تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد سیزدهم، شماره اول، بهار ۱۳۹۹
۷۳-۸۴
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2018.1375.1296

*مقاله پژوهشی*

# واکنش ژنوتیپ‌های جو (*Hordeum vulgare* L.) به سطوح مختلف مصرف کود نیتروژن در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی

**کاوه قادری[۱]، سلیمان محمدی[۲*]، محمدرضا داداشی[۳]، عزیز مجیدی[۴]**

۱. دانشجوی دکتری زراعت، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان، گرگان

۲. بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه

۳. استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان، گرگان

۴. بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه

**تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۱/۲۲**

**چکیده**

**یکی از راه‌کارهای مقابله با تنش خشکی انتهای فصل در زراعت جو، تولید ارقام جدید متحمل است که در شرایط مختلف محیطی پایداری عملکرد داشته باشند. با توجه به پیچیدگی برهمکنش آب و مقدار نیتروژن مصرفی در تظاهر عملکرد بالقوه گیاه، این پژوهش با هدف ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های جو به مقادیر مختلف نیتروژن (شاهد، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره) در شرایط آبیاری نرمال و تنش کم‌آبی آخر فصل، به‌صورت آزمایش کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب اجرا شد. سطوح مختلف نیتروژن در کرت‌های اصلی و ژنوتیپ‌های جو در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه مرکب نشان داد که اثر سال، رقم، نیتروژن و برهمکنش سال در رقم برای هر دو شرایط آبیاری معنی‌دار بود. مقایسات میانگین نشان داد رقم بهمن و لاین EBYT-84-10 بیش‌ترین مقدار عملکرد دانه را در هر دو شرایط آبیاری داشتند. همچنین نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که رقم بهمن در شرایط عدم مصرف، ژنوتیپ‌های بهمن و EBYT-84-10 در سطح ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم و ژنوتیپ EBYT-84-10 در سطح ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن، بیشترین تحمل به تنش خشکی را داشتند. در کل نتایج این تحقیق نشان داد که نیاز کود نیتروژن ارقام جو بسته به فراهمی مقدار آب تغییر نموده و لذا مصرف بی‌رویه کود نیتروژن علاوه بر افزایش هزینه برای کشاورز ممکن است محیط‌زیست را آلوده نماید و بنابراین بایستی بااحتیاط مصرف گردد.**

***واژه‌های کلیدی*: جو، شرایط نرمال و تنش، عملکرد دانه، کود اوره**

## مقدمه

یکی از مهم‌ترین تهدیدهای جهانی برای تولید مواد غذایی خشکی است. به‌علاوه، تغییرات آب‌وهوا و افزایش جمعیت جهان ابعاد این مشکل را گسترده‌تر کرده است. یکی از راه‌حل‌های این مشکل، معرفی ارقام جدید با تحمل بیشتر نسبت به تنش خشکی است. تحمل به خشکی صفتی کمی و روش اندازه‌گیری مستقیمی برای آن وجود ندارد (Takeda and Matsuoka, 2008).

برای شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم چندین معیار پیشنهاد شده است، یکی از آن‌ها انتخاب بر اساس شاخص‌ها است. فیشر و مورر (Fischer and Maurer, 1978) با محاسبه

* نگارنده پاسخگو: سلیمان محمدی. پست الکترونیک: Soleyman_45@yahoo.com

شاخص شدت تنش[1] جهت تعیین میزان حساسیت ژنوتیپ‌ها به خشکی، شاخص حساسیت به خشکی[2] را پیشنهاد کرده و اظهار داشتند مقدار شاخص حساسیت به خشکی کمتر از یک نشان‌دهنده مقاومت ژنوتیپ به خشکی است. شاخص بهره‌وری متوسط[3] و شاخص تحمل[4] در سال ۱۹۸۱ توسط روسیل و هامبلین (Rossielle and Hamblin, 1981) معرفی شد. ارقام متحمل‌تر دارای مقادیر بیشتر شاخص بهره‌وری متوسط می‌باشند ژنوتیپ‌های انتخاب‌شده بر اساس شاخص تحمل در شرایط بدون تنش، عملکرد کم و در شرایط تنش، عملکرد نسبتاً زیادی دارند. شاخص میانگین هندسی بهره‌وری[5] و شاخص تحمل به تنش[6] توسط فرناندز (Fernandez, 1992) معرفی شد. شاخص میانگین هندسی بهره‌وری حساسیت کمتری به مقادیر بسیار متفاوت عملکرد ژنوتیپ در محیط بدون تنش[7] و عملکرد ژنوتیپ در محیط با تنش[8] دارد و بیشتر بودن آن نشانه تحمل بیشتر به تنش است.

شاخص پایداری عملکرد[9]، عملکرد یک ژنوتیپ را در شرایط تنش نسبت به عملکرد آن ژنوتیپ در شرایط غیر تنش ارزیابی می‌کند. این شاخص می‌تواند شاخص مناسبی برای شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی باشد، بنابراین انتظار می‌رود که ارقامی با شاخص پایداری عملکرد بالاتر در هر دو شرایط عملکرد زیادتری داشته باشند (Bruckner and Frohberg, 1987). با توجه به این شاخص، هر ژنوتیپی که مقادیر بیشتری از این شاخص را به خود اختصاص دهد در برابر تنش حساس‌تر خواهد بود. از این شاخص برای حذف ژنوتیپ‌های حساس استفاده می‌گردد.

با توجه به مطالعات فرناندز (Fernandez, 1992) ژنوتیپ‌ها را می‌توان بر اساس پاسخ عملکردشان به شرایط تنش در چهار گروه طبقه‌بندی کرد: ژنوتیپ‌هایی که هم در شرایط تنش خشکی و هم در شرایط بدون تنش عملکرد بالایی تولید می‌کنند (گروه A)، ژنوتیپ‌هایی که تحت شرایط بدون تنش عملکرد بالایی دارند (گروه B)، ژنوتیپ‌هایی که تحت شرایط تنش عملکرد بالایی دارند (گروه C) و ژنوتیپ‌هایی که هم تحت شرایط تنش و هم بدون تنش کارایی ضعیفی از خود نشان می‌دهند (گروه D). حال سؤال اینجاست که اصلاح برای محیط‌هایی که تنش را تجربه می‌کنند، آیا انتخاب تحت تنش مطلوب‌تر است یا شرایط بدون تنش و یا هر دو باهم.

برخی محققین معتقد به انتخاب تحت شرایط مطلوب هستند (Rajaram and Van Ginkle, 2001; Betran et al., 2003). انتخاب بر اساس شرایط محیط هدف نیز مؤکداً توصیه شده است (Rathjen, 1994). برخی محققین راه سومی را انتخاب کرده‌اند و معتقد به انتخاب هم بر اساس شرایط تنش و بدون تنش هستند (Fernandez, 1992). خوخار و همکاران (Khokhar et al., 2012) طی آزمایشی با ۱۲ ژنوتیپ جو در دو شرایط تنش کم‌آبی و آبیاری نرمال به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی عملکرد برخی از ژنوتیپ‌ها را کاهش داد، درحالی‌که ژنوتیپ‌های دیگری به خشکی مقاومت نشان دادند که به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی پیشنهاد شدند.

رشد و نمو گیاه و عملکرد آن وابسته به فرآیندهای فتوسنتز است و نیتروژن نیز می‌تواند اثر مستقیمی بر میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ داشته باشد، کمبود آن می‌تواند باعث کاهش جذب دی‌اکسید کربن شود؛ بنابراین بیلان نیتروژن در گیاه به‌طور مستقیم با بیلان دی‌اکسید کربن مرتبط است، زیرا مصرف نیتروژن موجب افزایش غلظت آن در گیاه، افزایش غلظت آنزیم‌های فتوسنتزی و همچنین کلروفیل در مرکز واکنش فتوسنتزی در گیاه می‌شود (Albrizio et al., 2010)؛ بنابراین نیتروژن نقش اساسی در رشد گیاه داشته و این نقش ارتباط زیادی با مقدار آب و نحوه توزیع آن دارد. عملیات مدیریتی مختلف می‌تواند پتانسیل مصرف بهینه نیتروژن توسط گیاهان را به حداکثر رسانده و شستشوی آن را که باعث تخریب زیست‌بوم می‌شود، بکاهد (Sedlar et al., 2013). اثرات برهمکنش آب و نیتروژن بر روی رشد گیاهان پیچیده است و ممکن است عامل پاسخ‌های مثبت یا منفی باشد (Li et al., 2009). تحت شرایط با عدم محدودیت آب، مقدار کود نیتروژنه اغلب عامل تعیین‌کننده عملکرد است اما تحت شرایط با تنش رطوبتی نیتروژن بالا شدت تنش آب را افزایش می‌دهد و درنتیجه رشد و عملکرد گیاهان زراعی کاهش پیدا می‌کند (Frederick and Camberato, 1995)؛ بنابراین سطح مناسب کود نیتروژنه به رژیم‌های آبیاری و درک دقیق از پاسخ

1. Stress Intensity (SI)
2. Stress Susceptibility Index (SSI)
3. Mean Productivity (MP)
4. Tolerance Index (TOL)
5. Geometric Mean Productivity (GMP)
6. Stress Tolerance Index (STI)
7. Grain Yield in Drought Stress Conditions (Ys)
8. Grain Yield in Control Condition (Yp)
9. Yield Stability Index (YSI)

به برهمکنش آب در نیتروژن وابسته است (Barati et al., 2015)، همچنین یافتن رقم‌ها و لاین‌هایی که در شرایط بدون تنش و تنش خشکی از عملکرد مطلوبی برخوردار باشند و پاسخ مناسبی به سطوح مختلف مصرف کود نیتروژن داشته باشند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف از انجام این آزمایش، واکنش ژنوتیپ‌های جو نسبت به کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن در شرایط متفاوت رطوبتی بود.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی واکنش ژنوتیپ‌های جو به مصرف مقادیر مختلف کود نیتروژن تحت شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی انتهای فصل، آزمایشی به مدت دو سال زراعی (۹۵-۹۳) به‌صورت کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب (با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۶ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه و ارتفاع ۱۱۴۳ متر از سطح دریا) اجرا گردید. این تحقیق شامل دو آزمایش جداگانه در شرایط مطلوب آبیاری و قطع آبیاری در مرحله سنبله‌دهی بود. فاکتور اصلی شامل سطوح مختلف کود نیتروژن (۰(شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و فاکتور فرعی ارقام جو (بهمن، EDBYT-82-6، EDBYT-82-9، EBYT-83-17، EBYT-84-10) بودند. تیمارهای کودی سرک در بهار در زمان پنجه‌زنی و ابتدای ساقه رفتن اعمال گردید و برای همه ارقام مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار در موقع کاشت علاوه بر تیمارهای کودی مصرف شد. لازم به ذکر است کود اوره به‌عنوان منبع تأمین کود نیتروژنه مورداستفاده قرار گرفت. قبل از کاشت از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک محل آزمایش نمونه‌برداری شد و نتایج آن در جدول ۲ درج گردیده است. کل کود پتاس از منبع سولفات‌پتاس و فسفر از منبع سوپرفسفات‌تریپل با خاک مخلوط گردید. کاشت بذور در کرت‌هایی به طول ۵ متر و عرض ۱/۲ متر با فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر انجام شد. میزان تراکم بذر برای هر رقم ۴۰۰ بذر در مترمربع بود. یک نوبت آبیاری در پاییز جهت سبز نمودن بذور و استقرار آن‌ها در خاک انجام شد. در بهار برای آزمایش تنش خشکی، آبیاری در زمان سنبله‌دهی قطع شد و برای آزمایش نرمال سه بار در بهار آبیاری انجام شد. لازم به ذکر است در نیمه دوم سال ۱۳۹۵ لاین شماره سه بنام رقم گوهران برای اقلیم معتدل به‌عنوان رقم متحمل به خشکی، همچنین لاین‌های شماره چهار بنام جلگه و در سال ۱۳۹۷ لاین شماره پنج بنام مهتاب برای اقلیم سرد به‌عنوان ارقام پر پتانسیل برای شرایط آبی معرفی شدند.

**جدول ۱. نام و شجره ژنوتیپ‌های جو مورد مطالعه**

**Table 1. Name and pedigree of studied barley genotypes**

| شماره No. | Genotype | ژنوتیپ | شجره نامه Pedigree |
|---|---|---|---|
| 1 | Bahman | بهمن | WA 2196-68/NY6005-18, F1//Scotia I |
| 2 | EDBYT82-6 | - | YEA38903/YEA475.4//73M4-0/3/Ceres//WI2192/Emir/3/Karoon |
| 3 | Goharan (EDBYT-82-9) | گوهران | Rhn-03//L.527/NK1272 |
| 4 | Jolge (EBYT-83-17) | جلگه | MAKOUEE//ZARJOW/80-5151 |
| 5 | Mahtab (EBYT-84-10) | مهتاب | Bereke-54 |

**جدول ۲. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر**

**Table 2. Physical and chemical properties of trial site soil at the depth of 0-30 cm**

| عمق Depth | بافت خاک Texture Soil | اسیدیته pH | هدایت الکتریکی EC(ds/m) | ماده آلی Organic matter (%) | کربنات کلسیم Calcium carbonate | نیتروژن N (mg/kg) | فسفر P (mg/kg) | پتاسیم K (mg/kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0-30 | سیلتی رس Clay-Silty | 7.5 | 2.1 | 0.61 | 21.5 | 4.5 | 9.6 | 286 |

چندین معیار برای گزینش ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد آن‌ها در شرایط تنش و بدون تنش پیشنهاد شده است.

شاخص تحمل تنش (STI) (Fernandez, 1992):

$$STI = \frac{Y_P \times Y_S}{(\overline{Y_P})^2} \quad [۱]$$

شاخص بهره‌وری متوسط (MP) (Rosielle and Hamblin, 1981)

$$MP = \frac{Y_P + Y_S}{2} \quad [۲]$$

شاخص تحمل (TOL) (Rosielle and Hamblin, 1981)

$$TOL = Y_P - Y_S \quad [۳]$$

شاخص حساسیت به تنش (SSI) (Fischer and Maurer, 1978)

$$SSI = \frac{[1-\frac{Y_S}{Y_P}]}{SI}, \; SI\ (\frac{\overline{Y_S}}{\overline{Y_P}}) \quad [۴]$$

متوسط قابلیت تولید (عملکرد هندسی) (GMP) (Fernandez, 1992)

$$GMP = \sqrt{Y_P \times Y_S} \quad [۵]$$

شاخص پایداری عملکرد (YSI) (Bruckner and Frohberg, 1987)

$$YSI = \frac{Y_S}{Y_P} \quad [۶]$$

در روابط فوق، $Y_P$؛ عملکرد هر ژنوتیپ در محیط بدون تنش، $Y_S$؛ عملکرد هر ژنوتیپ در محیط با تنش، $\overline{Y_P}$؛ میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش، $\overline{Y_S}$؛ میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط با تنش می‌باشند. مقادیر بالای شاخص‌های GMP، STI، YS، MP و مقادیر کم شاخص‌های SSI و TOL نشانه تحمل زیاد تنش و عملکرد بالقوه زیاد است. از نرم‌افزارهای SAS (9.4) و MINITAB (V.16) جهت تجزیه آماری داده‌ها استفاده شد.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه مرکب مشاهدات دو سال آزمایش در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی نشان داد اثر سال، نیتروژن، ژنوتیپ و برهمکنش سال در ژنوتیپ بر عملکرد دانه معنی‌دار بودند و اثر متقابل سال در نیتروژن بر عملکرد دانه فقط در شرایط آبیاری نرمال معنی‌دار بود (جدول ۳).

### *عملکرد دانه*

کاهش عملکرد در شرایط تنش نسبت به شرایط نرمال قابل‌توجه بود (جدول ۴). محققین مختلف نیز کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی را گزارش کرده‌اند (Samarah, 2005؛ Nabavi Kalat, Sharif alhosseni, 2009). رقم بهمن و ژنوتیپ EBYTC-84-10 بیشترین مقدار عملکرد را در شرایط نرمال تولید کردند (جدول ۵). در شرایط تنش رقم بهمن، ژنوتیپ‌های EDBYT-82-6 و EBYTC-84-10 دارای بیشترین مقدار عملکرد دانه بودند (جدول ۴). بلام (Blum, 2011) گزارش نمود عملکرد دانه صفتی است کمی و تحت تأثیر محیط که وراثت‌پذیری پایینی دارد، قرار می‌گیرد؛ بنابراین محیط مناسب و نامناسب تأثیر شدیدی بر این صفت می‌گذارد. در شرایط نرمال آبیاری کاربرد کود نیتروژن تا ۱۰۰ کیلوگرم باعث افزایش معنی‌دار در عملکرد دانه شد ولی تیمار ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن نسبت به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم افزایش معنی‌دار نشان نداد، تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نسبت به تیمار شاهد، باعث افزایش ۴۲ درصدی عملکرد دانه شده است. افزایش کاربرد کود نیتروژن تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نسبت به تیمار ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در شرایط تنش نداشت و کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن عملکرد دانه را ۱۱ درصد نسبت به شرایط بدون مصرف کود نیتروژن، کاهش داد. (جدول۴). براتی و همکاران (Barati et al., 2015) عنوان کردند در شرایط تنش رطوبتی افزایش کاربرد کود نیتروژن شدت تنش را افزایش می‌دهد که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد.

### *شاخص‌های تحمل به خشکی*

مقادیر شاخص‌های مقاومت به خشکی در سطوح مختلف کود نیتروژن در جدول ۵ آورده شده است. با توجه به مقادیر برآورد شده شاخص‌های تحمل به تنش، میانگین هندسی بهره‌وری و بهره‌وری متوسط در شرایط عدم کاربرد کود نیتروژن (شاهد) ژنوتیپ رقم بهمن و ژنوتیپ EBYTC-84-10 از لحاظ این شاخص‌ها مقادیر بالایی به خود اختصاص دادند. رقم بهمن و ژنوتیپ EBYTC-84-10 به ترتیب بالاترین میزان عملکرد در شرایط نرمال را به خود اختصاص دادند، ژنوتیپ EBYTC-84-10 در شرایط تنش خشکی کمترین مقدار عملکرد را به خود اختصاص داد به‌طوری‌که کمترین و بیشترین مقدار شاخص‌های پایداری عملکرد و شاخص تحمل در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن به این ژنوتیپ تعلق گرفت (جدول ۵).

**جدول ۳. تجزیه واریانس داده‌های عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو طی دو سال در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی**

**Table 3. Analysis of variance of grain yield data of the barley genotypes during two years in normal irrigation and drought stress conditions.**

| S.O.V. | منابع تغییرات | درجه آزادی DF | میانگین مربعات (MS) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | نرمال Normal | تنش خشکی Drought stress |
| Year | سال | 1 | 60.52** | 58.08* |
| Error a | خطای a | 4 | 0.37 | 6.47 |
| Nitrogen | نیتروژن | 3 | 1.39* | 27.57** |
| Year × Nitrogen | سال در نیتروژن | 3 | 3.35** | 0.49$^{ns}$ |
| Error b | خطای b | 12 | 0.25 | 1.46 |
| Genotype | ژنوتیپ | 4 | 1.44** | 9.22** |
| Year × Genotype | سال × نیتروژن | 4 | 0.86* | 5.65** |
| Genotype × Nitrogen | ژنوتیپ × نیتروژن | 12 | 0.24$^{ns}$ | 2.47$^{ns}$ |
| Year × Genotype × Nitrogen | سال × ژنوتیپ × نیتروژن | 12 | 0.27$^{ns}$ | 2.25$^{ns}$ |
| Error c | خطای c | 64 | 0.34 | 1.51 |
| CV(٪) | ضریب تغییرات (٪) | - | *18.31* | *17.22* |

$^{ns}$، $^{*}$ و $^{**}$ : به ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

$^{ns}$, $^{*}$ and $^{**}$: Non-significant and significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

**جدول ۴. مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی**

**Table 4. Mean Comparison of grain yield of barley genotypes in normal irrigation and drought stress conditions**

| عامل Factor | | نرمال Normal | تنش خشکی Drought stress |
|---|---|---|---|
| ژنوتیپ (Genotype) | Bahman | 6.92$^{a}$ | 3.75$^{a}$ |
| | EDBTY-82-6 | 5.86$^{b}$ | 3.28$^{ab}$ |
| | Goharan | 5.93$^{b}$ | 3.25$^{b}$ |
| | Jolge | 5.48$^{b}$ | 3.11$^{b}$ |
| | EBTYC-84-10 | 6.78$^{a}$ | 3.39$^{ab}$ |
| نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (Kg/ha) | 0 | 4.98$^{c}$ | 3.47$^{a}$ |
| | 50 | 5.75$^{b}$ | 3.58$^{a}$ |
| | 100 | 6.69$^{a}$ | 3.29$^{ab}$ |
| | 150 | 7.12$^{a}$ | 3.09$^{b}$ |

میانگین‌های با حرف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability level, according to Duncan's Multiple Range Test.

رقم جلگه از لحاظ شاخص‌های تحمل و حساسیت در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن کمترین مقدار را به خود اختصاص داد که نشان‌دهنده تحمل بالای این رقم به تنش خشکی است. این ژنوتیپ به ترتیب بالاترین و کمترین مقدار شاخص‌های پایداری عملکرد و شاخص تحمل را نیز به خود اختصاص داد (جدول ۵) که بیانگر پایداری این ژنوتیپ تحت شرایط تنش خشکی است. درواقع، ژنوتیپی که بر اساس شاخص پایداری عملکرد به‌عنوان ژنوتیپ متحمل انتخاب می‌شود، ثبات عملکرد بالاتری داشته و حداقل کاهش عملکرد را نشان می‌دهد (Yarnia et al., 2011). بررسی شاخص‌های تحمل و حساسیت ژنوتیپ‌ها در شرایط مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن نشان داد ژنوتیپ EBYTC-84-10 از لحاظ شاخص‌های تحمل به تنش، میانگین هندسی بهره‌وری، شاخص بهره‌وری متوسط، شاخص تحمل، شاخص

حساسیت به خشکی و عملکرد تحت شرایط نرمال بیشترین مقدار را داشت و همانند شرایط عدم مصرف کود نیتروژن کمترین میزان شاخص پایداری عملکرد را داشت. رقم بهمن تحت شرایط مصرف ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن بیشترین مقدار شاخص پایداری عملکرد دانه تحت شرایط تنش و کمترین مقدار شاخص حساسیت به خشکی را داشت که نشان‌دهنده تحمل بالای این ژنوتیپ تحت شرایط ذکرشده است. رقم گوهران کمترین مقدار شاخص‌های تحمل و میزان عملکرد در شرایط تنش را داشت که یک رقم حساس تحت این شرایط قلمداد می‌گردد. نتایج نشان داد در شرایط کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار، رقم بهمن بیشترین مقدار شاخص‌های تحمل به تنش، میانگین هندسی بهره‌وری، بهره وری متوسط، شاخص پایداری عملکرد تحمل و عملکرد تحت شرایط تنش و نرمال را داشت (جدول ۵) هرچند رقم بهمن از مقدار شاخص تحمل بالاتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بوده یعنی کاهش عملکرد بیشتری را نیز تجربه کرده است ولی شاخص‌های مقاومت به خشکی این ژنوتیپ را به‌عنوان ژنوتیپ مقاوم تحت این شرایط معرفی نمود. با توجه به آنچه بیان شد، نتیجه گرفته می‌شود که شاخص تحمل به تنش به لحاظ گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط معمول و تنش از کارایی بالایی برخوردار است. محققین مختلف گزارش کرده‌اند که شاخص‌های تحمل به تنش، میانگین هندسی بهره‌وری و بهره‌وری متوسط به علت ارتباط مثبت و معنی‌دار با عملکرد شاخص‌های مناسبی برای غربال کردن ژنوتیپ‌ها به‌حساب می‌آیند (Shafazadeh et al., 2004؛ Tajali et al., 2011). رقم جلگه بیشترین مقدار شاخص حساسیت به خشکی و کمترین مقدار شاخص پایداری عملکرد و عملکرد دانه تحت شرایط تنش بود که نشان‌دهنده حساسیت این رقم تحت شرایط مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن بود. ژنوتیپ EBYTC-84-10 تحت این شرایط بالاترین مقدار شاخص پایداری عملکرد و کمترین مقدار شاخص‌های حساسیت به خشکی و شاخص تحمل را داشت بنابراین در شرایط کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن تحمل بالایی به تنش خشکی دارد. نتایج جدول ۵ آشکار کرد ارقام بهمن و رقم جلگه به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار شاخص‌های تحمل به تنش، میانگین هندسی بهره‌وری، بهره وری متوسط، شاخص تحمل و عملکرد تحت شرایط تنش و نرمال را داشتند. نتایج نشان داد این دو ژنوتیپ متحمل‌ترین و حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها در شرایط مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار می‌باشند. ژنوتیپ EBYTC-84-10 با داشتن کمترین میزان شاخص حساسیت به خشکی و بیش-ترین مقدار شاخص پایداری عملکرد و رقم گوهران با داشتن بیش‌ترین میزان شاخص حساسیت به خشکی و کم‌ترین مقدار شاخص پایداری عملکرد مشخص گردید به ترتیب در رتبه‌های بعدی ژنوتیپ‌های متحمل و حساس به خشکی در شرایط ذکرشده می‌باشند.

ماتریس ضرایب همبستگی نشان داد که شاخص‌های تحمل به تنش، میانگین هندسی بهره‌وری و بهره‌وری متوسط همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه تحت شرایط تنش و نرمال در طی دو سال آزمایش داشتند (جدول ۶). این یافته با نتایج نظری و پاک‌نیت (Pakniyat, 2010) مطابقت دارد. موری و همکاران (Moori et al., 2012) نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد تحت شرایط تنش ارائه کردند. بالا بودن مقدار شاخص تحمل نشان‌دهنده حساسیت ژنوتیپ‌ها به تنش است بنابراین این ژنوتیپ‌ها بایستی به‌عنوان ژنوتیپ‌های حساس قلمداد گردند. با توجه به مشاهده ماتریس همبستگی‌ها مشخص گردید که این شاخص با عملکرد در شرایط نرمال همبستگی مثبت و معنی‌داری داشته و با عملکرد تحت شرایط تنش هیچ‌گونه ارتباطی ندارد. تجلی و همکاران (Tajali et al., 2011) نیز گزارش کردند که شاخص تحمل تنها با عملکرد تحت شرایط نرمال ارتباط مثبت و معنی‌داری دارد. شاخص پایداری عملکرد با عملکرد تحت شرایط نرمال و تنش ارتباطی نشان نداد؛ بنابراین بالا بودن این شاخص نشان‌دهنده عملکرد بالاتر نیست. شاخص حساسیت به تنش نیز هیچ‌گونه ارتباطی با شاخص‌های تحمل به تنش، میانگین هندسی بهره‌وری و بهره‌وری متوسط نشان نداد (جدول ۶) و تنها با شاخص پایداری عملکرد ارتباط منفی و معنی‌داری نشان داد که بیانگر این موضوع است ژنوتیپ‌های با پایداری کمتر، حساسیت بالاتری به تنش خشکی دارند. موری و همکاران (Mori et al., 2012) نیز همبستگی منفی و معنی‌داری بین شاخص حساسیت به خشکی و شاخص پایداری عملکرد پیدا کردند. نتایج ضرایب همبستگی نیز نشان داد که در هر دو شرایط تنش خشکی و آبیاری نرمال این شاخص‌ها همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشتند؛ بنابراین در گزینش ژنوتیپ‌ها برای شرایط تنش، پایداری عملکرد معیار مناسبی نیست و عملکرد بالا تحت شرایط تنش بسیار مهم است. با توجه به اطلاعات کسب‌شده تنها بر مبنای شاخص‌های

حساسیت و مقاومت نمی‌توان در مورد گزینش ژنوتیپ‌ها برای شرایط تنش اقدام نمود بایستی با در نظر گرفتن همه شاخص‌ها و عملکرد ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط اقدام به تصمیم‌گیری گردد.

**جدول ۵. مقادیر شاخص‌های تحمل به خشکی برای ژنوتیپ‌های جو در طی دو سال در تیمارهای مختلف کود**

**Table 5. The values of drought tolerance indices for barley genotypes during two years in different fertilizer treatments**

| نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (Kg/ha) | ژنوتیپ Genotype | SSI | YSI | Tol | MP | STI | GMP | Yp | Ys |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (Control) 0 | Bahman | 0.50 | 0.77 | 1.82 | 4.83 | 0.60 | 4.68 | 5.74 | 3.92 |
| | EDB-82-6 | 0.59 | 0.73 | 1.46 | 4.18 | 0.44 | 4.07 | 4.91 | 3.45 |
| | Goharan | 0.40 | 0.82 | 1.20 | 3.97 | 0.39 | 3.83 | 4.57 | 3.37 |
| | Jolge | 0.17 | 0.92 | 0.70 | 3.70 | 0.35 | 3.61 | 4.05 | 3.35 |
| | C-84-10 | 1.06 | 0.51 | 3.13 | 4.80 | 0.54 | 4.53 | 6.36 | 3.24 |
| 50 | Bahman | 0.59 | 0.73 | 2.18 | 4.80 | 0.54 | 4.53 | 5.89 | 3.71 |
| | EB-82-6 | 0.66 | 0.70 | 2.22 | 4.74 | 0.54 | 4.49 | 5.85 | 3.63 |
| | Goharan | 0.74 | 0.66 | 1.82 | 4.23 | 0.46 | 4.05 | 5.14 | 3.32 |
| | Jolge | 0.62 | 0.72 | 1.48 | 4.33 | 0.48 | 4.20 | 5.07 | 3.59 |
| | C-84-10 | 0.99 | 0.54 | 3.36 | 5.28 | 0.64 | 4.91 | 6.96 | 3.60 |
| 100 | Bahman | 1.11 | 0.49 | 4.15 | 5.87 | 0.78 | 5.42 | 7.94 | 3.80 |
| | EB-82-6 | 1.00 | 0.54 | 2.85 | 4.41 | 0.44 | 4.09 | 5.95 | 2.86 |
| | Goharan | 1.03 | 0.53 | 3.33 | 5.03 | 0.58 | 4.64 | 6.48 | 3.39 |
| | Jolge | 1.15 | 0.47 | 3.90 | 4.74 | 0.47 | 4.17 | 6.69 | 2.80 |
| | C-84-10 | 0.85 | 0.61 | 2.92 | 4.96 | 0.56 | 4.62 | 6.42 | 3.49 |
| 150 | Bahman | 1.18 | 0.46 | 4.52 | 5.84 | 0.74 | 5.28 | 8.11 | 3.58 |
| | EB-82-6 | 1.12 | 0.49 | 3.82 | 5.06 | 0.58 | 4.62 | 6.97 | 3.15 |
| | Goharan | 1.30 | 0.40 | 4.26 | 4.92 | 0.51 | 4.34 | 7.05 | 2.79 |
| | Jolge | 1.16 | 0.47 | 3.42 | 4.41 | 0.42 | 3.92 | 6.12 | 2.70 |
| | C-84-10 | 1.08 | 0.51 | 4.14 | 5.29 | 0.57 | 4.62 | 7.36 | 3.22 |

$Y_P$: عملکرد در شرایط غیر تنش؛ Ys: عملکرد در شرایط تنش؛ SSI: شاخص حساسیت به تنش ؛ TOL: شاخص تحمل؛ MP: شاخص بهره‌وری متوسط؛ GMP: شاخص میانگین هندسی بهره‌وری؛ STI: شاخص تحمل؛ YSI: شاخص پایداری عملکرد.

YP and YS= grain yield in control and drought stress conditions respectively, stress susceptibility index (SSI), tolerance index (TOL), mean productivity (MP), geometric mean productivity (GMP), stress tolerance index (STI), yield stability index (YSI)

**جدول ۶. همبستگی بین شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی**

**Table 6. The correlation between drought tolerance and sensitivity indices**

| | Yp | Ys | SSI | YSI | Tol | MP | STI | GMP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Yp | 1 | | | | | | | |
| Ys | 0.88* | 1 | | | | | | |
| SSI | 0.48 | 0.05 | 1 | | | | | |
| YSI | -0.47 | -0.06 | -0.98** | 1 | | | | |
| Tol | 0.96** | 0.73 | 0.7 | -0.67 | 1 | | | |
| MP | 0.98** | 0.94** | 0.36 | -0.35 | 0.92** | 1 | | |
| STI | 0.95** | 0.97** | 0.22 | -0.23 | 0.84* | 0.99** | 1 | |
| GMP | 0.97** | 0.96** | 0.29 | -0.29 | 0.88* | 0.98** | 0.99** | 1 |

ns، * و **: به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

ns, * and **: Non-significant and significant at the 0.05 and 0.01 levels of probability, respectively.

$Y_P$: عملکرد در شرایط غیر تنش؛ Ys: عملکرد در شرایط تنش؛ SSI: شاخص حساسیت به تنش ؛ TOL: شاخص تحمل؛ MP: شاخص بهره‌وری متوسط؛ GMP: شاخص میانگین هندسی بهره‌وری؛ STI: شاخص تحمل؛ YSI: شاخص پایداری عملکرد.

YP and YS= grain yield in control and drought stress conditions respectively, stress susceptibility index (SSI), tolerance index (TOL), mean productivity (MP), geometric mean productivity (GMP), stress tolerance index (STI), yield stability index (YSI)

به‌منظور بررسی ژنوتیپ‌ها و انتخاب متحمل‌ترین ژنوتیپ-ها در شرایط مختلف مصرف کود نیتروژن تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش انجام گردید. بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مشخص گردید که در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن دو مؤلفه اول بیش از ۹۹ درصد واریانس کل را توجیه نمودند (جدول ۷). ازاین‌رو تجزیه‌وتحلیل ژنوتیپ‌های متحمل بر اساس این دو مؤلفه انجام گردید.

**جدول ۷. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس مقادیر عملکرد در دو محیط و شاخص‌های تحمل خشکی در شرایط مختلف کاربرد کود نیتروژن**

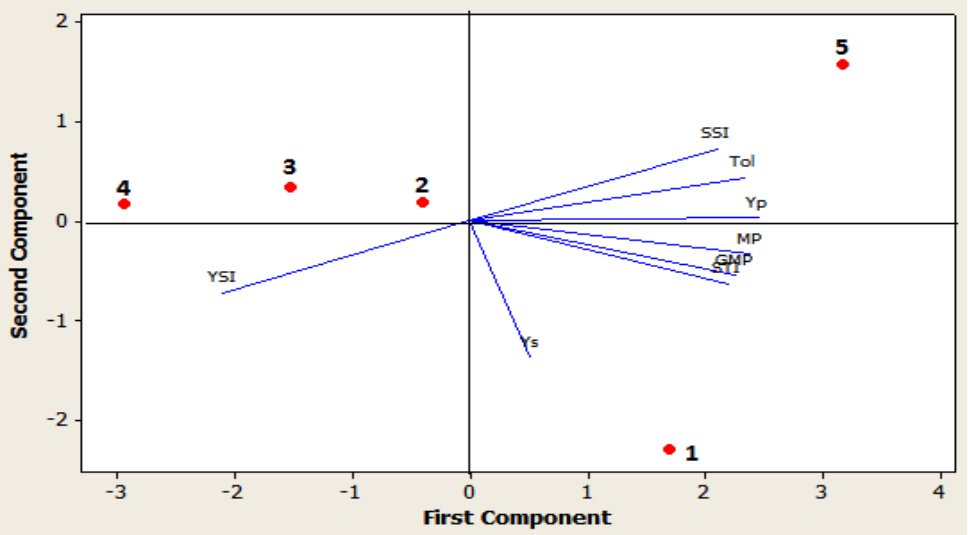
**Table 7. The results of the principal component analysis based on grain yield in both the environment and the values of the drought tolerance indices in different nitrogen fertilizers application**

| نیتروژن N | شاهد Control | | ۵۰ کیلوگرم 50 (Kg/ha) | | ۱۰۰ کیلوگرم 100 (Kg/ha) | | ۱۵۰ کیلوگرم 150 (Kg/ha) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شاخص Index | مؤلفه Component | | مؤلفه Component | | مؤلفه Component | | مؤلفه Component | |
| | اول First | دوم Second | اول First | دوم Second | اول First | دوم Second | اول First | دوم Second |
| SSI | 0.36 | 0.34 | 0.32 | -0.46 | 0.19 | -0.55 | -0.06 | -0.66 |
| YSI | -0.36 | -0.34 | -0.32 | 0.46 | -0.19 | 0.56 | 0.06 | 0.66 |
| Tol | 0.38 | 0.23 | 0.40 | -0.08 | 0.35 | -0.34 | 0.36 | -0.30 |
| MP | 0.39 | -0.17 | 0.39 | 0.17 | 0.42 | 0.13 | 0.42 | -0.01 |
| STI | 0.37 | -0.31 | 0.40 | 0.11 | 0.41 | 0.19 | 0.42 | -0.01 |
| GMP | 0.38 | -0.24 | 0.39 | 0.21 | 0.40 | 0.23 | 0.42 | -0.01 |
| Yp | 0.40 | 0.02 | 0.40 | 0.06 | 0.42 | -0.05 | 0.42 | -0.10 |
| Ys | 0.09 | -0.73 | 0.16 | 0.70 | 0.33 | 0.40 | 0.41 | 0.17 |
| مقادیر ویژه Eigen value | 6.19 | 1.76 | 6.22 | 1.71 | 5.33 | 2.55 | 5.62 | 2.23 |
| درصد مقدار واریانس Cumulative var. | 77.4 | 22.0 | 77.8 | 21.3 | 66.7 | 31.9 | 70.3 | 27.8 |
| درصد تجمعی Cumulative percentage | 77.4 | 99.4 | 75.8 | 99.1 | 66.7 | 98.6 | 70.3 | 98.1 |

مقادیر و علامت ضرایب شاخص‌ها در دو مؤلفه نشان-دهنده اهمیت و نحوه تأثیرگذاری هر شاخص در مؤلفه است. در مؤلفه اول شاخص‌های تحمل به خشکی با ضرایب مثبت و معنی‌دار بیشترین تأثیر دارند بنابراین افزایش در مقدار مؤلفه اول نشان‌دهنده ژنوتیپ‌های با شاخص‌های تحمل به تنش، بهره‌وری متوسط، میانگین هندسی بهره‌وری و عملکرد بالا در شرایط نرمال و پایداری عملکرد پایین هستند. در مؤلفه دوم شاخص حساسیت به خشکی با ضریب مثبت و شاخص-های پایداری عملکرد، تحمل به تنش و میزان عملکرد در شرایط تنش با ضریب منفی بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند. با توجه به اینکه مقادیر پایین شاخص‌های حساسیت به خشکی و بالای پایداری عملکرد و شاخص تحمل به تنش نشان‌دهنده مقاومت به خشکی است بنابراین ژنوتیپ‌هایی که مقدار مؤلفه دوم کم‌تری داشته باشند به خشکی مقاوم‌تر هستند. با توجه به اینکه دو مؤلفه از یکدیگر مستقل بوده و تغییرات دو مؤلفه ارتباطی به هم ندارد از رسم بای‌پلات برای تفسیر ارتباط بین مؤلفه‌ها و شاخص‌ها استفاده می‌گردد. با توجه به دو مؤلفه، هرچه ژنوتیپ‌ها مقدار مؤلفه اول بیشتر و مؤلفه دوم کمتری داشته باشند به خشکی متحمل‌تر می‌باشند بنابراین ژنوتیپ‌هایی که در سمت راست و پایین نمودار قرار گیرند می‌توانند به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل گزینش گردند. با توجه به توضیحات ارائه‌شده ژنوتیپ شماره یک متحمل‌ترین ژنوتیپ به شرایط تنش در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن است (شکل ۱).

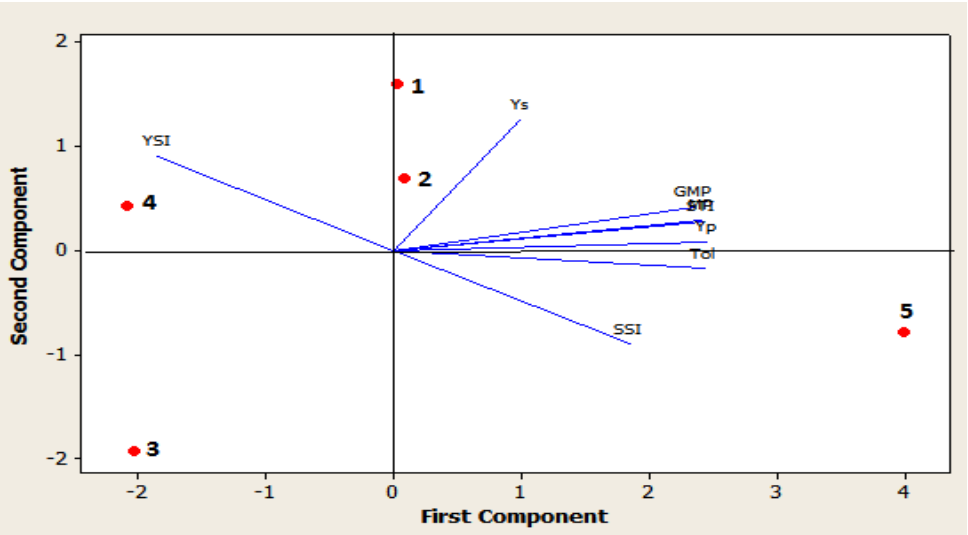
تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شرایط مصرف ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن نشان داد دو مؤلفه اول بیش از ۹۹ درصد واریانس کل را شامل می‌شوند (جدول ۷). ازاین‌رو تجزیه‌وتحلیل ژنوتیپ‌های متحمل بر اساس این دو مؤلفه

انجام گردید. بررسی ضرایب مشخص کرد که در مؤلفه اول شاخص‌های تحمل به تنش، میانگین هندسی بهره‌وری، بهره وری متوسط و عملکرد در شرایط بدون تنش ضرایب مثبت دارند و در مؤلفه دوم شاخص حساسیت به خشکی دارای ضریب منفی و شاخص‌های پایداری عملکرد و عملکرد در شرایط تنش دارای ضریب مثبت می‌باشند. از این دو مؤلفه استنباط می‌گردد ژنوتیپ‌هایی که مؤلفه اول دوم بزرگ‌تر داشته باشند به‌عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم قلمداد می‌گردند. با توجه به شکل ۲، رقم بهمن و ژنوتیپ EBYTC-84-10، ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی در شرایط مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن می‌باشند. در شرایط مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن نیز دو مؤلفه اول بیش از ۹۹ درصد واریانس کل را به خود اختصاص دادند که با توجه به ضرایب مؤلفه‌ها، ژنوتیپ‌های دارای مؤلفه اول و مؤلفه دوم بیش‌تر تحمل نسبی بالاتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها تحت این شرایط به تنش خشکی خواهند داشت (جدول۷).



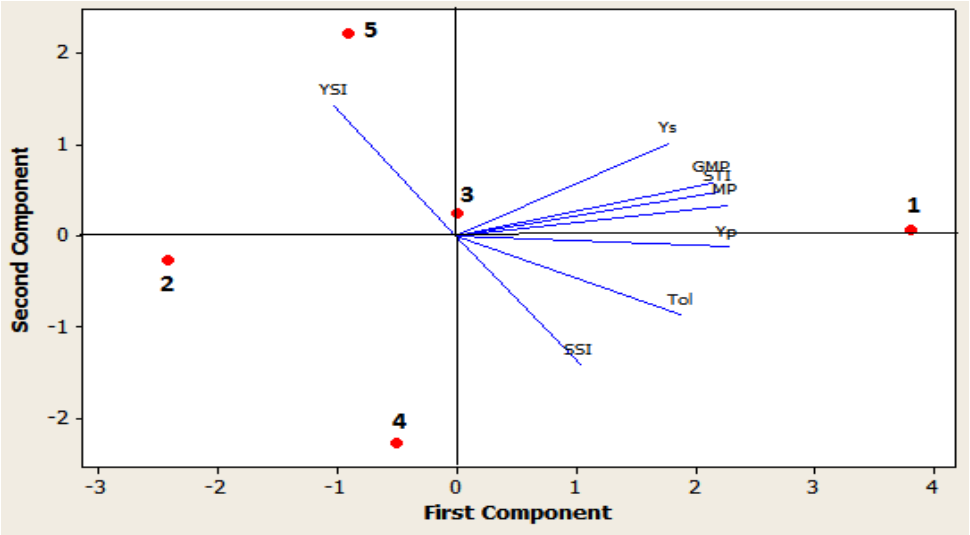

**شکل۱. نمایش بای‌پلات شاخص‌های تحمل به خشکی ژنوتیپ‌ها بر اساس مؤلفه‌های اول و دوم در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن**

**Fig. 1. Biplot diagram of drought tolerance indices for genotypes based on first and second components in control treatment of nitrogen (0 kg/ha).**



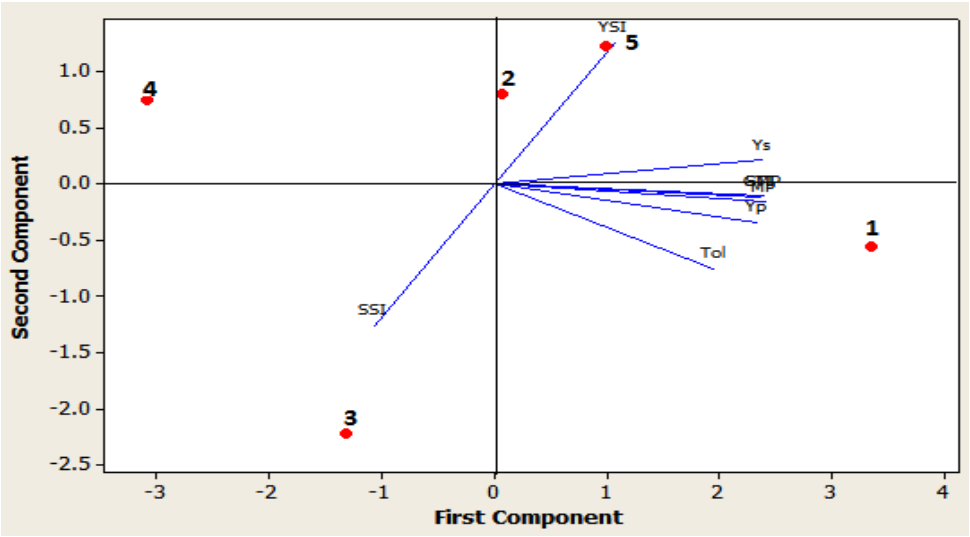

**شکل۲. نمایش بای‌پلات شاخص‌های تحمل به خشکی ژنوتیپ‌ها بر اساس مؤلفه‌های اول و دوم در تیمار ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن**

**Fig. 2. Biplot diagram of drought tolerance indices for genotypes based on first and second components in 50 kg/ha nitrogen.**




**شکل۳. نمایش بای‌پلات شاخص‌های تحمل به خشکی ژنوتیپ‌ها بر اساس مؤلفه‌های اول و دوم در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن**

**Fig. 3. Biplot diagram of drought tolerance indices for genotypes based on first and second components in 100 kg/ha nitrogen.**




**شکل۴. نمایش بای‌پلات شاخص‌های تحمل به خشکی ژنوتیپ‌ها بر اساس مؤلفه‌های اول و دوم در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن**

**Fig. 4. Biplot diagram of drought tolerance indices for genotypes based on first and second components in 150 kg/ha nitrogen.**

با توجه به شکل ۳، رقم بهمن و ژنوتیپ EBYTC-84-10 به ترتیب دارای بیش‌ترین مقدار از لحاظ مؤلفه اول و دوم هستند و ازنظر مؤلفه دیگر کمترین مقدار را دارا هستند با توجه به نمودار بای‌پلات نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها تحت شرایط کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژنه در هکتار دارای تحمل بالاتری می‌باشند. نتایج جدول ۷ مشخص نمود که دو مؤلفه اول در شرایط مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن نیز بیش از ۹۸ درصد واریانس کل را به خود اختصاص دادند. با توجه به جدول ۹ و شکل ۴ مشخص گردید ژنوتیپ‌هایی که دارای مؤلفه اول و دوم بزرگ‌تر باشند به شرایط تنش خشکی متحمل‌تر می‌باشند. ژنوتیپ EBYTC-84-10 در سمت راست و بالای نمودار قرار گرفته است که متحمل‌ترین ژنوتیپ در شرایط کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار محسوب می‌شود. محققین دیگر نیز با استفاده از تجزیه به

مؤلفه‌های اصلی توانسته‌اند ژنوتیپ‌های مختلف با صفات متفاوت در گونه‌های گیاهی مختلف را گزینش نمایند (Kaya et al., 2002; Yan and Rajcan, 2002; Nazari and Pakniyat, 2010). با توجه به نتایج این آزمایش مشخص گردید که میزان مصرف کود نیتروژن درجه تحمل و حساسیت ژنوتیپ‌ها به شرایط تنش خشکی را تغییر می‌دهد این موضوع می‌تواند به دلیل واکنش ژنوتیپ‌های مختلف به میزان کود نیتروژن موجود در خاک باشد.

## نتیجه‌گیری

در این تحقیق مشخص گردید واکنش ارقام مختلف جو نسبت به مقدار کود نیتروژن تحت شرایط مختلف آبیاری (نرمال یا تنش) متفاوت است، بنابراین جهت کاهش هزینه مصرف کود نیتروژنه و کاهش اثرات سوء زیست‌محیطی برای ارقام و لاین‌های جو علاوه بر مصرف ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هنگام کاشت، در شرایط آبیاری نرمال حداکثر ۱۰۰ و در شرایط تنش کم‌آبی ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن به‌صورت سرک در بهار توصیه می‌گردد. رقم بهمن در شرایط عدم مصرف، رقم بهمن و ژنوتیپ EBYT-84-10 در سطح ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم و ژنوتیپEBYT-84-10 در سطح ۱۵۰ کیلوگرم کاربرد کود نیتروژنه بیشترین تحمل را به تنش خشکی داشتند؛ بنابراین در گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی بایستی به فاکتور میزان مصرف کود نیتروژن توجه ویژه‌ای معطوف گردد.

## منابع


Albrizio, R., Todorovic, M., Matic, T., Stellacci, A., 2010. Comparing the interactive effects of water and nitrogen on durum wheat and barley grown in a Mediterranean environment. Field Crops Research. 115,179–190.

Barati, V., Ghadiri, H., Zand-Parsa, S., Karimian, N., 2015. Nitrogen and water use efficiencies and yield response of barley cultivars under different irrigation and nitrogen regimes in a semi-arid Mediterranean climate. Agronomy and Soil Science. 61(1), 15–32.

Betran, F.J., Beck, D., Banziger, M., Edmeades, G.O., 2003. Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and non-stress environments in tropical maize. Crop Science. 43, 807–817.

Blum, A., 2011. Plant Breeding for Water-Limited Environments. Springer-New York.

Bruckner, P.L., Frohberg, R.C., 1987. Stress tolerance and adaptation in spring wheat. Crop Science. 27, 31-36.

Fernandez, G.C.J., 1992. Effective selection criteria for assessing stress tolerance. In: Kuo, C.G., (ed.), Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress, Publication, Tainan, Taiwan.

Fischer, A.A., Maurer, R., 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I Grain yield response. Australian Journal of Agriculture Research. 29, 894-912.

Frederick J.R., Camberato, J.J., 1995. Water and nitrogen effects on winter wheat in the southeastern Coastal Plain: I. Grain yield and kernel traits. Agronomy Journal. 87, 521–526.

Kaya, Y., Palta, C., Taner, S., 2002. Additive main effects and multiplicative interactions analysis of yield performance in bread wheat genotypes across environments. Turkish Journal of Agriculture. 26, 275-279.

Khokhar. M.I., Jaime, A., Dasilva, T., Spiertz, H., 2012. Evaluation of barley genotypes for yielding Ability and Drought tolerance under Irrigated and water stressed conditions. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences. 12 (3), 287-292.

Li, S.X., Wang, Z.H., Malhi, S.S., Li, S.Q., Gao, Y.J., Tian, X.H., 2009. Nutrient and water management effects on crop production, and nutrient and water use efficiency in dryland areas of China. Advanced in Agronomy. 102, 223–265.

Moori, S., Yahia, A., Karimzadeh Soreshjani, H., 2012. Evaluation of resistance to terminal drought in wheat varieties with using yield, yield component and drought resistance indices. Environmental stresses in Crop Sciences. 5(1), 19-32. [In Persian with English Summary]

Nabavi kalat, S.M., Sharif alhosseni, M., 2009. Evaluating of drought tolerant varieties/lines barley under late season drought stress. Journal of Agriculture Science of Tabriz Islamic Azad

University. 9, 56-68. [In Persian with English Summary].

Nazari, L., Pakniyat, H., 2010. Assessment of drought tolerance in barley genotypes. Journal of Applied Sciences. 10, 151-156. [In Persian with English Summary].

Rajaram, S., Van Ginkle, M., 2001. Mexico, 50 years of international wheat breeding. In: Bonjean, A.P., Angus, W.J. (eds.), The World Wheat Book: A History of Wheat Breeding. Lavoisier Publishing, Paris, France, pp. 579–604.

Rosielle, A.A., Hamblin, J. 1984. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop Science. 21, 943-946.

Rathjen, A.J., 1994. The biological basis of genotype-environment interaction: its definition and management. In: Proceedings of the Seventh Assembly of the Wheat Breeding Society of Australia, Adelaide, Australia.

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

Shafazadeh, M.K., Yazdansepas, A., Amini, A., Ghannadha, M.R., 2004. Study of terminal drought tolerance in promising winter and facultative wheat genotypes using stress susceptibility and tolerance indices. Plant and Seed Journal. 20(1), 57-71. [In Persian with English Summary].

Sedlar, O., Balik, J., Kozlovsky, O., Peklova, L., Kubesova, K., 2013. Dynamics of the nitrogen uptake by spring barley at injection application of nitrogen fertilizers. Plant, Soil and Environment. 59, 392–397.

Tajali, H., Mosavi, S.G., Razmjo, A., 2012. Evaluating yield and drought stress indices under end season drought stress in promising genotypes of barley. Journal of Crop Ecophysiology. 6(2), 171-184. [In Persian with English Summary].

Takeda, S., Matsuoka, M., 2008. Genetic approaches to crop improvement: responding to environmental and population change. Nature. 9, 444-457.

Yan, W., Rajcan, I., 2002. Biplot analysis of test sites and trait Piepho, H.P. 1994. Best linear unbiased prediction (BLUP) for regional relations of soybean in Ontario. Crop Science. 42, 11–20.

Yarnia, M., Arabifard, N., Rahmizadeh Khoei, F., Zandi, P., 2011. Evaluation of drought tolerance indices among some winter rapeseed cultivars. African Journal of Biotechnology. 10, 10914-10922.