نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد نهم، شماره ۳(۳۵)، پاییز ۱۳۹۴، صفحه ۴۱۶-۴۰۱

تاثیر سطوح آبیاری و کود نیتروژنی بر عملکرد دانه و خصوصیات فیزیولوژیکی چهار رقم جو (*Hordeum vulgare* L.)

فرشاد سرخی[1*]

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر سطوح آبیاری و کود نیتروژنی بر عملکرد دانه و خصوصیات فیزیولوژیکی چهار رقم جو زراعی (*Hordeum vulgare*) در دانشگاه آزاد اسلامی واحد میاندوآب در سال ۱۳۹۲ در قالب آزمایش فاکتوریل اسپیلت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح آبیاری در سه سطح، آبیاری کامل (شاهد)، قطع آبیاری در مرحله آبستنی (کد ۴۰ مقیاس زیدوکس) و قطع آبیاری در مرحله گلدهی (کد ۶۰ مقیاس زیدوکس) و کود نیتروژنی در چهار سطح ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و ارقام جو شامل ماکوئی، ولفجر، صحرا و جنوب بودند. عملکرد دانه در زمان برداشت محصول تعیین گردید. مساحت برگ پرچم، میزان کلروفیل برگ پرچم و میزان پرولین برگ پرچم، میانگره برگ پرچم (پدانکل) و طوقه در اوایل مرحله شیری شدن دانه‌ها (کد ۷۳ مقیاس زیدوکس) اندازه گیری شدند. کاربرد ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بیشترین عملکرد دانه، مساحت برگ پرچم، میزان کلروفیل برگ پرچم و مقدار پرولین را به همراه داشت. در صفات مورد مطالعه در شرایط آبیاری کامل اختلاف معنی‌داری از لحاظ میزان پرولین مشاهده نشد و در تیمارهای قطع آبیاری به‌ترتیب برگ پرچم، میانگره برگ پرچم و طوقه بیشترین مقدار پرولین را به خود اختصاص دادند. در تیمار آبیاری کامل بیشترین و کمترین عملکرد دانه، مساحت برگ پرچم و میزان کلروفیل به‌ترتیب به ارقام ماکوئی و جنوب و در شرایط قطع آبیاری در مرحله آبستنی به‌ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه، مساحت برگ پرچم و میزان کلروفیل به ارقام جنوب و ولفجر تعلق داشتند. منحنی‌های رگرسیونی نشان دادند که با افزایش شدت تنش کمبود آب، اختلاف بین تیمارهای نیتروژنی بر عملکرد دانه کاهش یافته و میزان پرولین موجود در اندام‌ها به شدت افزایش یافت و برعکس در شرایط آبیاری کامل اختلاف بین سطوح تیمارهای نیتروژنی بر عملکرد دانه به حداکثر رسیده و میزان پرولین موجود در اندام‌های مورد مطالعه کاهش چشمگیری نشان داد. منحنی‌های رگرسیونی در ارقام ماکوئی و ولفجر از شیب بیشتری برخوردار بود که حاکی از کاهش بیشتر عملکرد دانه و افزایش کمتر در میزان پرولین این ارقام در مقایسه با جوهای صحرا و جنوب در شرایط تنش کمبود آب است.

واژگان کلیدی: آبیاری، برگ پرچم، پرولین، جو، عملکرد، نیتروژن.

۱- استادیار گروه کشاورزی، واحد میاندوآب، دانشگاه آزاد اسلامی، میاندوآب، ایران (* نگارنده‌ی مسئول) farsorkhy@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۱

تاریخ پذیرش: ۹۴/۵/۱۷

مقدمه

اساسی‌ترین مشکل کشاورزی به خصوص در نواحی خشک و نیمه خشک کمبود منابع آب است، زیرا در این مناطق نه تنها مقدار کل نزولات جوی کم است بلکه توزیع آن در طول فصل رشد غیر یکنواخت بوده و منطبق بر نیاز آبی محصول نمی‌باشد (Chaves and Oliveira, 2004). محدودیت آبیاری اراضی جو آبی به‌خصوص در آخر فصل (به دلیل رقابت زراعت‌های بهاره با آبیاری جو در مرحله بحرانی دانه بندی گیاه) موجب نقصان عملکرد ارقام جو در شرایط تنش انتهایی می‌گردد (Krcek *et al*., 2008). در آزمایشی بر روی ارقام جو با انجام تیمارهای آبیاری کامل (آبیاری پس از ۵۰ درصد تخلیه رطوبت خاک)، دو سوم آبیاری کامل، یک سوم آبیاری کامل و شرایط دیم، گزارش کردند که تیمار آبیاری اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه از طریق افزایش تعداد سنبله بیشتر در واحد سطح دارد (Svobodova and Misa, 2004). قدسی و همکاران (Ghodsi *et al*., 2004) بیان داشتند که قطع آبیاری از ۴۹ روز قبل از گرده افشانی تا۱۰ روز بعد از گرده افشانی باعث کاهش عملکرد ارقام گندم به میزان ۱۴ تا ۶۳ درصد شد. تنش خشکی باعث کاهش ماده خشک تولیدی به‌واسطه پیری و ریزش برگ‌های پایینی جو می شود (Ajalli and Salehi, 2012).

نیتروژن نقش اساسی در رشد گیاه داشته و با مقدار آب و نحوه توزیع آن ارتباط زیادی دارد. مدیریت مناسب می‌تواند پتانسیل مصرف بهینه نیتروژن توسط گیاهان را به حداکثر رسانده و از شستشوی آن که باعث تخریب زیست بوم می‌شود، بکاهد (Sedlar *et al*., 2013). خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاهان اغلب در واکنش به میزان دسترسی به منابع (مانند کود) دچار تغییر می‌شود (Trckova *et al*., 2006). با توجه به این‌که رشد و نمو گیاه و عملکرد آن وابسته به فرآیندهای فتوسنتز بوده و نیتروژن نیز می‌تواند اثر مستقیمی بر میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ داشته باشد، کمبود آن می‌تواند باعث کاهش جذب دی اکسید کربن شود. بنابراین، بیلان نیتروژن در گیاه به‌طور مستقیم با بیلان دی اکسیدکربن مرتبط است، زیرا مصرف نیتروژن موجب افزایش غلظت آن در گیاه، افزایش غلظت آنزیم‌های فتوسنتزی و غلظت کلروفیل در مرکز واکنش فتوسنتزی در گیاه می‌شود (Albrizio *et al*., 2010). از آن‌جایی که در جو میزان فتوسنتز برگ با غلظت نیتروژن برگ ارتباط نزدیکی دارد بنابراین متعادل نگه داشتن میزان نیتروژن برگ در طی دوره رشد برای به‌دست آوردن عملکرد بالا قطعاً ضروری است (Sedlar *et al*., 2011). اسکارسون و همکاران (Oscarsson *et al*., 1999) نشان دادند افزایش نیتروژن به‌صورت کود اوره تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه جو را به دلیل افزایش سطح برگ به‌ویژه سطح برگ پرچم، تعداد سنبله و تعداد دانه در سنبله به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. غلظت کلروفیل به عنوان شاخصی در ارزیابی قدرت منبع شناخته شده است (Bojovic and Markovic, 2009). رنگیزه کلروفیل به‌طور مستقیم در ارتباط با فرآیند فتوسنتز بوده و هرگونه کاهش در آن بر میزان این فرآیند تأثیر می‌گذارد و در نهایت کاهش عملکرد را در پی دارد (Daughtry *et al*., 2000). کاهش مقدار کلروفیل در اثر تنش خشکی می‌تواند به دلیل تغییر متابولیسم نیتروژن و در نتیجه ساخت ترکیباتی نظیر پرولین باشد که در چنین شرایطی در تنظیم اسمزی نقش دارد (Mafakheri *et al*., 2010).

گیاهان در شرایط محیطی متفاوت مواد محلول با وزن مولکولی کم، که به‌طور کلی مواد محلول سازگار نامیده می‌شوند را تجمع می‌دهند که شامل

اسیدهای آمینه، پرولین، قندها و بتائین است. علاوه بر این، برخی مواد محلول معدنی نیز بخش مهمی از مـواد محلول اسمزی فعال داخل سلول را تشکیل می‌دهند (Bajji *et al*., 2001). مواد محلول سازگار با واکنش‌های عادی بیوشیمیایی سلول تداخل ندارند و به‌عنوان محافظان اسمزی در طی تنش اسمزی عمل می‌کنند. در بین مواد محلول سازگار شناخته شده احتمالاً پرولین گسترده‌ترین نوع آنها است (Ruiz *et al*., 2005). افزایش میزان پرولین در اثر تنش خشکی در جو (Cheour *et al*., 2014)، گندم (Keyvan, 2010)، نخود (Mafakheri *et al*., 2010)، سورگوم (Tsago *et al*., 2013) و کلزا (Din *et al*., 2011) گزارش شده است. طبق نتایج آزمایش گیانکارلا و همکاران (Giancarla *et al*., 2011) تجمع پرولین با توانایی گیاه برای زنده ماندن در شرایط کمبود آب مرتبط می‌باشد. در این آزمایش چهار رقم زراعی جو ابتدا در محلول غذایی پرورش داده و سپس به محلولی با پتانسیل اسمزی ۲۰- بار انتقال داده شدند که در نتیجه میزان پرولین تجمع یافته در برگ‌ها از یک میلی‌گرم در هر گرم ماده خشک به حداقل ۷/۵ و حداکثر ۱۱/۵ میلی‌گرم در هر گرم ماده خشک افزایش یافت. چاوز و اولیویرا (Chaves and Oliveira, 2004) با تأکید بر ضروری بودن پرولین در امر سازگاری گیاهان به تنش‌ها، اثرات بیولوژیک زیادی مثل تنظیم اسمزی، اثرات حمایتی سلول، نقش آنتی اکسیدان، انتقال انرژی، ذخیره کربن و نیتروژن و چندین نقش دیگر که برای پایداری سلول و انتقال از یک حالت به حالت سازگار جدید لازم است را برای پرولین برشمردند.

آزمایش حاضر به منظور ارزیابی تحمل به خشکی و بررسی اثر متقابل سطوح آبیاری و کود نیتروژنی بر عملکرد دانه، مساحت برگ پرچم، میزان کلروفیل برگ پرچم و مقدار پرولین ارقام جو زراعی انجام شد. در این تحقیق علاوه بر میزان پرولین برگ پرچم به‌عنوان بهترین معیار و اندام جهت اندازه‌گیری پرولین، اقدام به اندازه‌گیری پرولین میانگره برگ پرچم و طوقه ریشه شد تا مقادیر متفاوت پرولین که از مواد مؤثر در تنظیم اسمزی است، در اندام‌های مختلف، تحت تنش کمبود آب تعیین گردد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش جهت بررسی اثر سطوح آبیاری و کود نیتروژنی بر خصوصیات فیزیولوژیکی و عملکرد دانه چهار رقم جو زراعی (*Hordeum vulgare*) در دانشگاه آزاد اسلامی واحد میاندوآب در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل اسپیلت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود که تیمارهای سطوح آبیاری و کود نیتروژنی در کرت‌های اصلی و ارقام در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

کرت‌های اصلی آزمایش به تعداد ۲۷ عدد و طول و عرض هر کرت به‌ترتیب ۸ و ۲ متر با مساحت ۱۶ مترمربع بود. کرت‌های فرعی آزمایش نیز به تعداد ۱۰۸ عدد و به‌ترتیب طول و عرض هر کرت ۲ و ۲ متر با مساحت ۴ مترمربع بودند. عملیات کاشت در نیمه دوم مهر ماه ۱۳۹۲ انجام شد. میزان بذر مصرفی ۳۰۰ بوته در متر مربع بود. آبیاری در ابتدا با دور ۷ روز و به روش کرتی انجام شد و سپس بر اساس تیمارهای آزمایشی قطع آبیاری انجام گرفت. یک سوم کود نیتروژنی در نظر گرفته شده برای هریک از کرت‌ها به‌صورت اوره در زمان کاشت توزیع گردید و مابقی در فصل بهار و در آغاز ساقه‌دهی اعمال شد.

تیمارهای آزمایش شامل سطوح آبیاری در سه سطح، آبیاری کامل (شاهد)، قطع آبیاری در مرحله آبستنی (کد ۴۰ مقیاس زیدوکس) و قطع آبیاری در مرحله گلدهی (کد ۶۰ مقیاس زیدوکس) و کود نیتروژنی در چهار سطح ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و ارقام جو در چهار سطح

شامل ماکوئی (از سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی F.A.O. دریافت و در سال ۱۳۶۹ نام‌گذاری شد. رقمی پاییزه و مقاوم به سرما است)، ولفجر (ازکشور مصر دریافت و درسال ۱۳۶۴ نام‌گذاری گردید. رقمی بهاره- پاییزه و نیمه مقاوم به سرما است)، صحرا (از میان توده‌های ارسالی توسط سازمان سیمیت انتخاب و در سال ۱۳۸۲ نام‌گذاری گردید. رقمی بهاره- پاییزه و مقاوم به حرارت محیط است) و جنوب (از میان توده‌های ارسالی توسط سازمان سیمیت انتخاب و در سال ۱۳۷۶ نام‌گذاری گردید. رقمی بهاره- پاییزه و مقاوم به شوری محیط است) بودند. عملکرد دانه در زمان برداشت محصول تعیین گردید. مساحت برگ پرچم، شاخص کلروفیل برگ پرچم و میزان پرولین برگ پرچم، میانگره برگ پرچم و طوقه در اوایل مرحله شیری دانه‌ها (کد ۷۳ مقیاس زیدوکس) اندازه‌گیری شدند. خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است.

برای تعیین عملکرد دانه بعد از خرمن‌کوبی، کاه و کلش هر کرت از دانه‌ها جدا و وزن دانه‌ها به دقت با ترازوی حساس (۰/۰۱ گرم) اندازه‌گیری و بر حسب کیلوگرم در هکتار تعیین شد (Sedlar *et al*., 2011). سطح برگ پرچم توسط leaf area meter مدل Li-3100 و شاخص کلروفیل برگ پرچم توسط کلروفیل سنج SPAD-502 اندازه‌گیری شدند (Anjum *et al*., 2011). میزان پرولین در بافت‌های مورد نظر به روش بیتس و همکاران (Bates *et al*., 1973) و مک مانوس و همکاران (McManus *et al*., 2000) با استفاده از نین هیدرین اندازه‌گیری شد.

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS و MSTATC و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار EXCEL و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD ٪۵) استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از اثر معنی‌دار سطوح آبیاری، مقادیر کود نیتروژنی و رقم در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه می‌باشد (جدول۲). بر اساس نتایج با افزایش کود مصرفی میزان عملکرد دانه در تمام سطوح آبیاری افزایش یافت. بیشترین عملکرد در سطح کودی ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار حاصل شد. حداکثر عملکرد ارقام در شرایط آبیاری کامل و کود مصرفی ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در ارقام ماکوئی، ولفجر، صحرا و جنوب به‌ترتیب ۶۱۴۱/۴۳، ۵۸۵۲/۸۵، ۴۶۰۵/۶۹ و ۴۱۱۴/۳۷ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳) و با قطع آبیاری در مرحله آبستنی و با ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار عملکرد دانه ارقام ماکوئی، ولفجر، صحرا و جنوب به‌ترتیب ۱۷۰۹/۰۷، ۱۴۴۱/۱۸، ۲۱۱۰/۱۵ و ۲۲۷۰/۵۷ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۳). بنابراین، میزان کاهش عملکرد در ارقام ماکوئی، ولفجر، صحرا و جنوب به ترتیب ۷۲/۱۷٪، ۷۵/۳۷٪، ۵۴/۱۸٪ و ۴۴/۸۱٪ بود. در تیمار شاهد بیشترین عملکرد به جوهای ماکوئی و ولفجر تعلق داشت و تحت شرایط قطع آبیاری در مرحله آبستنی بیشترین عملکرد به ارقام صحرا و جنوب مربوط بود.

عملکرد جو مانند سایر محصولات زراعی تحت تأثیر کودهای شیمیایی قرار می‌گیرد. عواملی از قبیل اقلیم، ترتیب گیاهان در تناوب زراعی و مسایل مدیریتی همچون زهکشی، آبیاری و آیش در واکنش گیاه زراعی به کودهای شیمیایی مؤثر هستند (Sedlar *et al*., 2013). گزارش شده است که افزایش کود نیتروژن به‌صورت خالص تا ۸۰ کیلوگرم در هکتار تعداد پنجه، طول سنبله و عملکرد دانه گندم را افزایش می‌دهد (Arnall *et al*., 2013). شافی و

همکاران (Shafi *et al*., 2011) با مصرف مقادیر ۴۰، ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در جو، بیشترین عملکرد دانه را با مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص به‌واسطه حداکثر تعداد سنبله در مترمربع، طول سنبله و تعداد دانه در هر سنبله به دست آوردند. البریزیو و همکاران (Albrizio *et al*., 2010) نشان دادند که تولید جو با مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار وقتی ۱۰۱۰ میلی‌متر آب مصرف شد افزایش معنی‌دار پیدا کرد ولی در شرایط محدودیت رطوبت (۴۷۰ میلی‌متر آب) تنها به ۶۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار واکنش مناسب نشان داد. کرسیک و همکاران (Krcek *et al*., 2008) گزارش کردند که عملکرد جو با افزایش کود نیتروژنی تحت شرایط تنش کمبود آب کاهش پیدا می‌کند.

مساحت برگ پرچم

اثر سطوح آبیاری و رقم در سطح احتمال یک درصد و کود نیتروژنی در سطح احتمال پنج درصد بر مساحت برگ پرچم معنی‌دار است (جدول ۲). با افزایش مقدار کود نیتروژنی در کلیه سطوح آبیاری و در تمامی ارقام مساحت برگ پرچم افزایش یافت، البته این افزایش در تنش‌های کمبود آبی به مراتب کمتر از آبیاری کامل بود (جدول ۳). مساحت برگ پرچم با مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن و در شرایط آبیاری کامل برای ارقام ماکوئی، ولفجر، صحرا و جنوب به‌ترتیب ۱۷/۴۶، ۱۶/۲۷، ۱۵/۰۲ و ۱۴/۶۵ سانتی‌متر مربع و در قطع آبیاری در مرحله آبستنی به‌ترتیب ۱۲/۲۲، ۱۱/۱۳، ۱۲/۱۰ و ۱۲/۵۱ سانتی‌متر مربع بود (جدول ۳). بنابراین، درصد کاهش مساحت برگ پرچم ارقام ماکوئی، ولفجر، صحرا و جنوب به‌ترتیب ۳۰/۰۱٪، ۳۱/۵۹٪، ۱۹/۴۴٪ و ۱۴/۶۱٪ به دست آمد. ارقام صحرا و جنوب در شرایط کمبود آب بهتر از کود و آب استفاده کرده و در نتیجه میزان کاهش مساحت برگ پرچم در آنها به‌مراتب کمتر از ارقام ماکوئی و ولفجر بود. برگ پرچم جو بخش قابل توجهی از مواد فتوسنتزی را برای پر کردن دانه تولید می‌کند بنابراین به‌طور مؤثر در عملکرد دانه سهیم می‌باشد و حفظ آن به‌ویژه در مرحله پر شدن دانه مهم است (Krcek *et al*., 2008). تحقیق روی انواع ژنوتیپ‌های جو تحت تنش خشکی، نشان داده است که اندازه برگ پرچم با عملکرد دانه ارتباط مثبت معنی‌داری دارد (Albrizio *et al*., 2010).

میزان کلروفیل برگ پرچم

طبق جدول شماره ۲ اثر سطوح آبیاری، کود نیتروژنی و رقم در سطح احتمال پنج درصد بر میزان کلروفیل برگ پرچم معنی‌دار است. در تمامی ارقام و در همه تیمارهای سطوح آبیاری افزایش مقدار کود نیتروژنی افزایش معنی‌داری در میزان کلروفیل برگ پرچم به همراه داشت. قطع آبیاری کاهش معنی‌داری در مقدار این صفت داشت و کمترین میزان کلروفیل در تیمار قطع آبیاری در مرحله آبستنی به‌دست آمد (جدول۳). میزان کلروفیل در تیمار کودی ۸۰ کیلوگرم نیتروژن و شرایط آبیاری کامل در ارقام ماکوئی، ولفجر، صحرا و جنوب به‌ترتیب ۵۱/۷۱، ۵۱/۶۸، ۵۱/۶۴ و ۵۱/۷۴ واحد spad و در شرایط قطع آبیاری در مرحله آبستنی به ترتیب ۳۸/۷۵، ۳۶/۸۲، ۴۰/۶۸ و ۴۱/۷۳ واحد spad بود. بنابراین، درصد کاهش میزان کلروفیل در ارقام ماکوئی، ولفجر، صحرا و جنوب به‌ترتیب ۲۵/۰۶٪، ۲۸/۷۵٪، ۲۱/۲۲٪ و ۱۹/۳۴٪ به‌دست آمد (جدول ۳). مشخص گردید که در یک مقدار ثابت از کود نیتروژن مصرفی در شرایط نرمال (آبیاری کامل) ارقام ماکوئی و ولفجر از بالاترین میزان کلروفیل برگ پرچم برخوردار بودند ولی در شرایط قطع آبیاری در مرحله آبستنی ارقام صحرا و جنوب بودند که بیشترین میزان کلروفیل برگ پرچم را داشتند. در آزمایشی که روی گندم انجام دادند، مصرف ۱۰ گرم نیتروژن در متر مربع در

مقایسه با کاربرد ۵ گرم آن در مترمربع در یک سطح مشابه از لحاظ پتانسیل آب خاک، میزان کلروفیل را افزایش داد. در این آزمایش اعمال تنش کمبود آب موجب کاهش معنی‌دار میزان کلروفیل در هر دو سطح نیتروژن مصرفی شده بود (Karimpour *et al*., 2011).

میزان پرولین

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح آبیاری اثر معنی‌دار بر پرولین برگ پرچم، میانگره برگ پرچم و طوقه در سطح احتمال یک درصد دارد. رقم اثر معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر پرولین برگ پرچم و در سطح احتمال پنج درصد بر پرولین میانگره برگ پرچم داشته ولی اثر آن بر پرولین طوقه غیرمعنی‌دار بود. همچنین، اثر مقادیر کود نیتروژنی بر پرولین اندام‌های مورد مطالعه غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان پرولین در تیمار قطع آبیاری در مرحله آبستنی و کمترین میزان آن در تیمار شاهد (آبیاری کامل) به‌دست آمد (جدول ۴). در حالت آبیاری کامل میزان پرولین در برگ پرچم ارقام ماکوئی، ولفجر، صحرا و جنوب به ترتیب ۰/۴۵، ۰/۴۴، ۰/۵۱ و ۰/۵۹ میلی‌گرم در گرم وزن خشک، در میانگره برگ پرچم به‌ترتیب ۰/۳۹، ۰/۳۴، ۰/۴۲ و ۰/۵ میلی‌گرم در گرم وزن خشک و در طوقه ۰/۲۹، ۰/۲۷، ۰/۳۴ و ۰/۳۸ میلی‌گرم در گرم وزن خشک (جدول ۴) بود. در تیمار قطع آبیاری در مرحله آبستنی میزان پرولین برگ پرچم در ارقام ماکوئی، ولفجر، صحرا و جنوب به‌ترتیب ۷/۲۲، ۶/۳۶، ۹/۳۵ و ۱۰/۸۵ میلی‌گرم در گرم وزن خشک، در میانگره برگ پرچم به‌ترتیب ۶/۲۸، ۵/۸، ۸/۲۷ و ۹/۳۸ میلی‌گرم در گرم وزن خشک و در طوقه به ترتیب ۶/۰۷، ۵/۳۸، ۷/۵ و ۸/۴۱ میلی‌گرم در گرم وزن خشک (جدول ۴) به دست آمد. بنابراین، مقدار افزایش پرولین برگ پرچم تحت قطع آبیاری در ارقام ماکوئی، ولفجر، صحرا و جنوب به‌ترتیب ۱۶/۱۱، ۱۴/۴۵، ۱۸/۳۳ و ۱۸/۳۸ برابر و در میانگره برگ پرچم به‌ترتیب ۱۶/۱، ۱۷/۰۷، ۱۹/۶۹ و ۱۸/۷۶ برابر و در طوقه به‌ترتیب ۲۰/۹۳، ۱۹/۷۰، ۲۲/۰۵ و ۲۲/۱۳ برابر بود. میزان افزایش پرولین در ارقام صحرا و جنوب نسبت به ماکوئی و ولفجر تا چندین برابر بیشتر بود و این حاکی از استعداد بالای ارقام صحرا و جنوب در تنظیم اسمزی و در نتیجه مقاومت بیشتر به تنش کمبود آب می‌باشد.

با بررسی منحنی‌های رگرسیونی مشخص شد که قطع آبیاری باعث کاهش اختلاف بین سطوح تیمارهای نیتروژنی از نظر عملکرد دانه شد، البته این امر در جوهای ماکوئی و ولفجر نسبت به صحرا و جنوب به‌دلیل حساسیت به تنش کمبود آب محسوس‌تر بود (شکل‌های ۲،۱و۳). در بین اندام‌های مورد مطالعه میزان پرولین در تیمار شاهد حدوداً برابر ولی در شرایط قطع آبیاری بیشترین تجمع پرولین ابتدا در برگ پرچم و سپس در میانگره برگ پرچم و در نهایت در طوقه ریشه بود. در ارقام جوهای ماکوئی و صحرا منحنی‌های رگرسیونی از شیب بیشتری برخوردار می‌باشند که این امر حاکی از کاهش بیشتر عملکرد و افزایش کمتر در میزان پرولین در اندام‌های مورد مطالعه این ارقام تحت سطوح تیمارهای تنش کمبود آب در مقایسه با صحرا و جنوب بود (شکل‌های ۲،۱و۳). افزایش پرولین می‌تواند در ارتباط با تنظیم اسمزی و همچنین به عنوان منبعی از کربن و نیتروژن باشد تا بعد از رفع تنش مورد استفاده گیاه واقع شود. چنانچه ملاحظه شد میزان پرولین در ارقام به‌شدت تحت تأثیر سطوح آبیاری قرار داشت و کمتر از سطوح کود نیتروژنی متأثر شده بود. معمولاً میزان پرولین در گیاهانی که در حد مطلوب آبیاری می‌شوند بسیار کم و در حد ۰/۲ الی ۰/۶ میلی‌گرم در گرم ماده خشک است. مقدار این ماده پس از بروز تنش

کمبود آب تا ۴۰ الی ۵۰ میلی‌گرم در گرم ماده خشک بسته به شدت تنش کمبود آب و نوع گیاه می‌رسد (Giancarla *et al*., 2011). اگرچه پرولین در همه اندام‌های گیاه کامل در طی تنش خشکی تجمع می‌یابد ولی سریع‌ترین انباشت آن در برگ‌ها است (Ruiz *et al*., 2005).

نتیجه‌گیری کلی

با جمع‌بندی کلی نتایج حاصل می‌توان عنوان نمود مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بیشترین افزایش در عملکرد دانه، مساحت برگ پرچم، میزان کلروفیل برگ پرچم و میزان پرولین ارقام جو را در هر یک از تیمارهای سطوح آبیاری در پی داشت. بیشترین و کمترین عملکرد دانه، مساحت برگ پرچم و میزان کلروفیل برگ پرچم در تیمار شاهد به‌ترتیب در جوهای ماکوئی و جنوب به‌دست آمد در حالی که در تیمار قطع آبیاری در مرحله آبستنی، بیشترین و کمترین عملکرد دانه، مساحت برگ پرچم و میزان کلروفیل برگ پرچم به‌ترتیب به ارقام جنوب و ولفجر تعلق داشت. در شرایط تنش کمبود آب بیشترین کاهش در عملکرد دانه و کمترین افزایش در میزان پرولین در جوهای ماکوئی و ولفجر دیده شد با این وجود کمترین کاهش عملکرد دانه و بیشترین افزایش در میزان پرولین در ارقام صحرا و جنوب به‌دست آمد. با بررسی منحنی‌های رگرسیونی مشاهده شد که با افزایش تنش کمبود آب اختلاف بین تیمارهای نیتروژنی روی عملکرد دانه کاهش یافته و میزان پرولین موجود در اندام‌های مورد مطالعه به‌شدت افزایش می‌یابد و بر عکس در شرایط آبیاری کامل (شاهد) اختلاف بین سطوح تیمارهای نیتروژن بر عملکرد دانه به حداکثر رسیده و میزان پرولین موجـــود در انـدام‌های مورد مطالعه افت چشم‌گیری نشان می دهد.

جدول ۱- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Soil specifications of location experiment

pH	7.2
EC (µs/cm)	1399
درصد رطوبت اشباع Saturation percentage	32.8
درصد رطوبت در حالت ظرفیت زراعی Moisture content at field capacity	21.3
درصد شن Sand percent	46.4
درصد رس Clay percent	33.5
درصد سیلت Silt percent	20.1
کلاس بافت خاک Soil texture class	Sandy Clay Loam

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در ارقام جو

Table 2- Variance analysis in traits of barley varieties.

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	پرولین Proline			میزان کلروفیل برگ پرچم Chlorophyll content of flag leaf	مساحت برگ پرچم Flag leaf area	عملکرد دانه Grain yield
		طوقه Crown	میانگره برگ پرچم Internode of flag leaf	برگ پرچم Flag leaf			
تکرار Repeat	2	0.514	0.39	1.17	24.61	5.17	4136.98
سطوح آبیاری Drought stress	2	0.446*	1.27*	3.32*	69.41*	31.24**	56440.08**
کود نیتروژن Nitrogen fertilizer	3	0.319	0. 99	1.47	47.75*	22.26*	39224.23**
سطوح آبیاری×کود نیتروژن Nitrogen ×Drought stress fertilizer	6	0.340*	2.61**	5.94*	27.39	13.11*	16369.81*
خطا Error	22	0.106	0.323	0.721	12.72	4.08	6271.96
رقم Variety	3	0.199	0.579*	1.56**	18.61*	10.86**	150264.86**
سطوح آبیاری × رقم Variety×Drought stress	6	0.346*	0.504*	1.021**	14.76*	4.97*	83356.38*
کود نیتروژن × رقم Variety×Nitrogen	9	0.336 *	0.493*	0.759*	2.06	4.15*	76775.62*
سطوح آبیاری× کود نیتروژن × رقم Nitrogen ×Drought stress fertilizer × Variety	18	0.159*	0.864**	1.23**	12.09*	5.41**	89453.18**
خطا Error	72	0.145	0.203	0.313	5.96	1.74	36559.82
ضریب تغییرات C.V (%)		4.63	5.92	7.37	9.04	6.31	12.46

* و ** به ترتیب به مفهوم معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

* and ** : significant at the 5% and 1% levels of probability respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری سطوح آبیاری، کود نیتروژنی و ارقام جو بر عملکرد دانه، مساحت برگ پرچم و میزان کلروفیل برگ پرچم

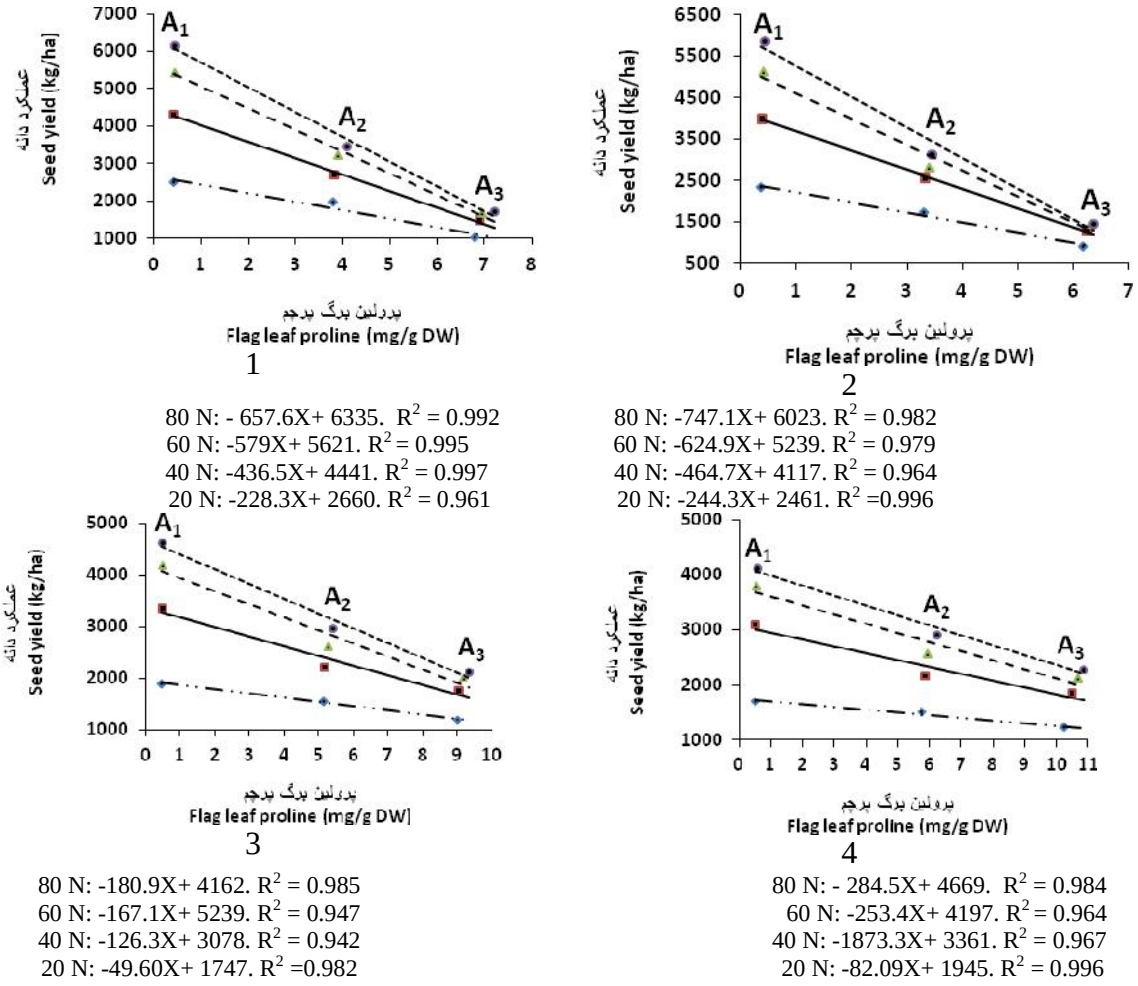
Table 3- Mean comparison of treatment combination of irrigation levels, nitrogen fertilizer and barley varieties on grain yield, flag leaf area and Chlorophyll content of flag leaf

سطوح آبیاری Irrigation levels	ارقام جو Barley varieties	کود نیتروژن Nitrogen fertilizer ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	مساحت برگ پرچم Flag leaf area (cm^2)	میزان کلروفیل برگ پرچم Chlorophyll of flag leaf content (spad)
آبیاری کامل Full irrigation	ماکوئی Makuyi	20	2486.45	15.93	41.16
		40	4295.04	16.52	46.48
		60	5434.05	17.22	49.12
		80	6141.43	17.46	51.71
	ولفجر Valfajr	20	2333.18	14.07	40.89
		40	3985.95	15.32	46.22
		60	5126.85	15.88	48.78
		80	5852.85	16.27	51.68
	صحرا Sahra	20	1896.74	12.98	40.94
		40	3347.70	14.43	46.32
		60	4182.92	14.68	48.95
		80	4605.69	15.02	51.64
	جنوب Jonoob	20	1705.19	12.67	41.20
		40	3096.94	13.71	46.47
		60	3799.56	14.30	49.21
		80	4114.37	14.65	51.74
قطع آبیاری در مرحله گلدهی cutting off irrigation at flowering stage	ماکوئی Makuyi	20	1966.24	13.49	37.41
		40	2697.29	14.13	42.29
		60	3226.35	14.83	44.69
		80	3436.41	15.05	46.96
	ولفجر Valfajr	20	1723.49	12.01	36.39
		40	2550.14	13.16	41.13
		60	2803.88	13.82	43.41
		80	3117.21	14.20	45.77
	صحرا Sahra	20	1549.16	11.93	36.84
		40	2220.39	13.38	41.68
		60	2619.38	13.61	44.05
		80	2950.09	13.95	46.37
	جنوب Jonoob	20	1498.26	11.71	36.99
		40	2157.48	12.74	41.82
		60	2557.78	13.33	44.28
		80	2905.52	13.68	46.43
قطع آبیاری در مرحله آبستنی cutting off irrigation at boot stage	ماکوئی Makuyi	20	1018.07	10.24	32.07
		40	1474.24	11.28	36.26
		60	1673.35	11.87	38.16
		80	1709.07	12.22	38.75
	ولفجر Valfajr	20	915.46	8.93	30.93
		40	1267.11	10.08	34.96
		60	1450.08	10.74	36.89
		80	1441.18	11.13	36.82
	صحرا Sahra	20	1191.74	10.08	32.41
		40	1759.19	11.53	36.67
		60	2002.09	11.76	38.76
		80	2110.15	12.10	40.68
	جنوب Jonoob	20	1219.43	10.70	32.55
		40	1847.42	11.34	36.8
		60	2119.90	12.03	38.96
		80	2270.57	12.51	40.73
LSD 5%			310.67	1.74	5.96

جدول ۴- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری سطوح آبیاری، کود نیتروژنی و ارقام جو بر پرولین برگ پرچم، میانگره برگ پرچم و طوقه

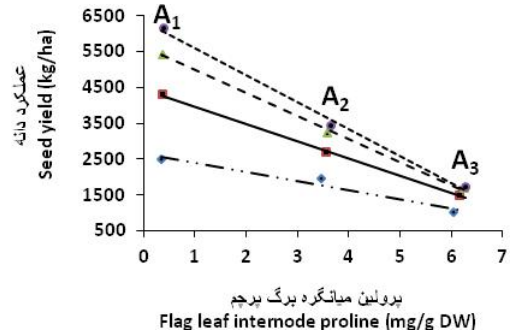
Table 4- Mean comparison of treatment combination of irrigation levels, nitrogen fertilizer and barley varieties on flag leaf proline, flag leaf internode proline and crown proline.

سطوح آبیاری Irrigation levels	ارقام جو Barley varieties	کود نیتروژن Nitrogen fertilizer ($kg.ha^{-1}$)	پرولین برگ پرچم flag leaf proline ($mg.g^{-1}$ DW)	پرولین میانگره برگ پرچم flag leaf internode proline ($mg.g^{-1}$ DW)	پرولین طوقه crown proline ($mg.g^{-1}$ DW)
آبیاری کامل Full irrigation	ماکوئی Makuyi	20	0.41	0.34	0.27
		40	0.42	0.36	0.27
		60	0.44	0.37	0.28
		80	0.45	0.39	0.29
	ولفجر Valfajr	20	0.38	0.3	0.25
		40	0.4	0.31	0.25
		60	0.42	0.33	0.26
		80	0.44	0.34	0.27
	صحرا Sahra	20	0.46	0.38	0.30
		40	0.48	0.39	0.31
		60	0.49	0.41	0.33
		80	0.51	0.42	0.34
	جنوب Jonoob	20	0.5	0.44	0.34
		40	0.52	0.47	0.35
		60	0.54	0.49	0.36
		80	0.59	0.5	0.36
قطع آبیاری در مرحله گلدهی cutting off irrigation at flowering stage	ماکوئی Makuyi	20	3.78	3.46	2.71
		40	3.82	3.55	2.73
		60	3.89	3.57	2.76
		80	4.08	3.56	2.79
	ولفجر Valfajr	20	3.31	3.04	2.52
		40	3.33	3.06	2.48
		60	3.41	3.08	2.51
		80	3.44	3.14	2.58
	صحرا Sahra	20	5.13	4.35	3.67
		40	5.19	4.48	3.86
		60	5.27	4.51	3.91
		80	5.4	4.55	4.04
	جنوب Jonoob	20	5.77	4.67	3.96
		40	5.86	4.82	4.05
		60	5.98	4.87	4.12
		80	6.23	4.92	4.27
قطع آبیاری در مرحله آبستنی cutting off irrigation at boot stage	ماکوئی Makuyi	20	6.8	6.03	5.75
		40	6.89	6.17	5.79
		60	6.95	6.25	5.82
		80	7.22	6.28	6.07
	ولفجر Valfajr	20	6.18	5.68	5.28
		40	6.25	5.74	5.31
		60	6.31	5.76	5.33
		80	6.36	5.80	5.38
	صحرا Sahra	20	9.02	7.99	7.37
		40	9.05	8.04	7.4
		60	9.19	8.18	7.44
		80	9.35	8.27	7.5
	جنوب Jonoob	20	10.31	8.95	8.18
		40	10.51	9.14	8.26
		60	10.68	9.27	8.31
		80	10.85	9.38	8.41
LSD 5%			0.899	0.724	0.612



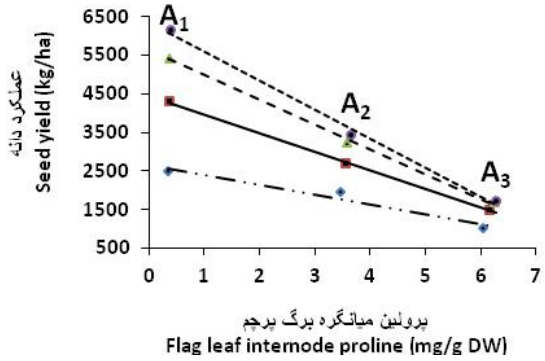
شکل۱- منحنی‌های رگرسیونی اثرات ترکیبی کود نیتروژنی (♦- ۲۰، ■- ۴۰، ▲- ۶۰ و ●- ۸۰ کیلوگرم) و سطوح آبیاری (A_1- آبیاری کامل، A_2- قطع آبیاری در مرحله گلدهی و A_3- قطع آبیاری در مرحله آبستنی) بر میزان پرولین برگ پرچم و عملکرد دانه در ارقام جو (۱) ماکوئی، (۲) ولفجر، (۳) صحرا و (۴) جنوب

Figure 1 - Regression curves combined effects of nitrogen fertilizer (♦- 20, ■- 40, ▲- 60 and ●- 80 kg) and irrigation levels (A_1-full irrigation, A_2- cutting off irrigation at flowering stage and A_3- cutting off irrigation at boot stage) on leaf proline content and grain yield in barley (1) Makuyi, (2) Valfajr, (3) Sahra and (4) Jonoob



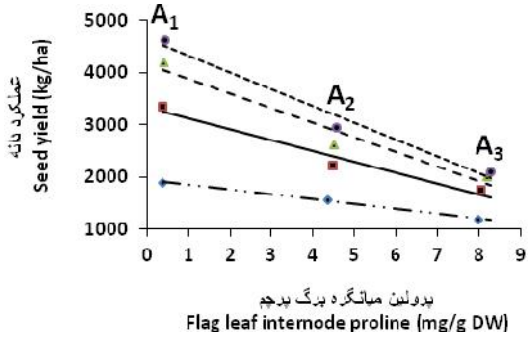
1

80 N: -809.4+ 5947. R^2 = 0.985
60 N: -677.7X+ 5198. R^2 = 0.979
40 N: -500.8X+ 4121. R^2 = 0.999
20 N: -263.2X+ 2448. R^2 =0.991



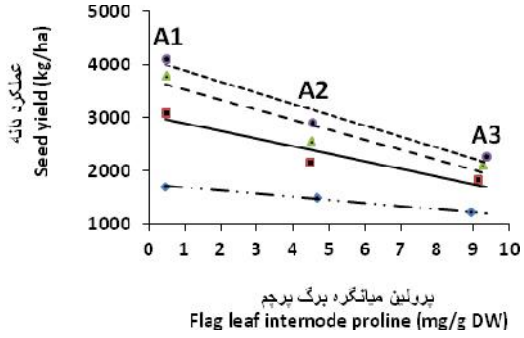
2

80 N: - 755.5X+ 6361. R^2 = 0.995
60 N: -64.11X+ 5622. R^2 = 0.997
40 N: -486.5X+ 4455. R^2 = 0.999
20 N: -254.8X+ 2658. R^2 = 0.951



3

80 N: -205.2X+ 4083. R^2 = 0.948
60 N: -188.29X+ 3721. R^2 = 0.902
40 N: -142.7X+ 3034. R^2 = 0.987
20 N: -57.09X+ 1741. R^2 =0.993

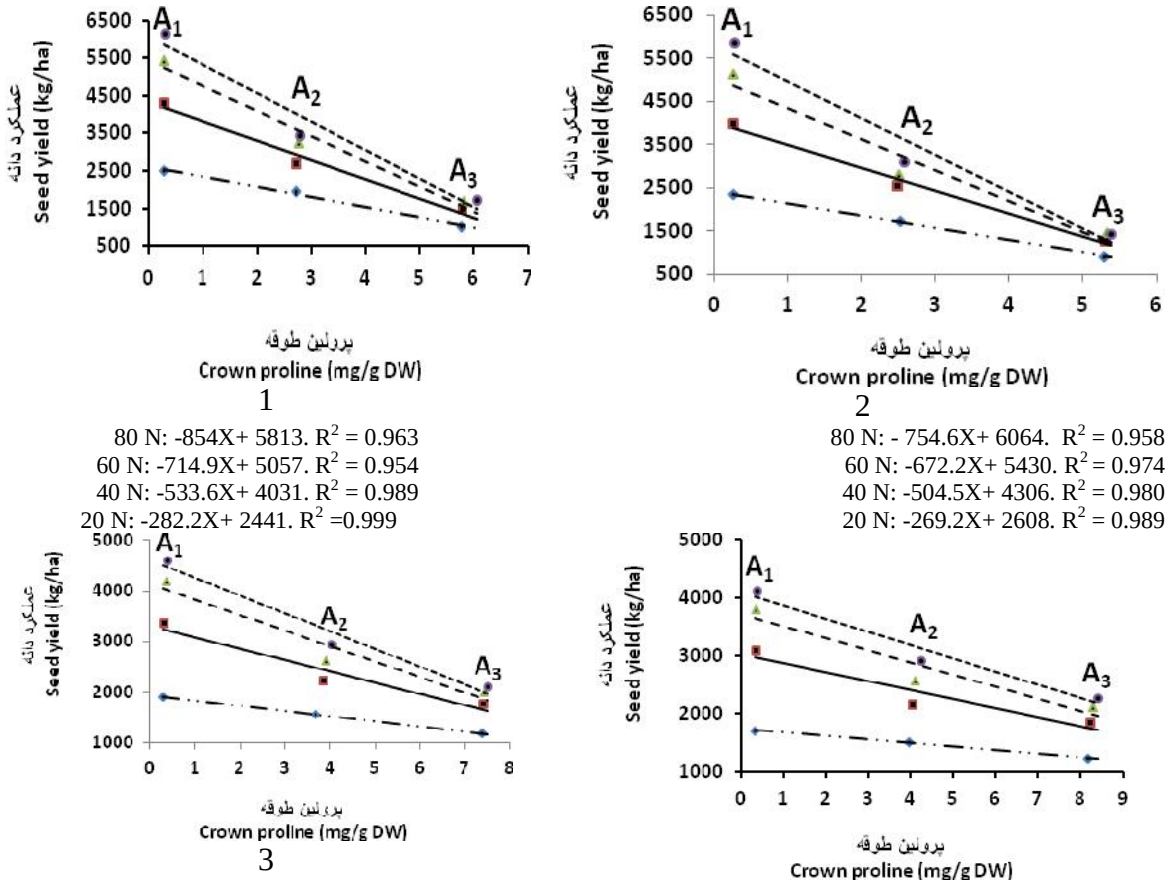


4

80 N: - 319.4X+ 4631. R^2 = 0.979
60 N: -282.6X+ 4169. R^2 = 0.955
40 N: -209.3X+ 3343. R^2 = 0.961
20 N: -92.56X+ 1938. R^2 = 0.998

شکل۲- منحنی‌های رگرسیونی اثرات ترکیبی کود نیتروژنی (♦- ۲۰، ■ - ۴۰، ▲ - ۶۰ و ● - ۸۰ کیلوگرم) و سطوح آبیاری (A_1- آبیاری کامل، A_2- قطع آبیاری در مرحله گلدهی و A_3- قطع آبیاری در مرحله آبستنی) بر میزان پرولین میانگره برگ پرچم و عملکرد دانه در ارقام جو (۱) ماکوئی، (۲) ولفجر، (۳) صحرا و (۴) جنوب

Figure 2 - Regression curves combined effects of nitrogen fertilizer (♦- 20, ■- 40, ▲- 60 and ●- 80 kg) and irrigation levels (A_1-full irrigation, A_2- cutting off irrigation at flowering stage and A_3- cutting off irrigation at boot stage) on pedacle proline content and grain yield in barley (1) Makuyi, (2) Valfajr, (3) Sahra and (4) Jonoob



شکل ۳- منحنی‌های رگرسیونی اثرات ترکیبی کود نیتروژنی (♦- ۲۰، ■ - ۴۰، ▲ - ۶۰ و ● - ۸۰ کیلوگرم) و سطوح آبیاری (A_1-آبیاری کامل، A_2- قطع آبیاری در مرحله گلدهی و A_3- قطع آبیاری در مرحله آبستنی) بر میزان پرولین طوقه و عملکرد دانه در ارقام جو (۱) ماکوئی، (۲) ولفجر، (۳) صحرا و (۴) جنوب

Figure 3 - Regression curves combined effects of nitrogen fertilizer (♦- 20, ■- 40, ▲- 60 and ●- 80 kg) and irrigation levels (A_1-full irrigation, A_2- cutting off irrigation at flowering stage and A_3- cutting off irrigation at boot stage) on crown proline content and grain yield in barley (1) Makuyi, (2) Valfajr, (3) Sahra and (4) Gonob

References منابع مورد استفاده

- Ajalli, J., and M. Salehi. 2012. Evaluation of drought stress indices in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Annals of Biological Research.* 3 (12): 5515-5520.
- Albrizio, R., M. Todorovic, T. Matic, and A.M. Stellacci. 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.
- Anjum, S.A., Y. Xiao, L.C. Wang, M.F. Saleem, C. Man, and L. Wang. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *Journal of Agricultural Research*. 6(9): 2026-2032.
- Arnall, D.B., A.P. Mallarino, M.D. Ruark, G.E. Varvel, J.B. Solie, M.L. Stone, J.L. Mullock, R.K. Taylor, and W.R. Raun. 2013. Relationship between grain crop yield potential and nitrogen response. *Journal of Agronomy*. 105 (5): 1335-1344.
- Bajji, M., S. Lutts, and J.M. Kient. 2001. Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum*) cultivars performing differently in arid conditions. *Plant Science*. 160: 669-681.
- Bates, L.S., R.P. Walrow, and I.D. Teare .1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*. 39: 205-208.
- Bojovic, B., and A. Markovic. 2009. Correlation between nitrogen and chlorophyll content in wheat (*Triticum aestivum*). *Kragujevac Journal of Science.* 31: 69-74.
- Chaves, M.M., and M.N. Oliveira. 2004. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. *Journal of Experimental Botany*. 55: 2365–2384.
- Cheour, F., I. Kaddachi, D. Achouri, S. Bannour, and Z. Lazhar. 2014. Effects of water stress on relative water, chlorophylls and proline contents in barley (*Hordeum vulgare* L.) leaves. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 7 (6): 13-16.
- Daughtry, C.S.T., C.I. Walthall, M.S. Kim, E. Brown, and J.E. Mcmurtrey. 2000. Estimating corn leaf chlorophyll concentracion from leaf and canopy reflectance. *Remote Sensing of Environment.* 74: 229-239.
- Din, J., S.U. Khan, I. Ali, and A.R. Gurmani. 2011. Physiological and agronomic responce canola varieties to drought. *Journal of Animal and Plant Sciences.* 21 (1): 78-82.
- Ghodsi, M., M.R. Chaii, K. Jalal, and D. Mazaheri. 2004. Determination of susceptibility of developmental stages in bread wheat to water stress and its effects on yield and yield components. *Journal of Seed and Plant.* 20: 489- 509. (In Persian).
- Giancarla, V., E. Madosa, R. Sumalan, S. Ciulca, B. Nicoleta, P. Cerasela, P. Irina, and C. Iuliana. 2011. Proline accumulation in some barley genotypes exposed to drought. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. 15(4): 48- 54.
- Karimpour, M., A. Siosemardeh., H. Fateh., H. Badakhshan, and G. Heidari. 2013. Effects of nitrogen fertilizer on yoeld and som physiological charachteristics on two drought resistance and susceptible wheat (*Tritticum aestivum* L.) cultivars in response to water stress. *Journal of Farming and Allied Sciences.* 2(12): 311-324. (In Persian).

- Katerji, N., M. Mastrorilli, J.W. Vanhoorn, F.Z. Lahmer, A. Hamdy, and T. Oweis. 2009. Durum wheat and barley productivity in saline – drought environments. *Journal of Agronomy*. 31 (1): 1-9.
- Keyvan, S. 2010. The effects of drought stress on yield, relative water content, proline, soluble carbohydrates and chlorophyll of bread wheat cultivars. *Journal of Animal and Plant Sciences.* 8(3): 1051- 1060.
- Krcek, M., P. Slamka, K. Olsovska, M. Brestic, and M. Bencikova. 2008. Reduction of drought stress effect in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) by nitrogen fertilization. *Plant, soil, Environment.* 54 (1): 7–13.
- Mafakheri, A., A. Siosemardeh, B. Bahramnejad, P. C. Struik, and Y. Sohrabi. 2010. Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. *Australian Journal of Crop Science.* 4 (8): 580-585.
- McManus, M.T., R.L. Bieleski, J.R. Caradus, and D.J. Barker. 2000. Pinitol accumulation in mature leaves of white clover in response to a water deficit. *Journal of Environmental and Experimental Botany*. 43: 11-18.
- Oscarsson, M., R. Andersson, P. Aman, S. Olofsson, and A. Jonsson. 1999. Effects of cultivar, nitrogen fertilization rate and environment on yield and grain quality of barley. *Journal of Science of Food and Agriculture*. 78 (3): 359-366.
- Ruiz, J.M., R.M. Rivero, and L. Romero. 2005. Relationships between proline metabolism and NAD kinase in green bean plants subjected to short-term drought stress. *Journal of Food, Agriculture and Environment.* 3: 195–198.
- Sedlar, O., J. Balik, O. Kozlovsky, L. Peklova, and K. Kubesova. 2011. Impact of nitrogen fertilizer injection on grain yield and yield formation of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant, Soil and Environment.* 57: 547–552.
- Sedlar, O., J. Balik., O. Kozlovsky., L. Peklova, and K. Kubesova. 2013. Dynamics of the nitrogen uptake by spring barley at injection application of nitrogen fertilizers. *Plant, Soil, Environment.* 59: 392–397.
- Shafi, M., J. Bakht, F. Jalal, M. Amankhan, and S.G. Khattak. 2011. Effect of nitrogen application on yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare*). *Journal of Botany*. 43(3): 1471-1475.
- Svobodova, I., and P. Misa. 2004. Effect of drought stress on the formation of yield elements in spring barley and the potential of stress expression reduction by foliar application of fertilizers and growth stimulator. *Plant, Soil, Environment.* 10: 439–446.
- Trckova, M., Z. Stehno, and I. Raimanova. 2006. Nitrate uptake and N allocation in *Triticum aestivum* L. and *Triticum durum* Desf. seedlings. *Plant, Soil, Environment.* 52: 88–96.
- Tsago, Y., M. Andargie, and A. Takele. 2013. In Vitro Screening for Drought Tolerance in Different Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Varieties. *Journal of. Stress Physiology and Biochemistry*. 9 (3) 73-83.

Effect of Irrigation and Nitrogen Fertilizer Levels on Physiological Characteristics of Four Varieties of Barley (*Hordeum vulgare* L.)

Sorkhi, F.[1 *]

Received: January 2015, Accepted: 8 August 2015

Abstract

This field study was conducted in a factorial split plot experiment based on randomized complete block design with three replications to evaluate the effect of irrigation and nitrogen fertilizer levels on physiological characteristics of four varieties of barley (*Hordeum vulgare*) during 2012 in Azad University of Miandoab. Irrigation levels were full irrigation, cutting off irrigation at boot stage (code 40 scale zadoks) and cutting off irrigation at flowering stage (code 60 scale zadoks). Nitrogen levels were 20, 40, 60 and 80 kg ha^{-1}. Varieties under study were 'Makuyi', 'Valfajr', 'Sahra' and 'Jonoob'. Traits studied were seed yield, flag leaf area, chlorophyll content of flag leaf and proline content of flag leaf, and peducle length. The results showed that highest grain yield, flag leaf area, chlorophyll content of flag leaf and proline content were obtained by using 80 $kg.ha^{-1}$ nitrogen. Data collected also showed that at 80 $kg.ha^{-1}$ nitrogen and full irrigation, the highest and lowest grain yield, flag leaf area, chlorophyll content of flag leaf belonged to 'Makuyi' and Jonoob, respectively. However, cuuting off irrigation at boot stage resulted in highest and lowest grain yield, flag leaf area, chlorophyll content of flag leaf to Jonoob and Valfajr, respectively. Cutting off irrigation at flowering stage decreased grain yield and increased proline content in 'Makuyi' and 'Valfajr'. However, lowest reduction in grain yield, and highest increase in proline content were measured in 'Sahra' and 'Jonoob' varieties. Decreasing slope of regression curves was higher in 'Makuyi' and 'Valfajr'. This indicates that cutting off irrigation at flowering stage reduced yield and increased proline content of these varieties compared to 'Sahra' and 'Jonoob'.

Key words: Barley, Flag leaf, Irrigation, Nitrogen, Proline, Yield.

1- Assistant Professor, Department of Agriculture, Miandoab Branch, Islamic Azad University, Miandoab, Iran.
**** Corresponding Author:*** *farsorkhy@yahoo.com*