دانشگاه گیلان
دانشکده علوم کشاورزی

تحقیقات غلات
سال چهارم/ شماره دوم/ ۱۳۹۳ (۱۷۳-۱۵۵)

# ارزیابی تنوع و شناسایی صفات موثر بر عملکرد جو (*Hordeum vulgare* L.) تحت شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی آخر فصل

**سید سعید موسوی[1*]، مهدی زاهدی نو[2]، مهرداد چایچی[3] و محمد رضا عبداللهی[4]**

۱، ۲ و ۴- به ترتیب استادیار، دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان، ۳- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۳۰- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۴/۱)

**چکیده**

به منظور ارزیابی تنوع و شناسایی مهمترین صفات موثر بر عملکرد ۲۰ لاین امید بخش جو، دو آزمایش جداگانه تحت شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی آخر فصل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان انجام شد. لاین‌ها در هر دو شرایط رطوبتی، از نظرکلیه صفات دارای تنوع و تفاوت معنی‌دار بودند. در شرایط تنش رطوبتی، لاین‌های ۹، ۶ و ۴ دارای بیشترین و لاین‌های ۱۳، ۱۶و ۱۷ دارای کمترین عملکرد دانه بودند. در این شرایط رطوبتی، افزایش عملکرد لاین شش ردیفه ۹، بیشتر از طریق صفات وزن دانه در سنبله و وزن هزار دانه و در لاین‌های دو ردیفه ۴ و ۶ از طریق صفات تعداد سنبله در متر مربع و وزن هزار دانه بود. در شرایط عدم تنش رطوبتی، صفت تعداد سنبله در متر مربع و در شرایط تنش رطوبتی، صفات تعداد سنبله در متر مربع و وزن هزار دانه، دارای بیشترین همبستگی ساده مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه بودند. لاین‌های ۲، ۴ و ۱۰ کمترین و لاین‌های ۱، ۱۳ و ۱۸ بیشترین تغییرات عملکرد را داشتند. صفت تعداد سنبله در متر مربع به عنوان مهمترین صفت موثر بر عملکرد دانه در هر دو شرایط رطوبتی شناسایی شد. بعد از این صفت، صفات وزن دانه در سنبله و وزن پدانکل در شرایط عدم تنش و صفات وزن دانه در سنبله و وزن هزار دانه در شرایط تنش رطوبتی به عنوان مهم‌ترین صفات موثر بر عملکرد دانه بودند. بیشترین و کمترین تنوع ژنتیکی به ترتیب مربوط به صفات تعداد سنبله در متر مربع و طول ریشک در شرایط عدم تنش و صفات تعداد سنبله در متر مربع و طول ساقه در شرایط تنش رطوبتی بود. بیشترین و کمترین وراثت‌پذیری عمومی نیز به ترتیب برای صفات تعداد دانه در سنبله و طول ریشک به دست آمد. نتایج این آزمایش نشان داد که تعداد سنبله در متر مربع، ضمن داشتن بالاترین تنوع، مهم‌ترین صفت موثر بر عملکرد دانه در هر دو شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی انتهای فصل بود و به عنوان موثرترین صفت برای اصلاح عملکرد لاین‌های جو مورد مطالعه در هر دو شرایط پیشنهاد می‌شود.

**واژه‌های کلیدی**: جو، تنش رطوبتی، تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی، عملکرد دانه

* نویسنده مسئول: s.moosavi@basu.ac.ir

**مقدمه**

جو از جمله ده محصول مهم زراعی به شمار می‌آید که بعد از گندم، ذرت و برنج چهارمین غله مهم دنیا است (Akar *et al*., 2004). این گیاه به تنش رطوبتی به‌طور نسبی مقاوم است و به شرایط آب و هوایی مختلف سازگاری دارد (Samarah, 2005). ایران با متوسط بارندگی حدود ۲۵۰ میلی‌متر در سال جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود. مهمترین عامل‌های محدود کننده عملکرد گیاهان زراعی در این مناطق تنش‌های غیر زیستی از جمله تنش رطوبتی است (Ehdaei, 1993). با وجود این‌که کلیه صفات مطلوب در جو نسبت به تنش خشکی واکنش منفی نشان می‌دهند ولی بیشترین خسارت متوجه عملکرد دانه است (Taheri Mazandarani *et al*., 2005). تنش خشکی در اواخر فصل رشد یعنی در مرحله سنبله‌دهی تا پر شدن دانه از طریق کاهش تعداد سنبله‌های بارور و تعداد دانه در هر سنبله موجب کاهش محصول در جو و گندم می‌شود (Emam, 2008). عملکرد دانه در جو همانند سایر گیاهان زراعی صفتی بسیار پیچیده است که تابعی از سه صفت اصلی تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه است (Sinebo, 2002). نورمحمدی و همکاران (Noor-Mohammadi *et al*., 1999) اظهار داشتند که جوهای دو ردیفه نسبت به انواع شش ردیفه تعداد پنجه و وزن هزار دانه بیشتری دارند. بنابراین انتظار می‌رود که در مقایسه انواع جو دو ردیفه با انواع شش ردیفه به‌صورت تک بوته، این دو جزء تاثیر بیشتری بر عملکرد گیاه داشته باشند. این در حالی بود که جوهای شش ردیفه نسبت به دو ردیفه تعداد دانه در سنبله بیشتری داشتند. تنوع و گزینش دو رکن اصلی هر برنامه اصلاحی است (Maxted *et al*., 2006)، به طوری که موفقیت در اصلاح گیاهان متکی به تنوع ژنتیکی موجود در گونه‌های زراعی اهلی و گونه‌های وحشی وابسته به آنها است (De Ponti, 2010). با توجه به اهمیت تامین نیاز غذایی دام‌ها و به تبع آن رفع نیاز غذایی جامعه، به ویژه با توجه به خشکسالی‌های چند ساله اخیر و محدودیت آب در کشور، شناسایی ژنوتیپ‌های با صفات مطلوب با برتری نسبی عملکرد در شرایط تنش رطوبتی آخر فصل لازم و ضروری است. بر این اساس، این پژوهش اجرا شد که هدف از آن، شناسایی مقدماتی لاین‌های امید بخش دارای صفات مطلوب با کمترین تغییرات عملکرد، بررسی تنوع صفات مختلف، شناسایی صفات تاثیرگذار بر عملکرد دانه و تعیین میزان وراثت‌پذیری آنها تحت شرایط متفاوت آبی بود.

**مواد و روش‌ها**

این پژوهش به صورت دو آزمایش جداگانه ولی مرتبط در شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار برای ۲۰ لاین امید بخش جو دو و شش ردیفه (جدول ۱) در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان در سال زراعی ۱۳۹۰- ۱۳۸۹ اجرا شد. هر لاین به صورت دو پشته ۵ متری با فاصله ۶۰ سانتی‌متر از هم و در سه ردیف روی هر پشته کشت شد. با توجه به وزن هزار دانه هر لاین، تعداد ۴۰۰ دانه در متر مربع توزین و جهت کشت مورد استفاده قرار گرفت. در ابتدا و انتهای هر بلوک نیز دو پشته به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. عمل آبیاری به طور نرمال هر ۷ روز یکبار در هر دو شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی انجام شد. به منظور اعمال تنش رطوبتی آخر فصل در شرایط تنش رطوبتی، عمل آبیاری از زمان شروع مرحله سنبله‌دهی (اواخر اردیبهشت) تا هنگام برداشت محصول به طور کامل قطع شد که بر اساس اطلاعات هواشناسی (جدول ۲) پس از این مرحله بارندگی موثری صورت نگرفت. نتایج آزمون خاک بافت خاک را لومی-رسی نشان داد (جدول ۳). در پایان آزمایش صفاتی مانند طول ساقه، وزن ساقه، طول پدانکل، وزن پدانکل، طول سنبله، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه، طول ریشک و عملکرد دانه اندازه‌گیری و ثبت شدند. قبل از تجزیه آماری داده‌ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها و یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی بررسی و سپس تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تیمارها انجام شد. ضریب تغییرات ژنوتیپی (GCV) و فنوتیپی (PCV) و وراثت‌پذیری عمومی ($h^2$) هر صفت با استفاده از رابطه‌های ۱ تا ۳ برآورد شدند (Falconer and Mackay, 1996).

$$GCV = \frac{\sqrt{\sigma_G^2}}{\overline{X}} \times 100 \qquad (۱)$$

$$PCV = \frac{\sqrt{\sigma_P^2}}{\overline{X}} \times 100 \qquad (۲)$$

$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_P^2} \times 100 \qquad (۳)$$

در این روابط، $\overline{X}$ میانگین صفت، $\sigma_G^2$ واریانس ژنوتیپی و $\sigma_P^2$ واریانس فنوتیپی ($\sigma_P^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2$) بود که از امید ریاضی میانگین مربعات جدول تجزیه واریانس به دست آمد.

جدول ۱- شماره/ شجره و تعداد ردیف در سنبله لاین‌های جو مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Name / pedigree and number of rows per spike of used barley lines in the experiment

| شماره لاین | شجره Pedigree | تعداد ردیف در سنبله Number of rows in spike |
|---|---|---|
| 1 | Bahman (WA 2196-68/NY6005-18, F1//ScotiaI) | 6 rows |
| 2 | Bahtim 7DL/79-W40762//Deir Alla106 | 6 rows |
| 3 | Pamir-010/Sahara-3768 | 2 rows |
| 4 | Pamir-065/Pamir-149 | 2 rows |
| 5 | Legia/Beecher | 6 rows |
| 6 | Pamir-013/Sonata | 2 rows |
| 7 | Oykor/Dobrinya | 6 rows |
| 8 | Sls/Bda//Sararood-1 | 2 rows |
| 9 | Bereke-54 | 6 rows |
| 10 | Manitou//Alanda/Zafraa | 6 rows |
| 11 | Pamir-146//YEA389-3/YEA475-4 | 2 rows |
| 12 | Alpha/Durra//Pamir-160 | 6 rows |
| 13 | Rhn-03//Lignee527/NK1272/5/Lignee527/Chn-01/4/Lignee527 | 6 rows |
| 14 | Manitou//Alanda/Zafraa | 2 rows |
| 15 | Pamir-168 | 2 rows |
| 16 | Productiv/3/Roho//Alger/Ceres362-1-1 | 6 rows |
| 17 | Belt67-1608/Slr/3/Dicktoo/Cascade//Hip/4/Antares/Ky63-1294 | 2 rows |
| 18 | U.Sask.1766/Api//Cel/3/Weeah/4/Lignee527/NK1272/5/Express | 6 rows |
| 19 | TWWd85-37/Kavir | 6 rows |
| 20 | Rhn-03//L.527/NK1272 | 6 rows |

جدول ۲- میانگین بارندگی و دما بعد از اعمال تنش رطوبتی آخر فصل

Table 2. Mean of rainfall and temperature, after terminal moisture stress

| ماه اعمال تنش رطوبتی Months of water stress | میانگین بارندگی بر حسب میلی‌متر در ماه Average of rainfall per month (mm) | میانگین دمای ماه بر حسب درجه سانتی‌گراد Average of temperature per month (°C) |
|---|---|---|
| June خرداد ماه | 1.3 | 20 |
| July تیر ماه | 0.9 | 24.2 |

جدول ۳- خصوصیات خاک محل آزمایش

Table 3. Soil characteristics of the experimental site

| ازت کل Total nitrogen (ppm) | فسفر قابل جذب Available phosphorous (ppm) | فسفر تثبیت شده Fixed Phosphorus (ppm) | فسفر کل Total phosphorus (ppm) | پتاسیم Potassium (ppm) |
|---|---|---|---|---|
| 0.08 | 12.70 | 228.60 | 241.30 | 312.00 |

## نتایج و بحث

### نتایج تجزیه واریانس

نتایج تجزیه واریانس صفات در شرایط عدم تنش (جدول ۴) و تنش رطوبتی (جدول ۵) نشان داد که لاین‌ها تفاوت معنی‌داری ($p < 0.05$) از نظر کلیه صفات بررسی شده داشتند. این نتیجه بیانگر وجود تنوع بالای لاین‌های مورد مطالعه از نظر این صفات در هر دو شرایط رطوبتی بود. نیکخواه و همکاران (Nikkhah *et al*., 2011) تنوع ژنتیکی قابل توجهی برای صفات عملکرد و اجزای عملکرد در بین جوهای دو و شش ردیفه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل گزارش کردند.

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات مختلف مربوط به ۲۰ لاین جو در شرایط عدم تنش رطوبتی

Table 4. Analysis of variance for the studied traits of 20 barley lines under non- moisture stress conditions

| منابع تغییرات Source of variation | درجه آزادی df | Mean squares میانگین مربعات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | طول ساقه Stem length | طول پدانکل Peduncle length | طول سنبله Spike length | وزن ساقه Stem weight | وزن پدانکل Peduncle weight | وزن سنبله Spike weight |
| بلوک Block | 2 | $2.90^{ns}$ | $0.45^{ns}$ | $1.44^{ns}$ | $0.002^{ns}$ | $0.0006^{ns}$ | $0.01^{ns}$ |
| لاین Line | 19 | $90.82^{**}$ | $20.59^{**}$ | $2.23^{**}$ | $0.03^{**}$ | $0.006^{**}$ | $0.54^{**}$ |
| خطای آزمایش Error | 38 | 18.57 | 4.807 | 0.589 | 0.0043 | 0.00077 | 0.017 |
| CV (%) درصد ضریب تغییرات | | 6.29 | 7.88 | 12.31 | 9.68 | 12.74 | 8.35 |

$^{ns}$ ، $^{*}$ و $^{**}$: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

$^{ns}$, $^{*}$ and $^{**}$: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

ادامه جدول ۴ Table 4. Continued

| منابع تغییرات Source of variation | درجه آزادی df | Mean squares میانگین مربعات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | تعداد دانه در سنبله Number of grains per spike | وزن دانه در سنبله Grain weight per spike | تعداد سنبله در متر مربع spike number per $m^2$ | وزن هزار دانه 1000-kernel weight | طول ریشک Awn length | عملکرد دانه Grain yield |
| بلوک Block | 2 | $6.77^{ns}$ | $0.03^{ns}$ | $9429.96^{*}$ | $3.65^{ns}$ | $0.19^{ns}$ | $2.25^{*}$ |
| لاین Line | 19 | $401.84^{**}$ | $0.44^{**}$ | $105665.06^{**}$ | $78.54^{**}$ | $2.02^{*}$ | $2.39^{**}$ |
| خطای آزمایش Error | 38 | 6.889 | 0.029 | 7596.23 | 7.158 | 0.88 | 0.57 |
| CV (%) درصد ضریب تغییرات | | 7.92 | 13.37 | 14.47 | 6.54 | 8.97 | 14.65 |

$^{ns}$ ، $^{*}$ و $^{**}$: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

$^{ns}$, $^{*}$ and $^{**}$: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات مختلف مربوط به ۲۰ لاین جو در شرایط تنش رطوبتی

Table 5. Analysis of different traits belong to 20 barley lines under moisture stress conditions

| منابع تغییرات Source of variation | درجه آزادی df | Mean squares میانگین مربعات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | طول ساقه Stem length | طول پدانکل Peduncle length | طول سنبله Spike length | وزن ساقه Stem weight | وزن پدانکل Peduncle weight | وزن سنبله Spike weight |
| بلوک Block | 2 | $1.16^{ns}$ | $0.46^{ns}$ | $0.23^{ns}$ | $0.0008^{ns}$ | $0.0001^{ns}$ | $0.003^{ns}$ |
| لاین Line | 19 | $71.56^{**}$ | $15.28^{**}$ | $1.65^{**}$ | $0.02^{**}$ | $0.005^{**}$ | $0.28^{**}$ |
| خطای آزمایش Error | 38 | 7.307 | 1.909 | 0.292 | 0.001 | 0.0002 | 0.01 |
| CV (%) درصد ضریب تغییرات | | 6.26 | 7.34 | 9.19 | 7.39 | 7.44 | 8.75 |

$^{ns}$ ، $^{*}$ و $^{**}$: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

$^{ns}$, $^{*}$ and $^{**}$: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

ادامه جدول ۵ Table 5. Continued

| منابع تغییرات Source of variation | درجه آزادی df | میانگین مربعات Mean squares | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | تعداد دانه در سنبله Number of grains per spike | وزن دانه در سنبله Grain weight per spike | تعداد سنبله در متر مربع Number of spike per $m^2$ | وزن هزار دانه 1000-kernel weight | طول ریشک Awn length | عملکرد دانه Grain yield |
| بلوک Block | 2 | $3.18^{ns}$ | $0.01^{ns}$ | $21949.75^{*}$ | $9.81^{ns}$ | $0.87^{ns}$ | $0.74^{*}$ |
| لاین Line | 19 | $322.35^{**}$ | $0.22^{**}$ | $115696.50^{**}$ | $75.50^{**}$ | $2.81^{**}$ | $1.71^{**}$ |
| خطای آزمایش Error | 38 | 4.208 | 0.014 | 10118.11 | 8.072 | 0.914 | 0.55 |
| CV (%) درصد ضریب تغییرات | | 7.51 | 13.80 | 16.96 | 8.25 | 9.11 | 18.87 |

$^{ns}$، $^{*}$ و $^{**}$: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

$^{ns}$, $^{*}$ and $^{**}$: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

**نتایج مقایسه میانگین‌ها و ضرایب همبستگی**

نتایج مقایسه میانگین در شرایط عدم تنش رطوبتی (جدول۶) نشان داد که بیشترین طول ساقه در لاین‌های ۱۹ و ۸ و کمترین آن در لاین‌های ۱ و۱۰ مشاهده شد. در شرایط تنش رطوبتی (جدول ۷) بیشترین طول ساقه در لاین‌های ۱۹ و ۱۴ و کمترین آن در لاین‌های ۱ و ۱۰ مشاهده شد. فولکس و همکاران (Foulkes *et al.*, 2002) اظهار داشتند که ارقام گندم با ارتفاع بیشتر، به دلیل دارا بودن ذخایر بیشتر در ساقه و توانایی استفاده از آن برای پر شدن دانه، در شرایط کمبود رطوبت و کاهش فتوسنتز جاری، کمتر تحت تاثیر شرایط نامساعد خشکی قرار می‌گیرند و از عملکرد دانه بالاتری برخوردار هستند. بر اساس نتایج به دست آمده، بین این صفت و عملکرد در شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. در حقیقت در این آزمایش افزایش عملکرد لاین‌های مطلوب در هر دو شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی، بیشتر از طریق افزایش تعداد سنبله در متر مربع به عنوان شاخصی از تعداد پنجه بوده است (به ترتیب $r=0.59^{**}$ و $r= 0.61^{**}$). به عبارتی، لاین‌هایی که عملکرد بیشتری داشتند، عمدتاً لاین‌های دو ردیفه با تعداد پنجه بیشتر و ارتفاع کمتری بودند. نتایج (جدول ۶) نشان داد که بیشترین وزن ساقه، در لاین‌های شش ردیفه ۹ و ۷ و کمترین آن در لاین‌های دو ردیفه ۱۱ و ۳ بود. این نتایج برای شرایط تنش رطوبتی (جدول ۷) بیانگر این است که لاین‌های شش ردیفه ۷ و ۹ دارای بیشترین و لاین‌های دو ردیفه ۱۱ و ۳ دارای کمترین وزن ساقه هستند. در مجموع لاین‌ها، صفت وزن ساقه با صفات وزن دانه در تک سنبله و تعداد دانه در تک سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری داشته است، در حالی‌که با مهمترین صفت موثر در افزایش عملکرد در هر دو شرایط، یعنی با صفت تعداد سنبله در متر مربع، همبستگی منفی و معنی‌داری دارد. بنابراین از این نتایج چنین استنباط می‌شود که لاین‌هایی که عملکرد زیادی داشته‌اند، به‌طور عمده دو ردیفه بوده‌اند (البته لاین شش ردیفه شماره ۹ استثنا است که افزایش عملکرد آن بخاطر سنبله‌های کوتاه ولی فشرده بوده، در حالی که افزایش عملکرد لاین‌های دو ردیفه بیشتر بدلیل تعداد زیاد سنبله در متر مربع بوده است). در لاین‌های دوردیفه بخش عمده افزایش عملکرد از طریق صفت تعداد سنبله در متر مربع بوده است. پس عمدتا لاین‌های با تعداد سنبله در متر مربع کمتر، دارای وزن تک ساقه بیشتری و در نتیجه عملکرد کمتری داشته‌اند. نتایج (جدول ۸) حاکی از این است که در شرایط تنش رطوبتی به‌طور نسبی لاین‌هایی که وزن ساقه بیشتری داشتند (به ویژه لاین‌های شش ردیفه) سنبله‌های سنگین‌تری تولید کردند. در تحقیقات گذشته اظهار شدکه هرچند به نظر می‌رسد که بوته‌های با ساقه ضخیم‌تر، عملکرد پایین‌تری داشته باشند ولی به دلیل داشتن وزن زیست‌توده بیشتر و توانایی تولید و نگهداری سنبله‌های سنگین‌تر، قابلیت تولید عملکرد بیشتری دارند (Fazel Najafabadi *et al.*, 2009). میری (Miri, 2011) در آزمایشی روی ارقام گندم به این نتیجه رسید که اختلاف آماری معنی‌داری بین ارقام مختلف از نظر میانگین

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مختلف در ۲۰ لاین جو تحت شرایط عدم تنش رطوبتی

Table 6. Comparisons of means for different traits of 20 barley lines under non- moisture stress conditions

| شماره لاین Line number | طول ساقه Stem length (cm) | وزن ساقه Stem weight (g) | طول پدانکل Peduncle length (cm) | وزن پدانکل Peduncle weight (g) | طول سنبله Spike length (cm) | وزن سنبله Spike weight (g) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 58.07 g | 0.65 bc | 25.86 cdef | 0.24 abc | 5.13 gh | 2.15 a |
| 2 | 64.09 cdefg | 0.77 ab | 27.39 bcde | 0.26 abc | 5.94 cdefg | 2.06 ab |
| 3 | 63.70 defg | 0.46 e | 25.13 def | 0.14 fg | 6.23 abcdefg | 0.89 gh |
| 4 | 64.08 cdefg | 0.52 de | 26.14 cdef | 0.16 efg | 6.90 abcde | 1.05 fg |
| 5 | 71.80 abcd | 0.68 bc | 29.47 bc | 0.24 abc | 6.89 abcde | 1.67 e |
| 6 | 69.98 abcde | 0.59 cd | 26.63 cde | 0.16 efg | 7.32 abc | 1.13 f |
| 7 | 74.96 ab | 0.81 a | 30.07 abc | 0.28 a | 5.95 cdefg | 1.88 bcde |
| 8 | 75.92 a | 0.66 bc | 28.48 bcd | 0.18 def | 6.26 abcdefg | 1.21 f |
| 9 | 66.93 bcdef | 0.82 a | 27.58 bcde | 0.27 ab | 4.39 h | 1.82 cde |
| 10 | 60.08 fg | 0.66 bc | 22.42 f | 0.16 efg | 5.80 defgh | 1.94 abcd |
| 11 | 63.96 cdefg | 0.42 e | 23.58 ef | 0.12 g | 6.08 bcdefg | 0.80 h |
| 12 | 71.19 abcd | 0.81 a | 29.54 bc | 0.25 abc | 5.45 efgh | 1.78 cde |
| 13 | 62.46 efg | 0.71 abc | 26.00 cdef | 0.25 abc | 5.37 efg | 2.09 ab |
| 14 | 72.34 abc | 0.71 abc | 29.12 bcd | 0.21 cde | 7.23 abcd | 1.27 f |
| 15 | 69.64 abcde | 0.68 bc | 29.13 bcd | 0.18 def | 7.53 ab | 1.20 f |
| 16 | 64.63 cdefg | 0.68 bc | 27.77 bcde | 0.24 abc | 6.85 abcdef | 1.80 cde |
| 17 | 71.20 abcd | 0.68 bc | 33.78 a | 0.22 bcd | 7.60 a | 1.26 f |
| 18 | 74.10 ab | 0.74 ab | 27.13 bcde | 0.23 abcd | 5.50 efgh | 1.78 cde |
| 19 | 77.20 a | 0.71 abc | 31.24 ab | 0.22 bcd | 6.44 abcdefg | 1.73 de |
| 20 | 71.90 abcd | 0.72 ab | 29.32 bcd | 0.28 a | 5.89 cdefg | 1.98 abc |

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری ندارند. Means with the same letters are not significantly different.

وزن ساقه وجود دارد و شرکت بیشتر ذخایر ساقه در دانه به دلیل بیشتر بودن وزن ساقه و یا به دلیل راندمان بیشتر انتقال مجدد ذخایر ساقه به دانه است که نتایج فوق با نتایج حاصله برای لاین‌های شش ردیفه تطابق بیشتری داشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین (جدول ۶) نشان داد که در شرایط عدم تنش، بیشترین طول پدانکل در لاین‌های شماره ۱۷ و ۱۹ و کمترین آن در لاین‌های ۱۰ و ۱۱ مشاهده شد. نتایج حاصله در شرایط تنش رطوبتی (جدول ۷) بیانگر این بود که بیشترین طول پدانکل در لاین‌های ۱۷ و ۱۹ و کمترین آن در لاین‌های شماره ۱۰، ۱۱ و ۴ مشاهده شد. نیکخواه و همکاران (Nikkhah *et al*., 2011) با بررسی ژنوتیپ‌های جو دو و شش ردیفه بین صفات طول پدانکل و ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری را گزارش کردند. همچنین یافته‌های بهداد و همکاران (Behdad *et al*., 2007) نشان داد که در شرایط تنش خشکی، طول پدانکل با ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد و هر عاملی که باعث افزایش ارتفاع بوته شود طول پدانکل را نیز افزایش می‌دهد، که نتایج فوق با نتایج حاصله در هر دو شرایط مطابقت داشت. در این تحقیق، صفات طول پدانکل و وزن پدانکل هم درست مانند صفت وزن ساقه با صفت مهم تعداد سنبله در متر مربع در هر دو شرایط رطوبتی همبستگی منفی و معنی‌داری داشت که در نهایت منجر به کاهش عملکرد شدند. در واقع لاین‌هایی که عملکرد زیادی داشتند، بیشتر دارای تعداد سنبله در واحد سطح بیشتر و طول و وزن پدانکل کمتری بودند. بیشترین وزن پدانکل را لاین‌های شش ردیفه شماره ۷، ۲۰ و ۹ و کمترین آن را لاین‌های دو ردیفه شماره ۱۱، ۳ و ۴ به خود اختصاص دادند (جدول ۶). نتایج شرایط تنش رطوبتی (جدول ۷) نشان داد که بیشترین وزن پدانکل در لاین‌های شش ردیفه شماره ۹، ۷ و ۲۰ و کمترین آن در لاین‌های دو ردیفه شماره ۱۱، ۳ و ۴ مشاهده شد. افزایش این صفت برای افزایش عملکرد لاین مطلوب شش ردیفه شماره ۹ مناسب بود، ولی برعکس برای لاین مطلوب دو ردیفه ۴ نامناسب بوده است. بنابراین می‌توان اظهار داشت که مکانیسم افزایش عملکرد در دو لاین مطلوب فوق

یکسان نیست. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که چون لاین‌های شش ردیفه در مقایسه با لاین‌های دو ردیفه از سنبله‌های سنگین‌تری برخوردار بودند، بنابراین اهمیت این صفت به خصوص در شرایط تنش در افزایش عملکرددر لاین‌های شش ردیفه به مراتب بیشتر از لاین های دو ردیفه بوده است. کوچکی و همکاران (Koocheki *et al*., 2007) نتیجه گرفتند که بین وزن پدانکل در زمان رسیدگی و ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. آن‌ها همچنین دریافتند که وزن پدانکل در شرایط تنش کاهش می‌یابد و انتقال آسمیلات‌ها از پدانکل به دانه‌ها را در شرایط تنش، عامل اصلی کاهش شدید وزن پدانکل دانستند. دیگر محققین در بررسی‌های خود دریافتند که در شرایط تنش خشکی میزان فتوسنتز تقلیل یافته، مواد حاصل از فتوسنتز بیشتر به مصرف حفظ بقاء گیاه می‌رسد، بنابراین آسیمیلات جاری برای پر کردن کامل دانه‌ها کافی نخواهد بود. در چنین شرایطی کربوهیدرات‌های قابل حل در آب و ذخیره شده در اندام‌های رویشی بخصوص ساقه و پدانکل قبل از گلدهی، به‌عنوان یک منبع کربن برای پر کردن دانه تحت شرایط تنش خشکی به کار می‌روند و از این جهت بر عملکرد تاثیر دارند (Golabadi *et al*., 2008). به نظر می‌رسد تحت شرایط تنش به واسطه پیر شدن زود هنگام برگ‌ها و کاهش فتوسنتز جاری (کاهش قدرت منبع) و تقاضای دانه‌ها برای مواد فتوسنتزی، سهم مشارکت مواد ذخیره شده در ساقه و به خصوص پدانکل در پر کردن دانه بیشتر از شرایط فاریاب باشد (Habibpour *et al*., 2012). بر اساس نتایج مقایسه میانگین در شرایط عدم تنش (جدول ۶) بیشترین طول سنبله در لاین‌های شماره ۱۷، ۱۵ و ۶

ادامه جدول ۶ Table 6. Continued

| شماره لاین Line number | تعداد دانه در سنبله Number of grains per spike | وزن دانه در سنبله Grain weight per spike (g) | تعداد سنبله در متر مربع spike number per $m^2$ | وزن هزار دانه 1000-kernel weight (g) | طول ریشک Awn length (cm) | عملکرد دانه Yield (t/ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 54.80 $^{a}$ | 1.75 $^{ab}$ | 348.78 $^{efg}$ | 32.36 $^{gh}$ | 9.59 $^{bc}$ | 6.09 $^{abc}$ |
| 2 | 47.46 $^{b}$ | 1.85 $^{a}$ | 218.21 $^{g}$ | 40.00 $^{def}$ | 10.78 $^{ab}$ | 4.15 $^{ef}$ |
| 3 | 17.46 $^{g}$ | 0.71 $^{ef}$ | 643.80 $^{bc}$ | 41.43 $^{cdef}$ | 10.46 $^{ab}$ | 4.61 $^{def}$ |
| 4 | 18.86 $^{fg}$ | 0.79 $^{def}$ | 624.99 $^{bc}$ | 44.68 $^{bcd}$ | 9.75 $^{bc}$ | 5.4 $^{bcde}$ |
| 5 | 44.53 $^{bc}$ | 1.36 $^{c}$ | 318.13 $^{efg}$ | 30.53 $^{h}$ | 10.50 $^{ab}$ | 4.28 $^{ef}$ |
| 6 | 20.60 $^{fg}$ | 0.97 $^{de}$ | 647.56 $^{bc}$ | 47.71 $^{ab}$ | 7.16 $^{c}$ | 5.99 $^{abcd}$ |
| 7 | 38.80 $^{de}$ | 1.6 $^{abc}$ | 348.12 $^{efg}$ | 41.12 $^{cdef}$ | 10.32 $^{ab}$ | 5.59 $^{be}$ |
| 8 | 19.73 $^{fg}$ | 0.87 $^{def}$ | 758.46 $^{b}$ | 45.00 $^{bcd}$ | 10.27 $^{b}$ | 6.62 $^{ab}$ |
| 9 | 39.26 $^{de}$ | 1.76 $^{ab}$ | 432.98 $^{def}$ | 43.00 $^{bcde}$ | 9.96 $^{bc}$ | 7.16 $^{a}$ |
| 10 | 40.53 $^{cde}$ | 1.63 $^{abc}$ | 219.91 $^{g}$ | 43.00 $^{bcde}$ | 10.72 $^{ab}$ | 3.83 $^{f}$ |
| 11 | 17.40 $^{g}$ | 0.64 $^{f}$ | 931.07 $^{a}$ | 38.00 $^{ef}$ | 9.50 $^{bc}$ | 6.04 $^{abcd}$ |
| 12 | 36.80 $^{e}$ | 1.45 $^{bc}$ | 352.76 $^{efg}$ | 40.83 $^{cdef}$ | 11.26 $^{ab}$ | 5.21 $^{bcdef}$ |
| 13 | 40.26 $^{cde}$ | 1.64 $^{abc}$ | 267.71 $^{fg}$ | 44.00 $^{bcd}$ | 11.20 $^{ab}$ | 4.76 $^{cdef}$ |
| 14 | 21.60 $^{fg}$ | 1.05 $^{d}$ | 439.55 $^{de}$ | 50.16 $^{a}$ | 10.64 $^{ab}$ | 4.57 $^{def}$ |
| 15 | 23.40$^{f}$ | 0.98 $^{de}$ | 528.27 $^{cd}$ | 42.43 $^{bcde}$ | 11.30 $^{ab}$ | 5.17 $^{bcdef}$ |
| 16 | 43.20 $^{bcd}$ | 1.47 $^{bc}$ | 308.20 $^{efg}$ | 32.39 $^{gh}$ | 10.45 $^{ab}$ | 4.31 $^{ef}$ |
| 17 | 23.00 $^{f}$ | 1 $^{de}$ | 448.37 $^{de}$ | 45.91 $^{bc}$ | 10.97 $^{ab}$ | 4.59 $^{def}$ |
| 18 | 36.20 $^{e}$ | 1.48 $^{bc}$ | 424.11 $^{def}$ | 38.61 $^{ef}$ | 11.28 $^{ab}$ | 6.22 $^{abc}$ |
| 19 | 39.60 $^{de}$ | 1.41 $^{c}$ | 352.64 $^{efg}$ | 36.31 $^{fg}$ | 12.16 $^{a}$ | 5.12 $^{cdef}$ |
| 20 | 39.06 $^{de}$ | 1.61 $^{abc}$ | 344.88 $^{efg}$ | 41.73 $^{cdef}$ | 10.15 $^{b}$ | 5.52 $^{bcde}$ |

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری ندارند. Means with the same letters are not significantly different.

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات مختلف در ۲۰ لاین جو تحت شرایط تنش رطوبتی

Table 7. Comparisons of means for different traits of 20 barley lines under moisture stress conditions

| شماره لاین Line number | طول ساقه Stem length (cm) | وزن ساقه Stem weight (g) | طول پدانکل Peduncle length (cm) | وزن پدانکل Peduncle weight (g) | طول سنبله Spike length (cm) | وزن سنبله Spike weight (g) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 52.65 f | 0.61 bcdef | 23.07 fg | 0.21 bc | 4.78 fg | 1.43 abc |
| 2 | 59.16 e | 0.62 abcdef | 25.35 cdef | 0.23 ab | 5.78 bcdef | 1.41 abc |
| 3 | 61.48 de | 0.41 g | 23.26 efg | 0.12 hi | 6.02 bcde | 0.66 gh |
| 4 | 58.85 e | 0.44 g | 23.05 fg | 0.14 gh | 6.30 abcd | 0.79 fg |
| 5 | 67.58 abc | 0.60 bcdef | 26.68 abc | 0.20 bcd | 6.06 bcde | 1.36 bcd |
| 6 | 66.58 abcd | 0.53 f | 23.83 defg | 0.15 g | 7.19 a | 0.95 f |
| 7 | 67.00 abc | 0.70 a | 27.00 abc | 0.24 a | 5.46 def | 1.58 a |
| 8 | 68.34 ab | 0.56 def | 26.20 bcd | 0.16 fg | 5.80 bcdef | 0.84 f |
| 9 | 63.11 bcde | 0.68 ab | 25.54 cdef | 0.24 a | 4.15 g | 1.53 ab |
| 10 | 53.07 f | 0.55 ef | 20.34 h | 0.14 gh | 5.32 def | 1.32 cd |
| 11 | 61.58 de | 0.36 g | 22.29 gh | 0.10 i | 5.64 cdef | 0.57 h |
| 12 | 65.92 abcd | 0.68 ab | 27.66 abc | 0.21 bc | 5.44 def | 1.48 abc |
| 13 | 58.88 e | 0.62 abcdef | 23.89 defg | 0.21 bc | 5.17 ef | 1.13 e |
| 14 | 68.36 ab | 0.63 abcde | 25.75 bcde | 0.18 def | 6.78 ab | 0.92 f |
| 15 | 64.66 abcd | 0.56 def | 26.92 abc | 0.16 fg | 6.81 ab | 0.84 f |
| 16 | 62.78 cde | 0.60 cdef | 26.10 bcd | 0.22 bc | 6.59 abc | 1.12 e |
| 17 | 65.98 abcd | 0.60 cdef | 29.27 a | 0.18 ef | 6.74 ab | 0.92 f |
| 18 | 66.56 abcd | 0.65 abc | 25.28 cdef | 0.19 cde | 5.55 cdef | 1.19 de |
| 19 | 69.92 a | 0.64 abcd | 28.34 ab | 0.20 bcd | 6.02 bcde | 1.29 cde |
| 20 | 66.20 abcd | 0.66 abc | 27.58 abc | 0.24 a | 5.78 bcdef | 1.45 abc |

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری ندارند. Means with the same letters are not significantly different.

که همگی جز لاین‌های دو ردیفه بودند و کمترین آن در لاین‌های شماره ۹، ۱ و ۱۳ که همگی جز لاین های شش ردیفه بودند، مشاهده شد. نتایج نشان داد (جدول ۷) که در شرایط تنش رطوبتی نیز همانند شرایط عدم تنش، بیشترین طول سنبله مربوط به لاین‌های دو ردیفه شماره ۶، ۱۵ و ۱۴ و کمترین آن مربوط به لاین‌های شش ردیفه شماره ۹، ۱ و ۱۳ است. با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها (جداول ۶ و ۷) می‌توان اظهار داشت که لاین‌های دو ردیفه به‌طور نسبی از طول سنبله بیشتری برخوردارند ولی در عین حال وزن تک سنبله، تعداد دانه در تک سنبله و وزن دانه در سنبله کمتری را دارند که خود توجیه کننده ایجاد رابطه همبستگی منفی و معنی‌دار بین این صفات با صفت طول سنبله است. کرمی و همکاران (Karami *et al*., 2007) نیز با مطالعه بر روی ۲۶ ژنوتیپ جو در شرایط تنش رطوبتی بین طول سنبله با صفات وزن سنبله و تعداد دانه در سنبله رابطه همبستگی منفی و معنی‌داری گزارش کردند که با نتایج این آزمایش هم‌خوانی دارد. همان‌طور که نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد (جدول ۶) بیشترین وزن سنبله به لاین‌های شماره ۱، ۱۳ و ۲ که همگی شش ردیفه بودند و کمترین آن به لاین‌های شماره ۱۱، ۳ و ۴ که همگی دو ردیفه بودند اختصاص داشت. نتایج در شرایط تنش رطوبتی (جدول ۷) نیز بیانگر این بود که لاین‌های شش ردیفه شماره ۷، ۹ و ۱۲ دارای بیشترین و لاین‌های دو ردیفه شماره ۱۱، ۳ و ۴ دارای کمترین وزن سنبله هستند. در حقیقت لاین‌های شش ردیفه دارای سنبله‌های متراکم‌تر با تعداد دانه در سنبله بیشتری بودند. کرمی و همکاران (Karami *et al*., 2007) اظهار داشتند که در شرایط

ادامه جدول ۷ Table 7. Continued

| شماره لاین Line number | تعداد دانه در سنبله Number of grains per spike | وزن دانه در سنبله Grain weight per spike (g) | تعداد سنبله در متر مربع Number of spike per $m^2$ | وزن هزار دانه 1000-kernel weight (g) | طول ریشک Awn length (cm) | عملکرد دانه Grain yield (t/ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 49.06 $^{a}$ | 1.16 $^{bcd}$ | 284.76 $^{ef}$ | 23.22 $^{g}$ | 9.85 $^{b}$ | 3.08 $^{cde}$ |
| 2 | 38.53 $^{bc}$ | 1.19 $^{abc}$ | 286.95 $^{ef}$ | 33.15 $^{cde}$ | 10.42 $^{ab}$ | 3.61 $^{bcde}$ |
| 3 | 14.80 $^{ij}$ | 0.51 $^{gh}$ | 653.68 $^{bc}$ | 33.34 $^{cde}$ | 10.09 $^{b}$ | 3.48 $^{bcde}$ |
| 4 | 15.00 $^{hij}$ | 0.57 $^{fgh}$ | 708.11 $^{ab}$ | 39.77 $^{ab}$ | 11.27 $^{ab}$ | 4.44 $^{abc}$ |
| 5 | 40.86 $^{b}$ | 1.13 $^{bcd}$ | 267.54 $^{f}$ | 25.00 $^{g}$ | 10.22 $^{ab}$ | 2.84 $^{de}$ |
| 6 | 18.40 $^{hi}$ | 0.79 $^{ef}$ | 771.02 $^{ab}$ | 39.32 $^{ab}$ | 8.32 $^{c}$ | 4.57 $^{ab}$ |
| 7 | 34.53 $^{de}$ | 1.27 $^{ab}$ | 285.40 $^{ef}$ | 35.00 $^{bcd}$ | 9.73 $^{b}$ | 3.37 $^{bcde}$ |
| 8 | 17.53 $^{hi}$ | 0.66 $^{fg}$ | 639.40 $^{bc}$ | 39.00 $^{ab}$ | 10.39 $^{ab}$ | 4.25 $^{abcd}$ |
| 9 | 34.53 $^{de}$ | 1.39 $^{a}$ | 387.79 $^{def}$ | 40.00 $^{ab}$ | 10.79 $^{ab}$ | 5.31 $^{a}$ |
| 10 | 26.60 $^{g}$ | 1.01 $^{cde}$ | 318.35 $^{ef}$ | 38.53 $^{abc}$ | 11.16 $^{ab}$ | 3.30 $^{bcde}$ |
| 11 | 12.80 $^{j}$ | 0.41 $^{h}$ | 865.69 $^{a}$ | 34.86 $^{bcd}$ | 10.05 $^{b}$ | 3.80 $^{bcde}$ |
| 12 | 31.46 $^{ef}$ | 1.12 $^{bcd}$ | 279.69 $^{ef}$ | 35.00 $^{bcd}$ | 12.08 $^{a}$ | 2.92 $^{de}$ |
| 13 | 29.86 $^{fg}$ | 0.94 $^{de}$ | 257.83 $^{f}$ | 31.39 $^{def}$ | 10.72 $^{ab}$ | 2.43 $^{e}$ |
| 14 | 16.60 $^{hi}$ | 0.69 $^{fg}$ | 475.47 $^{cde}$ | 40.68 $^{a}$ | 11.13 $^{ab}$ | 3.18 $^{bcde}$ |
| 15 | 18.80 $^{h}$ | 0.67 $^{fg}$ | 511.94 $^{cd}$ | 36.00 $^{abcd}$ | 10.95 $^{ab}$ | 3.44 $^{bcde}$ |
| 16 | 32.13 $^{def}$ | 0.93 $^{de}$ | 254.03 $^{f}$ | 28.91 $^{efg}$ | 10.50 $^{ab}$ | 2.52 $^{e}$ |
| 17 | 17.20 $^{hi}$ | 0.67 $^{fg}$ | 392.03 $^{def}$ | 37.66 $^{abc}$ | 10.49 $^{ab}$ | 2.58 $^{e}$ |
| 18 | 26.93 $^{g}$ | 0.99 $^{cde}$ | 309.26 $^{ef}$ | 36.00 $^{abcd}$ | 10.73 $^{ab}$ | 3.01 $^{cde}$ |
| 19 | 35.00 $^{cde}$ | 0.97 $^{cde}$ | 286.76 $^{ef}$ | 27.61 $^{fg}$ | 10.60 $^{ab}$ | 2.75 $^{e}$ |
| 20 | 35.33 $^{cd}$ | 1.17 $^{bc}$ | 274.53 $^{f}$ | 33.43 $^{cde}$ | 10.93 $^{ab}$ | 2.96 $^{de}$ |

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری ندارند. Means with the same letters are not significantly different.

دیم، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن سنبله اصلی و صفات طول ساقه، طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه در تک بوته مشاهده وجود دارد. همچنین همبستگی این صفت با طول سنبله و طول ریشک را منفی و معنی‌دار گزارش کردند. بیشترین تعداد دانه در سنبله در شرایط عدم تنش (جدول ۶) در لاین‌های شش ردیفه شماره ۱، ۲ و ۵ و کمترین آن در لاین‌های دو ردیفه شماره ۱۱، ۳ و ۴ مشاهده شده است. همچنین در شرایط تنش رطوبتی (جدول ۷) لاین‌های شش ردیفه شماره ۱، ۵ و ۲ دارای بیشترین و لاین‌های دو ردیفه شماره ۱۱، ۳ و ۴ دارای کمترین تعداد دانه در سنبله بودند. بنابراین می‌توان اظهار داشت که لاین‌های شش ردیفه دارای سنبله‌های فشرده و کوتاهتر، با تعداد دانه در سنبله بیشتری بودند بنابراین چون تعداد بذر در هر سنبله بیشتر بود وزن هزاردانه کمتری داشتند. بنابراین یکی از اجزای مهم افزایش دهنده عملکرد در لاین‌های شش ردیفه (مثلا لاین مطلوب ۹) افزایش این صفت بود در حالی‌که این روند در لاین‌های دو ردیفه بر عکس است. وجود رابطه همبستگی منفی بین صفت تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه (جداول ۸ و ۹) حاکی از آن است که افزایش تعداد دانه در سنبله به خصوص در شرایط تنش موجب کوچک‌تر شدن دانه‌ها و در نتیجه کاهش وزن هزار دانه می‌شود. کافی و همکاران (Kafi *et al.*, 2000) اظهار داشتند که یکی از دلایل کاهش تعداد دانه به هنگام تنش کم آبی کاهش تعداد گل و کم شدن تعداد گل‌های بارور است.

جدول ۸ - همبستگی بین صفات مورد بررسی در شرایط عدم تنش رطوبتی (اعداد زیر قطر) و تنش رطوبتی (اعداد بالای قطر)

Table 8. Correlation coefficients between the studied traits under non- stress (below diagonal) and moisture stress (above diagonal) conditions

| Traits | صفات | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Stem length | ۱- طول ساقه | 1 | 0.33 | 0.75** | 0.15 | 0.41 | -0.03 | -0.19 | -0.05 | 0.04 | 0.18 | -0.10 | -0.04 |
| 2. Stem weight | ۲- وزن ساقه | 0.39 | 1 | 0.60** | 0.89** | -0.28 | 0.82** | 0.64** | 0.80** | -0.84** | -0.15 | 0.20 | -0.31 |
| 3. Peduncle length | ۳- طول پدانکل | 0.73** | 0.51* | 1 | 0.51* | 0.25 | 0.29 | 0.18 | 0.24 | -0.39 | -0.11 | -0.05 | -0.32 |
| 4. Peduncle weight | ۴- وزن پدانکل | 0.23 | 0.86** | 0.52* | 1 | -0.40 | 0.85** | 0.78** | 0.87** | -0.81** | -0.32 | -0.04 | -0.24 |
| 5. Spike length | ۵- طول سنبله | 0.28 | -0.34 | 0.36 | -0.38 | 1 | -0.54* | -0.52* | -0.57** | 0.35 | 0.18 | -0.11 | -0.15 |
| 6. Spike weight | ۶- وزن سنبله | -0.13 | 0.73** | 0.06 | 0.82** | -0.58** | 1 | 0.88** | 0.98** | -0.82** | -0.34 | -0.23 | -0.16 |
| 7. Number of grains per spike | ۷- تعداد دانه در سنبله | -0.21 | 0.59** | 0.02 | 0.74** | -0.54* | 0.94** | 1 | 0.88** | -0.79** | -0.69** | 0.03 | -0.29 |
| 8. Grain weight per spike | ۸- وزن دانه در سنبله | -0.14 | 0.76** | 0.04 | 0.81** | -0.63** | 0.98** | 0.93** | 1 | -0.78** | -0.31 | 0.08 | -0.49* |
| 9. Number of spike per $m^2$ | ۹- تعداد سنبله در متر مربع | 0.08 | -0.71** | -0.21 | -0.73** | 0.26 | -0.87** | -0.82** | -0.86** | 1 | 0.49* | -0.39 | 0.61** |
| 10. 1000-kernel weight | ۱۰- وزن هزار دانه | 0.21 | 0.03 | 0.11 | -0.20 | 0.24 | -0.35 | -0.61** | -0.34 | 0.27 | 1 | 0.07 | 0.57** |
| 11. Awn length | ۱۱- طول ریشک | -0.20 | -0.17 | 0.07 | -0.04 | 0.24 | -0.28 | -0.26 | 0.27 | -0.47* | 0.18 | 1 | -0.32 |
| 12. Grain yield | ۱۲- عملکرد دانه | 0.23 | -0.24 | -0.20 | -0.35 | -0.40 | -0.18 | -0.16 | -0.50* | 0.59** | 0.12 | -0.38 | 1 |

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول۹ - درصد تغییرات صفت عملکرد در دو شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی برای لاین‌های مورد مطالعه

Table 9. Percentage yield variation under non moisture stress and moisture stress conditions for studied lines

| شماره لاین Line number | درصد تغییرات عملکرد برای هر لاین Percentage yield variation for each line | رتبه rating | شماره لاین Line number | درصد تغییرات عملکرد برای هر لاین Percentage yield variation for each line | رتبه rating |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 49.38 | 19 | 11 | 37.14 | 11 |
| 2 | 12.88 | 1 | 12 | 43.96 | 15 |
| 3 | 24.47 | 5 | 13 | 48.77 | 18 |
| 4 | 17.66 | 3 | 14 | 30.33 | 7 |
| 5 | 33.65 | 9 | 15 | 33.52 | 8 |
| 6 | 23.71 | 4 | 16 | 41.39 | 13 |
| 7 | 39.69 | 12 | 17 | 43.83 | 14 |
| 8 | 35.78 | 10 | 18 | 51.51 | 20 |
| 9 | 25.81 | 6 | 19 | 46.19 | 16 |
| 10 | 13.87 | 2 | 20 | 46.34 | 17 |

شریف و همکاران (Sharif *et al*., 2007) نتیجه گرفتند که افزایش تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار تعداد دانه در سنبله می‌شود. احمدی و همکاران (Ahmadi *et al*., 2009) بیان کردند که افزایش تعداد دانه در سنبله در شرایط تنش خشکی به عنوان راه‌کاری مناسب جهت افزایش عملکرد نیست، زیرا افزایش تعداد دانه در این شرایط با کاهش وزن هزار دانه همراه خواهد بود. در شرایط عدم تنش رطوبتی بیشترین مقدار وزن دانه در تک سنبله (جدول ۶) در لاین‌های شش ردیفه ۲، ۹ و ۱ و کمترین آن در لاین‌های دو ردیفه ۱۱، ۳ و ۴ مشاهده شد. در شرایط تنش رطوبتی نیز (جدول ۷) لاین‌های شش ردیفه ۹، ۷ و ۲ دارای بیشترین و لاین‌های دو ردیفه ۱۱، ۳ و ۴ دارای کمترین میزان وزن دانه در سنبله هستند. با توجه به این‌که لاین شش ردیفه شماره ۹ بالاترین عملکرد دانه را در شرایط تنش رطوبتی به خود اختصاص داد و لاین‌های شماره ۲ و ۷ نیز بعد از لاین شماره ۹ بیشترین عملکرد را در بین لاین‌های شش ردیفه داشتند و همچنین چون لاین‌های شماره ۱۳، ۱۶ و ۱۹ که دارای پایین‌ترین عملکرد در شرایط تنش بودند به‌طور نسبی کمترین وزن دانه در سنبله را در بین لاین‌های شش ردیفه به خود اختصاص دادند، بنابراین می‌توان صفت وزن دانه در سنبله را به عنوان یکی از اجزای مهم در افزایش عملکرد شرایط تنش رطوبتی، صرفا در لاین‌های شش ردیفه دانست. این در حالی است که بین این صفت و صفات مهم عملکرد و تعداد سنبله در متر مربع در هر دو شرایط رطوبتی (جدول ۸) همبستگی منفی و معنی‌داری وجود دارد که نتایج تجزیه رگرسیون (جدول ۱۰) هم این نتیجه را تایید می‌کند.

از نتایج فوق استنباط می‌شود که بیشتر لاین‌های مطلوب با عملکرد بالا در هر دو شرایط، به‌طور عمده لاین‌های دو ردیفه هستند که چون افزایش عملکرد آنها از طریق صفت مهم تعداد سنبله در متر مربع بوده است، بنابراین وزن دانه در هر تک سنبله با صفت مهم فوق همبستگی منفی و معنی‌داری داشته است. یعنی با وجود کاهش وزن دانه در هر تک سنبله در لاین‌های دو ردیفه، ولی افزایش تعداد سنبله در متر مربع باعث افزایش عملکرد چشمگیر لاین‌های مذکور شده است. محمدی و همکاران (Mohammadi *et al*., 2008) گزارش کردند که خشکی و گرمای انتهای دوره رشد سبب کاهش طول دوره رشد، اختلال در فتوسنتز و جریان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی و در نهایت کاهش وزن دانه می‌شود. نتایج مقایسه میانگین برای صفت مهم تعداد سنبله در متر مربع، به عنوان مهمترین جز عملکرد در لاین‌های دو ردیفه ( جدول ۶)، بیانگر این بود که لاین‌های دو ردیفه ۱۱، ۸ و ۶ به ترتیب دارای بیشترین و لاین‌های شش ردیفه ۲، ۱۰ و ۱۳ به ترتیب دارای کمترین تعداد سنبله در متر مربع هستند. در شرایط این آزمایش صفت فوق صفتی مهم و تاثیرگذار بر عملکرد به ویژه در لاین‌های دو ردیفه محسوب شد بطوری‌که بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار (جدول ۸) را با عملکرد تحت هر دو شرایط رطوبتی دارا بود. فروزانفر و همکاران ( Frozanfar *et al*., 2011) با انجام تجزیه در شرایط نرمال رطوبتی اظهار داشتند که صفت تعداد سنبله در متر مربع دارای بیشترین اثر مثبت مستقیم بر عملکرد دانه است.

نتایج مقایسه میانگین صفات (جدول ۷) نشان داد که در شرایط تنش رطوبتی نیز لاین‌های دو ردیفه ۱۱، ۶ و ۴ دارای بیشترین و لاین‌های شش ردیفه ۱۶، ۱۳ و ۵ دارای کمترین تعداد سنبله در متر مربع هستند. مطابق نتایج (جدول ۷) لاین‌هایی که از تعداد سنبله در واحد سطح بیشتری برخوردار بودند عملکرد بیشتری را به خود اختصاص دادند. همان‌طور که نتایج نشان داد لاین‌های دو ردیفه در مقایسه با لاین‌های شش ردیفه تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله پایین‌تری دارند اما به طور نسبی در گروه لاین‌های برتر از نظر عملکرد اقتصادی در شرایط این آزمایش قرار گرفتند که مهمترین علت آن وجود تعداد بالای سنبله در واحد سطح در این لاین‌ها است. مطابق نتایج (جدول ۷) چون لاین‌های شش ردیفه نسبت به لاین‌های دو ردیفه مقدار بیشتری از صفات وزن ساقه، وزن پدانکل، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله هستند و در عین حال تعداد سنبله در واحد سطح کمتری را دارند، بنابراین روابط همبستگی (جدول ۸) منطقی به نظر می‌رسد و افزایش عملکرد این لاین‌ها عمدتا از طریق سه صفت وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله بوده است. در مجموع، لاین‌هایی که تعداد سنبله در واحد سطح بیشتری داشتند که عمدتا دو ردیفه‌اند، به طور نسبی از عملکرد دانه و وزن هزار دانه بیشتری نیز برخوردارند. بنابراین رابطه همبستگی مثبت بین این صفات در هر دو شرایط نیز قابل توجیه است.

جدول ۱۰ - تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد دانه لاین‌های امید بخش جو در شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی آخر فصل

Table 10. Stepwise regression analysis for grain yield of promising barley lines under non- stress and terminal moisture stress conditions

| شرایط محیطی Environmental conditions | Traits | صفات | عرض از مبدا Intercept | ضرایب رگرسیون برای صفات در مراحل مختلف Regression coefficients for traits at different stages | | | | | ضریب تبیین تجمعی Cumulative coefficient of determination |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| عدم تنش Non- stress | 1. Number of spike per $m^2$ | ۱- تعداد سنبله در متر مربع | 0.96 | 0.01 | | | | | 75.96** |
| | 2. Grain weight per spike | ۲- وزن دانه در سنبله | -5.21 | 0.04 | -3.20 | | | | 98.59** |
| | 3. Peduncle weight | ۳- وزن پدانکل | -2.42 | 0.08 | -2.45 | -0.20 | | | 99.25* |
| تنش رطوبتی Moisture stress | 1. Number of spike per $m^2$ | ۱- تعداد سنبله در متر مربع | -2.43 | 0.02 | | | | | 82.05** |
| | 2. Grain weight per spike | ۲- وزن دانه در سنبله | -3.44 | 0.06 | -2.16 | | | | 94.49** |
| | 3. 1000-kernel weight | ۳- وزن هزار دانه | -2.76 | 0.05 | -4.11 | 1.84 | | | 96.79* |

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

عیوضی و همکاران (Eyvazi *et al*., 2006) با بررسی تاثیر تنش خشکی روی ۵ رقم جوی بهاره به این نتیجه رسیدند که صفت تعداد سنبله در متر مربع با عملکرد در شرایط تنش خشکی همبستگی مثبت و معنی‌داری داشته و می‌تواند به عنوان معیار غیر مستقیمی جهت غربال ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در شرایط تنش قابل استفاده باشد. طبق نتایج (جدول ۶) بیشترین وزن هزار دانه در لاین‌های دو ردیفه ۱۴، ۶ و ۱۷ و کمترین آن در لاین‌های شش ردیفه ۵، ۱ و ۱۶ مشاهده شد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین صفات (جدول ۷) بیشترین وزن هزار دانه در لاین‌های شماره ۱۴ (دو ردیفه)، ۹ (شش ردیفه) و ۴ (دو ردیفه) و کمترین آن در لاین‌های شش ردیفه ۱، ۵ و ۱۹ مشاهده شده است. با توجه به این که لاین‌هایی که عملکرد بالایی داشتند به ویژه لاین‌های دو ردیفه به طور نسبی وزن هزار دانه بیشتری را نیز به خود اختصاص دادند (جدول‌های ۶ و ۷)، می‌توان نتیجه گرفت که صفت وزن هزار دانه از صفات مهم در افزایش عملکرد در لاین‌های دو ردیفه است. نیکخواه و همکاران (Nikkhah *et al*., 2011) با انجام تجزیه علیت صفات گیاهی موثر بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو وزن هزار دانه را به عنوان مهمترین صفت موثر برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی انتهای فصل زراعی به ویژه برای ژنوتیپ‌های دو ردیفه شناسایی کردند.

در شرایط عدم تنش (جدول ۶) بیشترین مقدار عملکرد اقتصادی در لاین‌های ۹، ۸ و ۱۸ و کمترین آن در لاین‌های ۱۰، ۲ و ۵ مشاهده شد. مهمترین علت عملکرد بالای این لاین‌ها، وجود تعداد بالای سنبله در واحد سطح است. این در حالی است که در شرایط تنش رطوبتی (جدول ۷) بیشترین عملکرد در لاین‌های ۹، ۶ و ۴ و کمترین آن در لاین‌های ۱۳، ۱۶ و ۱۷ مشاهده شد. علت بالا بودن عملکرد این لاین‌ها را می‌توان به بالا بودن صفاتی چون وزن دانه در سنبله (برای لاین شماره ۹)، تعداد سنبله در متر مربع و وزن هزار دانه برای هر سه لاین در شرایط تنش رطوبتی نسبت داد. همچنین پایین بودن عملکرد در لاین‌های شماره ۱۳، ۱۶ و ۱۷ با مقدار کم صفت وزن دانه در سنبله (برای لاین‌های ۱۳ و ۱۶ در بین لاین‌های شش ردیفه) و تعداد کم سنبله در متر مربع برای هر سه لاین در شرایط تنش رطوبتی قابل توجیه است. بنابراین می‌توان این طور نتیجه‌گیری کرد که در افزایش عملکرد به ویژه در شرایط تنش رطوبتی برای لاین‌های شش ردیفه به طور عمده صفاتی چون تعداد سنبله در متر مربع و وزن دانه در سنبله تاثیرگذارند و برای لاین‌های دو ردیفه به طور عمده صفاتی چون تعداد سنبله در متر مربع و وزن هزار دانه نقش دارند. نتایج با یافته‌های نیکخواه و همکاران (Nikkhah *et al*., 2011)، که عنوان کردند به طور کلی ژنوتیپ‌های شش ردیفه از تعداد دانه در سنبله بیشتر، اما وزن هزار دانه، تعداد پنجه بارور و عملکرد دانه کمتری نسبت به ژنوتیپ‌های دو ردیفه بهره‌مندند، مطابقت دارد. فروزانفر و همکاران (Frozanfar *et al*., 2011)، بیان کردند که در هر دو شرایط واجد و فاقد تنش خشکی، صفات تعداد سنبله بارور و وزن هزار دانه بیشترین سهم را در عملکرد دانه دارا هستند. مسلما کمبود آب در مراحل مختلف رشد، فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه جو را تحت تاثیر قرار می‌دهد، اما در صورتی که گیاه در دوره رشد زایشی با تنش خشکی مواجه شود نسبت به دوره رشد رویشی بیشتر تحت تاثیر قرار می‌گیرد و این امر باعث می‌شود عملکرد به میزان قابل توجهی کاهش یابد (Guo *et al*., 2007). پاک‌نژاد و همکاران (Paknejad *et al*., 2008) نتیجه گرفتند که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد می‌شود به طوری‌که کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار تنش خشکی در زمان گلدهی تا پایان دوره رشد بوده است.

نتایج تجزیه همبستگی در شرایط نرمال رطوبتی (جدول ۸) نشان داد که عملکرد دانه با صفت تعداد سنبله در متر مربع در سطح آماری ۱ درصد دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری است. بنابراین می‌توان این صفت را مهمترین صفت در افزایش عملکرد لاین‌های مورد بررسی در این شرایط دانست. نتایج تجزیه همبستگی (جدول ۸) نشان داد که بین عملکرد لاین‌ها در شرایط تنش رطوبتی با صفات تعداد سنبله در متر مربع و وزن هزار دانه در سطح آماری یک درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت که بیانگر تاثیر مثبت این صفات در افزایش عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی و تایید کننده نتایج مقایسه میانگین‌ها است. مجیرشیبانی و همکاران (Mojirsheybani *et al*., 2013) با انجام تحقیقی بر روی ۲۴ رقم جو نتیجه گرفتند که بین عملکرد با صفات تعداد گره در ساقه، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، دوره پر

شدن دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد پنجه در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. گل آبادی و همکاران (Golabadi *et al*., 2009) نیز در تحقیقی بر روی اثر تنش رطوبتی آخر فصل بر عملکرد گندم دوروم بین عملکرد دانه و صفات وزن هزار دانه و تعداد سنبله در متر مربع همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده کردند.

## درصد تغییرات صفت عملکرد دانه در دو شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی در لاین‌های مختلف

درصد تغییرات عملکرد یکی از شاخص‌های مهم جهت ارزیابی میزان تغییرات عملکرد در شرایط نرمال نسبت به شرایط تنش است. در واقع هر چه مدت و شدت تنش بیشتر و لاین حساس‌تر باشد درصد این تغییرات بیشتر است و هرچه این درصد در لاینی کمتر باشد آن لاین متحمل‌تر است. نتایج (جدول ۹) نشان داد که از نظر این شاخص، لاین‌های ۲، ۱۰ و ۴ به ترتیب با داشتن درصد تغییراتی برابر با ۱۲/۸۸، ۱۳/۸۷ و ۱۷/۶۶ درصد دارای کمترین درصد تغییرات و لاین‌های ۱۸، ۱ و ۱۳ هم به ترتیب با درصد تغییراتی برابر با ۵۱/۵۱، ۴۹/۳۸ و ۴۸/۷۷ درصد دارای بیشترین میزان درصد تغییرات عملکرد در شرایط تنش رطوبتی نسبت به شرایط عدم تنش بودند. بنابراین بر اساس این معیار می‌توان لاین‌های ۲، ۱۰ و ۴ را لاین‌های متحمل و لاین‌های ۱۸، ۱ و ۱۳ را لاین‌های حساس معرفی کرد. چوگان و همکاران (Chogan *et al*., 2007) و محمدی و همکاران (Mohammadi *et al*., 2009) نیز درصد تغییرات صفات مختلف را محاسبه و تفاوت ارقام را بر اساس آن بررسی کردند.

## نتایج رگرسیون مرحله‌ای عملکرد دانه لاین‌های جو در شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی

افزایش عملکرد در جو مهمترین هدف اصلاحی است که به دلیل پیچیدگی ژنتیکی آن، شناسایی صفات همبسته، تاثیرگذار با توارث‌پذیری ساده‌تر مطلوب است که یکی از اهداف تجزیه رگرسیون گام به گام، شناسایی این صفات تاثیرگذار است. نتایج رگرسیون گام به گام (جدول ۱۰) نشان داد که در شرایط عدم تنش، صفت تعداد سنبله در متر مربع بیشترین تاثیر را بر عملکرد دانه داشت و پس از آن صفات وزن دانه در سنبله و وزن پدانکل وارد مدل رگرسیونی شدند، به طوری‌که این سه صفت در مجموع ۹۹/۲۵ درصد از تغییرات موجود در عملکرد دانه را توجیه کردند. نکته قابل توجه این است که ضرایب رگرسیونی صفات وزن دانه در سنبله و وزن پدانکل منفی است، که این بیانگر تاثیر بالا ولی منفی افزایش این دو صفت بر افزایش عملکرد تحت این شرایط رطوبتی است. همچنین این نتیجه تایید کننده نتایج همبستگی (جدول ۸) است. در شرایط تنش رطوبتی نیز جزء عملکرد تعداد سنبله در متر مربع بخش عمده‌ای از تغییرات مدل رگرسیونی را توجیه کرد. در مراحل بعد صفات وزن دانه در سنبله و وزن هزار دانه، بیشترین تاثیر را بر عملکرد دانه نشان دادند و در مجموع با ضریب تبیین ۹۶/۷۹ به نحو موثری در توجیه عملکرد دانه موفق بودند. قابل ذکر است که ضریب رگرسیون صفت وزن دانه در سنبله در این شرایط هم منفی بود که این بیانگر این است که در هر دو شرایط افزایش وزن دانه در تک سنبله در این لاین‌ها، صفت مطلوبی نبوده است چراکه لاین‌هایی که وزن دانه در سنبله بالایی داشته‌اند، دارای تعداد سنبله در متر مربع کمتر و در نهایت عملکرد کمتری بوده‌اند. صفات وزن پدانکل و وزن هزار دانه سومین صفتی هستند که بترتیب در شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی وارد مدل شده‌اند. در حقیقت با توجه به نتایج همبستگی (جدول ۹ و ۱۰) هم مشخص می‌شود که صفت وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه در شرایط تنش دارد که مفهوم آن بیانگر این است که تحت شرایط تنش، لاین‌هایی که تعداد دانه کمتر ولی وزن هزار دانه بیشتری داشته‌اند، عملکرد بیشتری داشته، در حالی که در شرایط نرمال وزن هزار دانه نقش کمتری در افزایش عملکرد داشته است. با توجه به ضرایب تبیین تجمعی بین صفات مختلف و عملکرد دانه در شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی در این پژوهش، می‌توان انتظار داشت که در یک برنامه اصلاحی برای افزایش عملکرد اقتصادی در شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی، انتخاب لاین‌هایی با تعداد بالای سنبله در واحد سطح (به طور عمده برای لاین‌های دو ردیفه) بسیار موثر خواهد بود. جینز و همکاران (Jaynes *et al*., 2003) اعلام کردند که کارایی بهتر رگرسیون گام به گام نسبت به مدل کلی رگرسیون جهت تعیین معادله پیش‌بینی شده برای عملکرد ثابت شده است. در این راستا گل‌آبادی و همکاران (Golabadi *et al*., 2009) در تحقیقی بر گندم دوروم دریافتند که صفت تعداد سنبله در متر مربع در هر دو شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی نقش مهمی را در تعیین میزان عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر عهده دارد. نیکخواه و همکاران (Nikkhah *et al*., 2011) با ارزیابی صفات موثر

بر عملکرد ژنوتیپ‌های جو دو ردیفه و شش ردیفه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل و انجام تجزیه رگرسیون گام به گام ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی که عملکرد به عنوان متغییر وابسته در نظر گرفته شد، به این نتیجه رسیدند که در ژنوتیپ‌های شش ردیفه چهار صفت وزن هزار دانه، طول پدانکل، تعداد روز تا سنبله رفتن و تعداد روز تا رسیدن و در ژنوتیپ‌های دو ردیفه چهار صفت وزن هزار دانه، تعداد روز تا سنبله رفتن، تعداد دانه در سنبله و تعداد پنجه بارور بیشترین تاثیر را بر عملکرد دانه دارند.

**بررسی تنوع و وراثت‌پذیری عمومی صفات تحت شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی**

جهت تعیین میزان تنوع موجود در لاین‌ها برای صفات مختلف، ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی محاسبه شد. در هر دو شرایط مورد آزمایش بالاترین ضریب تغییرات ژنوتیپی را صفت تعداد سنبله در متر مربع و کمترین ضریب تغییرات ژنوتیپی را صفت طول ریشک در شرایط عدم تنش و صفت طول ساقه در شرایط تنش رطوبتی به خود اختصاص دادند. ضریب تغییرات ژنوتیپی صفات نشان داد که در برخی از صفات تنوع زیاد و در بعضی صفات تنوع کمی وجود دارد. مسلما هر چه تنوع موجود در صفات بیشتر باشد انتخاب در آن‌ها منجر به پاسخ به گزینش بهتری خواهد شد (Falconer and Mackay, 1996). نتایج (جداول ۱۱ و ۱۲) نشان داد که در هر دو شرایط رطوبتی، بیشترین و کمترین وراثت‌پذیری، به‌ترتیب مربوط به صفات تعداد دانه در سنبله و طول ریشک بود. اگر چه وراثت‌پذیری عمومی به خوبی وراثت‌پذیری خصوصی نمی‌تواند سهم ژنتیکی تنوع را مشخص کند اما بالا بودن میزان آن معرف انتقال نسبی صفات از والدین به نتاج است. در تحقیقی (Golabadi *et al.*, 2008) وراثت پذیری اکثر صفات در شرایط تنش رطوبتی بالاتر از وراثت پذیری آنها در شرایط عدم تنش گزارش شد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. در حقیقت یکی از دلایل این نتیجه این است که چون در این آزمایش از لاین‌های دو و شش ردیفه استفاده شده بنابراین تنوع ژنتیکی بالایی را نشان داده‌اند که این تنوع ژنتیکی نقش بیشتری نسبت به انحراف محیطی در بیان صفت داشته است و در شرایط تنش رطوبتی این تنوع بیشتر محرز شده است. در تحقیقی که به منظور تجزیه ژنتیکی نسل‌های مختلف جو انجام شده بود، مقدار وراثت‌پذیری عمومی برای صفات ارتفاع بوته و طول سنبله به ترتیب معادل ۰/۸۸ و ۰/۸ تخمین زده شد (Baghizadeh *et al.*, 2004). نخجوان و همکاران (Nakhjavan *et al.*, 2012) با بررسی وراثت‌پذیری صفات زراعی ژنوتیپ‌های جو، مشاهده کردند که در شرایط آبیاری کامل صفت ارتفاع بوته دارای بیشترین مقدار و صفات وزن هزار دانه و شاخص برداشت دارای کمترین مقدار وراثت‌پذیری عمومی هستند. در شرایط تنش رطوبتی نیز بیشترین مقدار وراثت‌پذیری عمومی به صفت عملکرد دانه و کمترین مقدار به صفت شاخص برداشت اختصاص دارد.

**نتیجه‌گیری**

بر اساس نتایج کلی اظهار می‌شود که صفات تعداد سنبله در متر مربع و وزن دانه در سنبله در افزایش عملکرد دانه لاین‌های شش ردیفه نقش مهم‌تری داشتند، در حالی‌که در لاین‌های دو ردیفه صفات تعداد سنبله در متر مربع و وزن هزار دانه تاثیرگذارتر بودند. در واقع تاثیر صفت تعداد سنبله در متر مربع در افزایش عملکرد لاین‌های دو ردیفه نسبت به لاین‌های شش ردیفه بسیار محسوس‌تر بود. با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان اظهار داشت که برای انتخاب ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش رطوبتی انتهای فصل در طول برنامه‌های به‌نژادی جو علاوه بر صفت عملکرد، صفات فوق الذکر را مورد توجه قرار داده و در پیشبرد برنامه‌های به نژادی از آن‌ها استفاده کرد. همچنین با توجه به بالا بودن میزان وراثت‌پذیری صفت تعداد دانه در سنبله، می‌توان آن را به عنوان صفتی مطلوب در برنامه‌های اصلاحی معرفی کرد.

جدول۱۱ - ضرایب تنوع ژنوتیپی و فنوتیپی و وراثت‌پذیری عمومی صفات مورد مطالعه در لاین‌های جو تحت شرایط عدم تنش رطوبتی

Table 11. Genotypic and phenotypic coefficients of variation and broad-sense heritability of the studied traits in barley lines under non moisture stress conditions

| Traits | صفات | میانگین Mean | ضریب تغییرات فنوتیپی Phenotypic coefficient of variation | ضریب تغییرات ژنوتیپی Genotypic coefficient of variation | وراثت‌پذیری Heritability |
|---|---|---|---|---|---|
| Stem length | طول ساقه | 68.41 | 9.54 | 7.17 | 56.46 |
| Stem weight | وزن ساقه | 0.67 | 17.60 | 14.69 | 69.71 |
| Peduncle length | طول پدانکل | 27.79 | 11.41 | 8.25 | 52.25 |
| Peduncle weight | وزن پدانکل | 0.21 | 24.04 | 20.39 | 71.96 |
| Spike length | طول سنبله | 6.23 | 17.11 | 11.88 | 48.22 |
| Spike weight | وزن سنبله | 1.57 | 27.88 | 26.61 | 91.16 |
| Number of grains per spike | تعداد دانه در سنبله | 33.13 | 35.52 | 34.63 | 95.02 |
| Grain weight per spike | وزن دانه در سنبله | 1.30 | 31.43 | 28.59 | 82.73 |
| Grain yield | عملکرد دانه | 5.26 | 20.60 | 14.80 | 51.58 |
| 1000-kernel weight | وزن هزار دانه | 40.85 | 13.61 | 11.94 | 76.87 |
| Awn length | طول ریشک | 10.45 | 10.74 | 5.91 | 30.28 |
| Number of spike per $m^2$ | تعداد سنبله در متر مربع | 448.03 | 44.79 | 40.35 | 81.14 |

جدول ۱۲ - ضرایب تنوع ژنوتیپی و فنوتیپی و وراثت‌پذیری عمومی صفات مورد مطالعه در لاین‌های جو تحت شرایط تنش رطوبتی

Table 12. Genotypic and phenotypic coefficients of variation and broad sense- heritability for the studied traits in barley lines under moisture stress conditions

| Traits | صفات | میانگین Mean | ضریب تغییرات فنوتیپی Phenotypic coefficient of variation | ضریب تغییرات ژنوتیپی Genotypic coefficient of variation | وراثت‌پذیری Heritability |
|---|---|---|---|---|---|
| Stem length | طول ساقه | 63.43 | 8.44 | 7.29 | 74.56 |
| Stem weight | وزن ساقه | 0.58 | 15.83 | 14.89 | 88.46 |
| Peduncle length | طول پدانکل | 25.37 | 9.94 | 8.32 | 70.02 |
| Peduncle weight | وزن پدانکل | 0.19 | 22.32 | 21.05 | 88.88 |
| Spike length | طول سنبله | 5.87 | 14.68 | 11.44 | 60.80 |
| Spike weight | وزن سنبله | 1.14 | 28.05 | 26.65 | 90.25 |
| Number of grains per spike | تعداد دانه در سنبله | 27.30 | 38.46 | 37.72 | 96.18 |
| Grain weight per spike | وزن دانه در سنبله | 0.91 | 32.02 | 29.28 | 83.65 |
| Grain yield | عملکرد دانه | 3.39 | 28.52 | 18.34 | 41.38 |
| 1000-kernel weight | وزن هزار دانه | 34.35 | 16.09 | 13.80 | 73.57 |
| Awn length | طول ریشک | 10.48 | 11.85 | 7.58 | 40.87 |
| Number of spike per $m^2$ | تعداد سنبله در متر مربع | 428.65 | 49.65 | 43.76 | 77.66 |

**References**

**Ahmadi, A., Joudi, M., Tavakoli, A. and Ranjbar, M. 2009.** Evaluation of yield and some morphological responses associated with it in different wheat genotypes under stress and non-stress conditions. **Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources** 46: 155-165. (In Persian).

**Akar, T., Avci, M. and Dusunceli, F. 2004**. Barley: Post-harvest operations. [Online]. Availableathttp://www.fao.org/inpho/content/compend/text/ch31/ch31.htm. Accessed on August 15, 2007.

**Baghizadeh, A., Taleei, A., Naghavi, M. R. and Zeinalu, H. 2004**. An evaluation of inheritance for some quantitative traits in barley using generation mean analysis. **Iranian Journal of Agricultural Science** 35: 851-857. (In Persian).

**Behdad, M., Paknejad, Ph., Vazan, S., Ardakani, M. R. and Nasri, M. 2007.** Effects of drought stress on yield and seed yield components at different growth stages in wheat cultivars. **Journal of Environmental Stresses on Plant Science** 2: 144-157. (In Persian).

**Chogan, R., Taherkhani, T., Ghanadha, M. R. and Khodarahmi, M. 2007.** Evaluation of drought tolerance in corn inbred lines with drought tolerance indices**. Iranian Journal of Crop Sciences** 7: 79-89. (In Persian).

**De Ponti, O. 2010.** Germplasm exploitation and ownership: Who owns what? 2nd International Symposium on Genomics and Plant Genetic Resources. April 24-27, Bologna, Italy. pp: 300.

**Ehdaei, B. 1993.** Selection for drought resistance in wheat. Proceeding of the first Iranian Congress of Crop Sciences. September 6-9, Tehran University. Karaj, Iran. (In Persian).

**Emam, Y. 2008.** Cereals. Shiraz University Publication Center. (In Persian).

**Eyvazi, A., Abdollahi, Shahpoor., Hoseyni Salkadeh, S. Gh., Majidi Hervan, E. and Mohammadi, S. A. 2006.** Evaluation of drought and salinity stress on some agronomic and physiological traits in barley cultivars. **Seed and Plant** 3: 441-456. (In Persian).

**Falconer, D. S. and Mackay, T. F. C. 1996.** Introduction to quantitative genetics. Longman New York, Fourth edition. 464 p

**Fazel Najafabadi, M., Bihamta, M. R., Nikkhah, H. R. and Peyghambari, S. A. 2009.** A study of barley (*Hordeum vulgare* L.) yield determining traits in stress and non-stress conditions. **Iranian Journal of Field Crop Science** 40 (1): 55-63. (In Persian).

**Foulkes, M. J., Scott, R. K. and Sylvester-Bradley, R. 2002.** The ability of wheat cultivars to withstand drought in UK conditions. **Journal of Agriculture Science** 138: 153-169.

**Frozanfar, M., Bihamta, M. R., Peyghambari, S. A. and Zeynali, H. 2011.** Evaluation of bread wheat cultivars under normal and drought stress conditions in terms of agronomic traits. **Journal of Agricultural and Sustainable Production Science** 3: 34-46. (In Persian).

**Golabadi, M., Arzani, A., Mir Mohammadi Meybodi, S. A. M. 2000.** Evaluation of influence of late-season moisture stress on yield and morpho-physiological characteristics of F3 families of durum wheat. **Iranian Journal of Field Crop Research** 6 (2): 405-418. (In Persian).

**Golabadi, M., Arzani, A., Mir Mohammadi Meybodi, S. A. M. 2008.** Genetic analysis of some morphological traits in durum wheat by generations mean analysis under normal and drought stress conditions. **Seed and Plant** 24 (1): 99-116. (In Persian).

**Guo, P. G., Baum, M., Li, R. H. Grando, S., Varshney, R. K., Valkoum, J., Ceccarelli, S. and Graner, A. 2007.** Differently expressed genes between two barley cultivars contrasting in drought tolerance. **Molecular Plant Breeding** 2: 181-183.

**Habibpour, M., Ahmadizadeh, M., and Shahbazi, H. 2012.** Assessment relationship between agro-morphological traits and grain yield in bread wheat genotypes under drought stress condition. **African Journal of Biotechnology** 11: 8699- 8704.

**Jaynes, D. B., Kaspar, T. C., Colvin, T. S. and James, D. E. 2003.** Cluster analysis of spatiotemporal corn yield patterns in an Iowa field. **Agronomy Journal** 95: 574-586.

**Kafi, M., Zand, E., Kamkar, B., Sharifi, H. R., and Goldani, M. 2000.** Plant Physiology. Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad Publication.

**Karami, E., Ghanadha, M. R., Naghavi, M. R. and Mardi, M. 2007.** Identifying drought tolerance cultivars in barley. **Iranian Journal of Agriculture Science** 37 (2): 371-379. (In Persian).

**Koocheki, A. R., Yazdansepas, A. and Nikkhah, H. R. 2007.** Effect of terminal drought stress on grain yield and some morphological traits in wheat genotypes. **Iranian Journal of Crop Sciences** 8 (1): 14-29. (In Persian).

**Maxted, N., Ford-Lloya, B. V., Jury, S., Kell, S. and Scholten, M. 2006.** Towards a definition of a crop wild relative. **Biodiversity and Conservation** 15: 2673-2685.

**Miri, H. R. 2011.** Effect of post-anthesis drought stress on contribution of stem reserves in grain yield of different wheat cultivars. **Electronic Journal of Crop Production** 1: 1-19. (In Persian).

**Mohammadi, A., Majidi, E., Bihamta, M. R. and Heydari Sharifabad, H. 2007.** Evaluation of drought stress on agronomic and morphological traits in some of wheat cultivars. **Journal of Research and Development in Agronomy and Horticulture** 37: 184-192. (In Persian).

**Mohammadi, M., Talei, A., Zeinali, H., Naghavi, M.R., and Baum, M. 2008.** Mapping some QTLs controlling drought tolerance in a doubled haploid population of barley. **Seed and Plant** 24 (1): 1-15.

**Mohammadi, A., Bihamta, M. R., Solooki, M., and Dari, H. R. 2009.** Evaluation of quantitative and qualitative traits of white bean genotypes and their relationship with yield under optimum and limited irrigation. **Iranian Journal of Crop Sciences** 10: 231-243. (In Persian).

**Mojirsheybani, E., Peyghambari, S. A., Yazdi Samadi, B., Naghavi, M. R. and Ghadrdan, K. 2013.** Evaluation of genetic diversity of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars and relationship among traits using agronomic characteristics and molecular markers. **Iranian Journal of Crop Sciences** 15 (1): 46-59. (In Persian).

**Nakhjavan, S., Bihamta, M. R., Darvish, F., Sorkhi, B. and Zahravi, M. 2012.** Heritability of agronomic traits in the progenies of a cross between two drought tolerant and susceptible barley genotypes in terminal drought stress conditions. **Iranian Journal of Crop Sciences** 14: 136-154. (In Persian).

**Nikkhah, H. R., Saberi, M. H. and Mahlooji, M. 2011.** Study of effective traits on grain yield of two and six row barley genotypes (*Hordeum vulgare* L.) under terminal drought stress conditions. **Iranian Journal of Crop Sciences** 13 (2): 170-184. (In Persian).

**Noor-Mohammadi, Gh., Siadat, S. A. and Kashani, A. 1999.** Agronomy. Vol. 1: Cereals. (2nd Ed.). Shahid Chamran University Press. (In Persian).

**Paknejad, F., Majidi, E., Noor-Mohammadi, Gh., Siadat, A. and Vazan, S. 2007.** Evaluation of drought stress on effective traits at accumulative assimilate of grain in different cultivars of wheat. **Journal of Agricultural Sciences** 13 (1): 137-149. (In Persian).

**Samarah, N. H. 2005.** Effects of drought stress on growth and yield of barley. **Agronomy Sustainable Development** 25: 145-149.

**Sharif, S., Safari, M. and Emam, Y. 2007.** Effects of drought stress and cycocel on yield and yield components of barley valfajr cultivar. **Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources** 4: 281-290. (In Persian).

**Sinebo, W. 2002.** Yield relationships of barleys grown in a tropical highland environment. **Crop Science** 42: 428-437.

**Taheri Mazandarani, M., Karimi, M. and Nikkhah, H. R. 2005.** Evaluation of different barley genotypes resistance than water deficit stress (after flowering). Proceeding of the 8th Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding. August 25-27, University of Guilan. (In Persian).

# Assessment of diversity and identifying of effective traits on grain yield of barley (*Hordeum vulgare* L.) under non-stress and terminal moisture stress conditions

**Sayyed Saeed Moosavi[*1], Mahdi Zahedi-No[2], Mehrdad Chaichi[3] and Mohammad Reza Abdollahi[4]**

1, 2 and 4. Assist. Prof., M. Sc. Student and Assoc. Prof., respectively, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran, 3. Staff Member, Hamadan Agricultural and Natural Resources Research Center, Iran

(Received: January 20, 2014- Accepted: June 22, 2014)

**Abstract**

To evaluate the genetic diversity and detecting the most effective traits on yield of barley promising lines, two separate experiments were conducted based on randomized completely block design with three replications under non- stress and terminal moisture stress conditions. The lines had significant differences for all studied traits in both stress and non-stress conditions. In moisture stress condition, the lines 4, 6 and 9 had the highest and the lines 13, 16 and 17 had the lowest grain yield. Kernel weight per spike and 1000- kernel weight had the most important role for increasing of yield in the six rowed line number 9, while spike number per $m^2$ and 1000- kernel weight were the most effective traits in two rowed lines 4 and 6. Spike number per $m^2$ under non-moisture stress condition and spike number per $m^2$ and 1000- kernel weight under terminal moisture stress condition had significant positive correlations with grain yield. The lines 2, 4 and 10 had the lowest and the lines 1, 13 and 18 had the highest variation for grain yield. Number of spike per $m^2$ was detected as the most effective trait on grain yield in both moisture conditions. Furthermore, kernel weight per spike and peduncle weight under non- stress condition and kernel weight per spike and 1000-kernel weight under moisture stress condition were the most important traits on grain yield. Also, number of spike per $m^2$ and awn length under non-stress condition and number of spike per $m^2$ and stem length under moisture stress condition had maximum and minimum genetic diversity, respectively. The maximum and minimum heritability was also calculated for the number of kernel per spike and awn length, respectively. Results of this research showed that number of spike per $m^2$ with the highest genetic diversity was the most effective trait on grain yield under both non-stress and moisture stress conditions and can be recommended to improve grain yield of the studied barley promising lines.

**Keywords:** Barley, Moisture stress, Phenotypic and genotypic variation, Yield

*Corresponding author: s.moosavi@basu.ac.ir