تنشهای محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences

مجله تنش‌های‌محیطی در علوم زراعی
جلد هشتم، شماره دوم، نیمه‌دوم ۹۴
۲۹۵-۲۸۵

تأثیر تنش شوری بر عملکرد کیفی و کمی لاین‌های امیدبخش جو

معصومه حسینی ابراهیمی[۱]، آرمان آذری[۲*]، سید علی طباطبایی[۳]، شهاب مداح‌حسینی[۲]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان؛
۲. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان؛
۳. دانشیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد.

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۶/۰۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۶/۰۸

چکیده

این تحقیق به‌منظور مطالعه تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد لاین‌های امیدبخش جو در شرایط شوری آب آبیاری، با هدایت الکتریکی ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، در مزرعه آزمایشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد، واقع در اردکان، در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ به اجرا در آمد. طرح در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد که در آن، ۱۸ لاین امیدبخش جو به همراه دو لاین شاهد (EMBS-89-18 و لاین شماره ۴ شوری) موردبررسی قرار گرفتند. صفات درصد سبز مزرعه، ارتفاع بوته، تعداد پنجه‌های بارور و نابارور در واحد سطح، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد سنبله، وزن دانه، وزن هکتولیتر دانه، میزان پروتئین، فسفر و خاکستر دانه اندازه‌گیری شد. تنش شوری بر درصد سبز مزرعه تأثیر نداشت؛ اما اختلاف بین لاین‌ها در ارتباط با اغلب صفات موردمطالعه، معنی‌دار بود. بااین‌حال، تمامی لاین‌های آزمایشی بر اساس عملکرد و اجزای آن، به چهار گروه تقسیم شدند. ۶ لاینکه به همراه لاین شاهد EMBS-89-18 در یک گروه قرار گرفتند، عملکرد بیشتری تولید نمودند که می‌توان این آن‌ها را برای کشت در نقاط شور موردمطالعه بیشتر قرار داد. همچنین بر اساس خصوصیات زراعی می‌توان گفت صفاتی نظیر ارتفاع کمتر بوته، توانایی پنجه‌زنی محدود و زودرس و اجزای زایشی بیشتر در هر سنبله و وزن هزار دانه زیادتر می‌توانند به‌عنوان معیاری برای شناسایی و انتخاب ژنوتیپ‌های از جو که دارای تحمل بیشتری نسبت به شرایط شور هستند، مورداستفاده قرار گیرد. طبق نتایج رگرسیون مرحله‌ای وزن هزار دانه در اولین مرحله ۵۲ درصد تنوع موجود برای عملکرد دانه در بوته را توجیه نمود که شاید بتوان گفت وزن هزار دانه، مهم‌ترین جزء عملکرد در شرایط شور بوده است.

***واژه‌های کلیدی*: اجزای عملکرد، شوری، صفات کیفی، مراحل فنولوژیک.**

مقدمه

تنش‌های محیطی غیرزنده ازجمله شوری و خشکی از عوامل محدودکننده در سیستم‌های زراعی به شمار می‌آیند. شوری یکی از عوامل مهم کاهش رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی بخصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیاست و به دلیل افزایش مشکلات شوری در سراسر جهان نیاز به توسعه محصولات متحمل به شوری مثل جو (*Hordeum vulgare* L.) افزایش یافته است. بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، در سال زراعی ۸۸-۸۷ سطح زیر کشت جو دیم و فاریاب در کشور به ترتیب ۹۳۴۷۵۰ و ۶۵۲۶۲۴ هکتار و میانگین عملکرد آن به ترتیب ۱۰۳۳ و ۲۸۹۲ کیلوگرم در هکتار بوده است (Radmehr, 2010). تنش شوری، افزایش سرعت تنفس، سمیت یونی، افزایش بیوسنتز پرولین، کاهش بیوسنتز کلروفیل و کاهش کارایی فتوسنتز را موجب می‌شود که درنهایت به کاهش تولید اقتصادی منجر می‌گردد. زمان تنش شوری، گیاه انرژی زیادی را صرف مقابله با اثرات نامطلوب شوری می‌کند و سهم انرژی کمتری صرف تشکیل و پر شدن دانه می‌شود. همچنین با پیری زودرس برگ‌ها و ریزش آن‌ها موجب کاهش کارایی فتوسنتز می‌شود. این اتفاق، از طریق تأثیر بر زمان ظهور پنجه‌ها، بر تعداد سنبله در جو مؤثر گشته و وقوع آن در

* نگارنده پاسخگو: آرمان آذری. پست الکترونیک: armanazari@vru.ac.ir

مرحله پر شدن دانه، به میزان زیادی سبب کاهش وزن هزار دانه می‌گردد (Kafi et al., 2011).

شوری پتانسیل آب محیط ریشه را کاهش داده و سبب کم شدن توان جذب آب گیاه می‌شود بعلاوه با افزایش شوری در محیط ریشه، جذب و انتقال یون‌های سمی به بافت‌های گیاه افزایش می‌یابد که کاهش جذب عناصر ضروری، به هم خوردن توازن یونی و سمیت ناشی از انباشتگی یون‌های سدیم و کلر و کاهش میزان کلسیم و نیترات در دسترس گیاه را به دنبال دارد. علاوه بر این، در بسیاری از فرایندهای گیاهی مانند توسعه جنین، جوانه‌زنی بذر، بلوغ میوه و تکامل دانه اختلال ایجاد می‌کند (Wang and Cai, 2006). تنش شوری در اکثر موارد باعث تأخیر در جوانه‌زنی، کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی، کاهش بنیه بذر، تأخیر در ظهور ریشه‌چه و ساقه‌چه و درنتیجه کاهش رشد گیاهچه‌ها می‌گردد (Alshammary et al., 2004). همچنین تنش شوری باعث کاهش میزان سطح برگ، محتوای کلروفیل، فتوسنتز و بروز علائم پژمردگی در برگ شد و درنهایت کاهش تحمل و عملکرد گیاه را به همراه داشت (Oraby and Ahmad, 2012).

زودرس بودن به خاطر توسعه سریع‌تر اندام‌های رویشی و وارد شدن به مراحل زایشی، امکان تولید عملکرد بیشتر را به خاطر استفاده بهینه از شرایط محیطی، قبل از وقوع شدید تنش رطوبتی و دمایی دارا می‌باشد. زودرسی نیز در افزایش طول دوره پر شدن دانه نسبت به سایر مراحل رویشی تأثیر دارد و باعث تولید عملکرد دانه بیشتر و پایداری تولید محصول دانه می‌شوند (Simane et al., 1993). مطالعات نشان داد که تنش شوری سبب کاهش رشد رویشی، کاهش وزن خشک بوته و کاهش عملکرد دانه می‌شود. آن‌ها بیشترین اثر زیان‌بار شوری در ارقام چغندرقند را کاهش طول ریشه، کاهش عملکرد گیاه و آشفتگی فرآیندهای فیزیولوژیک گزارش کردند (Ghoulam et al., 2002). شوری سبب کاهش رشد از طریق کاهش پتانسیل آب برگ و ایجاد تغییرات در فعالیت‌های متابولیک متفاوت گیاه می‌شود که شامل بازداشتن فعالیت‌های آنزیمی، برهم زدن تعادل یونی و تغییر در تجمع مواد محلول در سلول‌ها می‌شود (Tavakoli et al., 2010). عملکرد دانه و اجزای آن ازجمله صفاتی هستند که در شرایط تنش‌های محیطی تغییرات زیادی از خود نشان می‌دهند. در شرایط شور، تعداد ساقه بارور در هر بوته، تعداد سنبلک در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و شاخص برداشت در گیاه جو کاهش یافت و در گیاه فرآیندهای فیزیولوژیک مانند هدایت روزنه‌ای، تعرق و فتوسنتز کاهش یافتند (Taday'oun and Imam, 2007). در تحقیق روی جو بدون پوشینه مشاهده شد که با افزایش تعداد پنجه، درصد سبز مزرعه، ارتفاع بوته و عملکرد افزایش داشتند. همچنین تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و روز تا رسیدگی از عامل‌های مهم مؤثر در بالا بردن عملکرد جو می‌باشند (Ali et al., 2007). در گیاهان با اعمال تنش شوری بر گیاه براثر افزایش اثرات بازدارنده شوری، عملکرد در واحد سطح کاهش می‌یابد (Arzani, 2002).

در مناطق خشک و نیمه‌خشک، روند شور شدن اراضی زراعی رو به افزایش می‌باشد. یکی از بهترین روش‌ها برای بهره‌برداری از این زمین‌ها، کاشت ارقام متحمل است. جو نسبت به سایر غلات در برابر شوری تحمل بیشتری دارد، می‌توان گفت که این ویژگی به‌صورت بالقوه در جو وجود دارد (Rahnama et al., 2012). ایجاد و شناسایی لاین‌های امیدبخش که از تحمل بیشتری نسبت به تنش شوری برخوردار باشند، ازجمله کارهای پایه برای بهبود میزان عملکرد تولیدی در اراضی شور می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه آزمایشی ایستگاه تحقیقات شوری اردکان، وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد انجام شد. در این بررسی، ۱۸ لاین امیدبخش جو که از آزمایش مقایسه عملکرد ارقام و لاین‌های پیشرفته جو در شرایط شور، طی سال‌های گذشته انتخاب گردیده بودند، به همراه دو لاین شاهد (لاین EMBS-89-18 و لاین شماره ۴ شوری) انتخاب و مورد ارزیابی تأثیر شوری آب آبیاری از ابتدای کاشت تا زمان برداشت بر عملکرد و اجزای عملکرد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. مشخصات و شجره لاین‌های موردمطالعه در جدول ۱ مندرج می‌باشد. از زمان کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک، آبیاری با آب دارای هدایت الکتریکی ۱۰/۶ و اسیدیته ۷/۷ صورت گرفت. عملیات داشت برای تمام کرت‌ها به‌صورت مشابه انجام شد. میانگین هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در شروع و خاتمه آزمایش به ترتیب ۹/۴ و ۱۱/۴ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد.

جدول ۱. نام/شجره ۱۸ لاین امیدبخش و دو شاهد مورداستفاده

Table 1. Name/Pedigree of 18 promising and two control lines

شماره ژنوتیپ Genotypes code	نام/شجره لاین Name/Pedigree
1	EMBS 89-18 (شاهد)
2	Ashar/3/Rhn-03//L.527/NK1272
3	Zarjow/CM67/4/Schuyler/3/M.Rnb86.80/NB2905/L.527 LPD 92
4	Zarjow/CM67/6/As46/Aths//SLb46-100 LPD102
5	Zarjow/CM67/3/Rhn-03/L.527/Nk1272 LPD115
6	L.1242/Hesk//1-BC-80 411
7	AS46/Aths//(9Cr.279-07/Bgs)/3/SB91488
8	L. 527/NK1272//JLB70-63/3/1-BC-80320
9	L. 527/NK1272//JLB70-63/3/ICNB93-328
10	Alger/(CI10117/Choyo…)//(Rhn-03//L.527/NK127)
11	Goharjow/4/(OWB70173-24-OH//Boyer…)//LBIran/Una8271//Gloria…/Kavir
12	Rhn-03//L.527//1-BC-80246/3/Gorgan//Aths/BC
13	Kavir/Arinar//Ashar/3/1-BC-80263/4/Badia
14	Ste/Lo640//Hml-02/Arabia Abiad*2/3/1-BC-121438/4/Sahra
15	ICNB93-369/Afzal
16	ICNB93-369/1-BC-121438
17	NT122//Sonata/Arta
18	Rojo/Ashar
19	INRA55-86-2/Rabat1703/3/Hml-02/ArabiAbiad//ER/Apm
20	NO. 4 Salt (شاهد)

در هر کرت، یک لاین در ۶ خط به طول ۶ متر، روی دوپشته عریض (۳ خط بر روی هر پشته) بافاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر و تعداد ۴۰۰ بذر در مترمربع کشت شد. در طول دوره رشد، صفاتی نظیر درصد سبز مزرعه و تاریخ وقوع مراحل فنولوژیک سبز شدن، پنجه‌زنی، گره بندی (نسبت گیاهچه سبز شده به تعداد بذر کاشته شده در واحد سطح)، سنبله دهی و رسیدگی فیزیولوژیک یادداشت‌برداری شدند. در مرحله رسیدگی کامل، برای اندازه‌گیری صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه‌های بارور و نابارور در واحد سطح، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد سنبله، وزن هزار دانه، وزن هکتولیتر دانه، بوته‌های موجود در نیم متر طولی از خط کاشت دوم به‌صورت متوالی از سطح زمین برداشت و اندازه‌گیری‌های لازم روی آن‌ها صورت گرفت. نحوه یادداشت‌برداری و زمان وقوع مراحل مختلف بر اساس کدبندی زادوکس (Zadox et al., 1974) انجام شد. برای تعیین میزان عملکرد دانه و زیست‌توده در واحد سطح و شاخص برداشت، پس از حذف ۰/۵ متر از ابتدا و انتها، از سه خط میانی باقی‌مانده، به مساحت ۳ مترمربع برداشت گردید.

اندازه‌گیری فسفر اندام هوایی (Ghobadi et al., 2012) به این صورت بود که به ۵ میلی‌لیتر از عصاره گیاهی استخراج‌شده با اسیدکلریدریک ۲ نرمال ۱۰ میلی‌لیتر از محلول آمونیوم مولیبدات و آمونیوم وانادات اضافه شد و با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسید و میزان فسفر بعد از ۳۰ دقیقه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر[1] در طول‌موج ۴۷۰ نانومتر قرائت شد. به‌منظور آماده‌سازی این محلول ۲۲/۵ گرم آمونیوم مولیبدات در ۴۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد و ۱/۲۵ گرم

[1]. T80 UV/VIS Spectrometer, PG Instruments, China.

آمونیوم وانادات در ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر گرم حل شد. بعد از سرد شدن این دو محلول با هم مخلوط و ۲۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ به آن افزوده و با آب مقطر به حجم ۱۰۰۰ رسید.

برای تعیین میزان نیتروژن اندام هوایی از روش کجلدال استفاده شد (Bremner, 1965) به‌این‌ترتیب که ابتدا ۰/۲ گرم از نمونه خشک اندام هوایی توزین و داخل لوله‌های مخصوص دستگاه هضم قرار داده شد. سپس به هر یک از نمونه‌ها یک قرص کوپریک (مس-سلنیوم)، ۲ میلی‌لیتر آب مقطر و ۱۰ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ اضافه و به مدت سه ساعت در دستگاه هضم قرار گرفت و تا طور کامل هضم شدند و بعد از خنک شدن، نمونه‌ها داخل دستگاه تقطیر قرار گرفتند. پس از تقطیر شدن دو سوم از محلول ارلن حاوی اسید بوریک، با بورت حاوی تیترازول (اسیدکلریدریک ۰/۱ نرمال) تیتر شد و به‌محض تغییر رنگ محلول از سبز به قرمز عدد بورت یادداشت و با استفاده از فرمول زیر میزان نیتروژن کل محاسبه شد:

$$T.N= (HCl\times N_{HCl}\times 100\times 14) / (W\times 100) \qquad [۱]$$

که در آن T.N، نیتروژن کل (درصد)؛ HCl، عدد بورت حاصل از تیتر محتوای اسید بوریک (میلی‌لیتر)؛ N_{HCl}، نرمالیته اسیدکلریدریک؛ و W، وزن نمونه (گرم) هستند.

مقایسه میانگین و همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم افزار SAS و رسم نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزار Excel و از تجزیه کلاستر با روش Ward و با معیار فاصله اقلیدسی جهت گروه‌بندی ژنوتیپ-های موردمطالعه بر اساس میزان تحمل به شوری در محیط نرم‌افزار MINITAB 14 استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین لاین‌ها ازنظر درصد سبز مزرعه، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت؛ اما تفاوت لاین‌های موردمطالعه ازنظر تعداد روز تا وقوع مراحل نموی پنجه زدن، گره‌بندی، سنبله دهی و رسیدگی فیزیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۲). با توجه به اینکه بذر به علت سرشار بودن از مواد غذای و فاقد آب بودن، دارای پتانسیل ماتریک بالایی می‌باشد، قابلیت جذب آب در پتانسیل‌های پائین و جوانه‌زنی را دارد (Khajehpour, 2010). به همین دلیل، حد آستانه شوری برای جوانه‌زنی و سبز شدن، غالباً بیش از مقدار آن برای رشد رویشی و تولید عملکرد می-باشد. درنتیجه، جوانه‌زنی و سبز شدن، کمتر تحت تأثیر تنش شوری قرار می‌گیرد (Kafi et al., 2006).

بر اساس میانگین‌های به‌دست‌آمده، لاین‌های ۲، ۱۰، ۸ و ۱۸ به ترتیب بیشترین تعداد روز تا وقوع مراحل پنجه-زنی، ساقه رفتن، سنبله‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیک را نشان دادند. کمترین تعداد روز نیز برای وقوع این مراحل به ترتیب به لاین‌های ۴، ۴، ۶ و ۱۹ تعلق داشت (جدول۲).

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات درصد سبز مزرعه، تعداد روز تا وقوع مراحل نموی و ارتفاع بوته.

Table 2. Analysis of variance of field emergence percentage, plant height and days to developmental stages..

منابع تغییر	S.O.V	درجه آزادی	درصد سبز	تعداد روز تا (Days until)				ارتفاع بوته
				پنجه‌زنی	ساقه رفتن	سنبله‌دهی	رسیدگی فیزیولوژیک	
		df	Emergence	Tillering	Jointing	Heading	Physiological maturity	Plant height
بلوک	Block	2	405.0**	15.51**	556.0**	1.950^{ns}	99.95**	1779**
رقم	Cultivar	19	23.15^{ns}	6.990**	126.9**	118.9**	61.98**	131.2**
خطا	Error	38	20.94	1.690	18.00	5.890	3.790	32.62
ضریب تغییرات(٪)	C.V (%)		6.06	6.38	5.77	2.04	1.28	8.12

ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

ns, * and **: not significant, significant at 5% and 1% probability levels respectively, based on LSD test.

بر اساس ضرایب همبستگی، بین تعداد روز برای وقوع مراحل فنولوژیک پنجه‌زنی با ساقه رفتن و همچنین بین تعداد روز لازم برای ساقه رفتن با سنبله دهی همبستگی معنی‌داری (به ترتیب *۰/۴۷، **۰/۶۶) مشاهده شد؛ اما بین مراحل نموی دیگر، همبستگی خاصی وجود نداشت. با توجه به اینکه مراحل اولیه نموی با شرایط خنک و حتی سرد پائیز و زمستان مصادف بوده و در این شرایط، شدت تبخیر و تعرق کم می‌باشد. لذا می‌توان استنباط کرد که تعداد روز برای وقوع این مراحل نموی بستگی به ژنتیک گیاه (دیررس یا زودرس بودن آن) دارد که باعث شده وقوع این مراحل نموی با یکدیگر همبستگی مثبت داشته باشند. زودرسی باعث افزایش طول دوره پر شدن دانه، افزایش عملکرد دانه و پایداری تولید می‌شوند (Jabari and Zolfaghari., 2014)؛ اما عدم وجود همبستگی بین مراحل نموی بعدی، ممکن است به علت گرم شدن تدریجی هوا و وقوع تنش خشکی و شوری به‌صورت توأم باشد که رفتارهای متفاوت لاین‌ها را (به علت درجه تحمل تنش متفاوت) به دنبال داشته باشد.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها برای اجزای عملکرد، عملکرد در واحد سطح (دانه و زیست‌توده) و خصوصیات کیفی دانه نشان داد به‌غیراز صفات تعداد دانه در سنبله، عملکرد سنبله و درصد نیتروژن و فسفر دانه، سایر صفات اجزای عملکرد و عملکرد زیست‌توده و دانه در ارقام مختلف، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند (جدول ۵).

جدول ۳. مقایسه میانگین تعداد روز تا وقوع مراحل فنولوژیک و ارتفاع بوته.

Table 3. Means comparison of number of days for occurrence of phonological stage and plant height.

شماره لاین Lines code	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد روز تا (Days until) رسیدگی فیزیولوژیک Physiologic maturity	سنبله دهی Heading	ساقه رفتن Jointing	پنجه‌زنی Tillering
1	62.7 ef	156 ab	119 De	79.7 abcd	18.7 ef
2	74.0 abcd	153 bcd	128 Ab	82.7 ab	24.3 a
3	73.0 abcd	152 cdef	118 Ef	79.0 abcde	21.7 bc
4	75.7 abc	154 bcd	117 Efg	63.0 i	18.3 f
5	77.0 ab	154 bcd	118 Ef	67.3 ghi	18.7 ef
6	69.0 bcdef	144 ij	109 I	69.7 fghi	20.7 cde
7	78.0 ab	154 bcd	118 Ef	77.7 abcde	20.7 cde
8	71.0 bcde	158 a	131 A	75.7 bcdef	20.3 cdef
9	65.3 def	153 cde	118 Ef	69.7 fghi	21.0 bcd
10	81.7 a	156 ab	123 Cd	83.0 a	21.7 bc
11	74.3 abcd	154 bcd	115 Fgh	67.0 hi	19.0 def
12	70.0 bcdef	155 bc	127 Ab	81.7 abc	21.3 cdef
13	66.7 cdef	156 ab	125 Bc	81.0 abcd	20.3 cdef
14	72.0 bcde	151 def	116 Bgh	75.7 bcdef	19.0 def
15	71.7 bcde	147 gh	111 Hi	72.3 efgh	20.7 cde
16	73.3 abcd	150 fgh	113 Gh	63.7 i	19.7 cdef
17	71.0 abcd	146 hi	115 Fgh	69.0 fghi	19.7 cdef
18	61.0 bcde	149 fg	130 A	83.0 a	19.0 def
19	52.7 g	142 j	112 H	75.3 cdef	23.0 ab
20	65.7 def	145 hi	117 Efg	74.3 defg	20.0 cdef
LSD 5%	9.40	3.20	4.00	7.10	2.10
ضریب تغییرات (٪) C.V. (%)	8.10	1.20	2.00	5.70	6.30

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, based on LSD test.

جدول ۴. تجزیه واریانس صفات اجزای عملکرد و عملکرد دانه

Table 4 . Analysis of variance of yield components and grain yield

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد No. of: پنجه بارور Fertile tillers	تعداد: پنجه نابارور Nonfertile tillers	طول سنبله Spike length	تعداد دانه در سنبله Seed per spike	عملکرد سنبله Spike yield	وزن Weight: هزار دانه 1000 seed weight	وزن: هکتولیتر Hectoliter	عملکرد Yield: دانه Grain	عملکرد: زیست‌توده Biomass	شاخص برداشت Harvest index
Block بلوک	2	361**	0.457**	2.56**	177^{ns}	0.72**	0.55^{ns}	62.6**	92273*	273816^{ns}	5.540^{ns}
Cultivar رقم	19	673**	0.080**	0.61**	73.3^{ns}	0.12^{ns}	33.4**	21.7**	1831286**	7244606**	102.5**
Error خطا	38	266	0.032	0.19	64.2	0.09	0.23	6.11	24047	108357	3.270
ضریب تغییرات(٪) C.V (%)		23.0	17.3	8.63	23.1	32.7	1.67	4.28	5.58	3.21	6.720

ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده غیر معنی‌دار، معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

ns, * and **: not significant, significant at 5% and 1% probability levels respectively, based on LSD test

جدول۵. تجزیه واریانس صفات کیفی دانه.

Table 5. Analysis of variance for grain quality traits.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد Percent of: خاکستر Ash	نیتروژن Nitrogen	فسفر Phosphorus
بلوک Block	2	0.020**	1.270**	0.011^{ns}
رقم Cultivar	19	0.220**	0.080^{ns}	0.004^{ns}
خطا Error	38	0.0004	0.070	0.003
ضریب تغییرات (٪) C.V. (%)		6.49	14.30	22.67

ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده غیر معنی‌دار، معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

ns, * and **: not significant, significant at 5% and 1% probability levels respectively, based on LSD test

مقایسات میانگین صفات نشان داد در بین لاین‌های موردمطالعه، بیشترین پنجه بارور مربوط به لاین ۱۹ و کمترین آن از لاین شماره ۲ به دست آمد. همچنین بیشترین و کمترین تعداد پنجه نابارور به ترتیب در لاین-های شماره ۳ و ۶ مشاهده شد (جدول ۶). بین درصد سبز گیاه با تعداد پنجه بارور همبستگی مثبت معنی‌دار (۰/۵۵**) وجود داشت. هر چه درصد سبز مزرعه بیشتر باشد، به دلیل افزایش رقابت بین بوته‌ای، تعداد پنجه در هر بوته محدودتر شده و درنتیجه پنجه‌های تأخیری کمتری (که اغلب نابارور هستند) تشکیل می‌شوند.

همچنین بین ارتفاع بوته با تعداد پنجه بارور و تعداد روز تا رسیدگی همبستگی معنی‌داری (به ترتیب ۰/۵۴**- و ۰/۴۹*) مشاهده شد. این همبستگی‌ها را این گونه می‌توان توجیه کرد که محدودیت پنجه‌زنی، سبب کاهش تعداد پنجه‌های نابارور شده که رقابت کمتر برای دریافت نور و وجود شدت نور بیشتر در کانوپی، سبب ارتفاع کمتر بوته شده که به دلیل رقابت کمتر بین پنجه‌ها، افزایش تعداد ساقه‌های بارور را نیز به دنبال دارد. همچنین لاین‌های با ارتفاع بیشتر (ناشی از تداوم بیشتر رشد رویشی و تأخیر در وقوع مراحل نمو زایشی)، دیرتر نیز به مرحله رسیدگی می-رسند.

جدول ۶. مقایسه میانگین اجزای عملکرد و عملکرد دانه و درصد خاکستر دانه

Table 6. Means comparison of yield components and grain yield and ash percent

شماره لاین Line code	تعداد No. of		طول سنبله spike length	وزن Weight of		عملکرد Yield of		شاخص برداشت Harvest index	خاکستر Ash
	پنجه بارور Fertile tillers	پنجه نابارور Non Fertile tillers		هزار دانه 1000 Seed	هکتولیتر Hectoliter	زیست‌توده Biomass	دانه Grain		
	m^{-2}		cm	g	Kg	Kg ha^{-1}		%	
1	591 abc	6.30 ef	4.40 g	32.1 c	59.3 abcd	12560 a	4088 ab	31.2 bcd	0.29 efg
2	322 f	11.3 cdef	5.67 abc	33.6 b	59.3 abcd	10150 g	3017 d	29.7 cde	0.32 cde
3	507 bcde	23.6 a	5.07 cdefg	26.8 gh	54.6 fghi	9267 h	2981 d	32.1 bc	0.34 cd
4	507 bcde	13.6 bcdef	4.67 efg	26.8 gh	55.5 defghi	9080 ih	2461 ef	27.1 efg	0.35 bc
5	387 ef	6.60 ef	5.03 cdefg	35.3 a	59.7 abc	12558 a	4245 a	33.8 b	0.29 fgh
6	385 ef	6.00 f	5.27 bcde	26.6 gh	58.3 a-f	7744 j	2267 fgh	29.3 cdef	0.35 bc
7	469 bcdef	15.0 abcd	5.30 bcde	32.1 c	54.2 ghi	11572 b	3020 d	26.1 g	0.38 b
8	440 cdef	5.30 f	4.83 defg	27.4 gf	57.8 b-g	10770 def	2316 efgh	21.5 h	0.32 cdef
9	580 abcd	14.6 abcdef	5.87 ab	28.5 ed	59.8 abc	10472 efg	3100 d	29.6 cde	0.30 fgh
10	402 def	9.60 bcdef	6.13 a	28.2 ed	56.0 c-i	10935 cde	3150 d	27.8 efg	0.32 cdef
11	502 bcdef	8.30 cdef	5.43 abcd	28.8 d	57.5 b-h	13028 a	3675 c	28.2 efg	0.31 def
12	489 bcdef	14.0 bcde	5.30 bcde	26.2 h	52.8 i	11361 bc	2528 e	22.3 h	0.32 cdef
13	349 ef	17.0 abc	4.50 fg	31.9 c	59.7 abc	10439 efg	1920 ij	18.4 i	0.55 a
14	371 ef	9.60 bcdef	4.60 efg	24.7 i	59.8 abc	8028 j	1764 j	22.0 h	0.24 i
15	500 bcdef	7.30 def	4.90 defg	34.0 b	60.7 ab	9330 h	3925 bc	42.1 a	0.27 ghi
16	415 cdef	11.0 abcdef	5.30 bcde	28.9 d	59.9 abc	10242 fg	2986 d	29.1 def	0.29 fgh
17	635 ab	18.6 ab	5.20 bcdef	24.2 i	53.6 hi	11050 bcd	2414 efg	21.8 h	0.30 efg
18	465 bcdef	17.6 abc	4.63 efg	27.8 ef	58.8 abcde	9478 h	2158 ghi	22.7 h	0.32 cde
19	713 a	5.60 f	5.20 cdef	26.8 gh	62.4 a	7911 j	2091 hi	26.4 fg	0.30 def
20	433 cdef	10.3 cdef	4.93 efgh	24/0 i	54.9 efghi	8642 i	1444 k	16.7 i	0.26 hi
LSD 5%	180	9	0.72	0.79	4.08	544.0	256.0	2.99	0.03
ضریب تغییرات C.V. (%)	23.0	17.3	8.63	1.67	4.28	3.210	5.580	6.72	6.49

لاین‌های موردمطالعه در اجزای عملکرد و طول سنبله تفاوت معنی‌دار داشتند (جدول ۴). بین تعداد روز تا پنجه‌زنی با تعداد دانه در سنبله و عملکرد سنبله همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده شد (به ترتیب **۰/۵۸- و *۰/۴۷-). این موارد می‌تواند به این گونه توجیه شود که تأخیر در مراحل اولیه رشد، می‌تواند باعث وقوع دیرتر مراحل حساس رشدی (گلدهی و گرده‌افشانی) و مصادف شدن آن‌ها با افزایش درجه حرارت هوا توأم با تنش شوری شده که عدم تلقیح مناسب دانه‌ها و کاهش عملکرد سنبله را به دنبال دارد.

طول سنبله در لاین شماره ۱۰ بیشترین و کمترین میزان آن مربوط به لاین شماره ۱ بود (جدول ۶)؛ اما این طول سنبله، همبستگی معنی‌داری با سایر صفات نداشت. عدم وجود همبستگی با سایر صفات، برای صفت تعداد دانه در سنبله نیز مشاهده شد. چنین به نظر می‌رسد که این صفت، وابستگی بیشتری به ژنوتیپ داشته و کمتر از شرایط محیطی تأثیر پذیرفته باشد. همچنین به علت اینکه تشکیل اجزای زایشی سنبله و درنهایت طول آن در اواخر بهمن (بعد از گذشت رکود زمستانه) و شرایط اقلیمی خنک انجام‌شده و گیاه با شرایط مساعدتری (شدت تنش کمتر) نسبت به مراحل بعدی مواجه می‌باشد، اثرات ژنتیکی گیاه توانسته بیشتر بروز نماید.

وزن هزار دانه در لاین شماره ۵ بیشترین بود و کمترین آن در لاین‌های ۱۴، ۱۷ و ۲۰ مشاهده شد (جدول۶). این صفت با صفات اجزای عملکرد سنبله (طول سنبله و تعداد دانه در سنبله) یا تعداد پنجه بارور همبستگی نداشت. این

امر نشان می‌دهد که وزن هزار دانه روندی متفاوت از تغییرات این صفات (که بیشتر تحت تأثیر ژنوتیپ بودند) نشان داده و از محیط متأثر شده و برهمکنش دو عامل ژنتیک و محیط بر آن تأثیرگذار بوده و می‌تواند بیان‌کننده میزان تحمل به شوری این لاین‌ها باشد. همچنین وزن هزار دانه، ثابت‌ترین جزء عملکرد در گیاهان زراعی می‌باشد (Kafi et al., 2006).

اختلاف ارقام در رابطه با عملکرد سنبله معنی‌دار نبود، اما این صفت با ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری (به ترتیب *۰/۴۷ و **۰/۷۷) نشان داد. ارتفاع بیشتر، به‌منزله دریافت بیشتر و بهتر نور توسط برگ پرچم و دومین برگ بالایی (که بیشترین نقش در تأمین مواد فتوسنتزی برای پر کردن دانه‌های در حال تشکیل را دارند) بوده که باروری و تشکیل تعداد بیشتری دانه در هر سنبله را به همراه دارد.

تفاوت ارقام برای صفات عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه در واحد سطح معنی‌دار بود (جدول۴). بیشترین عملکرد زیست‌توده مربوط به لاین‌های ۱، ۵ و ۱۱ و کمترین آن مربوط به لاین‌های ۶، ۱۴ و ۱۹ بود. بیشترین عملکرد دانه نیز مربوط به لاین‌های ۱ و ۵ و کمترین آن از لاین ۲۰ به دست آمد (جدول۶). بین این صفات با وزن هزار دانه، به ترتیب همبستگی *۰/۴۷ و **۰/۷۲ مشاهده شد. این مطلب، تائید کننده ارتباط وزن هزار دانه با میزان تحمل به شوری لاین‌ها می‌باشد (Hu and Schmidhalter., 1997).

بین عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده، همبستگی **۰/۷۷ مشاهده شد که از ارتباط نزدیک این دو صفت حکایت دارد. بر این اساس، می‌توان استدلال کرد که لاین‌های با تولید عملکرد زیست‌توده بالا قادر به تولید عملکرد دانه بیشتر نیز هستند. در مطالعه‌ای دیگر، عملکرد زیست‌توده به‌عنوان شاخصی برای شناسایی ارقام متحمل به شوری کلزا معرفی گردید (Azari, 2011).

بین تعداد روز تا رسیدگی با عملکرد زیست‌توده همبستگی (*۰/۵۶) وجود داشت، اما با عملکرد دانه همبستگی خاصی نشان نداد. این مطلب بیان می‌کند که افزایش طول دوره رشد معادل افزایش عملکرد زیست‌توده می‌باشد، اما این مطلب به‌منزله تولید عملکرد دانه بیشتر نیست. چراکه تأخیر در رسیدگی، معادل برخورد با شرایط اقلیمی نامساعدتر بوده که باعث کاهش انتقال مواد غذایی به دانه و پر شدن دانه می‌باشد. همچنین وجود همبستگی منفی و معنی‌دار وزن هکتولیتر دانه با صفات ارتفاع بوته و تعداد پنجه نابارور (به ترتیب *۰/۴۳- و *۰/۵۱-) نشان می‌دهد که تداوم رشد رویشی سبب رقابت برای مواد فتوسنتزی بین دانه‌های در حال پر شدن و اندام‌های رویشی شده که باعث تجمع ماده خشک در دانه‌های در حال تشکیل و کاهش وزن هکتولیتر آن می‌گردد (Simane et al., 1993).

بین تعداد روز تا رسیدگی با تعداد روز تا سنبله دهی، عملکرد زیست‌توده و ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار (به ترتیب**۰/۶۱، **۰/۶۶ و *۰/۴۸) وجود داشت که نشان می‌دهد هرچه تعداد روز تا یک مرحله نموی بیشتر باشد، تعداد روز تا مرحله نموی بعد نیز افزایش می‌یابد و با افزایش تعداد روز تا رسیدگی، گیاه زمان بیشتری برای انجام فتوسنتز و افزایش عملکرد زیست‌توده و ارتفاع خود دارد.

درنهایت با اندازه‌گیری شاخص برداشت مشاهده شد که لاین‌های ۱۵ و ۲۰ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار شاخص برداشت بودند. بین شاخص برداشت با وزن هزار دانه و عملکرد دانه به ترتیب همبستگی **۰/۶۰ و **۰/۸۱ وجود داشت که نشان می‌دهد هرچه عملکرد و وزن هزار دانه بیشتر باشد، شاخص برداشت نیز افزایش می‌یابد.

با توجه به ضریب همبستگی معنی‌دار بین درصد سبز گیاه با تعداد پنجه بارور و درصد فسفر (به ترتیب **۰/۵۵ و *۰/۴۷)، می‌توان گفت هرچه بذر از بنیه و توانایی جوانه‌زنی و سرعت رشد اولیه بیشتری برخوردار باشد، رشد رویشی اولیه مناسب‌تری داشته و قادر به تولید ریشه‌های اولیه و تعداد پنجه بارور بیشتری خواهد بود که این پنجه‌ها، منشأ تولید ریشه‌های ثانویه و طوقه‌ای بیشتری می‌باشند که قابلیت جذب فسفر زیادتری از خاک دارند (Shahbazi et al., 2010). همچنین با بررسی صفات کیفی دانه، فقط درصد خاکستر معنی‌دار شد (جدول ۵) و در بین ارقام موردمطالعه، رقم ۱۳ بیشترین میانگین را داشت که با تمامی ارقام دارای اختلاف معنی‌دار شد (جدول ۶).

تجزیه رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه در واحد سطح به‌عنوان متغیر تابع و صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله، عملکرد سنبله و وزن هزار دانه به‌عنوان متغیرهای مستقل انجام شد. نتایج نشان داد وزن هزار دانه در اولین مرحله ۵۲ درصد تنوع موجود برای عملکرد دانه را توجیه نمود. در مراحل دوم، سوم و چهارم به ترتیب صفات تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور و ارتفاع

بوته وارد مدل شدند و همراه با صفات موجود در مدل به ترتیب ۶۳، ۷۳ و ۸۳ درصد تغییرات عملکرد دانه را موجب شدند (جدول۷). طبق نتایج به‌دست‌آمده مهم‌ترین عامل مؤثر بر عملکرد دانه جو در واحد سطح در شرایط این تحقیق، وزن هزار دانه می‌باشد و معادله خط مربوط به آن به‌صورت زیر می‌باشد:

$$Y = -9549+27.5X_1+47.6X_2+40.6X_3+195X_4$$

جدول ۷. تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام برای عملکرد دانه در بوته در لاین‌های جو.

Table 7. Stepwise regression analysis for grain yield per plant in barley lines

عملکرد دانه در بوته Grain yield per plant	Trait صفت	Y	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	R^2
مرحله اول first stage	Seed Weight وزن هزار دانه	X_1	-2067^{ns}	168.0**				0.52
مرحله دوم second stage	Grains per spike تعداد دانه در سنبله	X_2	4552**	54.90**	188.0**			0.63
مرحله سوم third stage	Fertile tillers تعداد پنجه بارور	X_3	6430**	16.90*	56.80**	210.0**		0.73
مرحله چهارم fourth stage	Plant height ارتفاع بوته	X_4	9549**	27.50**	47.60**	40.60*	195.0**	0.83

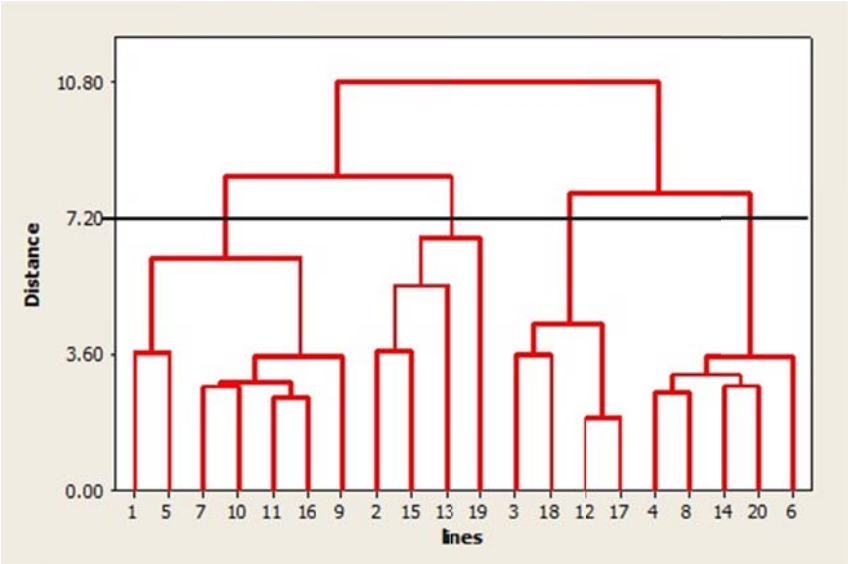
ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد آماری.

ns, * and **: not significant, significant at 5% and 1% probability levels respectively.

با توجه به رابطه موجود بین اجزای عملکرد گیاه جو، این نتیجه بیان می‌کند که لاین‌هایی که دارای توانایی پنجه‌زنی محدود و زودرس، با اجزای زایشی بیشتر در هر سنبله هستند، می‌توانند عملکرد مطلوبی در شرایط تنش شوری تولید کنند؛ زیرا پنجه‌هایی که دیرتر تشکیل می‌شوند، از اجزای زایشی کمتری در هر سنبله برخوردار بوده و نیز دیررس‌تر می‌باشند و شرایط تنش شوری، طی دوره پر شدن دانه‌ها با تنش گرما و به دنبال آن، تنش خشکی نیز مواجه خواهند شد. لذا این ویژگی می‌تواند به‌عنوان یک راه‌کار برای شناسایی لاین‌ها و ژنوتیپ‌های متحمل و نیز اصلاح گیاه جو در شرایط شور مدنظر قرار گردد.

به‌منظور تعیین روابط صفات موردبررسی و گروه‌بندی آن‌ها در ارتباط با ژنوتیپ‌های اندازه‌گیری شده، از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward و با استفاده از مربع فاصله اقلیدسی به‌عنوان معیار فاصله استفاده شد (Dillon and Goldstein, 1984). ابتدا داده‌های موردبررسی ازنظر واحد بر مبنای روش رتبه‌بندی Z استانداردشده و سپس مورد تجزیه قرار گرفتند. تعیین قرابت ارقام موردمطالعه، گروه‌بندی آن‌ها ازنظر تمام صفات مورفولوژیک و فنولوژیک با استفاده از الگوریتم Average Linkage و ماتریس تفاوت بر اساس فاصله اقلیدسی انجام شد. برش دندروگرام در نقطه‌ای که بیشترین فاصله را در بین گروه‌ها ایجاد نماید، صورت گرفت. بر اساس تصویر دندروگرام حاصل، ژنوتیپ‌های موردبررسی در ضریب تفاوت حدوداً ۷/۲ به ۴ گروه تقسیم شدند. در گروه اول ۷ ژنوتیپ (معادل ۳۵ درصد کل ژنوتیپ‌ها) قرار گرفتند. گروه دوم و سوم هرکدام با ۴ ژنوتیپ، ۲۰ درصد از کل ژنوتیپ‌ها و گروه چهارم نیز با ۵ ژنوتیپ ۲۵ درصد از کل ژنوتیپ‌ها را شامل شدند. لاین‌های گروه اول (۱، ۵، ۷، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۶) را به علت هم‌گروهی با لاین پر تولید شماره ۱ می‌توان از لاین‌های پر تولید و لاین‌های گروه چهارم (۴، ۸، ۱۴،۲۰ و ۶) را به دلیل هم‌گروهی با لاین کم تولید شماره ۲۰ از لاین‌های کم تولید دانست (شکل ۱).

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان گفت اگر ژنوتیپی از گیاه جو در شرایط عدم وجود تنش شوری دارای خصوصیاتی نظیر زودرسی، نیمه پاکوتاه تا نیمه پابلند (به دلیل همبستگی با زودرسی)، توانایی پنجه‌زنی محدود، دارای سنبله‌های بزرگ (تعداد اجزای زایشی بیشتر در هر سنبله و وزن هزار دانه بیشتر باشد، از تحمل به شوری مطلوبی برخوردار خواهد بود.



شکل ۱. تجزیه خوشه‌ای ۲۰ لاین امیدبخش جو با استفاده از روش Ward.

Fig. 1. Cluster analysis of 20 promising lines of barley based on similarity coefficient and Ward method.

منابع

Ali, M. M., Shalim, M., Bagum, S., 2007. Identification of salt tolerant barley genotypes for coastal region of bangladesh. Bangladesh Journal of Botany. 36, 151-155.

Alshammary, S., Qian, Y., Wallner, S., 2004. Growth response of four turfgrass species to salinity. Agricultural Water Management. 66, 97-111.

Arzani, A., 2002. Grain yield performance of durum wheat germplasmes under Iranian dryland and irrigated field conditions. Sabrao Journal of Breeding and Genetics. 34, 9-18.

Azari, A., 2011. Evaluation of biological responses of canola to salinity stress for producing a recombinant population. PhD thesis, Faculty of Agriculture, Trabiat Modares University, Iran. [In Persian with English Summary].

Bremner, J.M., 1965. Inorganic forms of nitrogen. pp1216-1246. In: C.A. Black (ed.), Methods of Soil Analysis, Part 2. American Society of Agronomy.

Dillon, W.R., Goldstein, M., 1984. Multivariate analysis: Method of applications. John Wiley and Sons., New York.

Ghoulam, C., Foursy, A., Fares, A., 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. Environmental and Experimental Botany. 47, 39-50.

Ghobadi, M., Jahanbin, Sh., Motalebi, R., Parvizi, Kh., 2012. The effect of phosphorus biofertilizers on yield and phosphorus uptake in potato. Soil and Water Research Institute. 23, 125-138. [In Persian with English Summary].

Hu, Y., Schmidhalter, U., 1997. Interactive effects of salinity and macronutrient level on wheat Composition. Journal of Plant Nutrition. 20, 1169-1182.

Jabari. M., Zolfaghari. F., 2014. Evaluate of yield and traits in relation to seed yield in barley lines under drought stress and non-stress condition using factor analysis. Sustainable Agriculture and Production Science. 31-39. [In Persian]

Kafi, M., Haghnia, G.H., Zamani, G.R., Rostami, M., 2011. Interactions of salinity stress and mineral nutrition on yield and yield component of barley (*Hordeum vulgare* L.). Agronomy Journal. 91, 104-110. [In Persian with English Summary].

Kafi, M., Zand, E., Kamkar, B., Mahdavi Damghani, A., 2006. Plant Physiology2. Ferdowsi University of Mashhad Publication. 729p. [In Persian].

Khajehpour, M.R., 2010. Principles and Fundamentals of Crop Production (Third edition). ACECR Isfahan university of technology Publication. 1026p. [In Persian].

Naroui Rad, M, R., Farzanju, M., Fanay, H, R., Ghasemy, A., 2006. The study genetic variation and factor analysis for morphological characters of wheat native accessions of Sistan and Baluchistan. Agronomy Journal. 73, 50-57. [In Persian with English Summary]

Oraby, H., and Ahmad, R., 2012. Physiological and biochemical changes of CBF3 transgenic oat in response to salinity stress. Plant Science. 186, 331-339.

Radmehr, A., 2010, Results Demographics wheat and barley. Retrieved May 17, 2014 from http://www.maj.ir/Portal/Home/-Default.aspx?CategoryID=95a8e7d0-e5f0-4f2d-a241-792106c74dcc.

Rahnama, A., Pustini, K., Sasani, SH., Isvand, H., 2012. Plant Responses to Abiotic Stress. Chamran University of Ahvaz Publication. 435p. [In Persian].

Shahbazi, M., Kalate Arabi, M., Hasani far, A.M., 2010. Study of Iranian Landraces Wheat in Salt-affected Soils of Golestan Province. Iranian Journal of Field Crop Science. 41, 447-458. [In Persian].

Simane, B.J., Peacock, M., Struik, P.C., 1993. Differences in developmental plasticity and growth rate among drough resistant and susceptible cultvars of durum. Plant and Soil Improvement Journal. 157,155-166.

Taday'oun, M.R., Imam, Y., 2007. Physiological and morphological responses of two barley cultivars to salinity and in relation to grain yield. Water and Soil Science. 11, 253-232. [In Persian].

Tavakoli, E., Fatehi, F., Coventry, S., Rengasamy, P., MacDonald, G., 2010. Additive effects of Na^+ and Cl^- ions on barley growth under salinity stress. Journal of Experimental Botany. 62, 2189-2203.

Wang, X., Cai, Q. S., 2006. Steel slag as an iron fertilizer for corn growth and soil improvement in a pot experiment. Pedosphere. 16, 519-524.

Zadox, J.C., Chang, T.T., Konzak, C.F., 1974. Adecimal cod for the growth of cereals. Weed Research. 14, 415-421.