Nova Biologica Reperta 5 (2): 183-191 (2018)
یافته‌های نوین در علوم زیستی، جلد ۵، شمارهٔ ۲: ۱۹۱-۱۸۳

تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی دو جمعیت اصفهانی و هندی گیاه شنبلیله

زهره زمانی[۱]، حمزه امیری[۲*] و احمد اسماعیلی[۲]

دریافت: ۱۳۹۵/۹/۲۰/ ویرایش: ۱۳۹۷/۲/۸/ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۱۱/ انتشار: ۱۳۹۷/۶/۲۹

[۱]گروه زیست‌شناسی، دانشکدهٔ علوم پایه، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران
[۲]گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران
[*]مسئول مکاتبات: amiri.h@lu.ac.ir

چکیده. این تحقیق به‌منظور بررسی اثرسطوح مختلف تنش خشکی(صفر، ۳-، ۵-،۷- بار) بر برخی فاکتورهای جوانه‌زنی دو جمعیت هندی و اصفهانی گیاه شنبلیله در آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. تنش خشکی در چهار سطح پتانسیل‌آب با استفاده از پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ اعمال شد. میزان درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه پس از ۷ روز اندازه‌گیری شد. نتایج بدست آمده نشان داد با اینکه درصد و سرعت جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و شاخص بنیه بذر در جمعیت اصفهانی گیاه شنبلیله نسبت به جمعیت هندی بیشتر بود، اما تنش خشکی در هر دو جمعیت باعث کاهش معنی‌داری در رشد و جوانه‌زنی گیاه شد. با افزایش تنش خشکی و کاهش پتانسیل آب از ۳- بار به ۷- بار میزان درصد و سرعت جوانه زنی، شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر و خشک گیاهچه به طور معنی داری کاهش یافت.
واژه‌های کلیدی. بنیه بذر، پتانسیل آب، پلی اتیلن گلایکول، وزن تر، وزن خشک

Effect of drought stress on germination characteristics of two populations of Fenugreek (*Trigonella foenum* subsp. *graceum* L.)

Zohre Zamani[1], Hamzeh Amiri[2*] & Ahmad Ismaili[2]

Received 11/12/2016/ Revised 28.04.2018/ Accepted 01.05.2018/ Published 20.09.2018

[1]Department of Biology, Faculty of Sciences, Lorestan University, Khorramabad, Iran
[2]Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran
[*]Correspondent author: amiri.h@lu.ac.ir

Abstract. A laboratory research carried out to evaluate the effect of drought stress on germination characteristics in two 'Indian' and 'Isfahanian' populations of Fenugreek. This experiment performed in a factorial experiment based on a completely randomized design with three replicates. Four levels of drought stress applied by using polyethylene glycol 6000. Percentage of germination, germination rate, vigor index, root and shoot length as well as fresh and dry weight were measured after 7 days. The results showed that drought stress caused a significant reduction in both population growth and germination, although the percentage of germination, seedling growth and vigor index in the Isfahanian population was higher than the Indian. With the increase of water stress and the reduction of water potential from -3 Bar to -7 Bar, the percentage of germination, vigor index, root and shoot length as well as fresh and dry weight significantly decreased.
Keyword. dry weight, fresh weight, polyethylene glycol, vigor index, water potential

مقدمه

گرایش و تقاضای بی‌سابقه و روزافزون به استفاده از گیاهان دارویی در سیستم طب سنتی و صنعت داروسازی در سطح جهان، اهمیت کشت و تولید این گیاهان را روشن می‌کند. شنبلیله با نام علمی *Trigonella foenum* subsp. *graecum* L. گیاهی نهاندانه از دولپه‌ای‌های جداگلبرگ است که جزء راسته گل سرخیان، تیره فرعی پروانه آسا است (Dini, 2006). منشأ این گیاه نواحی آفریقای شمالی و سواحل شرقی مدیترانه است و به‌طور گسترده‌ای در هند، چین، آفریقا، پاکستان و غیره کاشته می‌شود. بیش از صد گونهٔ وحشی و زراعی شنبلیله در دنیا شناسایی شده و براساس فلور ایرانیکا پراکنش بیش از ۳۲ گونه از این سرده در بسیاری از نقاط ایران ازجمله اصفهان، فارس، آذربایجان خراسان و سمنان و غیره گزارش شده است. مواد تشکیل‌دهندهٔ اصلی بذر این گیاه شامل ساپونین‌ها، آلکالوئیدها و فیبرهای موسیلاژی است. مهم‌ترین ساپوژنین این گیاه دیوسژنین (۰/۱ تا ۲/ ۲ درصد) است و آلکالوئید شاخص این گیاه تریگونلین است که تا غلظت ۰/۳۶ درصد استخراج شده است. در فارماکوپه‌های معتبر از دانه‌های شنبلیله به‌مثابهٔ دارو یاد شده است و خواص درمانی آن مورد تأکید قرار گرفته است (Hasanzadeh *et al*., 2010). خشکی و کمبود آب یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکنندهٔ تولید محصول در اکثر نقاط دنیا و ایران به‌شمار می‌آید. در بسیاری از مناطق دنیا، تنش‌های زنده و غیرزنده محدودکنندهٔ رشد و عمل‌کرد گیاهان هستند و به همین دلیل اختلافات قابل توجهی بین عمل‌کرد یک محصول در مناطق مختلف مشاهده می‌شود (Ji *et al*., 2005). در کشور ما نیز به‌دلیل موقعیت خاص جغرافیایی، عوامل تنش‌زا در تولید محصولات کشاورزی تأثیر منفی بسیار زیادی دارند و کشاورزی دراین مناطق با هزینه‌های زیاد و بازده کم همراه است. پاسخ گیاه در واکنش به تنش خشکی از طریق تغییرات مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و انواع فرایندهای متابولیکی است. گیاهان براساس اینکه در چه مرحله‌ای از نمو خود در معرض خشکی و کم آبی قرار گرفته باشند، به‌صورت متفاوتی به خشکی واکنش نشان می‌دهند. حساس‌ترین مرحله زندگی یک گیاه، مرحله جوانه زنی و زمانی است که گیاه هنوز به‌صورت نهال کوچکی است، با موفقیت گذراندن این دوره نقش بسیار مهمی در مراحل دیگر و استقرار گیاه خواهد داشت. طبق تعریف، جوانه‌زنی شامل یکسری اتفاقاتی است که در نتیجه آن جنین از حالت سکون به‌حالت متابولیسمی فعال و سازنده تغییر شکل می‌دهد. جوانه‌زنی مرحلهٔ مهمی در حیات گیاه است و می‌تواند تأثیر به‌سزایی در میزان تولید و عمل‌کرد گیاهان داشته باشد. بنیه و قابلیت زیست‌پذیری بذر دو عامل مهم تأثیرگذار بر استقرار گیاهچه، رشد و عمل‌کرد گیاه به‌شمار می‌رود (Jongdee *et al*., 2002). جوانه‌زنی سریع و یکنواخت و کامل بذرها باعث سطح سبز مطلوب و رشد اولیه و سریع گیاهان زراعی می‌شود و رشد اولیه مطلوب، باعث دریافت بهتر تشعشع خورشید و افزایش عمل‌کرد می‌شود که تنش خشکی می‌تواند باعث کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی شود (Parmer & More, 2008).

آب یکی از عوامل اصلی فعال‌کنندهٔ جوانه‌زنی است و قابلیت دسترسی به آب با کاهش پتانسیل اسمزی کم می‌شود. پتانسیل آب محیط تأثیر مستقیمی بر سرعت جذب آب و در نتیجه جوانه‌زنی گیاه دارد (Gamze *et al*., 2005). پژوهش‌های انجام شده بر گیاه شنبلیله بیانگر این واقعیت است که با کاهش پتانسیل آب، درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه و ساقه چه و همچنین وزن خشک گیاهچه به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است (Asadi, 2009; Zaheer Ahmed & Ajmal Khan, 2010). در یک تحقیق با بررسی اثر سطوح مختلف تنش شوری بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه شنبلیله گزارش شده است که کاهش پتانسیل آب به‌طور معنی‌داری بر مؤلفه‌های درصد و سرعت جوانه‌زنی، انرژی جوانه‌زنی، شاخص میزان جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن تر و خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر گیاه شنبلیله تأثیر می‌گذارد (Roumani & Ehteshami, 2014). کاهش درصد جوانه زنی در شرایط تنش خشکی در بررسی بر روی نخود فرنگی (*Pisum sativum* L.) نیز گزارش شده است (Gamze *et al*., 2005). بنابراین، با توجه به اهمیت گیاه شنبلیله ازلحاظ دارویی و اقتصادی و با نظر به مسئله خشکی و کمبود آب در ایران این پژوهش به‌منظور ارزیابی توان و پتانسیل جوانه‌زنی و رشد گیاهچه شنبلیله نسبت به سطوح مختلف خشکی و شناخت جمعیت مقاوم تر انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه زنی دو جمعیت اصفهانی و هندی از گیاه شنبلیله، بذرهای این گیاهان از مرکز

تحقیقات کشاورزی استان اصفهان تهیه شدند. این تحقیق در آزمایشگاه تحقیقات زیست‌شناسی دانشگاه لرستان به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار تحت آزمایش و مطالعه قرار گرفت. هر پتری‌دیش محتوی ۲۰عدد بذر و ۵ میلی-لیتر محلول هوگلند به‌منزلهٔ یک تکرار لحاظ شد. برای اعمال تنش خشکی از پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ با پتانسیل‌های مختلف (صفر، ۳-، ۵-،۷-) استفاده شد که برای تهیه این محلول با پتانسیل‌های آب مورد نظر از فرمول پیشنهادی Michel و Kaufman (1973) و برای گروه شاهد نیز از آب مقطر استفاده شد.

به‌منظور جلوگیری از هر گونه آلودگی، کلیهٔ وسایل آزمایشگاهی، ظروف پتری، کاغذهای صافی و... استریل شدند. بذرهای مورد استفاده ابتدا با محلول هیپوکلریت سدیم ۷ درصد به مدت ده دقیقه ضد عفونی شده و سپس ۵ مرتبه با آب مقطر شسته شدند. درب پتری‌ها با پارافیلم بسته شد و در اطاق کشت در دمای اتاق و روشنایی قرار داده شد. بازدید و شمارش نمونه‌ها بصورت روزانه و به مدت ۷ روز انجام شد و تعداد بذرهای جوانه زده (دارای طول ریشه‌چه ۲ الی ۳ میلی‌متر) روزانه ثبت شد. بعد از پایان روز هفتم، از گیاهچه‌های حاصل از بذور جوانه‌زده، از هر پتری ۱۰ نمونه به‌طور تصادفی انتخاب شده و صفات گیاهچه‌ای و پارامترهای جوانه‌زنی شامل درصد جوانه زنی، میانگین سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن تر و خشک گیاهچه اندازه‌گیری و محاسبه شد. جهت تعیین وزن خشک، گیاهچه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجهٔ سانتی-گراد خشک،و سپس با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شدند. دیگر پارامترهای جوانه‌زنی ازجمله سرعت جوانه زنی، درصد جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر ازطریق رابطه‌های زیر محاسبه شد (Agrawal, 1991). میانگین‌گیری داده‌های حاصل در نرم افزار Excel صورت گرفت و پس از انجام آزمون نرمالیتی داده‌ها، تحلیل واریانس و مقایسات میانگین به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ با نرم‌افزار SPSS 16 انجام شد.

رابطهٔ (۱) $PG = Ni / N \times 10$

PG= درصد جوانه‌زنی، Ni= تعداد بذرهای جوانه‌زده در روزi ام (آخرین روز شمارش جوانه‌زنی) ، N= تعداد کل بذرها

رابطهٔ (۲) $GR = \Sigma Ni$

GR /Ti= سرعت جوانه‌زنی بر حسب تعداد بذر در روز شمارش، Ni= تعداد بذرهای جوانه‌زده در روزi ام (آخرین روز شمارش جوانه‌زنی)، Ti = شمارش روز پس از شروع آزمایش

رابطهٔ (۳) ۱۰۰ /(میانگین طول گیاهچه (میلی‌متر) * درصد جوانه-زنی نهایی) =شاخص بنیه بذر

نتایج

سرعت جوانه‌زنی بذر

نتایج تجزیهٔ واریانس میزان سرعت جوانه زنی دو جمعیت گیاه شنبلیله در جدول (۱) نشان داده شده است. نتایج مقایسه میانگین‌ها، اختلاف معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی در دو جمعیت اصفهانی و هندی را نشان داد. به‌نحوی که سرعت جوانه‌زنی در جمعیت اصفهانی بیشتر از جمعیت هندی بود. سرعت جوانه‌زنی در سطح شاهد در هر دو جمعیت با دیگر سطوح تنش خشکی اختلاف معنی‌داری نشان داد و افزایش شدت تنش خشکی، کاهش سرعت جوانه زنی را در پی داشت به نحوی که در هر دو جمعیت، بیشترین میزان سرعت جوانه‌زنی در سطح شاهد و کمترین میزان در سطح ۷- بار تنش خشکی مشاهده شد (شکل ۱).

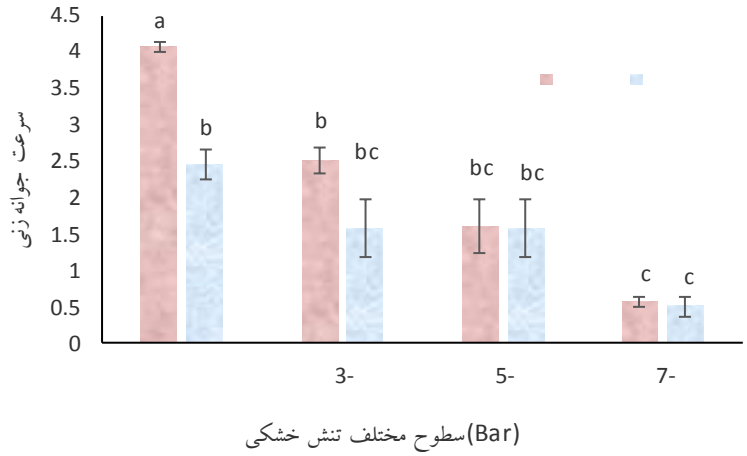
همانگونه که نتایج نشان داد در شرایط بدون تنش سرعت جوانه-زنی جمعیت اصفهانی به شکل معنی‌داری بیشتر از جمعیت هندی بود ولی در سطوح مختلف تنش خشکی اختلاف معنی‌داری میان سرعت جوانه‌زنی در دو جمعیت مشاهده نشد.

درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیهٔ واریانس درصد جوانه‌زنی دو جمعیت گیاه شنبلیله در جدول (۱) نشان داده شده است. مقایسه میانگین‌های دو جمعیت حاکی از اختلاف معنی‌دار درصد جوانه‌زنی در دو جمعیت اصفهانی و هندی بود به‌نحوی که درصد جوانه‌زنی بالاتر جمعیت اصفهانی نسبت به جمعیت هندی مشاهد شد. در هر دو جمعیت با افزایش تنش خشکی درصد جوانه‌زنی کاهش یافت و بیشترین کاهش در سطح ۷- بار تنش خشکی مشاهده شد که نسبت به دیگر سطوح اختلاف معنی‌داری داشت، به‌نحوی که میزان کاهش درصد جوانه‌زنی در سطح ۷- بار تنش خشکی نسبت به سطح شاهد و سطح ۳- بار تنش در جمعیت اصفهانی به‌ترتیب ۷۰ و ۴۳/۳۴ درصد و در جمعیت هندی ۴۶/۶ و ۳۳/۳ درصد بود (شکل ۲).

طول ساقه‌چه

نتایج تجزیه واریانس مربوط به تغییرات طول ساقه‌چه دو جمعیت



شکل ۱- اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر سرعت جوانه‌زنی دو جمعیت گیاه شنبلیله. خطوط روی ستون‌ها نشان‌دهندهٔ خطای معیار است. (ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند).

Fig. 1. Effect of drought stress on germiniation rate in *Trigonella foenum* subsp. *graecum* L. Bars on columns indicating standard error. (Columns having a common letter are not significantly different from each other according to Duncan 0.05).

جدول ۱ -تجزیه واریانس پارامترهای جوانه‌زنی.

Table 1. Analysis of variance of germination parameters.

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	شاخص بنیه بذر
تنش خشکی	3	7.68**	3515.1**	197.504**	1224.16**	0.0058**	0.00002**	14439781**
جمعیت	1	2.62*	1204.2**	6.827^{ns}	83.25^{ns}	.0.0002^{ns}	0.000006**	3627556*
تنش خشکی×جمعیت	3	0.88*	215.3^{ns}	5.293^{ns}	68.66^{ns}	0.00004^{ns}	0.0000001^{ns}	325481^{ns}
خطای آزمایش	16	0.20	125.0	2.150	65.52	0.0003	0.0000006	593458

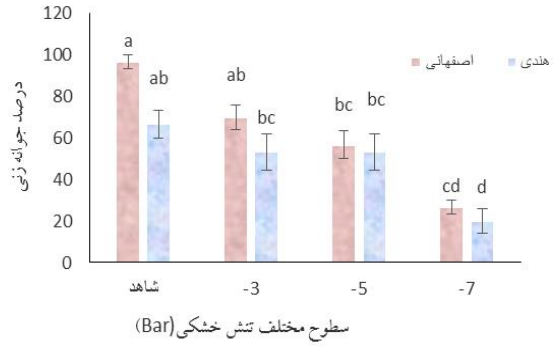
گیاه شنبلیله تحت سطوح مختلف تنش خشکی در جدول (۱) نشان داده شده است. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با کاهش پتانسیل‌آب و افزایش تنش خشکی طول ساقه‌چه گیاه در هر دو جمعیت کاهش یافت. در بین سطوح مختلف تنش خشکی سطح شاهد، بیشترین میزان طول ساقه‌چه را در جمعیت اصفهانی داشت که با دیگر سطوح تنش خشکی اختلاف معنی‌داری نشان داد و کمترین میزان طول ساقه چه در سطح ۵- تنش خشکی در جمعیت هندی مشاهده شد که تنها با سطح شاهد و سطح ۳- بار تنش خشکی اختلاف معنی‌داری را نشان داد (شکل ۳).

طول ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس مربوط به تغییرات طول ریشه‌چه در دو جمعیت گیاه شنبلیله تحت سطوح مختلف تنش خشکی در جدول (۱) نشان داده شده است. مقایسهٔ میانگین داده‌های مربوط به دو جمعیت نشان داد با کاهش پتانسیل آب از ۳- بار به ۷- بار طول ریشه‌چه کاهش می‌یابد. بیشترین طول ریشه‌چه در سطح ۳- بار تنش خشکی در جمعیت اصفهانی مشاهده شد ولی تغییرات طول ریشه‌چه در این سطح در جمعیت هندی نسبت به سطح شاهد معنی‌دار نبود و کمترین طول ریشه‌چه مربوط به جمعیت هندی در پتانسیل آب ۷- بار تنش خشکی بود که نسبت به گروه شاهد و سطح ۳- بار تنش خشکی اختلاف معنی‌داری را نشان داد (شکل ۴).

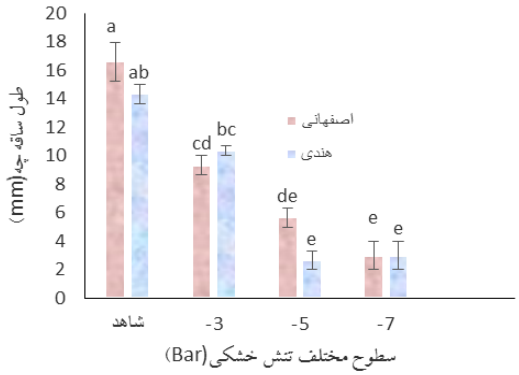
وزن تر

نتایج تجزیهٔ واریانس مربوط به تغییرات وزن تر گیاهچه در دو جمعیت گیاه شنبلیله تحت سطوح مختلف تنش خشکی در جدول



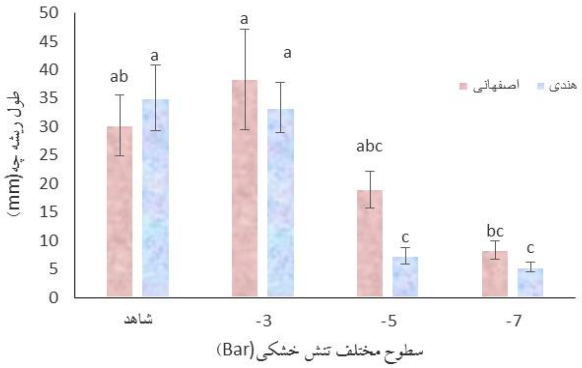
شکل ۲- اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر درصد جوانه‌زنی دو جمعیت گیاه شنبلیله. خطوط روی ستون‌ها نشان‌دهندهٔ خطای معیار است. (ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند).

Fig. 2. Effect of drought stress on germination percentage in *Trigonella foenum* subsp. *graecum* L. Bars on columns indicating standard error. (Columns having a common letter are not significantly different from each other according to Duncan 0.05).



شکل ۳- اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر طول ساقه‌چه دو جمعیت گیاه شنبلیله. خطوط روی ستون‌ها نشان‌دهنده خطای معیار است. (ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند).

Fig. 3. Effect of drought stress on hypocotyl length in *Trigonella foenum* subsp. *graecum* L. Bars on columns indicating standard error. (Columns having a common letter are not significantly different from each other according to Duncan 0.05).



شکل ٤- اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر طول ریشه‌چه دو جمعیت گیاه شنبلیله. خطوط روی ستون‌ها نشان‌دهندهٔ خطای معیار است. (ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند).

Fig. 4. Effect of drought stress on radicle length in *Trigonella foenum* subsp. *graecum* L. Bars on columns indicating standard error. (Columns having a common letter are not significantly different from each other according to Duncan 0.05).

۱ نشان داده شده است. کاربرد سطوح مختلف تنش خشکی اثر معنی‌داری بر وزن تر دو جمعیت گیاه شنبلیله داشت و با کاهش پتانسیل آب از ۳- بار به ۷- بار وزن تر گیاهچه شنبلیله در هر دو جمعیت کاهش می‌یابد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد کاهش وزن تر گیاهچه شنبلیله در پتانسیل‌آب ۷- بار نسبت به سطوح شاهد و سطح ۳- بار تنش خشکی معنی‌دار است. بیشترین مقدار وزن تر در هر دو جمعیت مربوط به گروه شاهد و کمترین میزان هم در پتانسیل‌آب ۷- بار تنش خشکی مشاهده شد (شکل ۵).

وزن خشک

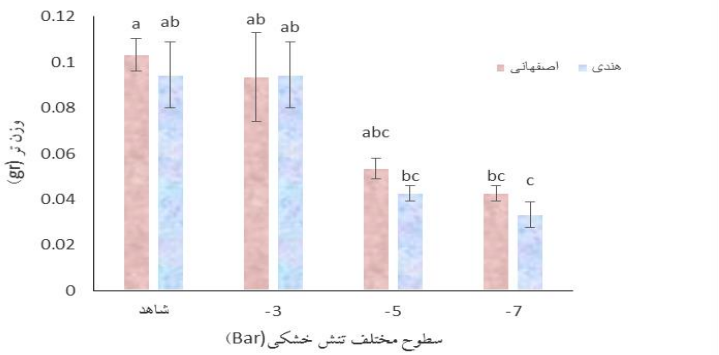
نتایج تجزیهٔ واریانس مربوط به تغییرات وزن خشک گیاهچه در دو جمعیت گیاه شنبلیله تحت سطوح مختلف تنش خشکی در جدول (۱) نشان داده شده است. مقایسهٔ میانگین داده‌ها حاکی از کاهش معنی‌دار وزن خشک گیاهچه در سطوح بالای تنش خشکی بود. بیشترین میزان وزن خشک در سطح شاهد در جمعیت اصفهانی و کمترین میزان وزن خشک در پتانسیل آب ۷- بار جمعیت هندی تنش خشکی اتفاق افتاد (شکل ۶).

شاخص بنیه بذر

نتایج تجزیهٔ واریانس مربوط به شاخص بنیه بذر دو جمعیت گیاه شنبلیله تحت سطوح مختلف تنش خشکی در جدول (۱) نشان داده شده است. مقایسه میانگین‌ها حاکی از کاهش معنی‌دار شاخص بنیه بذر دو جمعیت شنبلیله تحت تأثیر کاهش پتانسیل‌آب و اعمال تنش خشکی بود. به‌طوری که با کاهش پتانسیل‌آب از ۳- بار به ۷- بار شاخص بنیه بذر به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین کاهش شاخص بنیه بذر مربوط به سطح ۷- بار تنش خشکی بود که این کاهش با دو سطح شاهد و ۳- بار اختلاف معنی‌داری را نشان داد (شکل ۷).

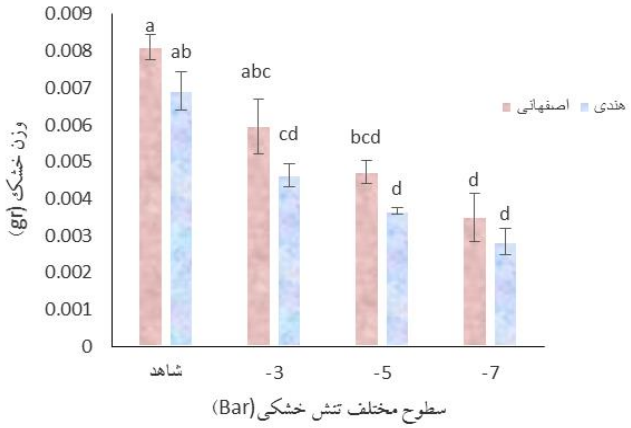
بحث و نتیجه‌گیری

همانگونه که ملاحظه شد هر دو جمعیت گیاه شنبلیله نسبت به تنش خشکی حساس بودند و کاهش پتانسیل‌آب از ۳- بار به ۷- بار باعث کاهش درصد و سرعت جوانه زنی، همچنین رشد گیاهچه و بنیه بذر شد. انواعی از تحقیقاتی که روی برخی گیاهان به‌ویژه گیاهان زراعی و گیاهان دارویی مختلف انجام شده است، نشان داده است که با افزایش تنش اسمزی ازجمله تنش خشکی درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و نسبت این دو کاهش می‌یابد (Asadi, 2009; Zaheer- Ahmed & Ajmal Khan, 2010; Armand *et al*., 2015). علت وقوع این امر را می‌توان نتیجهٔ افزایش غلظت محلول پلی‌اتیلن گلایکول محیط کشت دانست که به کاهش جذب آب توسط بذور منجر می‌شود و همچنین مانع از ادامهٔ فعالیت‌های طبیعی گیاهچه می‌شود. شرایط تنش خشکی با ایجاد تأخیر در فرایند جذب آب بذر، باعث کاهش نرخ جوانه‌زنی بذر شده و در نهایت درصد جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه را کاهش می‌دهد(Mantovani & Iglesias, 2010; Liu *et al*., 2015). در حقیقت در شرایط تنش خشکی، کاهش جذب آب با کاهش فعالیت‌های آنزیمی مربوط به فرایندهای بیوشیمیایی جوانه‌زنی همراه است که علت اصلی کاهش سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی است. در سطوح بالای تنش خشکی، آسیب-های احتمالی ناشی از واسرشت‌شدن ساختمان سه‌بعدی آنزیم‌ها می‌تواند یکی از دلایل اصلی کاهش سرعت جوانه‌زنی باشد (Fabian *et al*., 2008). ازطرف دیگر اگر جذب آب توسط بذر مختل و یا به کندی صورت گیرد، سرعت انجام فرایندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی در داخل بذر کاهش یافته و در نتیجه مدت زمان لازم برای خروج ریشه‌چه از بذر افزایش و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. در واقع کاهش جوانه‌زنی راهکاری سازشی است تا زمانی که شرایط مساعدی برای جوانه‌زنی ایجاد شود (Menash *et al*., 2006). نتایج این تحقیق نیز روند کاهش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، وزن تر و خشک گیاهچه، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و شاخص بنیه بذر را همانند مطالعات بالا نشان می‌دهد. به‌طوری‌که کمترین مقدار جوانه‌زنی، طول ساقه-چه و طول ریشه‌چه در تیمار ۷- بار و حداکثر این مقادیر در تیمار شاهد و تیمار ۳- بار مشاهده می‌شود. در مطالعه‌ای که بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه نخود انجام گرفت، گزارش شده است که کاهش پتانسیل آب کمتر از ۳- بار جذب آب را در این گیاهان کاهش داده و فرایند جوانه‌زنی را به تأخیر می‌اندازد. در این مطالعه نیز کاهش پتانسیل آب به کاهش درصد جوانه‌زنی منجر شد. کاهش درصد جوانه‌زنی می‌تواند به دلیل کاهش جذب آب توسط بذر باشد که به کاهش فرایندهای متابولیکی و فیزیولوژیکی بذر منجر شد (Armand *et al*., 2015). با منفی‌ترشدن پتانسیل آب، فشار تورژسانس درون سلول کاهش یافته و مانع افزایش حجم سلول می‌شود. بنابراین، از رشد سلول‌ها و اندام‌های هوایی



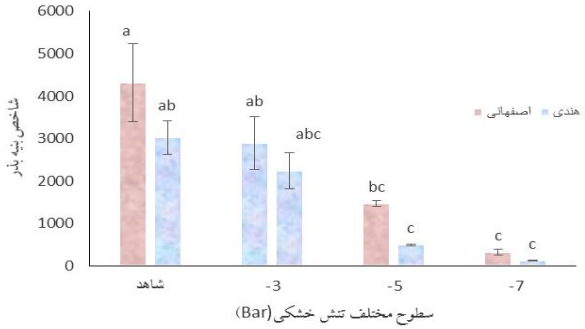
شکل ۵- اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر وزن تر دو جمعیت گیاه شنبلیله. خطوط روی ستون‌ها نشان‌دهندهٔ خطای معیار است. (ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند).

Fig. 5. Effect of drought stress on fresh weight in *Trigonella foenum* subsp. *graecum* L. Bars on columns indicating standard error. (Columns having a common letter are not significantly different from each other according to Duncan 0.05).



شکل ٦- اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر وزن خشک دو جمعیت گیاه شنبلیله. خطوط روی ستون‌ها نشان‌دهنده خطای معیار است. (ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند).

Fig. 6. Effect of Drought stress on dry weight in *Trigonella foenum* subsp. *graecum* L. Bars on columns indicating standard error. (Columns having a common letter are not significantly different from each other according to Duncan 0.05).



شکل ۷- اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر وزن خشک دو جمعیت گیاه شنبلیله. خطوط روی ستون‌ها نشان‌دهندهٔ خطای معیار است. (ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند).

Fig. 7. Effect of drought stress on viability index in *Trigonella foenum* subsp. *graecum* L. Bars on columns indicating standard error. (Columns having a common letter are not significantly different from each other according to Duncan 0.05).

جلوگیری می‌شود (Akhavan-armaki, 2013) و همانند نتایج این تحقیق کاهش وزن تر و خشک و کاهش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه را در پی خواهد داشت. کاهش وزن تر و خشک گیاهچه از رخدادهای رایجی است که در اکثر گیاهان در شرایط تنش خشکی اتفاق می‌افتد. یکی از دلایل کاهش وزن در پتانسیل‌های آب پایین، تحرک کم مواد غذایی و انتقال کمتر آنها از لپه به محور جنینی است (Khalid *et al*., 2001). در یک مطالعه با بررسی تأثیر تنش خشکی اعمال‌شده توسط PEG 6000 بر خصوصیات فیزیولوژیک و مورفولوژیک جوانه‌زنی بذور گلرنگ *Carthamus tinctorius* به‌منظور گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، کاهش میزان سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی با کاهش پتانسیل آب در ژنوتیپ‌های حساس به خشکی گزارش شد (Zabarjadi *et al*., 2012).

در این تحقیق نیز با اینکه هر دو جمعیت، مقاومت کمی نسبت به شرایط تنش اعمال‌شده نشان دادند و تمام پارامترهای مربوط به جوانه‌زنی با افزایش تنش، روند کاهشی داشتند اما جمعیت اصفهانی نسبت به جمعیت هندی مقادیر بالاتری از رشد و جوانه-زنی را هم در شرایط تنش و هم شرایط بدون تنش نشان دادند. براساس نتایج یک تحقیق با بررسی اثر تنش شوری بر جمعیت‌های مختلف گیاه شنبلیله، مقاومت بیشتر جمعیت اصفهانی نسبت به دیگر جمعیت‌ها در مقابل به تنش شوری گزارش شد و جمعیت اصفهانی تحت نام جمعیت حاوی ژن‌های متحمل به شوری معرفی شد. (Farhadi *et al*., 2015). همانگونه که نتایج این تحقیق نشان داد جمعیت اصفهانی در مرحله جوانه‌زنی نیز تحت شرایط تنش خشکی که همانند تنش شوری نوعی تنش اسمزی محسوب می‌شود، عمل‌کرد قوی‌تری نسبت به جمعیت هندی داشت. درحقیقت تفاوت در شرایط اکولوژیکی که دو جمعیت مذکور در آن رشد یافته‌اند باعث اعطای ویژگی‌های فیزیولوژیکی متفاوت در آنها شده است. در طی تحقیقات مختلفی که در زمینهٔ مقاومت گیاهان زراعی و دارویی در برابر تنش خشکی انجام شده است، نتایج متفاوتی به‌دست آمده است. به‌طوری که برخی از گیاهان در مرحلهٔ جوانه زنی در برابر تنش خشکی، مقاومت کمی از خود نشان داده و نسبت به آن حساس بوده اند، اما در مراحل دیگر رشد از خود مقاومت بیشتری نشان داده‌اند. همچنین برخی دیگر از گیاهان وجود داشته‌اند که نتیجهٔ معکوسی نسبت به نتیجهٔ ذکر شده از خود می‌دهند. لذا صرف مقاومت و یا حساسیت به خشکی در مرحلهٔ جوانه‌زنی نمی‌تواند بیانگر مقاومت و یا حساسیت گیاه در مراحل دیگر رشد باشد، ولی به‌طور کلی، در گیاهانی که دارای مقاومت و رشد بیشتر ریشه‌چه و ساقه‌چه در این مرحله باشند، در مرحلهٔ گیاهچه و مراحل دیگر نیز مقاومت بیشتری به خشکی از خود نشان خواهند داد. در پایان آنچه اهمیت دارد، توجه به این امر است که تحقیق حاضر در شرایط آزمایشگاهی انجام شده و نتایج حاصل از آن بیشتر در شرایط آزمایشگاهی قابل استناد است و برای آگاهی از چگونگی عکس‌العمل آنها به تنش خشکی در مرحلهٔ جوانه‌زنی در شرایط طبیعی لازم است که همانند آزمایش فوق در شرایط طبیعی و در مناطق مختلف انجام شود تا با نتایج به‌دست‌آمده بتوان مقاوم‌ترین جمعیت را در این مرحله معرفی کرد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه لرستان جهت انجام این پژوهش قدردانی می‌نمایم.

REFRENCES

Agrawal, R.L. 1991. Seed technology. Second edition. – Oxford and IBH press. New York and London. pp: 445.

Akhavan-armaki, M., Hashemi, M., Azarnivand, H., Osare, M. H., Jafari, A.A. and Tavili A. 2013. Effect of drought stress on growth and germination characteristics of three genotype of *Agropyron trichophorum*. – Desert Eco. Eng. J. 2: 9-14.

Armand, N., Amiri, H. and Ismaeili, A. 2015. Effect of methanol on germination characteristics of bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Sadry) under drought stress condition. – Iran. J. Pulses Res. 6: 42-53.

Asadi, A. 2009. Investigation of salinity stress on seed germination of *Trigonella foenum* subsp. *graecum* – J. Biochem. Sci. 4: 1152-1155.

Dini, M. 2006. Scientific name of medicinal plants used in traditional medicine. – Forest and Rangeland Res. Inst. Pub. Iran. 299– 300.

Fabian, A., Jager, K. and Barnabas, B. 2008. Effects of drought and combined drought and heat stress on germination ability and seminal root growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. – J. Acta Biologica 52: 157-159.

Farhadi, H., Azizi, M. and Nemati, S.H. 2015. Effect of salinity on traits related with performance in eight native population of fenugreek (*Trigonella foenum* subsp. *graecum*). – Iran. J. Field Crops Res. 12: 862-870.

Gamze, O., Mehmet Demir, K.A.Y. and Mehmet, A.T.A. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). – Turk. J. Agri. 29: 237- 242.

Hasanzadeh, A., Rezazade, S.H., Shamsa, S. F., Dolat Abadi, R. and Zaringhalam, J. 2010. A review on the medical and phytochemical properties of fenugreek. – J. Medicin. Plant. 2: 1-18.

Ji, X.M., Raveendran, M., Oane, R., Ismail, A. Lafitte1, R., Bruskiewich, R., Cheng, S.H. and Bennett, J. 2005. Tissue-specific expression and drought responsiveness of cell-wall invertase genes of rice at flowering. – Plant Mol. Biol. 59: 945-964.

Jongdee, B., Fukai, S. and Cooper, M. 2002. Leaf water potential and osmotic adjustment as physiological traits to improve drought tolerance in rice. – Field Crops Res. 79: 153-163.

Liu, M., Li, M., Liu, K. and Sui, N. 2015. Effects of drought stress on seed germination and seedling growth of different maize varieties. – J. Agri. Sci. 7: 231-240.

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

Khalid, M. N., Iqbal, H.F., Tahir, A. and Ahmad, A.N. 2001. Germination potential of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) under saline condition. – J. Biol. Sci. 4: 395-396.

Mantovani, A and Iglesias, R.R. 2010. The effect of water stress on seed germination of three terrestrial bromeliads from restinga. – Braz. J. Bot. 33: 201-205.

Mensah, J. K., Obadoni, B.O., Eruotor, P.G. and Onome, F. 2006. Simulated flooding and drought effects on germination, growth and yield parameters of sesame (*Sesamum indicum* L.). – Afric. J. Biol. 5: 1249-1253.

Roumani, A. and Ehteshami, M. 2014. Effect of different levels of salinity stress on seed germination and early growth of fenugreek (*Trigonella foenum* L.) seedling. – Iran. J. Seed Res. 1: 33-45.

Parmer, M.T. and More, R.P. 2008. Carbowax 6000, Maintol, Sodiumchloride for simulating drought condition in germination studies of corn (*Zea mays*) of strong and weak vigor. – Agro. J. 60: 192-195.

Zaheer Ahmed, M. and Ajmal Khan, M. 2010. Tolerance and recovery responses of playa halophytes to light, salinity and temperature stresses during seed germination. – Flora Morph. Distribut. Func. Eco. Plants. 205: 764-771.

Zebarjadi, A.R., Soheilikhah, Z.H., Ghasempour H.R. and Vaisipour, A. 2012. Effect of drought-induced stress by PEG6000 on physiological and morphological traits of Safflower (*Carthamus tinctorius*) seed germination in order to selection of drought tolerant genotypes. – Iran. J. Boil. 25: 252-263.

*****

How to cite this article:

Zamani, Z., Amiri, H. and Ismaili, A. 2018. Effect of drought stress on germination characteristics of two populations of Fenugreek (*Trigonella foenum* subsp. *graceum* L.). – Nova Biologica Rep. 2018: 183-191.

زمانی، ز.، امیری، ح. و اسماعیلی، ا. ۱۳۹۷. تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی دو جمعیت اصفهانی و هندی گیاه شنبلیله. – یافته‌های نوین در علوم زیستی ۱۳۹۷: ۱۸۳-۱۹۱.