

ارزیابی ژنوتیپ‌های یونجه از نظر تحمل به تنش شوری از طریق روش‌های آماری چند متغیره

آسیه سلطانی^{1*} و زهرا خدارحم‌پور²

1- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، شوشتر، ایران.

2- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر، گروه زراعت و اصلاح نباتات، شوشتر، ایران.

* مسئول مکاتبات؛ پست الکترونیک: a.soltani666@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی ژنوتیپ‌های یونجه از نظر تحمل به شوری از طریق روش‌های آماری چند متغیره این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در محیط گلخانه واقع در شهرستان اندیمشک بر 20 ژنوتیپ یونجه در 5 سطح شوری شامل سطوح 0، 75، 150، 225 و 300 میلی‌مولار نمک کلرید سدیم صورت پذیرفت. آزمایش در گلدان‌های حاوی 1:2 خاک زراعی - ماسه انجام شد و تا 45 روز پس از کاشت، آبیاری صورت گرفت. بعد از آن تیمارهای شوری اعمال گردیدند و پس از 14 روز صفات اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد صفات مورد بررسی در فاکتور تنش در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار شدند. با افزایش میزان شوری تمام صفات به جزء نسبت طول ریشه به طول ساقه کاهش یافت. در مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها، KFA_1 بیشترین تعداد برگ در بوته، طول ساقه و طول گیاه، KFA_2 بیشترین نسبت وزن خشک به وزن تر، KFA_{10} بیشترین طول ریشه و نسبت طول ریشه به طول ساقه و همچنین ژنوتیپ یزدی گرمسیری بیشترین وزن تر و وزن خشک را داشتند. بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین طول ساقه و طول گیاه به دست آمد. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، 8 صفت بررسی شده را به 2 مؤلفه تقسیم کرد. با توجه به نتایج ترسیم بای پلات و تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های KFA_1 ، KFA_{11} ، KFA_{14} و KFA_{15} با منشأ قره‌یونجه، ژنوتیپ‌های KFA_4 ، KFA_6 و KFA_{16} با منشأ همدانی و رقم بمی گرمسیری در گروه متحمل‌ترین و ژنوتیپ‌های KFA_3 با منشأ قره‌یونجه، ژنوتیپ‌های KFA_5 و KFA_{17} با منشأ همدانی، ژنوتیپ KFA_7 با منشأ رهنانی، ارقام نیکشهری گرمسیری و یزدی گرمسیری در گروه حساس‌ترین و ژنوتیپ‌های KFA_8 ، KFA_{10} ، KFA_{12} و KFA_{13} با منشأ قره‌یونجه، ژنوتیپ KFA_2 با منشأ همدانی و ژنوتیپ KFA_9 با منشأ چالستر شهرکرد در گروه نیمه متحمل به تنش شوری قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: یونجه، تنش شوری، بای پلات، تجزیه خوشه‌ای

مقدمه

آب و خاک شور از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید محصول در مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شوند (13). سرزمین پهناور ایران منابع آبی و خاکی فراوانی را در خود جای داده است که بخش وسیعی از خاک‌ها و حجم چشمگیری از منابع آبی کشور به درجات مختلف مبتلا به شوری هستند (1). 25/5 میلیون هکتار از اراضی ایران شور و 8/5 هکتار بسیار شور هستند (12). یونجه زراعی (*Medicago sativa L.*) در بین گیاهان

علوفه‌ای به دلیل کیفیت خوش خوراکی و غنی بودن از مواد پروتئینی و معدنی به عنوان مهم‌ترین گیاه علوفه‌ای دنیا محسوب می‌شود (10). رحمانی و حاج رسولی‌ها (4) و زمانیان و همکاران (5) با بررسی اثر تنش شوری بر رشد رویشی یونجه مشاهده کردند که با افزایش میزان شوری طول گیاه کاهش می‌یابد. در همین رابطه خالص‌رو و آقاعلیخانی (3) گزارش نمودند که با افزایش میزان شوری وزن خشک ساقه و ریشه سورگوم علوفه‌ای و ارزش مروراید کاهش می‌یابد. بارادواج و همکاران (11) گزارش کردند که با افزایش غلظت شوری رشد گیاهچه یونجه کاهش می‌یابد. سبحانی و آخوندی‌میبدی (6) ضمن بررسی تحمل به شوری ارقام یونجه یزدی، بمی، نیک شهری، مسارسا و بغدادی اعلام کردند که بیشترین طول ریشه و ساقه ارقام یونجه در شوری پنج دسی‌زیمنس بر متر بوده و ارقام یونجه یزدی و نیک شهری تحمل بیشتری به شوری نسبت به سایر ارقام داشتند.

حاجبی و حیدری شریف آباد (2) برای تعیین رابطه بین صفات یونجه از ماتریس ضرایب همبستگی استفاده کردند. این ماتریس نشان داد که بین صفات وزن خشک ریشه و ساقه گیاه یونجه همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری در سطح احتمال خطای یک درصد وجود داشت و برای بقیه صفات همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. فرشادفر و همکاران (8) با مطالعه بر گیاه یونجه، برای تعیین سهم صفات در میزان تنوع، با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی گزارش نمودند. بر اساس این روش، دو مؤلفه اصلی بیش از 94 درصد از تنوع موجود در بین توده‌های یونجه را در بر داشتند. در این بررسی اولین مؤلفه 70/69 و دومین مؤلفه 24/20 درصد سهم داشتند. مؤلفه اول همبستگی مثبت و بالایی با وزن خشک بوته و همبستگی منفی بالایی با نسبت برگ به ساقه داشت و نیز از همبستگی مثبت و بالایی با صفاتی چون ارتفاع و وزن تر بوته برخوردار بود. دومین مؤلفه همبستگی مثبت و بالایی با نسبت برگ به کل بیوماس داشت. فلاحتی‌عنبران و همکاران (9) گزارش نمودند که پراکنش دو بعدی گونه‌های یونجه یک‌ساله بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز تصویر واضحی از روابط آن‌ها را نشان می‌دهد که دو گونه *M. rugosa* و *M. scutellata* فاصله ژنتیکی زیادتری از سایر گونه‌ها داشتند. این دو گونه تنها گونه‌های تتراپلوئید یونجه یک‌ساله هستند که در اکثر گزارش‌ها نیز خویشاوندی نزدیک بین آن‌ها ثابت شده است.

در اصلاح نباتات بررسی تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی زمینه و امکان انتخاب و ایجاد ارقام متحمل به شوری را فراهم می‌نماید (14). بررسی تنوع ژنتیکی درون و بین جمعیت‌های یونجه زراعی می‌تواند خطرات احتمالی ناشی از فرسایش ژنتیکی را ارزیابی نموده و به توسعه حفاظت مؤثر از منابع ژنتیکی و در طراحی راهبرد بهبود ژنتیک، کمک کند (16). موسیال و همکاران (15) در بررسی تنوع ژنتیکی بین و درون 19 رقم و لاین یونجه بر اساس تجزیه خوشه‌ای این ژنوتیپ‌ها را به گروه‌های مختلفی تقسیم‌بندی کرده و نشان داده‌اند که تنوع ژنتیکی بین ارقام و لاین‌های مختلف یونجه بیشتر از تنوع درون ارقام بود. فرشادفر و همکاران (8) در تحقیقات خود از تجزیه خوشه‌ای برای گروه‌بندی 18 ژنوتیپ یونجه استفاده کردند و از نظر صفات ریخت‌شناسی 18 ژنوتیپ مورد بررسی در پنج گروه قرار گرفتند.

هدف از این تحقیق شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش شوری و گروه‌بندی ژنوتیپ‌های یونجه از نظر تحمل به شوری بر اساس تجزیه چند متغیره بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی ارقام یونجه از نظر تحمل به شوری در مرحله رشد رویشی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌های یونجه بر اساس تجزیه چند متغیره آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه واقع در شمال شهرستان اندیمشک انجام شد. گیاهان در گلدان‌هایی به وزن خاک یک کیلوگرم با نسبت 1:2 خاک زراعی - ماسه کشت شدند. بذرها پس از ضد عفونی با محلول ویتاواکس در عمق یک سانتی‌متری کاشته شدند. تیماردهی

گلدان‌ها بلافاصله پس از کاشت صورت نگرفت و تا 45 روز پس از کاشت، آبیاری با آب شهری صورت گرفت. تیمارهای شوری در این آزمایش در پنج سطح محلول صفر، 75، 150، 225 و 300 میلی‌مولار نمک کلرید سدیم اعمال گردید. پس از اعمال تیمار شوری، گلدان‌ها به مدت دو هفته (14 روز) نگهداری شدند. در این مدت در موقع لزوم آبیاری گلدان‌ها با آب شور انجام شد. پس از آن به صورت تصادفی سه بوته در هر گلدان انتخاب گردید و ویژگی‌های مورفولوژیک شامل تعداد برگ در بوته، طول ریشه، طول ساقه، طول گیاه، نسبت طول ریشه به طول ساقه، وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه و نسبت وزن خشک به وزن تر گیاه اندازه‌گیری شدند. تجزیه واریانس داده‌ها، ضریب همبستگی، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، بای پلات و تجزیه کلاستر با استفاده از نرم افزار Minitab و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد صورت پذیرفت.

جدول 1- ویژگی‌های 20 ژنوتیپ یونجه مورد مطالعه

شماره	ژنوتیپ	منشأ	شماره	ژنوتیپ	منشأ
1	KFA ₁	قره یونجه	11	KFA ₁₁	قره یونجه
2	KFA ₂	همدانی	12	KFA ₁₂	قره یونجه
3	KFA ₃	قره یونجه	13	KFA ₁₃	قره یونجه
4	KFA ₄	همدانی	14	KFA ₁₄	قره یونجه
5	KFA ₅	همدانی	15	KFA ₁₅	قره یونجه
6	KFA ₆	همدانی	16	KFA ₁₆	همدانی
7	KFA ₇	رهنانی	17	KFA ₁₇	همدانی
8	KFA ₈	قره یونجه	18	بمی گرمسیری	-
9	KFA ₉	چالشرشهرکرد	19	نیکشهری گرمسیری	-
10	KFA ₁₀	قره یونجه	20	یزدی گرمسیری	-

نتایج و بحث

تجزیه واریانس

نتایج تجزیه واریانس (جدول 2) نشان داد که بین ارقام یونجه برای تمام صفات مورد بررسی به جزء صفت طول ریشه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای یک درصد وجود داشت که این نشان دهنده تنوع ژنتیکی بین ارقام برای صفات مورد بررسی در شرایط شوری بود. کلیه صفات برای فاکتور تنش در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. بر همکنش بین ارقام و سطوح شوری در ارتباط با صفات طول ساقه، نسبت طول ریشه به طول ساقه، وزن خشک گیاه و نسبت وزن خشک به وزن تر گیاه در سطح احتمال خطای پنج درصد و طول گیاه در سطح احتمال خطای یک درصد اختلاف معنی‌دار نشان دادند. یارنیا و همکاران (10) نیز با مطالعه تأثیر نمک کربنات کلسیم بر رشد ارقام یونجه گزارش کردند که ارتفاع گیاه و وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه تحت تأثیر رقم یونجه و تنش شوری قرار گرفت.

تعداد برگ در بوته

در مقایسه میانگین اثر اصلی تنش بر صفت تعداد برگ در بوته (جدول 3) مشاهده شد که با افزایش میزان شوری تعداد برگ در بوته کاهش یافت به طوری که در سطح شوری 300 میلی مولار نمک کلرید سدیم تعداد برگ در بوته برابر با 3/65 عدد بود. در بررسی ارقام مختلف (جدول 4) صفت تعداد برگ در بوته در ژنوتیپ KFA₁ برابر با 8/31 برگ و در ژنوتیپ KFA₈ برابر با 4/5 برگ بود، که به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد برگ در بوته را به خود اختصاص دادند. رحمانی و حاج رسولی ها (4) با مطالعه اثر تنش شوری بر رشد رویشی توده‌ها و ارقام یونجه مشاهده کردند که با افزایش میزان شوری تعداد برگ کاهش و نسبت وزن برگ به وزن بوته افزایش پیدا می‌کند. با توجه به اینکه تعداد برگ با نسب برگ به بوته دو صفت متفاوت می باشند می توان نتیجه گرفت که تنش شوری موجب کاهش تعداد برگ در بوته ولی افزایش نسبت وزنی برگ به بوته می گردد.

طول ریشه، طول ساقه و نسبت طول ریشه به ساقه

بیشترین طول ریشه به تیمار شاهد اختصاص داشت و با افزایش شوری این صفت کاهش یافت (جدول 3). در سطوح شوری 150، 225 و 300 میلی مولار اختلاف معنی‌دار از نظر طول ریشه مشاهده نشد. صفات طول ساقه و طول گیاه نیز با افزایش میزان شوری کاهش پیدا کردند. در سطح شاهد و شوری 75 میلی مولار تفاوت معنی‌دار برای صفات طول ساقه و طول گیاه مشاهده نشد. اما با افزایش میزان شوری نسبت طول ریشه به طول ساقه افزایش پیدا کرد که این نسبت در شوری 300 میلی مولار برابر با 0/66 و در سطح شاهد برابر با 0/32 بود. به طوری که این صفت 61 درصد نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد. با بررسی طول ریشه و ساقه در ژنوتیپ‌های مختلف مشاهده شد که ژنوتیپ KFA₁₀ بیشترین طول ریشه را داشته است (جدول 4). در صورتی که ژنوتیپ‌های KFA₈، یزدی گرمسیری و KFA₁₇ کمترین طول ریشه را به خود اختصاص دادند. همچنین ژنوتیپ KFA₁ بیشترین و ژنوتیپ KFA₈ کمترین طول ساقه و طول گیاهچه را به خود اختصاص داد. نسبت طول ریشه به طول ساقه در ژنوتیپ KFA₁₀ بالاترین بود. در صورتی که اکثر ارقام نسبت به این صفت جزء پایین‌ترین گروه بودند که شامل ژنوتیپ‌های KFA₁₄، KFA₂، KFA₃، KFA₇، نیکشهری گرمسیری، بمی گرمسیری، KFA₁₁، KFA₁، KFA₁₅، KFA₆، KFA₁₇، یزدی گرمسیری و KFA₄ می‌باشند. یارنیا و همکاران (10) گزارش دادند که تنش شوری موجب افزایش نسبت ریشه به ساقه می‌گردد. زیرا در محیط تنش گیاه انرژی بیشتری برای استقرار و رشد ریشه مصرف می‌کند و به همین دلیل در اثر تنش رشد ریشه بیشتر از اندام‌های هوایی است.

وزن تر، وزن خشک و نسبت وزن خشک به وزن تر گیاه

بیشترین وزن تر گیاه مربوط به سطح شاهد و شوری 75 میلی مولار بود که وزن تر گیاه در این تیمارها به ترتیب برابر با 0/33 و 0/31 گرم بود. با افزایش میزان شوری وزن تر گیاه کاهش یافت. در شوری 300 میلی مولار وزن تر گیاه برابر با 0/11 گرم بود. نتایج همچنین نشان داد که با افزایش شوری وزن خشک گیاه کاهش یافت به طوری که در سطح شوری 300 میلی مولار 76 درصد کاهش وزن خشک گیاه نسبت به شاهد مشاهده شد (جدول 3). وزن خشک در تیمار شاهد 0/10 گرم و با افزایش شوری در سطح 300 میلی مولار نمک کلرید سدیم 0/02 گرم بود. با افزایش میزان شوری نسبت وزن خشک به وزن تر گیاه کاهش پیدا کرد که این کاهش به صورت یکنواخت نبود. کمترین میزان نسبت وزن خشک به وزن تر گیاه مربوط به سطح شوری 300 میلی مولار بود که برابر با 0/20 ارزیابی شد. در صورتی که بیشترین میزان این نسبت مربوط به تیمار شوری 225 میلی مولار بود و برابر با 0/32 است.

جدول 2- تجزیه واریانس میانگین مربعات تأثیر تنش شوری بر ویژگی های گیاهیچه ژنوتیپ های یونجه در شرایط تنش شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ در بوته	طول ریشه	طول ساقه	طول گیاه	نسبت طول ریشه به طول ساقه	وزن تر گیاه	وزن خشک گیاه	نسبت وزن خشک به وزن تر گیاه
ژنوتیپ	19	14/23**	2/46 ns	36/43**	49/03**	0/043**	0/083**	0/0033**	0/009**
تنش	4	175/90**	38/05**	649/99**	914/12**	0/857**	0/287**	0/0283**	0/067**
رقم × تنش	76	3/46 ns	1/80 ns	15/51*	22/36**	0/020*	0/012 ns	0/0011*	0/006*
خطا	200	3/72	1/63	10/09	13/62	0/013	0/012	0/0007	0/004
ضریب تغییرات (درصد)		32/79	32/99	24/84	22/25	32/41	49/24	43/83	23/86

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطوح احتمال خطای آماری پنج و یک درصد

جدول 3- مقایسه میانگین اثر تنش شوری بر ویژگی های گیاهیچه ژنوتیپ های یونجه در شرایط تنش شوری*

تنش شوری (میلی مولار)	تعداد برگ در بوته	طول ریشه (سانتی متر)	طول ساقه (سانتی متر)	طول گیاه (سانتی متر)	نسبت طول ریشه به طول ساقه (سانتی متر)	وزن تر گیاه (گرم)	وزن خشک گیاه (گرم)	نسبت وزن خشک به وزن تر گیاه (گرم)
صفر (شاهد)	8/60 a	5/16 a	16/66 a	21/72 a	0/319 b	0/326 a	0/096 a	0/301 ab
75	7/07 b	4/24 b	16/27 a	20/43 a	0/267 b	0/305 a	0/078 b	0/255 c
150	4/99 c	3/15 c	12/44 b	15/59 b	0/258 b	0/213 b	0/056 c	0/265 ab
225	5/08 c	3/34 c	12/42 b	15/81 b	0/282 b	0/178 b	0/057 c	0/319 a
300	3/65 d	3/49 c	6/13 c	9/37 c	0/663 a	0/109 c	0/023 d	0/200 d
مقدار تغییر (درصد)**	-58	-39	-63	-57	+61	-66	-76	-37

*: حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال خطای پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن می باشد.

** : مقدار تغییر بیانگر میزان تغییر (کاهش یا افزایش) صفت مورد نظر بر حسب درصد در بالاترین سطح تنش در مقایسه با شاهد است.

جدول 4- مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ‌های یونجه بر ویژگی‌های گیاهچه در شرایط تنش شوری

ژنوتیپ یونجه	تعداد برگ در بوته	طول ریشه (سانتی‌متر)	طول ساقه (سانتی‌متر)	طول گیاه (سانتی‌متر)	نسبت طول ریشه به طول ساقه (سانتی‌متر)	وزن تر گیاه (گرم)	وزن خشک گیاه (گرم)	نسبت وزن خشک به وزن تر گیاه (گرم)
KFA ₁	8/31 a	4/28 ab	16/87 a	21/12 a	0/28 c	0/36 abcd	0/09 ab	0/26 abcd
KFA ₂	5/71 cde	4/01 ab	12/49 bcde	16/20 bcde	0/32 c	0/19 ef	0/06 bcd	0/33 a
KFA ₃	6/23 a-e	3/42 ab	13/57 abcde	16/99 abcde	0/31 c	0/24 def	0/07 bcd	0/27 abcd
KFA ₄	6/29 a-e	3/99 ab	15/80 abcd	19/74 abcd	0/25 c	0/27 bcdef	0/08 abcd	0/30 abcd
KFA ₅	5/12 de	3/72 ab	12/13 cde	15/62 cde	0/35 abc	0/16 f	0/04 d	0/27 abcd
KFA ₆	7/20 abcd	4/31 ab	16/38 ab	20/69 ab	0/27 c	0/23 ef	0/07 bcd	0/30 abcd
KFA ₇	6/10 abcde	4/04 ab	14/27 abcde	18/32 abcde	0/31 c	0/20 ef	0/06 cd	0/27 abcd
KFA ₈	4/50 e	3/35 b	10/88 e	14/23 e	0/40 abc	0/15 f	0/05 d	0/28 abcd
KFA ₉	4/75 de	3/92 ab	11/85 de	15/76 cde	0/36 abc	0/17 ef	0/06 cd	0/31 abc
KFA ₁₀	6/00 abcde	5/02 a	12/74 bcde	17/84 abcde	0/47 a	0/20 ef	0/06 cd	0/27 abcd
KFA ₁₁	7/15 abcd	4/37 ab	15/80 abcd	20/17 abc	0/29 c	0/25 def	0/07 abcd	0/28 abcd
KFA ₁₂	6/00 abcde	4/43 ab	14/41 abcde	18/86 abcde	0/34 abc	0/19 ef	0/06 bcd	0/31 ab
KFA ₁₃	5/14 de	4/20 ab	12/48 bcde	16/70 abcde	0/46 ab	0/17 ef	0/05 cd	0/27 abcd
KFA ₁₄	7/76 abc	4/11 ab	14/43 abcde	17/90 abcde	0/32 c	0/27 bcdef	0/07 abcd	0/26 abcd
KFA ₁₅	7/74 abc	3/90 ab	14/88 abcde	18/70 abcde	0/28 c	0/30 bcde	0/08 abc	0/28 abcd
KFA ₁₆	6/12 abcde	4/03 ab	14/16 abcde	18/19 abcde	0/32 bc	0/25 cdef	0/07 bcd	0/25 abcd
KFA ₁₇	6/25 abcde	3/23 b	12/03 de	15/26 de	0/27 c	0/22 ef	0/05 cd	0/23 bcd
بمی گرمسیری	8/17 ab	4/60 ab	16/12 abc	20/72 ab	0/29 c	0/38 abc	0/09 ab	0/23 cd
نیکشهری گرمسیری	5/75 bcde	3/61 ab	11/87 de	15/49 cde	0/31 c	0/40 ab	0/09 ab	0/24 bcd
یزدی گرمسیری	5/56 cde	3/28 b	12/18 cde	15/46 de	0/26 c	0/47 a	0/10 a	0/22 d

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

بیشترین وزن تر گیاه و وزن خشک گیاه مربوط به رقم یزدی گرمسیری بود که وزن تر و وزن خشک گیاه آن به ترتیب برابر با 0/47 و 0/10 گرم بود. میانگین وزن تر ژنوتیپ‌های KFA₅ و KFA₈ برابر با 0/16 گرم و 0/15 گرم و در وزن خشک گیاه برابر با 0/04 گرم و 0/5 گرم بود که در گروه کمترین وزن تر گیاه و وزن خشک گیاه قرار گرفتند. نسبت وزن خشک به وزن تر گیاه در ژنوتیپ‌های مختلف نشان داد که KFA₂ بیشترین نسبت وزن خشک به وزن تر گیاه را دارا بود (0/33 گرم). در صورتی که رقم یزدی گرمسیری کمترین نسبت وزن خشک به وزن تر گیاه را با 0/22 به خود اختصاص داد. ژنوتیپ KFA₇ در سطح شوری 300 میلی‌مولار کمترین وزن تر گیاه و وزن خشک گیاه را داشت که برابر با 0/02 و 0/00 گرم بود. در سطح شوری 300 میلی‌مولار ژنوتیپ بمی گرمسیری با 0/09 گرم و ژنوتیپ KFA₂ با 0/52 گرم به ترتیب کمترین و بیشترین نسبت وزن خشک به وزن تر گیاه را به خود اختصاص دادند. شکاری (7) طی آزمایشی تحمل به شوری تعدادی از گیاهان مرتعی و زراعی را در مرحله رشد رویشی بررسی و اعلام کرد که در یونجه سرعت رشد تمام گیاه به ویژه اندام‌های هوایی تحت تأثیر شوری کاهش یافت و با افزایش غلظت نمک وزن خشک اندام‌های هوایی نیز به شدت کاهش می‌یابد.

همبستگی بین صفات

با توجه به جدول 5 تعداد برگ در بوته با صفات طول ساقه، طول گیاه و وزن تر گیاه همبستگی مثبت و معنی‌دار (به ترتیب برابر با $r = 0/88$ ، $r = 0/82$ و $r = 0/49$) و با صفت نسبت طول ریشه به طول ساقه همبستگی منفی و معنی‌دار ($r = -0/60$) نشان دادند. طول ریشه فقط با صفت طول گیاه همبستگی داشت که همبستگی آن مثبت و بسیار معنی‌دار بود ($r = 0/57$). طول ساقه نیز با صفت طول گیاه همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار ($r = 0/97$) نشان داد و با نسبت طول ریشه به طول ساقه همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار ($r = -0/59$) نشان داد. طول گیاه با هر دو صفت طول ریشه و طول ساقه همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد. وزن تر گیاه با وزن خشک همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r = 0/46$) و با نسبت وزن خشک به وزن تر گیاه همبستگی منفی و معنی‌دار ($r = -0/56$) نشان داد.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای

در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی سهم مؤلفه‌ها، سهم تجمعی و بردارهای مشخصه متناظر با هر ریشه بدست آمد (جدول 6). تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، 8 صفت مربوطه را به 2 مؤلفه تقسیم کرد که بر اساس آن 72 درصد از کل تغییرات داده‌ها به وسیله 2 مؤلفه توجیه شدند. در این آزمایش مؤلفه اول 46 درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه کرد که صفات تعداد برگ در بوته، طول ساقه، طول گیاه ضریب عاملی مثبت و نسبت طول ریشه به طول ساقه ضریب عاملی منفی نشان دادند. مؤلفه اول را می‌توان به عنوان مؤلفه خصوصیات رویشی گیاه و تحمل به تنش نامگذاری کرد. مؤلفه دوم 26 درصد از کل تغییرات را توجیه کرد. صفات طول ریشه و نسبت وزن خشک به وزن تر گیاه در این مؤلفه قرار دارند و ضریب عاملی منفی به خود اختصاص دادند. در صورتی که صفات وزن تر گیاه و وزن خشک گیاه ضریب عاملی مثبت نشان دادند. بنابراین مؤلفه دوم را می‌توان به عنوان مؤلفه طول ریشه، شاخص وزن گیاه و حساس به تنش نامگذاری کرد. با توجه به این که در مؤلفه اول صفات مطلوب تعداد برگ در بوته، طول ساقه و گیاه ضریب عاملی مثبت و بالا نشان دادند، بنابراین بالا بودن این مؤلفه مطلوب می‌باشد و در شرایط تنش می‌توان انتخاب بر اساس صفات فوق قرار داد. همچنین در مؤلفه دوم صفت مطلوب طول ریشه منفی و معنی‌دار شده است و با توجه به این که افزایش طول ریشه منجر به افزایش جذب آب در پتانسیل اسمزی پایین در شرایط شوری می‌شود این مؤلفه حساسیت به تنش شوری نامگذاری شده و پایین بودن این مؤلفه باید مد نظر قرار گیرد.

جدول 5- ضرایب همبستگی ساده صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های یونجه در شرایط تنش شوری

صفات مورد بررسی	1	2	3	4	5	6	7
1- تعداد برگ در بوته							
2- طول ریشه	0/31 ns						
3- طول ساقه	0/88**	0/41 ns					
4- طول گیاه	0/82**	0/57**	0/97**				
5- نسبت طول ریشه به طول ساقه	-0/60**	0/29 ns	-0/59**	-0/46*			
6- وزن تر گیاه	0/49*	-0/18 ns	0/37 ns	0/28 ns	-0/63**		
7- وزن خشک گیاه	0/14 ns	-0/16 ns	0/09 ns	0/02 ns	-0/24 ns	0/46*	
8- نسبت وزن خشک به وزن تر گیاه	-0/26 ns	0/22 ns	-0/03 ns	-0/01 ns	0/15 ns	-0/56**	-0/31 ns

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال خطای آماری پنج و یک درصد

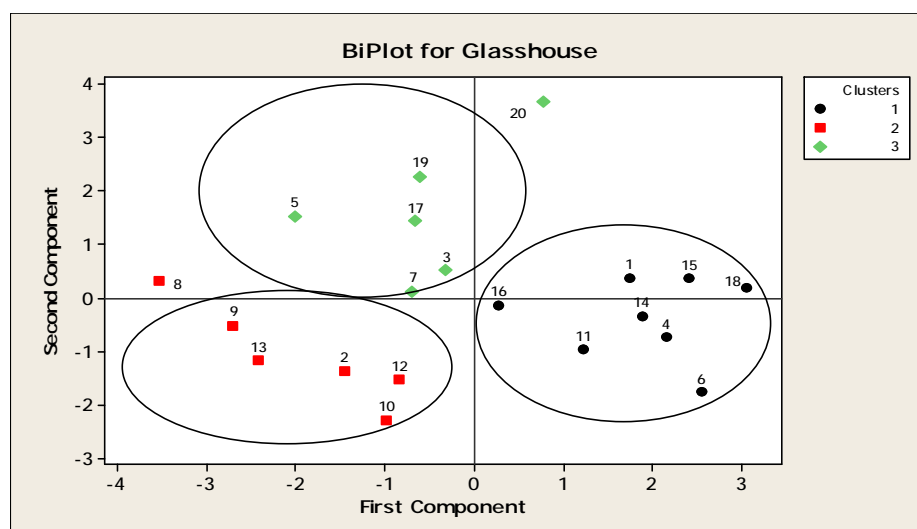
جدول 6- نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های یونجه نسبت به تنش شوری

صفات	عامل‌ها	
	1	2
تعداد برگ در بوته	0/49*	-0/07
طول ریشه	0/14	-0/54*
طول ساقه	0/49*	-0/21
طول گیاه	0/46*	-0/30
نسبت طول ریشه به ساقه	-0/38*	-0/25
وزن تر گیاه	0/34	0/42*
وزن خشک گیاه	0/14	0/38*
نسبت وزن خشک به وزن تر گیاه	-0/15	-0/44*
مقادیر ویژه	3/67	2/09
واریانس نسبی	0/46	0/26
واریانس تجمعی	0/46	0/72

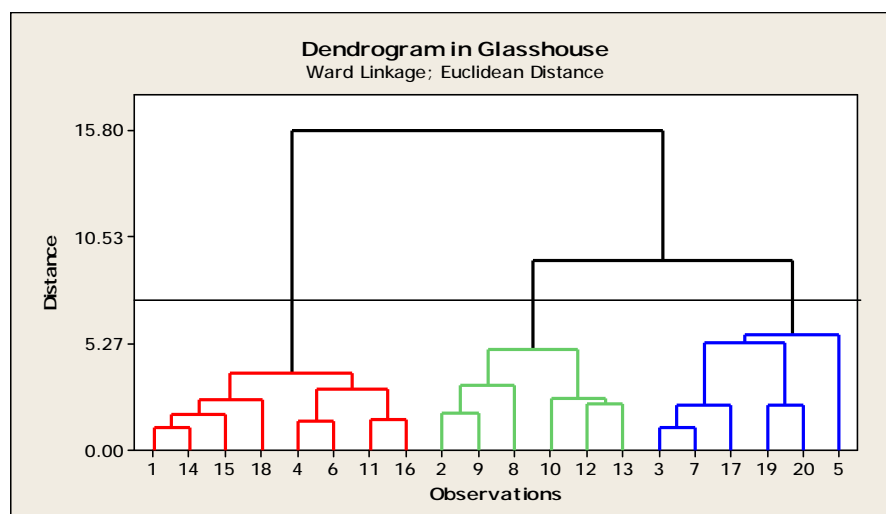
*: نشان دهنده ضریب عاملی معنی‌دار است.

بر اساس بای پلات (شکل 1) ترسیم شده بر مبنای مؤلفه‌های اصلی اول و دوم و تجزیه خوشه‌ای براساس کلیه صفات مورد مطالعه (شکل 2) ژنوتیپ‌های یونجه به 3 گروه تقسیم شدند. شکل 1 نشان داد که ژنوتیپ‌های KFA₆، KFA₁₁، KFA₄، KFA₁₄، KFA₁₆، بمی گرمسیری، KFA₁ و KFA₁₅ در ناحیه‌ای با پتانسیل مطلوب و حساسیت پایین به شوری قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های KFA₇، KFA₃، KFA₅، KFA₁₇، نیک شهری گرمسیری و یزدی گرمسیری در ناحیه‌ای با پتانسیل نامطلوب و حساسیت بالا به شوری قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های KFA₁₀، KFA₁₂، KFA₂، KFA₁₃، KFA₉ و KFA₈ در ناحیه‌ای با پتانسیل مطلوب در شرایط تنش و نامطلوب در شرایط نرمال قرار گرفتند و از نظر دسته‌بندی بین دو گروه فوق می‌باشند. ژنوتیپ‌های KFA₃ و KFA₁₇ کمترین طول ریشه و نسبت طول ریشه به طول ساقه، ژنوتیپ KFA₅ کمترین وزن تر گیاه و وزن خشک گیاه، ژنوتیپ KFA₇ کمترین تعداد

برگ در بوته، طول ریشه، طول گیاه، وزن تر گیاه و وزن خشک گیاه، ژنوتیپ یزدی گرمسیری کمترین طول ریشه، نسبت طول ریشه به طول ساقه و نسبت وزن خشک به وزن تر گیاه را به خود اختصاص دادند. بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r=0.97$) بین طول ساقه و طول گیاه به دست آمد. از این رو می‌توان اظهار داشت انتخاب رقم با طول ساقه بالا می‌تواند در افزایش طول گیاه و تعداد برگ و در نتیجه افزایش فتوسنتز مفید باشد. یارنیا و همکاران (10) در بررسی ضرایب همبستگی گیاه یونجه مشاهده کرد که در شوری 200 میلی‌مولار ارتفاع گیاه با وزن خشک اندام‌های هوایی، نسبت ریشه به اندام هوایی و وزن ساقه همبستگی وجود دارد و هر چه ارتفاع گیاه بیشتر باشد، وزن خشک اندام‌های هوایی و وزن ساقه افزایش پیدا می‌کنند در حالی که نسبت ریشه به ساقه کاهش پیدا می‌کند.



شکل 1- نمودار بای پلات ژنوتیپ‌های یونجه در شرایط تنش شوری بر اساس مؤلفه‌های اول و دوم



شکل 2- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای 20 ژنوتیپ یونجه در شرایط تنش شوری بر اساس 8 صفت مورد مطالعه

نتیجه گیری

با توجه به نتایج آزمایش حاضر ژنوتیپ‌های KFA₁ و KFA₇ با منشأ رهنانی به ترتیب به عنوان متحمل‌ترین و حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها در بین 20 رقم مورد بررسی به تنش شوری شناسایی شدند. با وجود این نتایج تحقیقات گلخانه‌ای به تنهایی برای معرفی یونجه متحمل به شوری کافی نمی‌باشد و لازم است ادامه این تحقیق در شرایط خاک شور و یا آب شور در مناطق مختلف مورد بررسی قرار گیرند و در برنامه‌های اصلاحی آینده برای تحمل به شوری استفاده از ارقام کلاستر 1 مورد توجه قرار گیرد.

منابع

1. پذیرا، ا. ل. و همایی، م. 1382. گسترش و آبادانی ایران تحت تأثیر منابع شور. صرفه‌جویی در آب کشاورزی و استفاده پایدار از آب و منابع زمین. 280 صفحه
2. حاجبی، ع. و حیدری شریف آباد، ح. 1386. تأثیر تنش خشکی بر رشد و گره‌زایی سه گونه یونجه. فصلنامه پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، 3(20): 103-94.
3. خالص‌رو، ش. و آقاعلیخانی، م. 1386. اثر تنش شوری و کم آبی بر جوانه‌زنی بذور سورگوم علوفه‌ای و ارزن مرواریدی. فصلنامه پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، 3(20): 163-153.
4. رحمانی، ا. و حاج رسولی‌ها، ش. 1382. بررسی تنش شوری بر رشد رویشی توده‌ها و ارقام یونجه. فصلنامه پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. 1(10): 74-57.
5. زمانیان، م.، وکیل، ر. و میرزاپور، م. ه. 1383. مقایسه عملکرد پنج رقم یونجه در شرایط شور. مجله علوم خاک و آب. 11(1): 1-11.
6. سبحانی، ا. و آخوندی میبیدی، ه. 1379. بررسی تحمل به شوری ارقام یونجه مناطق گرمسیری در شرایط آزمایشگاهی. چکیده مقالات ششمین کنگره علوم و اصلاح نباتات ایران، بابلسر. ایران.
7. شکاری، ف. 1372. مقاومت به شوری در مرحله رشد رویشی تعدادی از گیاهان زراعی و مرتعی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه تبریز. 150 صفحه.
8. فرشادفر، م.، فارغی، ش.، فرشادفر، ع. و جعفری، ع. ا. 1387. ارزیابی تنوع ژنتیکی یونجه (*Medicago sativa* L.) با استفاده از شاخص‌های ریخت‌شناسی و شیمیایی. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، 16(1): 1-13.
9. فلاحتی عنبران، م.، حبشی، ع.، اصفهانی، م.، محمدی، ا. و قره یاضی، ب. 1385. بررسی تنوع ژنتیکی و روابط خویشاوندی یونجه‌های یکساله دیپلوئید و تتراپلوئید با استفاده از نشانگرهای ریزوماهواره. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، 36(4): 358-349.
10. یارنیا، م.، حیدری شریف آباد، ح. و رحیم‌زاده‌خویی، ف. 1384. تأثیر کربنات کلسیم بر مقاومت به شوری ارقام یونجه. مجله دانش نوین کشاورزی، 3(2): 21-9.

11. **Bhardwaj, Sharma, S. H. N. K., Srivastava, P. K. and Shukla, G. 2010.** Salt tolerance assessment in alfalfa (*Medicago sativa* L.) ecotypes. Botany Research Journal, 3:1-6.
12. **FAO.2000.** Extent and causes of salt-affected soils in participating countries. Available on URL:<http://www.fao.org/ag/AGL/agll/spuch/topic4.htm>.
13. **Homaee, M., Feddes, R. A. and Dirksen, C. 2002.** A macroscopic water extraction model for non uniform transient salinity and water stresses. American Journal of Soil Science Society, 66: 1764-1772.
14. **Kingsbury, R. W. and Epestein, E. 1986.** Salt sensitivity in wheat. Plant Physiology, 80: 651-654.
15. **Musial, J. M., Basford K. E. and Girwin, J. A. 2002.** Analysis of genetic diversity within Australian Lucerne cultivars and implication for future genetic improvement. Australian Journal of Agricultural Research, 53(6): 629-636.
16. **Peng, L. Z., Gong, L. S. and Qing, C. Y. 2007.** A novel statistical method for assessing SSR variation in autotetraploid alfalfa (*Medicago sativa* L.). Genetic Molecular Biology, 30: 385-391.