دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی صفات مورفولوژی لاین‌های دابل هاپلوئید جو تحت شرایط کشت هیدروپونیک

حسن مسلمی[۱]، محمود سلوکی[۲] و براتعلی فاخری[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه زابل، (نویسنده مسوول: moslemi.hasan@yahoo.com)
۲- دانشیار، دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۹۳/۶/۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۲۱

چکیده

در سال ۱۳۹۲، در دانشگاه زابل، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار در محیط کشت هیدروپونیک انجام شد و طی آن ۷۲ لاین دابل هاپلوئید جو به همراه دو والد مورد مطالعه قرار گرفتند. صفات مورد مطالعه شامل صفات وزن تر و خشک ریشه و بخش هوایی و نسبت آن‌ها، طول ریشه و ساقه و نسبت آن‌ها، طول بلندترین برگ، طول کل گیاه، تراکم کلروفیل و میزان آب نسبی برگ (RWC) بوده است. تجزیه‌های آماری برای بررسی‌های فنوتیپی صفات شامل تجزیه واریانس، مقایسه میانگین، محاسبه هم‌بستگی‌های فنوتیپی بین صفات، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه مؤلفه‌های اصلی و تجزیه عامل‌ها انجام گرفت. تفاوت بین لاین‌ها برای کلیه صفات - به‌جز میزان آب نسبی برگ- معنی‌دار بود. پس از مقایسه میانگین صفات، ۹ لاین (٤، ٥، ۳۰، ۳۳، ۳٦، ۳۹، ٤۹، ٦۷ و ۷۲) در کلاس A قرار گرفتند. حداکثر هم‌بستگی بین صفت طول ریشه با طول کل گیاه (۰/۹۲۵) مشاهده شد. در گروه‌بندی لاین‌ها با استفاده از تجزیه کلاستر، ۷ گروه شناخته شد و در تجزیه به مولفه‌های اصلی ٤ مولفه در مجموع ٦۲ درصد از تنوع توجیه و نتایج تجزیه به عامل‌های چندین عامل پنهانی استخراج گردیده که بیش از ۷۱ درصد از واریانس کل توجیه شده است.

واژه‌های کلیدی: جو، محیط کشت هیدروپونیک، هم‌بستگی، تجزیه به مولفه‌های اصلی، تجزیه به عامل‌ها

مقدمه

غلات یکی از مهم‌ترین منابع تولید مواد غذایی بشر است. جو از خانواده غلات (*Poaceae*) و از مهم‌ترین منابع تولید مواد غذایی بشر است. جو هم در تغذیه انسان (سوپ جو، آرد جو و نان جو) و هم در تغذیه دام (علوفه) مورد استفاده قرار می‌گیرد و عمده‌ترین موارد مصرف جو در تغذیه دام است (۴). جو به صورت مواد غذایی مالت دار نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد که با توجه به خواص و اهمیت غذایی مالت و فرآورده‌های حاصل از آن در پزشکی، صنایع داروسازی، شیرینی‌پزی، نانوایی، صنعت نوشیدنی و نیز تهیه انواع الکل و غیره حائز اهمیت است (۱۳).

کشت هیدروپونیک شیوه کشت بدون خاک می‌باشد. پایه و اساس کشت هیدروپونیک عبارت است از: تغذیه گیاه در محلولی که کلیه عناصر غذایی لازم و اساسی گیاه در آن وجود دارد. به دلیل استفاده نکردن از خاک در این نوع کشت، استفاده از محلول‌های غذایی مناسب برای کشت اهمیت ویژه‌ای دارد، همچنین سایر شرایط محیطی اعم از نور، دما، pH، تهویه و ظروف کشت نیز در رشد گیاه مؤثر است. همچنین یکی از مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در این کشت، استفاده از محلول غذایی مناسب برای تأمین عناصر و مواد مورد نیاز گیاه می‌باشد. برای تهیه این محلول می‌توان از فرمول‌های مختلف غذایی استفاده کرد. بنابراین آگاهی از خواص و آثار عناصر مختلف بر رشد گیاه، ضرورت دارد (۱۲). در این نوع کشت مهم‌ترین اندام گیاهی ریشه آن می‌باشد که مهم‌ترین قسمت نیز هست که در جذب مواد مورد نیاز گیاه نقش دارد (۳).

تجزیه و تحلیل‌های چند متغیره ابزاری کارآمد محسوب می‌شود که در برآورد تنوع ژنتیکی، تعیین سهم هر صفت از تنوع کل، طبقه‌بندی جوامع بیولوژیک و شناخت فاکتورهای موثر در تعیین ژنتیکی به کار می‌روند. از روش‌های چند متغیره، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مولفه‌های اصلی و تجزیه به عامل‌ها به وفور برای برآورد تنوع ژنتیکی استفاده می‌شود. تجزیه خوشه‌ای روشی آماری است که مشاهدات را بر اساس شباهت میان یک یا چند متغیر دسته‌بندی می‌کند و در کشاورزی به طور گسترده‌ای برای تشریح تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی جوامع و کاهش داده‌ها به‌کار می‌رود (۱). کرونبرگ و همکاران (۶) استفاده از برخی روش‌های تجزیه چند متغیره مانند تجزیه به مولفه‌های اصلی به همراه تجزیه کلاستر را به منظور تفکیک ژنوتیپ‌ها در دسته‌های محدود- که قابل دست‌ورزی باشند-، مفید دانسته‌اند.

سجادیان (۱۰) برخی صفات مرتبط با کیفیت دانه جو را در ۷۲ لاین دابل هاپلوئید جو به همراه والدین آن‌ها مورد بررسی‌های آماری قرار داده است، نتایج نشان داد که بین لاین‌های مورد بررسی در اغلب صفات اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌داری وجود داشته و بیشترین هم‌بستگی بین صفت قدرت دیاستاتیک با آنزیم آلفاآمیلاز مشاهده شد. سراجی (۱۱) در مطالعه‌ای ۱۶۷ اینبرد لاین نوترکیب گندم حاصل از تلاقی Seri M82 و Babax به همراه دو والد را تحت شرایط بدون تنش و تنش شوری در محیط کشت هیدروپونیک مطالعه کرد و برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک را اندازه‌گیری کرده و با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره را مورد بررسی قرار داد. این مطالعه به منظور بررسی و مقایسه تنوع

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.8.18.152]

صفات مورفولوژی لاین‌های مورد مطالعه جو در شرایط کشت هیدروپونیک انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایشی بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار در شرایط کشت هیدروپونیک در آزمایشگاه دانشگاه زابل در سال ۱۳۹۲ انجام شد و ۷۲ لاین دابل هاپلوئید جو (لاین‌های شماره ۱ تا ۷۲) به همراه والدین آن‌ها (استپتوئه و مورکس با شماره‌های ۷۳ و ۷۴) مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور جوانه‌دار کردن بذرها، ابتدا بذرها پس از شست و شوی اولیه به مدت ۲۴ ساعت درون لیوان خیسانده شده و سپس در کاغذ کروماتوگرافی کشت شدند. پس از سبز شدن، گیاهچه‌ها به محیط کشت هیدروپونیک محتوی محلول غذایی هوگلندِ تغییرِ یافته (جدول ۱) انتقال یافتند. دو هفته بعد از انتقال به محیط کشت هوگلند، برخی صفات مورفولوژی یادداشت برداری شدند (شکل ۱). صفات مورد بررسی در این مطالعه، شامل: وزن تر و خشک ریشه (گرم) ، وزن تر و خشک بخش هوایی (گرم) و نسبت آن‌ها، طول ریشه و ساقه (سانتی‌متر) و نسبت آن‌ها، طول بلندترین برگ (سانتی‌متر)، طول کل گیاه (سانتی‌متر)، تراکم کلروفیل، میزان رطوبت نسبی برگ (RWC) و ضریب پایداری غشاء بودند. میزان رطوبت نسبی برگ (RWC) و ضریب پایداری غشاء از طریق روابط زیر محاسبه شد (۹):

$$\text{ضریب پایداری غشاء } (\%) = \frac{\text{هدایت الکتریکی اولیه}}{\text{هدایت الکتریکی ثانویه}} \times 100$$

$$RWC = \frac{\text{وزن خشک برگ} - \text{وزن تازه برگ}}{\text{وزن خشک برگ} - \text{وزن آماس برگ}} \times 100$$

تجزیه‌های آماری برای بررسی‌های فنوتیپی صفات شامل تجزیه واریانس (بر مبنای طرح بلوک‌های کامل تصادفی)، مقایسه میانگین (به روش دانکن)، هم‌بستگی صفات، تجزیه کلاستر، تجزیه به مولفه‌های اصلی و تجزیه به عامل‌ها انجام گردید و محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری EXCEL و SAS، SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس ساده صفات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی نشان داده که تفاوت ژنوتیپ‌ها (والدین و لاین‌های مربوطه) در موارد زیر اختلاف معنی‌داری را نشان دادند: برای صفاتی چون تراکم کلروفیل، طول ریشه، نسبت طول ریشه به ساقه، طول برگ، طول کل گیاه، وزن تر ریشه، وزن تر اندام هوایی، نسبت وزن تر ریشه به اندام هوایی، وزن خشک ریشه و وزن خشک اندام هوایی در سطح احتمال ۱٪ و برای صفات، طول ساقه و نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی و ضریب پایداری غشاء در سطح احتمال ۵٪ (جدول ۲).



شکل ۱- کشت بذرهای جو در درون کاغذ کروماتوگرافی و انتقال به محیط کشت هیدروپونیک

Fig 1. Planting of barley seeds in chromatography paper and transfer of plantlets on hydroponic condition

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.8.18.152]

جدول ۱- ترکیب محیط غذایی محلول هوگلند تغییر یافته برای کشت هیدروپونیک

Table 1. The combination of a modified Hoagland solution for hydroponic condition

مقدار مورد نیاز برای یک لیتر محلول	حجم نهایی محلول	مقدار موردنیاز برای تهیه محلول ذخیره‌ای(gr) (20X)	مقدار مورد نیاز برای محیط غذایی (1X) (gr/L)	وزن مولکولی	عناصر ماکرو
۲۵ mL	۵۰۰ mL	۶/۰۶	۰/۳۰۳۳	۱۰۱/۱۰	KNO_3
		۹/۴۵	۰/۴۷۲۳	۲۳۶/۱۶	$Ca(NO_3)_2.4H_2O$
		۲/۳	۰/۱۱۵	۱۱۵/۰۸	$NH_4H_2PO_4$
		۲/۴۶	۰/۱۲۳۲	۲۴۶/۴۸	$MgSO_4.7H_2O$
مقدار مورد نیاز برای محلول	حجم نهایی محلول	محلول ذخیره ای (1000X) (gr)	مقدار مورد نیاز برای محیط غذایی (gr/L) (1X)	وزن مولکولی	عناصر میکرو
۱ mL	۱۰۰۰ mL	۳/۷۲۸	۰/۰۰۳۷۳	۷۴/۵۵	KCl
		۱/۵۴۶	۰/۰۰۱۵۵	۶۱/۸۳	H_3BO_3
		۰/۳۴	۰/۰۰۰۳۴	۱۶۹/۰۱	$MnSO_4.H_2O$
		۰/۵۸	۰/۰۰۰۵۸	۲۸۷/۵۴	$ZnSO_4.7H_2O$
		۰/۱۲۴	۰/۰۰۰۱۲۴	۲۴۹/۶۸	$CuSO_4.5H_2O$
		۰/۰۸	۰/۰۰۰۰۸	۱۶۱/۹۷	$H_2MoO_4(85\%MoO_3)$
مقدار مورد نیاز برای محلول	حجم نهایی محلول	محلول ذخیره‌ای(gr) (100X)	مقدار مورد نیاز برای محیط غذایی(1X) (gr/L)	وزن مولکولی	ترکیب آهن
۲/۵mL	۲۵۰ mL	۶	۰/۰۶	۵۵۸/۵۰	NaFeDTPA(10%Fe)یا $C_{10}H_{12}FeN_2NaO_8.3H_2O$
مقدار مورد نیاز برای محلول	حجم نهایی محلول	محلول ذخیره‌ای(gr)	مقدار مورد نیاز برای محیط غذایی(1X) (gr/L)	وزن مولکولی	اختیاری
–	–	–	۰/۵۲۵۷	۲۶۲/۸۶	$NiSO_4.6H_2O$
–	–	–	۰/۲۸۴۲	۲۸۴/۲۰	$Na_2.SiO_3.9H_2O$

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در ۷۲ لاین و ۲ والد جو در شرایط کشت هیدروپونیک

Table 2. The results of analysis of variance for studied traits in 72 barley lines with two parents in hydroponic condition

		میانگین مربعات (MS)												
منابع تغییرات	درجه آزادی	تراکم کلروفیل	طول ریشه	طول ساقه	طول ریشه/ ساقه	طول برگ	طول کل گیاه	وزن تر ریشه	وزن تر اندام هوایی	وزن تر ریشه/ اندام هوایی	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه/ اندام هوایی	ضریب پایداری غشاء	درصد رطوبت نسبی
تکرار	۱	۲۰/۳**	۳/۶۳^{ns}	۴/۲۵*	۰/۱۹۶*	۰/۴۹^{ns}	<۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۴**	<۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۴۲**	۰/۰۱**	<۰/۰۰۱^{ns}	<۰/۰۰۱^{ns}	۱۱۴۴*	۱/۱۶^{ns}
تیمار	۷۳	۱/۵۲**	۳۶/۴**	۱/۵۶*	۰/۰۹۱**	۱۴/۶۱**	۹/۸۰**	<۰/۰۰۱**	۰/۰۰۵۴**	۰/۰۰۶۹**	<۰/۰۰۱**	<۰/۰۰۱**	۰/۰۱۴*	۲۵۶*	۹۰/۸^{ns}
اشتباه	۷۳	۰/۸۴	۲/۶۶	۸/۴۶	۰/۰۴۱	۵/۵۷	۴/۳۸	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۲۹	۰/۰۰۳۸	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۹	۱۹۱/۶	۸۳/۳
CV	-	۳۶/۹	۱۸/۹	۱۲/۰۶	۱۹/۷	۱۱/۰۵	۱۷/۰۸	۱۲/۷	۱۶/۸	۱۴/۰۶	۱۲/۶۷	۱۷/۴۳	۱۸/۲۹	۲۵/۸	۹/۹۴
میانگین	-	۲/۴۹	۸/۶۳	۱/۰۴	۱/۰۳	۲۱/۳۶	۱۲/۲۵	۰/۱۳۹	۰/۳۲	۰/۴۴	۰/۰۲	۰/۰۲۳	۰/۵۱	۵۳/۷	۹۱/۸

ns ،* و **: به‌ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ ، اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.8.18.152]

در بین صفات مورد بررسی میزان رطوبت نسبی برگ نیز اختلاف معنی‌دار نشان نداد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، والد ۷۳ برای صفت ضریب پایداری غشاء (۷۶/۷۴ درصد)، والد ۷۴ برای صفات وزن خشک ریشه (۰/۰۲۹ گرم) و وزن خشک اندام هوایی (۰/۰۳۵ گرم) در کلاس A قرار گرفتند. در بین لاین‌های مورد بررسی، لاین‌های زیر بیشترین مقدار را داشتند: لاین ۳۳ برای صفات طول برگ (۲۷/۷۲ سانتی‌متر) و وزن تر اندام هوایی (۰/۴۳۸ گرم)، لاین ۷۲ برای تراکم کلروفیل (۴/۵۵) و نسبت طول ریشه به ساقه (۱/۶۱)، لاین ۴۹ برای طول ریشه (۱۲/۳۵ سانتی‌متر) و طول کل گیاه (۲۲/۰۷ سانتی‌متر)، لاین ۴ برای طول ساقه (۱۰/۴۵ سانتی‌متر)، لاین ۵ برای وزن تر ریشه (۰/۱۸۴ گرم)، لاین ۶۷ برای نسبت وزن تر ریشه به اندام هوایی (۰/۵۸۶)، لاین ۳۰ برای نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی (۰/۹۰۱) و لاین ۳۶ و ۳۹ برای ضریب پایداری غشاء (۶۸ درصد) (جدول نتایج مقایسه میانگین ارائه نشده است).

نتایج ضرایب هم‌بستگی ساده بین صفات نشان می‌دهد که هم‌بستگی بین برخی صفات مورد مطالعه در سطح کمتر از یک درصد و پنج درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۳). بین اکثر صفات هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد که بیشترین مقدار هم‌بستگی مثبت را به صورت زیر نشان می دهد: صفت طول ریشه با طول کل گیاه (۰/۹۲۵) و نسبت طول ریشه به ساقه (۰/۸۴)، وزن تر اندام هوایی با وزن خشک اندام هوایی (۰/۷۹۴)، وزن تر ریشه با وزن خشک ریشه (۰/۷۲۵) و طول برگ با وزن تر اندام هوایی (۰/۷۱۷) و بیشترین هم‌بستگی منفی را صفات وزن خشک اندام هوایی با نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی (۰/۶۲۸-) و وزن تر اندام هوایی با نسبت وزن تر ریشه به اندام هوایی (۰/۵۸۲-). ضریب پایداری غشاء فقط با صفت وزن تر ریشه به اندام هوایی هم‌بستگی منفی و معنی‌دار در سطح ۵ درصد (۰/۲۳۶-) نشان داد و صفت درصد رطوبت نسبی برگ با هیچ کدام از صفات، هم‌بستگی معنی‌داری را نشان نداده است. در مطالعه سراجی (۱۱) نتایج تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری را بین لاین‌ها برای اکثر صفات مورد بررسی نشان داد و نیز بیشترین مقدار هم‌بستگی مثبت بین وزن تر بخش هوایی با وزن خشک بخش هوایی (۰/۹۴) مشاهده شد.

تجزیه خوشه‌ای برای گروه‌بندی افراد یا ژنوتیپ‌ها به‌کار می‌رود. در این تحقیق تجزیه خوشه‌ای بر اساس میانگین صفات داده‌های اصلی برای تمامی صفات انجام گردید که نتایج آن‌ها به صورت دندروگرام (Dandrogram) نشان داده شده است که محور افقی نشان‌دهنده فاصله اقلیدسی بین افراد است (شکل ۲). دندروگرام مربوط به کلیه صفات اندازه‌گیری شده، نشان داد که کلیه لاین‌های مورد بررسی در ۷ خوشه قرار گرفتند: خوشه اول شامل ۴۹ لاین و خوشه‌های بعدی به‌ترتیب شامل ۱۴ لاین (۱، ۳، ۳۷، ۳۹، ۴۴، ۴۶، ۵۰، ۵۳، ۵۷، ۵۸، ۶۰، ۶۸، ۶۹ و ۷۱)، ۴ لاین (۳۶، ۴۰، ۷۲ و ۷۳)، ۳ لاین (۶، ۱۰ و ۱۹)، ۲ لاین (۵۱ و ۵۲) و خوشه‌های ۶ و ۷ هر کدام شامل ۱ لاین (به‌ترتیب ۲۳ و ۴۹). نتایج حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که چهار مولفه مقدار بیشتر از یک داشته و در مجموع حدود ۶۲ درصد تنوع کل موجود بین داده‌ها را توجیه کردند (جدول ۴). هریک از این مولفه‌ها ترکیب خطی از ۱۴ متغیر اولیه بوده و در برگیرنده واریانس آن‌ها نیز می‌باشد. از این رو تنوع موجود در ارقام مورد ارزیابی از نظر ۱۴ صفت به راحتی با تعداد کمی از مولفه‌های جدید-که با همدیگر هم‌بستگی ندارند-، قابل توجیه می‌باشد. سهم هر کدام از چهار مولفه اول به‌ترتیب حدود ۱۸، ۱۷، ۱۴ و ۱۲ درصد بوده و مجموعاً ۶۲ درصد از تنوع موجود در داده‌های اولیه را توجیه نموده است. صفات وزن خشک اندام هوایی، نسبت وزن خشک ریشه به ساقه، ضریب پایداری غشاء، طول ساقه، طول ریشه و نسبت طول ریشه به طول ساقه از اجزای اصلی مولفه اول هستند، به این ترتیب، از نظر این صفات این مولفه قادر است گروه‌بندی خوبی بین لاین‌ها ایجاد نماید. مولفه دوم بیشتر ناشی از صفات وزن تر اندام هوایی، وزن تر ریشه و نسبت وزن تر ریشه به ساقه بود. بدین ترتیب تفکیک لاین‌ها از نظر این صفات عملی است. طول برگ، طول ریشه، وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی و درصد رطوبت نسبی از مهم‌ترین اجزای مولفه سوم هستند و این مولفه نیز در گروه‌بندی ارقام از نظر صفات نامبرده می‌تواند مفید باشد. مولفه چهارم ناشی از طول کل گیاه، طول ریشه به ساقه، و تراکم کلروفیل بوده است. در مطالعه سراجی (۱۱) روی ۱۶۷ اینبرد لاین گندم در شرایط نرمال و شوری، نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که ۵ مولفه بیش از ۶۶ درصد از تغییرات را برای شرایط نرمال و برای شرایط شوری ۷ مولفه ۷۷/۱ درصد از تغییرات را توجیه کرد. با توجه به نتایج هم‌بستگی برای چهار مؤلفه اصلی روی صفات مورد مطالعه، از آن‌جایی که سه مؤلفه اول حدود ۵۰ درصد از تنوع کل را توجیه نمود لذا مؤلفه‌های غالب در توجیه تنوع می‌باشند. با توجه به ضرایب این مؤلفه‌ها در تمایز نخستین، دومین و سومین در کل جامعه، صفات وزن خشک ریشه به اندام هوایی (r=-۰/۵۸۵)، ضریب پایداری غشاء (r=۰/۵۸۲)، طول ریشه به ساقه (r=۰/۵۶۳)، طول ساقه (r=۰/۵۲۳) و وزن خشک اندام هوایی (r=-۰/۵۱۱) سهم عمده‌ای را در تنوع نخستین و صفات وزن تر اندام هوایی (r=۰/۷۰۳) و وزن تر ریشه به اندام هوایی (r=-۰/۶۸۱)، سهم قابل توجهی را در تنوع دومین و صفت وزن تر ریشه (r=۰/۵۰۸)، طول برگ (r=۰/۴۹۸) و وزن خشک ریشه (r=۰/۴۹۲) و سهم عمده‌ای را در تنوع سومین دارا می‌باشند (جدول ۵).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.8.18.152]

جدول ۳- نتایج ضریب هم‌بستگی بین صفات مورد مطالعه در ۷۲ لاین و ۲ والد جو در شرایط کشت هیدروپونیک

Table 3. The results of correlation coefficient between studied traits in 72 barley lines with two parents in hydroponic condition

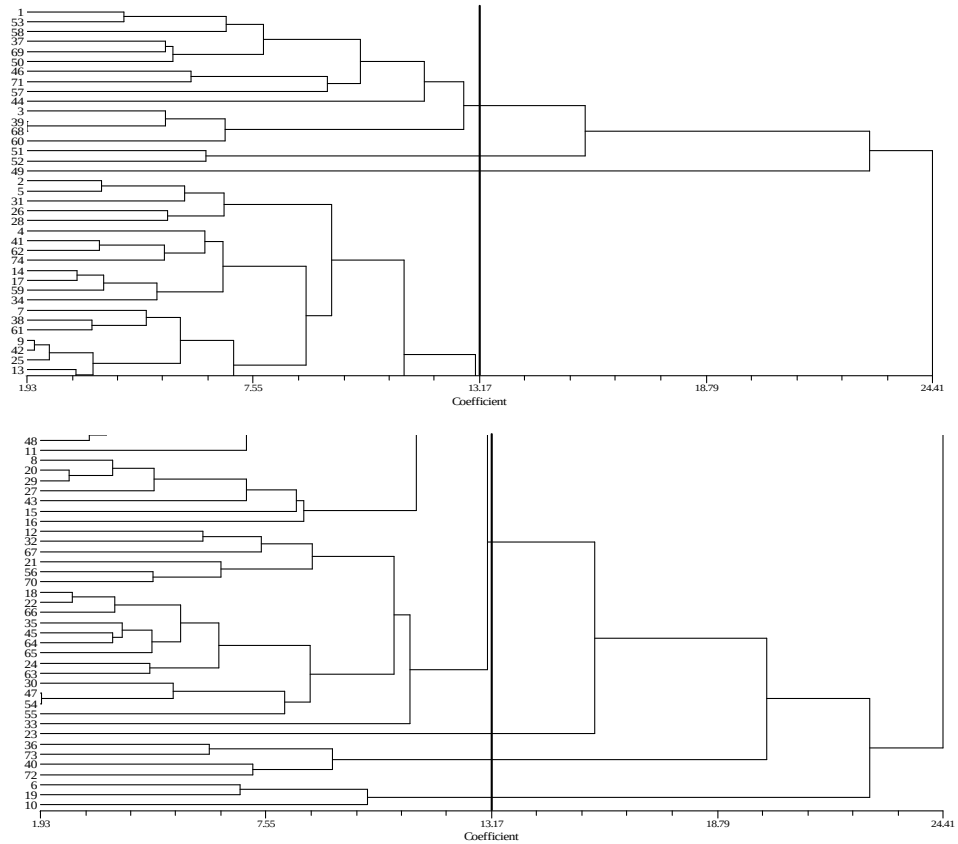
صفت	تراکم کلروفیل	طول ریشه	طول ساقه	طول ریشه/ ساقه	طول برگ	طول کل گیاه	وزن تر ریشه	وزن تر اندام هوایی	وزن تر ریشه/ اندام هوایی	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه/ اندام هوایی	درصد ضریب پایداری غشاء	درصد رطوبت نسبی
تراکم کلروفیل	۱													
طول ریشه	۰/۰۰۴	۱												
طول ساقه	۰/۰۷۵	۰/۳۰۲**	۱											
طول ساقه/ ریشه	-۰/۰۱۱	۰/۸۴**	-۰/۲۴۹*	۱										
طول برگ	۰/۰۰۵	۰/۳۱۵**	۰/۴۳۷**	۰/۰۷۱	۱									
طول کل گیاه	۰/۰۳۳	۰/۹۲۵**	۰/۶۴۳**	۰/۵۷۶**	۰/۴۲۸**	۱								
وزن تر ریشه	-۰/۰۵	۰/۵**	۰/۳۳۵**	۰/۳۰۴**	۰/۳۹۷**	۰/۵۳۶**	۱							
وزن تر اندام هوایی	۰/۲۱	۰/۴۹۷**	۰/۶۱۹**	۰/۱۴۹	۰/۷۱۷**	۰/۶۴۷**	۰/۵۹۳**	۱						
وزن تر ریشه/ اندام هوایی	-۰/۳۰۶**	-۰/۰۶	-۳۷۳**	۰/۱۴۵	-۴۳۶**	-۰/۱۹۷	۰/۲۸۶*	-۰/۵۸۲**	۱					
وزن خشک ریشه	۰/۰۴۳	۰/۴۰۳**	۰/۲۶۹*	۰/۲۴۷*	۰/۲۳**	۰/۴۳۱**	۰/۷۲۵**	۰/۴۵۲**	۰/۱۸۵	۱				
وزن خشک اندام هوایی	۰/۲۲۹*	۰/۴۳۳**	۰/۴۷۹**	۰/۱۵۱	۰/۵۰۳**	۰/۵۳۹**	۰/۵۵۵**	۰/۷۹۴**	-۰/۳۹۱**	۰/۵۸۳**	۱			
وزن خشک ریشه /اندام هوایی	-۰/۲۴*	-۰/۰۶۳	-۳۱۱**	۰/۱۲۸	-۰/۲۴۱*	-۰/۱۷۵	۰/۰۰۴	-۰/۴۷۶**	۰/۶۱۵**	۰/۱۸۹	-۰/۶۲۸**	۱		
ضریب پایداری غشاء	۰/۱	-۰/۰۹۳	-۰/۱۰۸	-۰/۰۱	۰/۰۳۹	-۰/۱۱۹	-۰/۱۰۳	۰/۰۶۸	-۰/۲۳۶*	-۰/۱۱۹	-۰/۰۳۲	-۰/۱۲۴	۱	
درصد رطوبت نسبی	۰/۱۳۲	۰/۰۹۳	۰/۰۹۶	۰/۰۵۳	۰/۰۵۹	-۰/۱۱۳	۰/۰۲۷	۰/۱۰۴	۰/۱	۰/۰۵۷	۰/۰۶۶	-۰/۰۲۹	۰/۱۱۲	۱

*: اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ **: اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.8.18.152]

صفات فوق که بر مبنای سه مؤلفه غالب بیشترین سهم را در ایجاد تنوع داشتند، اساسی‌ترین صفات بوده و در برنامه‌های به‌نژادی نیاز به توجه بیشتری دارند. سجادیان (۱۰) در بررسی ۷۲ لاین دابل هاپلوئید جو با استفاده از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی، نشان داد که سه مولفه حدود ۶۵ درصد تغییرات را توجیه کردند. برای اندازه‌گیری فاکتورهای مشترک بین صفات از تجزیه به عامل‌ها استفاده شد. این روش نیز یکی دیگر از روش‌های کاهش متغیرها به حساب می‌آید، در تجزیه به عامل‌ها ساختاری متشکل از عامل‌های مستقل به دست می‌آید (۵). نتایج تجزیه به عامل‌ها نشان داد، چهار فاکتور مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک داشتند و در مجموع حدود ۷۱ درصد از تغییرات را توجیه کردند. به نحوی که سهم عامل‌های اول تا چهارم به‌ترتیب ۳۱، ۲۱، ۱۱ و ۸ درصد تغییرات کل بود (جدول ۶). بر اساس نتایج حاصله میزان اشتراک برای اکثر صفات بالا بوده است که این امر نشان دهنده مناسب بودن تعداد فاکتورهای انتخابی است و فاکتورهای انتخابی توانسته‌اند، تغییرات صفات را به نحو مطلوب توجیه کنند. برای تفسیر بهتر ضرایب عاملی بزرگ‌تر از ۰/۵ از ضرایب عاملی معنی‌دار در نظر گرفته شد. بزرگ‌ترین ضرایب عاملی در میان ضرایب هر عامل، در حقیقت نشان‌دهنده صفت یا صفاتی است که بیشترین نقش را در آن عامل‌ها دارد. بر اساس متغیر مربوط به آن ضرایب عاملی، می‌توان عامل‌ها را نام‌گذاری کرد. صفاتی که با هم در یک عامل قرار می‌گیرند و دارای بار عاملی یکسانی هستند، با هم هم‌بستگی دارند و علامت بار عاملی مثبت و منفی به‌ترتیب نشان‌دهنده هم‌بستگی مثبت و منفی می‌باشد. صفات وزن تر ریشه، وزن تر اندام هوایی، نسبت وزن تر ریشه به اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی و نسبت طول ریشه به ساقه (به‌ترتیب ۷۳، ۷۶، ۸۴، ۶۹، ۷۶ و ۷۲) در عامل اول بیشترین بار عاملی مثبت را به خود اختصاص دادند. بر این اساس این عامل، عامل وزنی نام‌گذاری شد. در عامل دوم تراکم کلروفیل، طول ساقه و طول برگ (به‌ترتیب ۷۶، ۷۷ و ۹۳) بیشترین بار عاملی مثبت را داشتند که این عامل، عامل نوری نام‌گذاری شد. صفات وزن خشک ریشه و ضریب پایداری غشاء (به‌ترتیب ۷۸ و ۷۷) بیشترین بار عاملی مثبت و طول ریشه (۶۷) بیشترین بار عاملی منفی را در عامل سوم به خود اختصاص دادند و عامل پایداری غشاء نامیده شد. و در عامل چهارم طول کل گیاه و درصد رطوبت نسبی (۶۳ و ۵۶) بیشترین بار عاملی مثبت را داشتند و عامل ظرفیت نگهداری آب از طریق گیاه نام‌گذاری شد. در مطالعه سراجی (۱۱) تجزیه به عامل‌های صفات مورد بررسی، عوامل پنهانی مؤثر بر مقاومت به شوری را مشخص نموده که از آن جمله می‌توان عامل‌های جوانه‌زنی، نوری، ظرفیت نگهداری آب را نام برد. مهرآوران (۷) با انجام تجزیه به عامل‌ها برای صفات مقاومت به خشکی جو در شرایط تنش خشکی، ۶ عامل به‌دست آورد که ۷۵ درصد تغییرات را توجیه کردند.



شکل ۲- دندروگرام کلی حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات مورد مطالعه در ۷۲ لاین و ۲ والد جو

Fig 2. The dandrogram of cluster analysis for studied traits in 72 barley lines with two parents

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.8.18.152]

جدول ۴- نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی صفات مورد مطالعه در ۷۲ لاین و ۲ والد جو در شرایط کشت هیدروپونیک
Table 4. The results of principle component analysis for studied traits in 72 barley lines with two parents in hydroponic condition

صفات	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه چهارم
تراکم کلروفیل	۰/۲۱۷	-۰/۲۵۴	-۰/۲۷۸	-۰/۳۸۴
طول ریشه	۰/۳۰۳	-۰/۲۴۷	-۰/۳۳۳	-۰/۰۸۴
طول ساقه	۰/۳۲۹	-۰/۱۹۳	-۰/۱۷۶	۰/۲۸۶
طول ساقه/طول ریشه	۰/۳۵۴	-۰/۰۷۸	۰/۰۹۹	۰/۳۸۴
طول برگ	۰/۲۷۲	۰/۱۳۶	۰/۳۵۳	۰/۳۴۶
طول کل گیاه	-۰/۱۴۲	-۰/۲۶۰	۰/۲۷۲	-۰/۴۳۰
وزن تر ریشه	۰/۱۸۴	۰/۳۱۶	۰/۳۵۹	-۰/۰۶۲
وزن تر اندام هوایی	۰/۰۸۰	۰/۴۶۰	۰/۱۶۷	-۰/۱۷۰
وزن تر اندام هوایی/ وزن تر ریشه	-۰/۰۶۳	۰/۴۴۶	-۰/۱۷۰	-۰/۱۶۳
وزن خشک ریشه	-۰/۱۸۴	۰/۳۲۱	-۰/۳۴۸	-۰/۰۳۷
وزن خشک اندام هوایی	-۰/۳۲۱	۰/۱۲۲	-۰/۳۲۲	۰/۲۹۶
وزن خشک /اندام هوایی	-۰/۳۶۸	-۰/۰۷۶	-۰/۱۰۰	۰/۳۲۷
ضریب پایداری غشاء	-۰/۳۶۶	-۰/۲۰۴	۰/۱۹۱	۰/۲۱۸
درصد رطوبت نسبی	-۰/۲۸۹	-۰/۲۶۳	۰/۳۳۸	-۰/۰۹۱
مقدار ویژه	۲/۵۳۵	۲/۳۳۷	۱/۹۹۶	۱/۷۲۳
واریانس نسبی	۰/۱۸۱۱	۰/۱۶۶۹	۰/۱۴۲۶	۰/۱۲۳۱
واریانس تجمعی	۰/۱۸۱۱	۰/۳۴۸۱	۰/۴۹۰۷	۰/۶۱۳۸

جدول ۵- هم‌بستگی برای چهار مؤلفه اصلی صفات مورد مطالعه در ۷۲ لاین و ۲ والد جو در شرایط کشت هیدروپونیک
Table 5. The correlation for 4 principle component of studied traits in 72 barley lines with two parents in hydroponic condition

صفات	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه چهارم
تراکم کلروفیل	۰/۳۴۶*	-۰/۳۸۸*	-۰/۳۹۳*	-۰/۵۰۴**
طول ریشه	۰/۴۸۲**	-۰/۳۷۸**	-۰/۴۷۱**	-۰/۱۱۱
طول ساقه	۰/۵۲۳**	-۰/۲۹۶**	-۰/۲۴۹*	۰/۳۷۵**
طول ساقه/طول ریشه	۰/۵۶۳**	-۰/۱۱۹	۰/۱۴۰	۰/۵۰۴**
طول برگ	۰/۴۳۴**	۰/۲۰۸	۰/۴۹۸**	۰/۴۵۴**
طول کل گیاه	-۰/۲۲۶*	-۰/۳۹۷**	۰/۳۸۵**	-۰/۵۶۴**
وزن تر ریشه	۰/۲۹۳*	۰/۴۸۳**	۰/۵۰۸**	-۰/۰۸۱
وزن تر اندام هوایی	۰/۱۲۷	۰/۷۰۳**	۰/۲۳۶*	-۰/۲۲۴*
وزن تر اندام هوایی/ وزن تر ریشه	-۰/۱۰۱	۰/۶۸۱**	-۰/۲۴۰*	-۰/۲۱۴
وزن خشک ریشه	-۰/۲۹۳*	۰/۴۹۱**	-۰/۴۹۲**	-۰/۰۴۹
وزن خشک اندام هوایی	-۰/۵۱۱**	۰/۱۸۶	-۰/۴۵۵**	۰/۳۸۹**
وزن خشک /اندام هوایی	-۰/۵۸۵**	-۰/۱۱۷	-۰/۱۴۲	۰/۴۲۹**
ضریب پایداری غشاء	-۰/۵۸۲**	-۰/۳۱۱**	۰/۲۷۰*	۰/۲۸۶*
درصد رطوبت نسبی	-۰/۴۶۱**	-۰/۴۰۲**	۰/۴۷۸**	-۰/۱۲۰

*و** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات نشان داده که برای اغلب صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود داشت به طوری که این نتایج حاکی از وجود اختلاف و تنوع کافی در بین لاین‌های مورد مطالعه می‌باشد. با توجه به تنوع موجود برای اغلب صفات استنباط می‌شود که انتخاب برای بهبود آن ها می‌تواند موثر باشد. البته بازدهی انتخاب تا حدود زیادی بستگی به توارث‌پذیری صفات دارد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، از بین ۷۲ لاین مورد بررسی ۹ لاین (۴، ۵، ۳۰، ۳۳، ۳۶، ۳۹، ۴۹، ۶۷ و ۷۲) برای صفات مختلف در کلاس A قرار گرفتند. همچنین نتایج ضرایب هم‌بستگی ساده بین صفات نشان می‌دهد، بین اکثر صفات هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد که بیشترین مقدار هم‌بستگی مثبت را صفت طول ریشه با طول کل گیاه (۰/۹۲۵) و بیشترین هم‌بستگی منفی را صفت وزن خشک اندام هوایی با نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی (۰/۶۲۸-) نشان دادند. به منظور برنامه‌ریزی برای انتخاب بهتر در برنامه‌های اصلاحی، توجه به هم‌بستگی‌های بین صفات از اهمیت زیادی برخوردار است زیرا در مواردی که صفتی در یک گیاه وراثت‌پذیری پایینی دارد، می‌توان از صفاتی با وراثت‌پذیری بالاتر و همبسته با آن صفت، به صورت معیاری غیرمستقیم در گزینش استفاده نمود (۲). نتایج حاصل از تجزیه کلاستر نشان داد که کلیه لاین‌های مورد بررسی در ۷ کلاستر قرار گرفتند. کلاستر اول شامل ۴۹ لاین (۶۶ درصد از کل لاین‌ها) و کلاسترهای بعدی به‌ترتیب شامل ۱۴ لاین (۱۹ درصد)، ۴ لاین (۵/۴ درصد)، ۳ لاین (۴ درصد)، ۲ لاین (۲/۷ درصد) و کلاسترهای ۶ و ۷ هر کدام شامل ۱ لاین (۱/۳ درصد) می‌باشد. در پروژه‌های اصلاحی هر چه فاصله ژنتیکی والدین بیشتر باشد، در نسل‌های تفکیک بعد از دورگ‌گیری نیز تنوع بیشتری ایجاد می‌شود. همچنین تلاقی بین اینبرد لاین‌های دور نتایج مطلوب تری را در بر

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOI: 10.29252/jcb.8.18.152]

خواهد داشت و نتاج حاصل دارای هتروزیس بیشتری نسبت به دو ژنوتیپی هستند که در یک خوشه قرار دارند. بدین ترتیب امکان جمع‌آوری ژن‌های مطلوب‌تر در نتاج فراهم می‌شود (۸). نتایج حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که چهار مولفه اول در مجموع حدود ۶۲ درصد تنوع کل موجود بین داده‌ها را توجیه کرده، با توجه به اینکه صفات وزن خشک ریشه به اندام هوایی (r=-۰/۵۸۵)، ضریب پایداری غشاء (r=۰/۵۸۲)، طول ریشه به ساقه (r=۰/۵۶۳)، طول ساقه (r=۰/۵۲۳)، وزن خشک اندام هوایی (r=-۰/۵۱۱) وزن تر اندام هوایی (r=۰/۷۰۳) و وزن تر ریشه به اندام هوایی (r=-۰/۶۸۱)، صفت وزن تر ریشه (r=۰/۵۰۸)، طول برگ (r=۰/۴۹۸) و وزن خشک ریشه (r=۰/۴۹۲) سهم عمده‌ای را در تنوع نخستین، دومین و سومین دارند، به نظر می رسد استفاده از مولفه‌های اول، دوم و سوم برای تفکیک لاین‌های دارای رشد رویشی بهتر از نظر طول و وزن گیاه می‌تواند مفید باشد. با توجه به نتایج تجزیه به عامل‌ها، چهار فاکتور اول در مجموع حدود ۷۱ درصد از تغییرات را توجیه کرده و بر اساس نتایج، این چهار عامل به‌ترتیب عامل وزنی، عامل نوری، عامل پایداری غشاء و عامل ظرفیت نگهداری آب از طریق گیاه نام‌گذاری شدند. در تجزیه به عامل‌ها علاوه بر دسته‌بندی صفات، ترتیب و اهمیت- هرچند تفسیر بیولوژیکی عوامل استخراج شده تا حد قابل ملاحظه‌ای به ژنوتیپ‌های مورد بررسی و صفاتی که اندازه‌گیری شدند، بستگی دارد-، هریک از آن ها در نتیجه کلی داده‌ها مشخص گردید.

در این آزمایش ۷۲ لاین به همراه دو والد مورد بررسی قرار گرفت و از لحاظ تنوع ژنتیکی تفاوت‌های قابل توجهی در صفات مورد بررسی مشاهده شد که این نتایج می‌تواند در برنامه‌های آتی اصلاحی جو، به انتخاب و غربال سریع مواد اصلاحی در مراحل اولیه رشد منجر شود.

جدول ۶- نتایج تجزیه عاملی صفات مورد مطالعه در ۷۲ لاین و ۲ والد جو در شرایط کشت هیدروپونیک

Table 6. The results of factor analysis between studied traits in 72 barley lines with two parents in hydroponic condition

صفت	میزان اشتراک	۱	۲	۳	۴
تراکم کلروفیل	۰/۶۹	-۰/۰۷۵۱	۰/۷۵۷۹	۰/۱۲۷۷	-۰/۳۰۲۵
طول ریشه	۰/۶۱	-۰/۰۵۱۷	۰/۱۳۳۹	-۰/۶۷۷۶	-۰/۳۶۶۸
طول ساقه	۰/۸۳	۰/۴۳۸۶	۰/۷۷۵۳	-۰/۰۶۹۳	۰/۱۶۷۲
طول ساقه/طول ریشه	۰/۶۲	۰/۷۲۵۸	-۰/۲۵۱۹	-۰/۱۸۵۳	۰/۰۰۲۷
طول برگ	۰/۸۹	۰/۰۲۳۳	۰/۹۲۶۴	۰/۰۲۷۲	۰/۱۸۴۱
طول کل گیاه	۰/۴۳	۰/۱۰۸۹	۰/۱۰۷۳	۰/۱۴۲۸	۰/۶۲۵۷
وزن تر ریشه	۰/۶۴	۰/۷۳۰۳	-۰/۰۷۲۱	-۰/۱۶۴۸	۰/۲۶۷۶
وزن تر اندام هوایی	۰/۸۱	۰/۷۶۵۱	۰/۳۵۱۹	۰/۲۶۰۲	-۰/۱۷۱۰
وزن تر اندام هوایی/ وزن تر ریشه	۰/۹۲	۰/۸۴۲۸	۰/۱۱۵۷	-۰/۴۱۸۲	۰/۱۵۰۹
وزن خشک ریشه	۰/۸۴	-۰/۲۲۲۸	۰/۲۲۶۸	۰/۷۸۰۹	-۰/۳۶۵۹
وزن خشک اندام هوایی	۰/۷۳	۰/۶۹۳۹	۰/۳۴۶۶	۰/۲۶۱۱	-۰/۲۴۹۸
وزن خشک /اندام هوایی	۰/۸۳	۰/۷۶۰۷	۰/۲۱۵۳	-۰/۴۴۱۴	-۰/۰۸۳۰
ضریب پایداری غشاء	۰/۶۸	-۰/۲۴۷۲	۰/۱۱۳۳	۰/۷۷۱۱	-۰/۱۰۴۴
درصد رطوبت نسبی	۰/۳۹	-۰/۱۳۳۷	-۰/۰۵۲۸	-۰/۲۲۶۶	۰/۵۶۸۰
مقدار ویژه	-	۴/۳۷۲	۲/۸۹۳	۱/۴۵۸	۱/۲۰۰
واریانس نسبی	-	۰/۳۱۲۳	۰/۲۰۶۶	۰/۱۰۴۲	۰/۰۸۵۸
واریانس تجمعی	-	۰/۳۱۲۱	۰/۵۱۸۹	۰/۶۲۳۱	۰/۷۰۸۹

منابع

1. Batrual, R., E.A. Carbonell and D.E. Green.1985. Multivariate analysis of a collection of soybean cultivars for Southwestern Spain. Euphytica, 34: 113-123.
2. Bhatt, G.M. 1973. Significance of path coefficient analysis in determining the nature of character association. Euphytica, 22: 338-343.
3. Ebrahimzadeh, H. 1994. Plant physiology. Tehran University Publications. 238 pp.
4. Emam, Y. 2003. Cereals Agronomy. Shiraz University Publications. 194 pp.
5. Johnsone, R.R. and D.W. Wichern. 1988. Applied multivariate statistical analysis. Prentice Hall Int. Hnc. 312 pp.
6. Kroonenberg, P.M., K.E. Basford and A.G.M. Ebskamp. 1995. Three-way cluster analysis and component analysis of maize variety trials. Euphytica, 84: 31-42.
7. Mehravarn, L. 2010. Identification and mapping of QTL controlling dry stress in double haploid line of barley. M.Sc. Thesis at University of Zabol, 139 pp.
8. Morphy, D. P.L., T.S. Cox and D.M. Rodgers. 1992. A multivariate approach to the analysis of cereal crops structure at harvest. European Society for Agronomy, 23: 194-195.
9. Pessarakli, M. 1999. Handbook of plant and crop stress. Marcel Dekker Inc. Massachusetts. 345 pp.
10. Sajadian, S.M. 2011. Identification and mapping of QTL controlling seed quality related traits in barley. M.Sc. Thesis at University of Zabol, 127 pp.
11. Seraji, M. 2013. Mapping genomic regions of morphological and physiological traits of wheat under salinity stress conditions in hydroponic environment. M.Sc. Thesis at University of Zabol, 186 pp.
12. Taiz, L. and E. Zeiger. 1998. Plant Physiology, Sinauer Associates, Inc., Publisher, Sanderland, 256 pp.
13. Taj bakhsh, M. and A.A. Pormirza. 2003. Cereals Agronomy Oromiyeh University Publications, 314 pp.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.8.18.152]

Evaluation of Morphology Traits of Barley Double Haploid Lines under Hydroponic Conditions

Hassan Moslemi[1], Mahmoud Solouki[2] and Barat Ali Fakheri[2]

1- M.Sc. Student, University of Zabol, (Corresponding author: moslemi.hasan@yahoo.com)
2- Associate Professor, University of Zabol
Received: August 23, 2014 Accepted: November 12, 2014

Abstract

The experiment was arranged based on a completely randomized block design, with two replicates in hydroponic conditions at The University of Zabol in 2013.In present study, 72 barley double haploid lines along with two parents were experimented. The measured traits including: fresh and dry weight of root and shoot and their ratio, length of root and shoot and their ratio, length of the largest leaf, length of total plant, the concentration of chlorophyll and relative water content. Statistical analysis was conducted for phenotypic surveys such as analysis of variance, mean comparison, correlation between traits; cluster analysis, principal component analysis and factor analysis. Variations among lines were signification for all traits (except Relative water content). Based on mean comparison 9 lines (4, 5, 30, 33, 36, 39, 49, 67 and 72) were superior, to other. Using cluster analysis grouped lines 7 were identified. Maximum correlation was seen between length of root and length of total plant (r=0/925). In PCA (principal components analysis) analysis, four principal components explained 62% of the total variability and Factors analysis extracted several invisible factors that explained over 71 percent of total variance.

Keywords: Barley, Correlation, Factor analysis, Hydroponic Condition, Principal component analysis

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.8.18.152]