orchards. The spread of this weed in different climates raises the question of how much native plant conditions can affect germination characteristics. Therefore, the purpose of this study was to evaluate the effect of native plant conditions on germination characteristics in response to environmental stresses (temperature, salinity, and drought).

Materials and Methods: To investigate dormancy elimination and germination response thresholds of two Syrian mesquite ecotypes (Khuzestan and Fars) to environmental factors (temperature, salinity, and drought), four separate experiments were carried out as factorial based on completely block design with three replications at Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan. Treatments included immersion the seeds with concentrated sulfuric acid (96%) (0, 10, 15, 20, 25, and 30 min), different temperature (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, and 45 °C), salinity levels (0, 100, 200, 300, 400, 500, and 600 mM), and different levels of drought stress (0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1 and 1.2 MPa).

Results: The time required for immersion of seeds in sulfuric acid to dormancy breaking for two ecotypes was different. The estimated parameters indicated time of immersion in sulfuric acid to reach 50% germination in the Khuzestan ecotype (11.38 min) was longer than the Fars ecotype (8.10 min). The Khuzestan ecotype was also able to germinate (45%) at 40 ° C, whereas germination in the Fars ecotype was stopped at this temperature. Germination rate and cumulative germination percentage at temperatures below 25 ° C were higher in Fars ecotype than in the Khuzestan ecotype. The results of the salinity experiment showed that 50% reduction in seed vigor index, final germination percentage, and germination rate in the Fars ecotype were 167.48, 404.46, and 307.02 mM respectively and in the Khuzestan ecotype were 0.89. 229, 380.16, and 299.57 mM, respectively. For drought treatments, 50% reduction in final germination percentage, seed vigor index, and germination rate in Fars ecotype were -0.50, -0.38, and -0.39 MPa, respectively, and in Khuzestan ecotype were -0.46, -0.46, and -0.50 MPa, respectively.

Conclusion: Overall, the results showed that native plant climatic conditions (latitude and longitude, elevation, rainfall, and temperature) can affect the degree of seed dormancy, resistance to environmental stresses such as temperature, salinity, and drought.

Keywords: Ecotype, Germination percentage, Germination rate, Seed vigor index.

Highlights:

1- Seed germination response thresholds of two ecotypes of Fars and Khuzestan for exposure to temperature and drought and salinity stresses were compared.

[1]Assistant Professor, Plant Production and Genetics Department, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Bavi, Mollasani, Khuzestan, Iran

[2] Assistant Professor, Plant Production and Genetics Department, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Bavi, Mollasani, Khuzestan, Iran

[3] M.Sc. Graduated in Weed Science, Plant Production and Genetics Department, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Bavi, Mollasani, Khuzestan, Iran

* Corresponding author, E-mail: ahmadzare@asnrukh.ac.ir

(Received: 09.03.2020; Accepted: 25.09.2020)

http://dorl.net/dor/20.1001.1.23831251.1399.7.2.12.1

DOI: 10.29252/yujs.7.2.135