مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۶، شمارهٔ ۲، ۱۳۹۹ (ص ۱۲۷-۱۱۵)

Iranian Journal of Weed Science
Vol 16, No 2, 2021 (115-127)
DOI: 10.22092/ijws.2020.128640.1358

پاسخ جوانه‌زنی بذر گل‌گندم مهاجر (*Centaurea bruguierana* Hand.-Mazz) به عوامل محیطی

احمد زارع*[1]، فاطمه دریس[2]،زهرا کریمی[2]

۱و۲- استادیار و دانشجو، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، باوی، ملاثانی، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۹/۱۶ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۲۹)

چکیده

گل‌گندم مهاجر به‌عنوان یکی از علف‌های‌هرز پهن‌برگ، در اکثر مناطق ایران حضور دارد و هیچ اطلاعاتی در مورد بیولوژی جوانه‌زنی این علف‌هرز، به خصوص اثر فاکتورهای محیطی بر آن، در دسترس نمی‌باشد. به‌منظور بررسی پاسخ گل‌گندم مهاجر (*Centaurea bruguierana* Hand.-Mazz) به دما (پنج، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ٤٠ درجه سلسیوس)، سطوح مختلف شوری(صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ میلی‌مولار) و خشکی (صفر، ۰/۲-، ۰/٤-، ۰/٦-، ۰/۸-، ۱- و ۱/۲- مگاپاسکال)، سه آزمایش جداگانه در سال ۱۳۹۸ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، در قالب طرح کاملاً تصادفی در شش تکرار انجام شد. بیشترین درصد جوانه‌زنی(۹۱/۱۰ درصد) در ۲۵ درجه سلسیوس اتفاق افتاد و درصد جوانه‌زنی در دمای پنج، ۱۰، ۱۵، ۲۰و ۳۰ درجه سلسیوس، به‌ترتیب ۷۱/۲۷، ۷۳/۳٦، ۸۰/۸٤، ۸٤/۵۹ و ٤٤/۹۷ درصد بود. نتایج شوری نشان داد که کاهش ۵۰ درصدی (پارامتر x_{50} معادله لجستیک) صفات درصد ، جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی، به‌ترتیب معادل ۱٤۷/۷۱، ۸۱/٤۹ و ۱۳۸/۸۲ میلی‌مولار بود. همچنین تنش خشکی ۰/٦٦-، ۰/۰٤۰- و ۰/۵۸- مگاپاسکال، به‌ترتیب درصد ، سرعت جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی را ٪ ۵۰ کاهش داد. با افزایش شوری و خشکی، متوسط زمان جوانه‌زنی افزایش و در بالاترین سطح شوری و خشکی، متوسط زمان جوانه‌زنی به‌ترتیب برابر ۸/۱۹ و ۸/۰۵ روز بود. اطلاعات به‌دست آمده از این تحقیق می‌تواند در پیش‌بینی گسترش این علف‌هرز در شرایط تنش‌های محیطی در مزارع کشاورزی کمک نماید.

کلمات کلیدی: خشکی، درجه حرارت، سرعت جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، شوری، متوسط زمان جوانه‌زنی.

Seed germination response of *Centaurea bruguierana* Hand.-Mazz to environmental factors

Ahmad zare*[1], Fatemeh Deris[2], Zahra Karimi[2]

1. Plant Production and Genetics Department, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan. Bavi, Mollasani, Iran.

(Received: December 7, 2019 - Accepted: February 18, 2020)

ABSTRACT

Centaurea bruguierana is one of the broadleaf weeds in the most regions of Iran and no information is available on its biology of germination, especially the effects of environmental factors on itTo investigate the response of *Centaurea bruguierana* to temperatures (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40°C), salinity (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 and 350 Mm) and drought stress (0, -o.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1 and -1.2 MPa), three separate experiments were conducted in Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, based on completely randomized design (CRD) with six replicates. Maximum germination percentage (91/10%) accrued at 25°C and germination percentage at 5, 10, 15, 20 and 30 were 71/27%, 73/36%, 80/84% and 44/97%, respectively. The result of salinity revealed that the salinity required for 50% inhibition of germination percentage, rate and index were 147.71, 81.49 and 138.82mM, respectively. Also, 0.66, 0.040 and 0.58 MPa drought stress decreased germination percentage, rate and index by 50%. With increasing salinity and drought, the average germination time increased and at the highest level of salinity and drought, the average germination time was 8.19 and 8.05 days, respectively. The information obtained from this research can help to predict the dynamics of this weed under environmental stresses in agricultural fields.

Keywords: Drought stress, germination index, germination rate, mean germination time, salinity, temperature.

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

مقدمه

جنس گل‌گندم (*Centaurea*) از نظر طبقه‌بندی، پیچیده‌ترین جنس خانواده آفتابگردان به‌شمار می‌آید و در طبقه‌بندی‌های مورد قبول برای آن، از ۴۰۰ تا ۷۰۰ گونه نام برده شده است (Bremer, 1994). پراکنش گونه‌های این جنس، بیشتر در اروپا، منطقه مدیترانه و جنوب غرب آسیا می‌باشد و بیشترین تنوع جنس *Centaurea* در مناطق ترکیه، روسیه و ایران، به‌ویژه در منطقه ایرانی-تورانی است (Negaresh, 2019). ترکیه با دارا بودن نزدیک به ۱۶۰ گونه، مهم‌ترین مرکز تنوع این جنس به‌شمار می‌آید (Uygur *et al.*, 2004; Wagenitz, 1986). طبق فلورا ایرانیکا، جنس *Centaurea* شامل ۸۹ گونه متعلق به ۲۸ بخش است که از این میان، ۷۰ گونه در ایران یافت می‌شوند (Wagenitz, 1980). پس از تدوین فلورا ایرانیکا، مطالعات طبقه‌بندی بسیار وسیعی برروی این جنس صورت گرفته است که نتیجه آن، افزایش تعداد گونه‌ها تا ۱۰۹ و بخش‌ها تا ۳۱ برای فلور ایران شده است (Negaresh, 2019; Negaresh & Rahiminejad, 2014, 2015 and 2018).

گل‌گندم مهاجر (*C. bruguierana* (DC.) Hand.-Mazz.) از جمله گونه‌های با پراکنش وسیع جنس *Centaurea* است که متعلق به بخش *Tertramorphaea* (DC.) Boiss. می‌باشد. این گونه شامل دو زیرگونه به نام‌های subsp. *bruguierana* و subsp. *belangerana* (DC.) Bornm. است که اولی در غرب کشور و دومی (که حضور بیشتری داشته است) تقریباً در کل کشور پراکنش دارند (Negaresh & Rahiminejad, 2014). باوجود پراکنش وسیع و مهاجم بودن این گونه، تاکنون مطالعه چندانی برروی پاسخ این گونه گل‌گندم به فاکتورهای محیطی انجام نشده است.

شناسایی عوامل مؤثر بر جوانه‌زنی بذر و ظهور دانه‌رست علف‌های‌هرز، برای جلوگیری از تهاجم آن‌ها به نواحی جدید و اتخاذ روش‌های نوین مدیریت مفید خواهد بود (Peters, *et al.*, 2000). فاکتورهای مختلفی همچون نیترات خاک، خراش‌دهی پوسته سخت بذر، درجه حرارت، نور، رطوبت خاک، اسیدیته خاک و عمق دفن بذر بر جوانه‌زنی و سبزشدن علف‌های‌هرز تاثیرگذار می‌باشند (Batlla & Benech-Arnold, 2014). جوانه‌زنی و خواب بذر از عوامل مهمی هستند که بانک بذر علف‌های‌هرز را در خاک تنظیم می‌کنند (Chauhan *et al.*, 2006 a,b). شناخت برنامه زمانی و وسعت جوانه‌زنی، کاربردهای عملی درخور توجهی در مدیریت علف‌های‌هرز دارد (Ebrahimi & Eslami, 2012). با تعیین تفاوت-هایی که در رفتار جوانه‌زنی جمعیت‌های مختلف یک علف‌هرز به چشم می‌خورد، می‌توان علت نیاز به روش‌های متفاوت مدیریت یک گونه علف‌هرز در مناطق مختلف را توجیه کرد. نوسانات روزانه و فصلی قادرند جوانه-زنی بذر علف‌های‌هرز راکنترل یا آن را در محدوده مجاور سطح خاک محدود می‌نماید (Baskin & Baskin, 1998). دما به‌عنوان مهم‌ترین فاکتور محیطی، بر تنظیم کننده‌های فعالیت‌های آنزیمی و همچنین سنتز هورمون که بر خواب بذر اثر دارند، تاثیرگذار می‌باشد

(Zhao *et al.,* 2018). آب نیز به‌عنوان مهم‌ترین نیاز برای جوانه‌زنی شناخته شده است و کمبود آن ممکن است منجر به تاخیر، کاهش و جلوگیری از جوانه‌زنی و رشد گیاه شود (Javaid & Tanveer, 2014). با این حال، توانایی جوانه‌زنی بذر علف‌های‌هرز در شرایط تنش رطوبت، یک مزیت رقابتی به شمار می‌آید که آن‌ها را قادر می‌سازد تا از جوانه‌زنی یا رشد بسیاری از گونه‌ای زراعی پیشی گیرند (Florentine *et al.,* 2016). تفاوت جوانه‌زنی معنی‌داری در بین گونه‌های علف‌های هرز و جمعیت گونه‌های مشابه در پاسخ به تنش خشکی مشاهده شده است Guillemin *et al.*, (2013). همچنین زمانی که میزان نمک از یک آستانه بحرانی فراترمی‌رود، جوانه‌زنی کاهش و یا کاملاً متوقف می‌شود که دلایل آن، کاهش ورود آب به داخل بذر و تجمع یون‌های سمی سدیم، کلر و اثرات زیانبار آن بر جنین بذر می‌باشد. سطح دقیق تنش شوری که در آن، جوانه‌زنی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد، در بین گونه‌ها، ژنوتیپ و شرایط محیطی متغییر می‌باشد (Florentine *et al*. 2016).

آگاهی از پاسخ جوانه‌زنی و ظهور دانه‌رست این گونه علف‌های‌هرز به عوامل محیطی مورد نیاز، بیان می‌کند که چرا و چگونه گونه علف‌های‌هرز می‌توانند در ایران مشکل ساز باشند. بیولوژی علف‌های‌هرز را محققان متعددی مورد تحقیق قرار داده‌اند و اکنون اعتقاد بر این است که آگاهی از بیولوژی، پایه و اساس مدیریت علف‌های‌هرز است (Chauhan *et al.,* 2006 a,b). تحقیقات روی اثر فاکتورهای محیطی بر جوانه‌زنی برخی ازگونه‌های گل‌گندم توسط نصرتی و همکاران (Nosrati *et al.,* 2017)، یانگ و همکاران (Young *et al.,* 2005)، جولی و همکاران (Joley *et al.,* 1992, 1997, 2003) انجام شده است. با توجه به حضور علف‌هرز گل‌گندم مهاجر در مزارع غلات و به خصوص در اطراف مزارع و کاهش تنوع زیستی سایر گونه‌های گیاهی به دلیل وجود این علف‌هرز، شناخت خصوصیات جوانه‌زنی می‌تواند در پیش‌بینی و قابلیت تهاجم این گونه کمک شایانی نماید. با وجود تنش شوری و خشکی در اراضی کشاورزی، آگاهی از پاسخ گل‌گندم مهاجر به تنش‌های شوری و خشکی می‌تواند اطلاعات مناسبی در خصوص پویایی و آلودگی مزارع در سال‌های آینده فراهم نماید. بنابراین هدف از این تحقیق، ارزیابی اثر عوامل محیطی دما، شوری و خشکی بر گونه گل‌گندم مهاجر (*Centaurea bruguierana*) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه‌ها

در ابتدا بوته‌های گل‌گندم مهاجر در استان فارس، شهرستان مرودشت با مشخصات جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه و دو ثانیه شمالی و ۵۲ درجه و ٤۲ دقیقه و ٥٤/۹ ثانیه شرقی شناسایی شدند و در زمان رسیدگی کامل در پاییز، کاپیتول‌های رسیده از گیاه مادری (۲۰۰ بوته) از داخل وکناره مزارع جداسازی و در پاکت نگهداری شدند. پس از انتقال به آزمایشگاه علوم علف‌های‌هرز، فندقه‌ها از میوه جدا شدند و آزمایش جوانه‌زنی انجام شد. آزمایش‌های جوانه‌زنی نشان داد که برای جوانه‌زنی بهتر، به پیش تیمار (پرایمینگ) بذرها با جیبرلیک اسید ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام به مدت ٢٤ ساعت

نیاز بود و پرایمینگ، منجر به افزایش ۳۰-۲۵ درصدی جوانه‌زنی بذرها شدشد (داده‌ها نشان داده نشده است).

سه آزمایش جداگانه مبنی بر پاسخ گل‌گندم مهاجر به دماهای مختلف، سطوح مختلف شوری و خشکی، در قالب طرح کاملاً تصادفی در شش تکرار (دوبار آزمایش با سه تکرار) در سال ۱۳۹۷-۱۳۹۸ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان واقع در خوزستان، شهرستان باوی، شهر ملاثانی در آزمایشگاه علوم علف‌های‌هرز انجام شد.

دما

دماهای ثابت شامل هشت دما (پنج، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ٤٠ درجه سلسیوس) در نظر گرفته شد. پتری‌دیش‌های پلاستیکی به قطر ۱۰ سانتی‌متر انتخاب شدند و پس از ضدعفونی با الکل، درون هر یک، دو لایه کاغذ صافی واتمن قرار داده شد و بعد از پیش تیمار، شستشو و خشک شدن، ۲۵ عدد بذر درون پتری‌دیش‌ها قرار داده شدند.

تنش خشکی

آزمایش خشکی شامل هفت سطح تنش خشکی (صفر، ۰/۲-، ۰/٤-، ۰/٦-، ۰/۸-، ۱-، ۱/۲- مگاپاسکال) بود. معیار میزان پلی اتیلن گلایکول (٦۰۰۰ مرک(Merck) آلمان) در هر سطح تنش خشکی، بر اساس بهترین دمای جوانه‌زنی (۲۵ درجه سلسیوس) و بر اساس معادله میشل و کافمن (Michel & Kaufmann, 1973) انجام شدشد. جهت اعمال تنش خشکی، از پتری-دیش‌های شیشه‌ای استفاده شد. در ابتدا جهت اطمینان از عدم آلودگی، پتری‌دیش‌ها در آون ۱۲۰ درجه استریل شدند و سپس درون هر پتری‌دیش، ۲۵ عد بذر گل‌گندم مهاجر قرار داده شد. به ازای هر پتری‌دیش، پنج میلی‌لیتر از هر محلول خشکی به پتری‌دیش‌ها اضافه شد و سپس پتری‌دیش‌ها درون ژرمیناتور قرار داده شدند.

تنش شوری

آزمایش شوری شامل هشت سطح شوری از کلراید سدیم (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ میلی‌مولار) بود. از پتری‌دیش‌های پلاستیکی با قطر ۱۰ سانتی‌متر جهت انجام آزمایش استفاده شد. دو لایه کاغذ واتمن درون هر پتری‌دیش قرار داده شد و ۲۵ بذر بروی بستر پتری‌دیش‌ها قرار داده شد و پنج میلی‌لیتر محلول شوری با توجه به سطوح مختلف شوری به آن‌ها اضافه شد. در سه آزمایش، درب پتری‌دیش‌ها بسته شد و جهت حفظ رطوبت درون نایلون قرار داده شدند. همچنین شمارش بذرهای جوانه‌زده به صورت روزانه و تا ۱۵ روز انجام شد و معیار جوانه‌زنی نیز خروج دو میلی‌متر ریشه‌چه در نظر گرفته شد (Nosrati *et al.,* 2017).

رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار سیگماپلات ١٤(Sigmaplot) انجام گرفت

از معادله لجستیک سه پارامتره برای صفات درصد جوانه‌زنی نهایی، سرعت و شاخص جوانه‌زنی در دو آزمایش شوری و خشکی استفاده شد (Zhao *et al.,* 2018):

$$Y = \frac{a}{1 + (\frac{x}{X_{50}})b}$$

که در آن، a: حداکثر جوانه‌زنی در سطح شوری و خشکی صفر (شاهد)،X: سطح شوری یا خشکی و X_{50}: شوری یا خشکی لازم جهت ۵۰

درصد بازدارندگی حداکثر صفت مورد مطالعه است.

همچنین برای متوسط زمان جوانه‌زنی در تنش خشکی، از معادله سیگموئیدی سه پارامتره استفاده شد (Zhao *et al.*, 2018):

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

که در آن، a: حداکثر متوسط زمان جوانه‌زنی، b: شیب خط در نقطه X_{50} و X_{50}: سطحی از تنش خشکی که متوسط زمان جوانه‌زنی به ۵۰ درصد می‌رسد، می‌باشد. درصد[1]، سرعت[2]، شاخص[3]، متوسط زمان[4] و ضریب سرعت جوانه‌زنی[5] بر اساس معادلات کادیر (Kader, 2005) محاسبه شد.

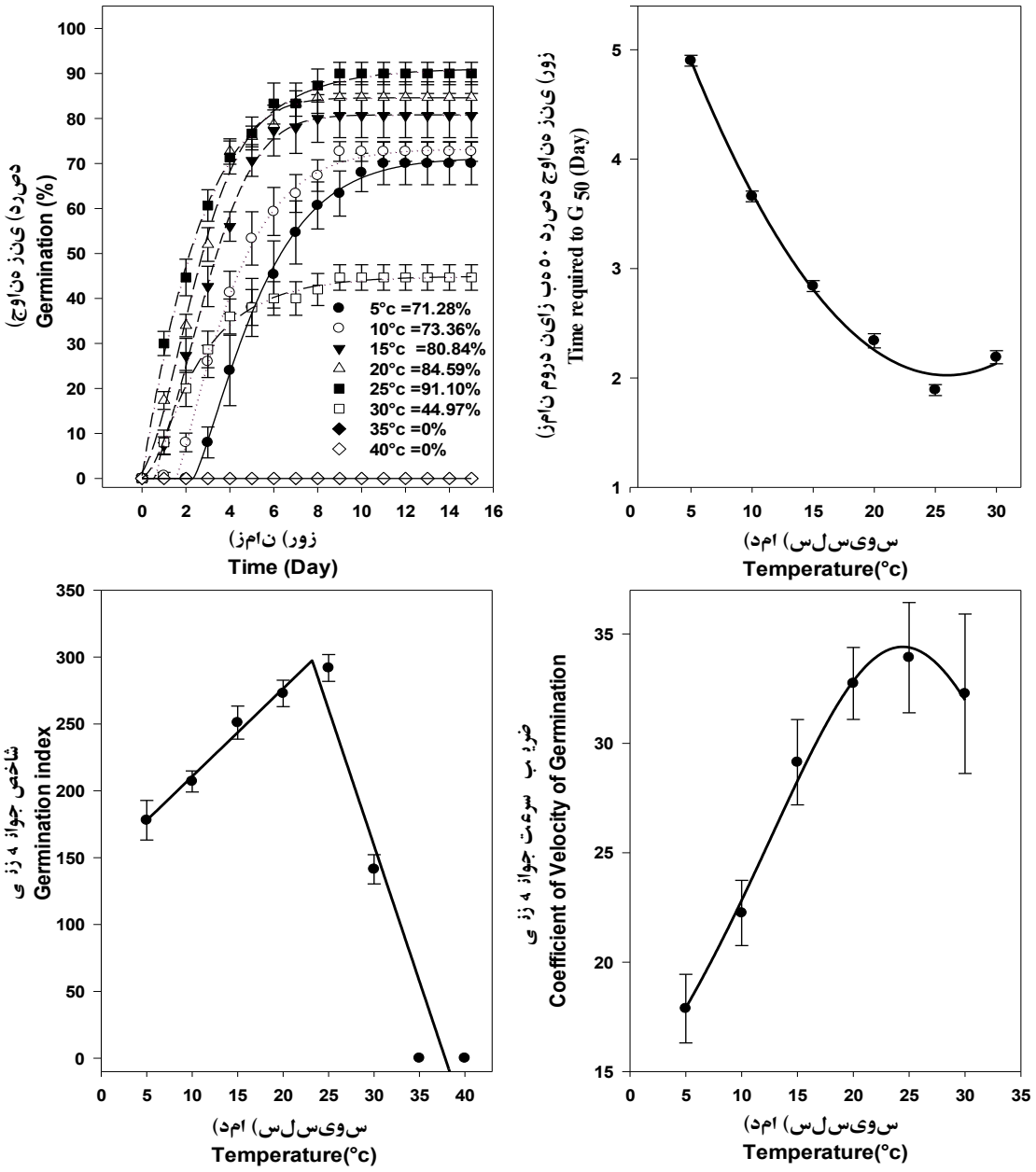
نتایج و بحث

دما بر جوانه‌زنی

نتایج این آزمایش نشان داد که گل‌گندم مهاجر می‌تواند در طیف وسیع دمایی جوانه‌زنی داشته باشد. سهم جوانه‌زنی گل‌گندم مهاجر در دماهای پایین، به‌مراتب بیشتر از دماهایی بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس بود (شکل ۱-A). بر اساس جوانه‌زنی تجمعی(۱-A)، درصد جوانه‌زنی با گذر زمان افزایش یافت و بیشترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به دست آمد (شکل ۱-A). جوانه‌زنی گل‌گندم مهاجر در دماهای ۳۵ و ٤٠ درجه سلسیوس، به‌طور کامل متوقف شد (شکل ۱-A). بر اساس پارامترهای حاصل از برازش داده‌ها، بالاترین درصد جوانه-زنی (پارامترa)، ۹۱/۱۰ درصد بود که در دمای۲۵ درجه سلسیوس به‌دست آمد (شکل ۱-A). درصد جوانه‌زنی در دمای پنج، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ درجه سلسیوس به‌ترتیب ۷۱، ۷۳، ۸۰، ۸٤ و ٤٤ ٪ بود (شکل۱-A). بنابراین بر اساس این نتایج، این گونه گل‌گندم توانایی جوانه‌زنی در پاییز که دمای محیط کمتر از ۳۰ درجه سلسیوس می‌باشد را دارا است و با گذشت زمان و رسیدن گرما در بهار و تابستان، درصد جوانه‌زنی این علف‌هرز کاهش خواهد یافت. همچنین زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (شکل ۱-B) نشان داد که با افزایش دما، زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی، کاهش یافت و کمترین زمان مورد نیاز برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی در گل‌گندم مهاجر، برابر ۱/۸۹ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بود (شکل ۱-B).

پارامتر X_{50} در دماهای پنج، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ درجه سلسیوس، به‌ترتیب ٤/۹۰، ۳/٦٦، ۲/۸٤، ۲/۳٤ و ۲/۱۹ روز بود. زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی در دمای ۳۰ درجه سلسیوس نسبت به دمای ۲۵ درجه سلسیوس، روند صعودی داشت (شکل ۱-B).

[1] Germination percentage
[2] Germination rate
[3] Germination index
[4] Mean germination time
[5] Coefficient of velocity of germination



شکل ۱- اثر دماهای مختلف بر درصد جوانه‌زنی(A)، زمان مورد نیاز برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (B)، شاخص جوانه‌زنی(C) و ضریب سرعت جوانه‌زنی (D) گل‌گندم مهاجر (میله‌هانشان دهنده خطای استاندارد می‌باشد).

Figure 1.Effects of different temperatures on germination percentage (A), time required to 50% germination (B), germination ((Bars indicate standard error). index (C) and coefficient velocity of germination (D) of Centaurea bruguierana

شاخص جوانه‌زنی بیشتر به معنای درصد جوانه‌زنی بالاتر و سرعت جوانه‌زنی بیشتر می‌باشد. بیشترین شاخص جوانه‌زنی، ۲۹۱ بود که در دمای ۲۵ درجه سلسیوس اتفاق افتاد (شکل۱-C). روند تغییرات شاخص جوانه‌زنی (شکل ۱-C) نشان داد که از دمای پنج درجه سلسیوس، شاخص جوانه‌زنی به صورت خطی افزایش و روند افزایش تا دمای ۲۵ درجه سلسیوس وجود داشت و از دمای ۲۵ درجه سلسیوس به بعد، روند تغییرات شاخص جوانه‌زنی به صورت

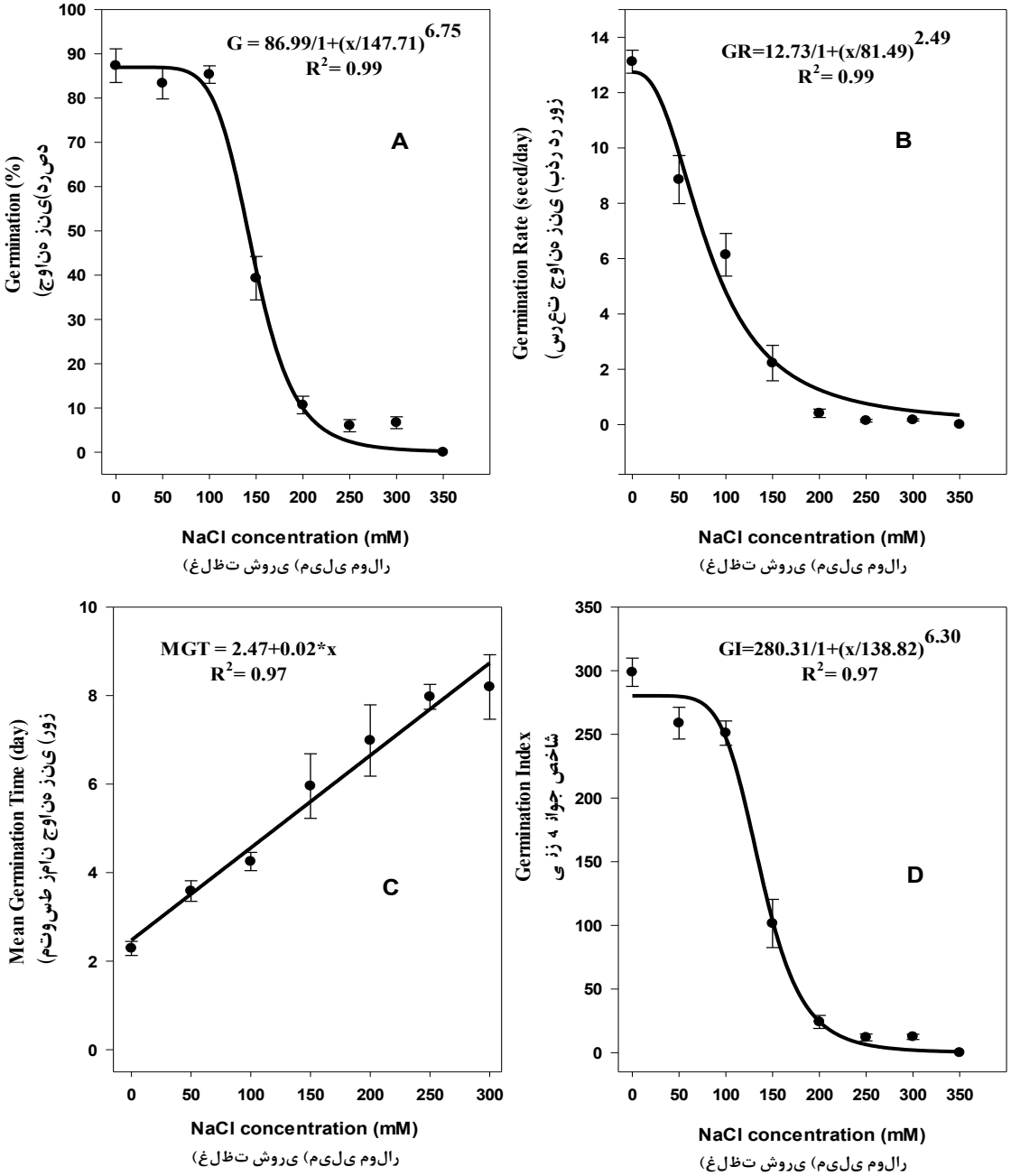
نزولی ادامه یافت و در دمای ۳۵ و ٤٠ درجه، به دلیل توقف جوانه‌زنی، صفر شد. ضریب سرعت جوانه‌زنی در دماهایی که جوانه‌زنی وجود داشت نیز نشان داد که این ضریب تا دمای ۲۵ درجه سلسیوس افزایش یافت و از دمای ۲۵ درجه سلسیوس، ضریب سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت (شکل ۱- D). نتایج تحقیقات نصرتی و همکاران (Nosrati *et al*., 2017) بروی گونه‌ای از گل‌گندم (*Centaurea iberica*) نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی (۸۰ درصد)، در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به‌دست آمد. نتایج تحقیقات لیو و همکاران (Lu *et al.,* 2006) بروی یک علف‌هرز مهاجم (*Eupatorium adenophorum*) از خانواده کلاهپرک‌سانان نشان داد که بهترین دما برای جوانه‌زنی، ۲۵ درجه سلسیوس بود و در دمای ۳۵ درجه سلسیوس، جوانه‌زنی به طور کامل متوقف شد. با توجه به نتایج می‌توان بیان داشت که گل‌گندم مهاجر می‌تواند هم در پاییز و زمستان و هم در بهار حضور داشته باشد. بنابراین با توجه به شرایط اقلیم استان فارس، امکان حضور این علف‌هرز علاوه بر حاشیه مزارع، جاده‌ها و زمین‌های بایر، هم در مزارع غلات (پاییز و زمستان) و هم در مزارع چغندرقند (اوائل بهار)، دور از انتظار نیست.

تنش شوری

جوانه‌زنی گل‌گندم مهاجر تحت سطوح مختلف شوری قرار گرفت. تا سطح شوری ۱۰۰ میلی-مولار، درصد جوانه‌زنی تغییرات معنی‌داری نداشت، اما با افزایش سطح شوری به بیش از ۱۰۰ میلی‌مولار، کاهش درصد جوانه‌زنی با شیب بسیار زیاد مشاهده شد (شکل ۲-A). درصد جوانه‌زنی در ۱۰۰ میلی‌مولار، ۸۷ درصد بود که در سطح تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار، به ۳۹ درصد کاهش یافت. در تنش‌های شوری بیش از ۲۰۰ میلی‌مولار، درصد جوانه‌زنی به کمتر از ۱۰ درصد رسید. بر اساس برآورد پارامترهای برازش داده شده معادله سه پارامتره لجستیک، ۵۰ درصد کاهش جوانه‌زنی در سطح شوری ۱٤۷/۷۱ میلی‌مولار مشاهده شد (شکل ۲-A). سرعت جوانه‌زنی گل‌گندم مهاجر نسبت به درصد جوانه‌زنی، کاهش بیشتری را نشان داد، به‌طوری‌که با افزایش شوری (از صفر به ۵۰ میلی‌مولار)، سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت. بیشترین سرعت جوانه‌زنی گل‌گندم مهاجر مربوط به تیمار شاهد بود که برابر با ۱۳ بذر در روز بود و با افزایش شوری به ۵۰ میلی‌مولار، سرعت جوانه‌زنی به هشت بذر در روز رسید (شکل ۲-B). سرعت جوانه‌زنی در سطح شوری ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار، به‌ترتیب شش و دو بذر در روز بود. بر اساس معادله لجستیک، ۵۰ درصد کاهش سرعت جوانه‌زنی، در سطح شوری ۸۱/٤۹ میلی‌مولار پیش‌بینی شد و نشان داد که سرعت جوانه‌زنی، بیشتر تحت تاثیر سطح شوری قرار گرفته است، چرا که برای کاهش ۵۰ درصد جوانه‌زنی، بیش از ٦۵ میلی‌مولار شوری لازم بود (کاهش ۵۰ درصد جوانه‌زنی ۱٤۷/۷۱ میلی مولار).

با افزایش سطح شوری، متوسط زمان جوانه‌زنی گل‌گندم مهاجر افزایش یافت و بیشترین متوسط زمان جوانه‌زنی، در سطح شوری ۳۰۰ میلی‌مولار به‌دست آمد که برابر ۸/۱۹ روز بود؛ این در حالی بود که در تیمار شاهد (عدم شوری)، این میزان ۲/۲۸ روز بود (شکل۲-C). در واقع نتایج نشان داد که متوسط زمان جوانه‌زنی در سطح شوری ۳۰۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار شاهد، تقریبا چهار برابر شده است. معادله خط نیز

نشان داد که به ازای افزایش یک واحد شوری، متوسط زمان جوانه‌زنی، ۰/۰۲ روز افزایش یافت (شکل۲-C). مانند سایر صفات، با افزایش شوری، شاخص جوانه‌زنی که معیاری از درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌باشد نیزروند کاهشی داشت و در بالاترین شوری، کمترین شاخص جوانه‌زنی مشاهده شد. کاهش ۵۰ درصد شاخص جوانه‌زنی درسطح شوری ۱۳۸/۸۲ میلی‌مولار پیش‌بینی شد (شکل۲-D).



شکل ۲- اثر سطوح مختلف تنش شوری بر درصد جوانه‌زنی (A)، سرعت جوانه‌زنی(B)، متوسط زمان جوانه‌زنی(C) و شاخص جوانه‌زنی(D) گل گندم مهاجر (میله‌هانشان دهنده خطای استاندارد می‌باشد).

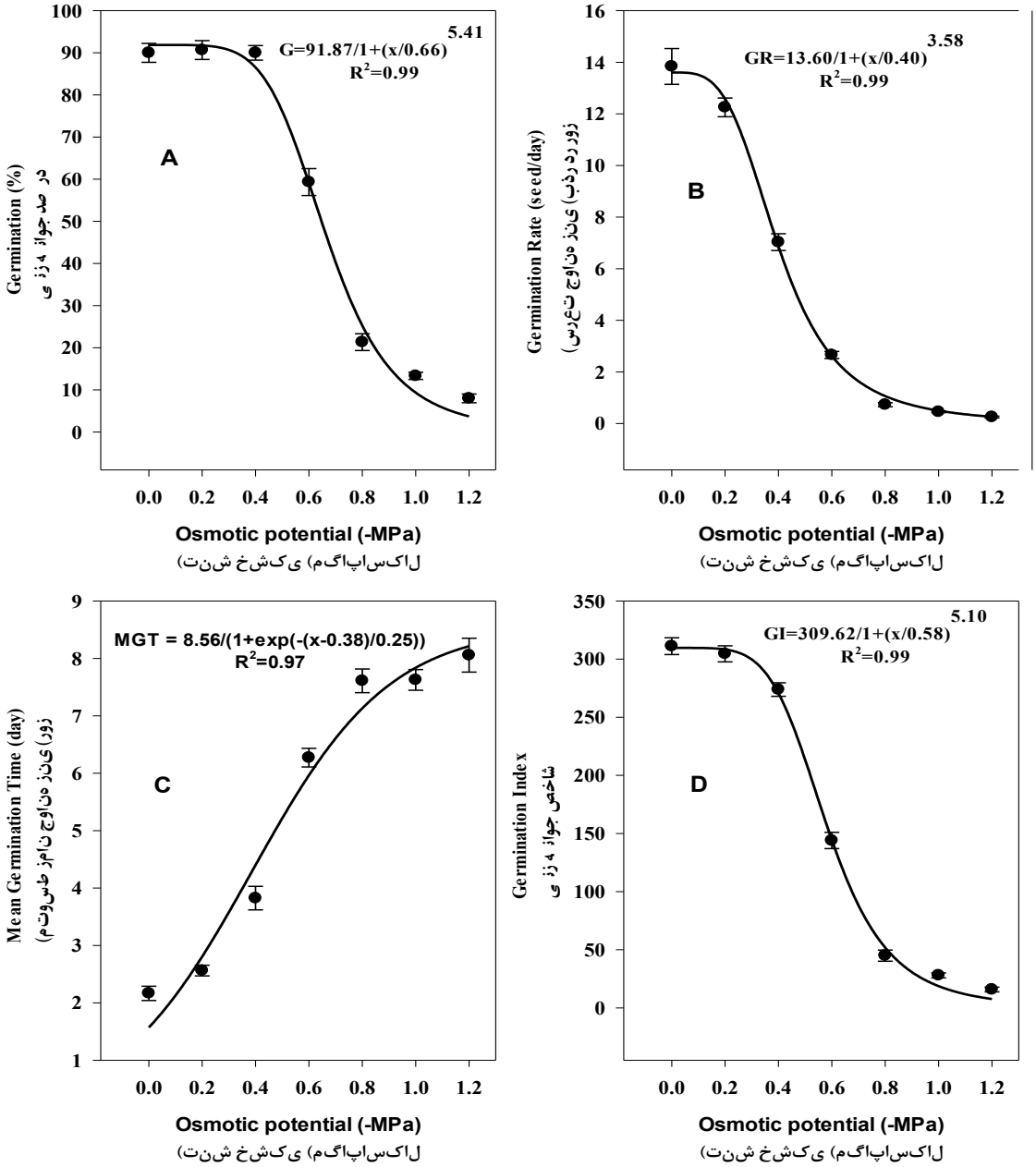
Figure 2.Effects of different levels of salinity on final germination (A), germination rate (B), mean germination time (C) and germination index (D) of *Centaurea bruguierana* (Bars indicate standard error).

با افزایش شوری میزان جذب آب و به عبارت ساده‌تر میزان آبنوشی بذر تحت تاثیر قرار می‌گیرد و از این‌رو، با کاهش جذب آب، جوانه‌زنی نیز به تاخیر می‌افتد. کاهش جذب آب توسط بذر، منجر به کاهش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیز کننده مانند آنزیم‌های آلفا آمیلاز، پروتئیاز و لیپاز می‌شود که این آنزیم‌ها، مسئول هیدرولیز ذخیره‌ای لپه‌ها و آزاد سازی انرژی لازم در مراحل اولیه رشد می‌باشند (Aroca *et al.,* 2012). همچنین وجود یون‌های سدیم و کلر، موجب کاهش جذب سایر یون‌ها همچون پتاسیم، کلسیم، آمونیوم و نیترات و تخریب غشای سلولی می‌شوند (Lacan and Durand, 1996). تحقیقات متعدد روی پاسخ علف‌های‌هرز به شوری نشان داده است که میزان تحمل به شوری در بین علف‌های‌هرز و حتی گونه‌های مختلف یک جنس می‌تواند متفاوت باشد. از طرف دیگر، میزان فعالیت گیاه در برابر تنش‌های محیطی، به‌خصوص شوری نیز متفاوت است. نتایج تحقیقات چوهان و جانسون (Chauhan & Johnson, 2006a) روی علف‌هرز شیرتیغک معمولی (*Sonchus oleraceus*) نشان داد که در شوری ۳۲۰ میلی‌مولار، جوانه‌زنی به طور کامل متوقف شده بود. مارتین و همکاران(Martin *et al.,* 2011) معتقدند که شوری بر سرعت جوانه‌زنی و میزان تغییرات جوانه‌زنی تجمعی، بیشتر از درصد جوانه‌زنی نهایی تاثیرگذار است. همچنین نتایج قادری‌فر و همکاران (Ghaderi-far, *et al.,* 2010) نیز نشان داد که تنش شوری بالای ۹۰ میلی‌مولار، بر جوانه‌زنی شاه افسر (*Melilotus officinalis*) تاثیرگذار نبود، اما در شوری‌های بالا، کاهش جوانه‌زنی مشهود بود. پاسخ نوعی از گل‌گندم (*Centaurea iberica*) نشان داد که ۵۰ درصد جوانه‌زنی در شوری ۲۵۸ میلی‌مولار بود (Nosrati *et al.,* 2017). تحقیقات لیو و همکاران (Lu *et al.,* 2006) روی یک علف‌هرز مهاجم (*Eupatorium adenophorum*) نشان داد که با افزایش سطح شوری، درصد جوانه‌زنی کاهش یافت؛ در سطح شوری ۳۰۰ میلی‌مولار، جوانه‌زنی کاملاً متوقف شد و در ۱۵۰ میلی‌مولار، جوانه‌زنی ۵۰ درصد کاهش یافت. نتایج تحقیقات کوگر و همکاران (Koger *et al.,* 2004) روی یک گونه علف‌هرز (*Caperonia palustris*) نشان داد که در سطح شوری ۱۶۰ میلی‌مولار نیز درصد جوانه‌زنی ۲۷ درصد بود. تحقیقات چوهان و جانسون (Chauhan and Johnson, 2008a) روی دو گونه علف‌هرز خانواده کلاهپرک‌سانان (*Tridax procumbens* and *Chromolaena odorata*) نشان داد که پاسخ دو گونه، متفاوت بود و ۵۰ درصد کاهش به‌ترتیب در شوری ۱۷۱ و ۸۸ میلی‌مولار بود. کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی با افزایش شوری توسط کایا و همکاران (Kaya *et al.,* 2009)، حکیم و همکاران (Hakim, *et al.,* 2011) و ردوندو گومز و همکاران (Redondo-Gomez *et al.,* 2008) اثبات شد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. به‌طورکلی تحقیقات مختلف روی علف‌های‌هرز خانواده کلاهپرک‌سانان نشان داده است که بین علف‌های‌هرز این خانواده، تفاوت‌های بسیاری در پاسخ به سطوح مختلف شوری وجود دارد، به طوری که ۵۰ درصد کاهش جوانه‌زنی (x_{50}) علف‌هرز مستور خوابیده (*Eclipta prostrata* L) در ۱۹۴ میلی‌مولار و علف‌هرز شیرتیغی معمولی در ۸۹/۶ میلی‌مولار

بوده است (Chauhan and Johnson, 2008b; Chauhan *et al.*, 2006 a). با توجه به شوری آب و خاک‌های کشاورزی، نتایج نشان داد که این گیاه به راحتی می تواند تا تنش ۱۰۰ میلی-مولار نمک را تحمل کند و در شوری بالا مانند ۱۵۰ میلی‌مولار، بذرهای این گیاه قادر به جوانه-زنی به میزان ٤۰ درصد خواهند بود؛ بنابراین حضور و گسترش این علف‌هرز در خاک‌های شور نیز قابل پیش بینی می‌باشد.

تنش خشکی

در سطح تنش خشکی ۰/٤- مگاپاسکال، درصد جوانه‌زنی گل‌گندم مهاجر تقریبا ۹۰ درصد بود و با افزایش تنش خشکی به ۰/٦- مگاپاسکال، جوانه‌زنی به ۵۹ درصد کاهش یافت (شکل۳-A). در شرایط تنش خشکی ۰/۸-، ۱- و ۱/۲- مگاپاسکال، درصد جوانه‌زنی به‌ترتیب ۲۱، ۱۳ و شش درصد بود (شکل۳-A). پارامتر x_{50} نشان داد که در تنش خشکی ۰/٦٦- مگاپاسکال، جوانه‌زنی به ۵۰ درصد خود خواهد رسید (شکل۳-A). روند تغییرات سرعت جوانه‌زنی در سطوح مختلف تنش خشکی متفاوت بود. شیب کاهش سرعت جوانه‌زنی از تنش ۰/۲- مگاپاسکال تا ۰/٦- مگاپاسکال بسیار شدید بود، به‌طوری‌که سرعت جوانه‌زنی از ۱۲/۲۵ بذر در روز، به ۲/٦۵ بذر در روز رسید. از تنش ۰/۸- مگاپاسکال، شیب کاهش سرعت جوانه‌زنی تا حدودی ثابت بود (شکل۳-B). کاهش ۵۰ درصد سرعت جوانه‌زنی، در ۰/٤- مگاپاسکال پیش‌بینی شد و نسبت به صفت جوانه‌زنی، در سطح بسیار پایینتری از تنش خشکی به‌دست آمد (شکل۳-B). با افزایش سطح تنش خشکی، متوسط زمان جوانه‌زنی افزایش یافت، به‌طوری‌که در تیمار شاهد، متوسط زمان جوانه-زنی برابر با ۲/۱٦ روز و در سطح تنش خشکی ۱/۲- مگاپاسکال، این مقدار ۸/۰۵ روز به‌دست آمد (شکل۳-C). رابطه بین سطوح مختلف تنش خشکی و متوسط زمان جوانه‌زنی، از معادله سیگموئیدی سه پارامتره تبعیت نمود. ۵۰ درصد متوسط زمان جوانه‌زنی (x_{50}) در ۰/۳۸- مگاپاسکال پیش‌بینی شد. شاخص جوانه‌زنی از ۲۷۳ در تنش خشکی ۰/٤- مگاپاسکال، به ٤۵ در تنش خشکی ۰/۸- مگاپاسکال رسید(شکل۳-D). کاهش ۵۰ درصد شاخص جوانه‌زنی گل‌گندم مهاجر در تنش خشکی ۰/۵۸ – مگاپاسکال اتفاق افتاد. نتایج تحقیقات نصرتی و همکاران (Nosrati *et al.*, 2017) نیز نشان داد که پارامتر x_{50} برای گل‌گندم (*Centaurea iberica*) در ۰/٦۱ مگاپاسکال به‌دست آمد. تحقیقات چوهان و جانسون (Chauhan & Johnson, 2008a) روی دو گونه علف هرز خانواده کلاهپرک‌سانان (*Chromolaena odorata* and *Tridax procumbens*) نشان داد که پاسخ دو گونه متفاوت بود و ۵۰ درصد کاهش جوانه‌زنی، به-ترتیب در ۰/۵۸- و ۰/۳۱ - مگاپاسکال اتفاق افتاد؛ بنابراین با وجود کاهش نزولات جوی در پاییز و زمستان در دهه اخیر و شرایط تنش خشکی، نتایج نشان می‌دهد که این گیاه به تنش خشکی مقاوم است و در صورت بروز تنش خشکی معادل ۰/۸- مگاپاسکال، بذرهای این علف‌هرز، ۲۰ درصد جوانه‌زنی خواهند داشت که این مقدار می‌تواند ضامن بقای این علف‌هرز باشد، چرا که میزان تولید بذر این علف‌هرز بسیار بالا است.



شکل ۳- اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر درصد جوانه‌زنی نهایی(A)، سرعت جوانه‌زنی(B)، متوسط زمان جوانه‌زنی(C) و شاخص جوانه‌زنی (D) گل‌گندم مهاجر(میله‌ها نشان دهنده خطای استاندارد می‌باشد).

Figure 3. Effects of different levels of drought stress on germination percentage (A), germination rate (B), mean germination time (C) and germination index (D) of *Centaurea bruguierana* (Bars indicate standard error).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که گل‌گندم مهاجر به‌عنوان یک علف‌هرز مهاجم می‌تواند تا دمای ۳۰ درجه سلسیوس، به راحتی جوانه‌زنی داشته باشد و بهترین درجه حرارت برای جوانه‌زنی آن، ۲۵ درجه سلسیوس است. همچنین نتایج شوری و خشکی، حاکی از مقاومت بالای این علف‌هرز بود. از این‌رو حضور این علف‌هرز در خاک‌های ایران که شوری آن کمتر از ۲۵۰ میلی‌مولار می‌باشد، می‌تواند قابل پیش‌بینی است و امکان

تهاجم آن وجود دارد. همچنین میزان مقاومت به تنش خشکی نیز نشان داد که این علف‌هرزمی-تواند تحمل بالایی به خشکی، به خصوص در مرحله جوانه‌زنی داشته باشد.

سپاسگزاری

یافته های این تحقیق مستخرج از طرح پژوهشی به شماره ۹۸۱/۱۰ می‌باشد. نگارندگاه این مقاله از معاونت پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان جهت تامین اعتبار هزینه طرح تقدیر و تشکر می‌نماید. همچنین از جناب دکتر کاظم نگارش، عضوهیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان جهت شناسایی گونه گل‌گندم مهاجر سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Aroca, R., Porcel, R. and Ruiz-Lozano, M.J. 2012. Regulation of root water uptake under abiotic stress conditions. J. Exp. Bot. 63(1): 43-57.

Baskin, C. C. and Baskin, J.M. 1998. Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. New York: Elsevier. Pp: 56–76.

Batlla, D. and Benech-Arnold, R.L. 2014. Weed seed germination and the light environment: Implications for weed management. Weed Biol. Manage. 14: 77–87.

Bremer, K. 1994. Asteraceae: Cladistics and Classification. Timber Press, Portland.

Chauhan, B.S. and Johnson, D.E. 2008a. Germination ecology of two troublesome Asteraceae species of rainfed rice: Siam Weed (*Chromolaena odorata*) and Coat Buttons (*Tridax procumbens*). Weed Sci. 56:567–573.

Chauhan, B.S. and Johnson, D.E. 2008b. Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of eclipta (*Eclipta prostrata*) in a tropical environment. Weed Sci. 56: 383–388.

Chauhan, B.S., Gill, G. and Preston, C. 2006a. Factors affecting seed germination of annual sowthistle (*Sonchus oleraceus*) in southern Australia. Weed Sci. 54: 854–860.

Chauhan, B.S., Gill, G. and Preston, C. 2006b. African mustard (*Brassica tournefortii*) germination in southern Australia. Weed Sci. 54:891–897.

Ebrahimi, E. and Eslami, S.V. 2012. Effect of environmental factors on seed germination and seedling emergence of invasive *Ceratocarpus arenarius*. Weed Res. 52:50–59.

Florentine, S., Weller, S., Graz, F., Westbrooke, M., Florentine, A., Javaid, M., Fernando, N., Chauhan, B. and Dowling, K. 2016. Influence of selected environmental factors on seed germination and seedling survival of the arid zone invasive species tobacco bush (*Nicotiana glauca* R. Graham). The Rangeland J. 38: 417–425.

Ghaderi-far, F., GHerekhloo, J. and Alimagham, M. 2010. Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of yellow sweet clover (*Melilotus officinalis*). Planta Daninha. 28(3): 463-469.

Guillemin, J.P., Gardarin, A., Granger, S., Reibel, C., Munier-Jolain, N. and Colbach, N. 2013. Assessing potential germination period of weeds with base temperatures and base water potentials. Weed Res. 53: 76–87.

Hakim, M.A., Juraimi, .A.S., Hanafi, M.M., Selamat, A., Mohd Razi Ismail. S.M. and Karim, R. 2011. Studies on seed germination and growth in weed species of rice field under salinity stress. J. Environ. Biol. 32: 529-536.

Javaid, M. and Tanveer, A. 2014. Germination ecology of *Emex spinosa* and *Emex australis*, invasive weeds of winter crops. Weed Res. 54: 565–575.

Joley, D.B., Maddox, D.M., Mackey, B.E., Schoenig, S.E. and. Casanave, K.A. 1997. Effect of light and temperature on germination of dimorphic achenes of *Centaurea solstitialis* in California. Can. J. Bot. 75: 2131–2139.

Joley, D.B., Maddox, D.M., Schoenig, S.C. and Mackey, B.E. 2003. Parameters affecting germinability and seed bank dynamics in dimorphic achenes of *Centaurea solstitialis* in California. Can. J. Bot. 81: 993–1007.

Joley, D.B., Maddox, D.M., Supkoff, D.M. and Mayfield, A. 1992. Dynamics of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*) achenes in the field and laboratory. Weed Sci. 40: 190–194.

Kader, M.A. 2005. A Comparison of seed germination calculation formulae and the associated interpretation of resulting data. J. Proc. R. Soc. N. S. W. 138: 65–75.

Kaya, G., Kaya, M.D., Caliskan, M. and Arslan, Y. 2009. Comparative analysis for germination and seedling growth of wheat with some competitive weeds under salinity. J. Food Agric. Environ. 7: 534-536.

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

Lacan, D. and Durand, M. 1996. Na+-K+ exchange at the xylem /symplast boundary. Plant Physiol. 110: 705-711.

Lu, P., Sang, W.G. and Ma, K.P. 2006. Effects of environmental factors on germination and emergence of Crofton weed (*Eupatorium adenophorum*). Weed Sci. 54: 452–457.

Martins, C.C., Pereira, M.R.R. and Marchi, S.R. 2011. Germination of *Melaleuca quinquenervia* seeds under water and salt stress conditions. Planta Daninha. 29(1): 1-6.

Michel, B.E. and M.R. Kaufmann. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiol. 51: 914-916.

Negaresh, K. 2019. *Centaurea khosraviana* (Asteraceae, Cardueae), a new species from NW Iran. Annales Botanici Fennici. 56(1-3): 115-122.

Negaresh, K. and Rahiminejad, M.R. 2015. A taxonomic revision of *Centaurea* sect. *Microlophus* Asteraceae, Cardueae–Centaureinae) and three new records for the flora of Iran. Nord. J. Bot. 33(3): 335-353.

Negaresh, K. and Rahiminejad, M.R .2014. A contribution to the taxonomy of *Centaurea* sect. *Cynaroides* (Asteraceae, Cardueae–Centaureinae) in Iran. Phytotaxa. 158(3): 229-244.

Negaresh, K. and Rahiminejad, M.R. 2018. A revision of *Centaurea* sect. *Cynaroides* (Asteraceae, Cardueae–Centaureinae). Phytotaxa. 363(1): 1-131.

Nosratti, I., Abbasi, R., Bagheri, A. and Bromandan, P. 2017. Seed germination and seedling emergence of Iberian starthistle (*Centaurea iberica*). Weed Biol. Manage. 17: 144–149.

Peters, N.C.B., Atkins, H.A. and Brain, P. 2000. Evidence of differences in seed dormancy among populations of *Bromus sterilis*. Weed Res. 40: 467-478.

Redondo-Gomez, S., Mateos Naranjo, E., Garzon, O., Cast illo, J.M., Lu que, T. and Figueroa M.E. 2008. Effects of salinity on germination and seedling establishment of endangered *Limonium emarginatum* (Willd.) O. Kuntze. J. Coastal Res. 24: 201-205.

Uygur, S., Smith, L., Uygur, F.N., Cristofaro, M. and Balciunas, J. 2004. Population densities of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*) in Turkey. Weed Sci. 52(5): 746-753.

Wagenitz, G.1980. *Centaurea* L. In: Flora Iranica (Ed. Rechinger, K. H.) 139b: 313-420. Akademische Druck-U Verlagsanstalt, Graz.

Wagenitz, G. 1986. *Centaurea* in South-West Asia: Patterns of distribution and diversity. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh 89B: 11-21.

Young, J.A., Clements, C.D., Pitcairn, M.J., Balciunas, J., Enloe, S., Turner, C. and Harmon, D. 2005. Germination-temperature profiles for achenes of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*). Weed Technol. 19: 815–823.

Zhao, N., Li, Q., Guo, W., Zhang, L. and Wang, J. 2018. Effect of environmental factors on germination and emergence of shortawn foxtail (*Alopecurus aequalis*). Weed Sci .66(1): 47-56.