ارزیابی عملکردهای مختلف دانه جو زراعی (*Hordeum vulgar* L.) در شرایط تنش خشکی

حسن مجدی نسب *[۱]، محمد معتمدی[۱]

۱- استادیار، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: hasanmajdinasab@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۲۳- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۳۰)

چکیده

به منظور بررسی اثرات تنش خشکی بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، اجزای عملکرد و شاخص برداشت جو زراعی رقم گوهر، آزمایشی بصورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی شوشتر انجام شد. بدین منظور در شرایط مزرعه‌ای تیمار تنش خشکی در پنج سطح، بصورت قطع آبیاری در مراحل پنجه‌زنی، ساقه رفتن، گلدهی، پرشدن دانه و عدم قطع آبیاری(تیمار شاهد) اعمال گردید. میزان آب مصرفی بوسیله کنتور حجمی اندازه‌گیری شد. نتایج بدست آمده نشان داد که بین تیمارهای تنش خشکی در کلیه صفات مورد مطالعه به‌جز شاخص برداشت تفاوت معنی‌داری وجود داشت. تیمار بدون تنش با تولید بیشترین عملکرد بیولوژیکی، تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله بالا و وزن هزار دانه مناسب، بیشترین عملکرد دانه را تولید داشته است. در شرایط تنش انتهایی یا قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه پس از شرایط بدون تنش دارای عملکرد بالاتری نسبت به سایر مراحل بود. بررسی ضرایب همبستگی نشان داد بین اجزای عملکرد، تعداد سنبله در واحد سطح بیشترین همبستگی (۰/۶۳) را با عملکرد دانه داشت. در این آزمایش کمترین میزان عملکرد دانه در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی به‌دست آمد که بیانگر حساسیت این مرحله از رشد گیاه نسبت به تنش کم آبی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، جو، قطع آبیاری، مراحل رشد، عملکرد

مقدمه

جـو(*Hordeum vulgar* L.) مهمتـرین غلـه منـاطق خشک و نیمه خشک غرب آسیا و شمال آفریقا مـی باشد (Haddadin, 2015) . در کشور ایران بجـز در سواحل دریای خزر و مناطقی از شمال غرب کشور بقیـه منـاطق جـزو منـاطق خشـک و نیمـه خشـک محسوب مـی شـود (keshavarznia *et al.*, 2015). جو به عنوان دومین گیاه زراعـی کشـور در سـطحی معادل ۱/۵ میلیون هکتار در کشور کاشته میشود کـه ۶۰ درصد آن به زراعت دیم اختصاص دارد. بخـش بزرگی از اراضی زیر کشت جو در مناطق خشـک و نیمه خشک قرار گرفته است که این مناطق به علـت کمبود منابع آب و در نتیجه خشکی محیط، عملکرد کاهش می‌یابد. تـنش خشـکی آخـر فصـل یکـی از عوامل محدود کننـده عملکـرد دانـه جـو در بیشـتر مناطقی است که این گیاه کشت می‌شود (Saberi *et al.*, 2013).

تنش خشکی مهمترین عامل محدود کننده تولید بسیاری از گیاهان زراعـی در منـاطق نیمـه خشـک دنیاسـت (Masoud Sinaki *et al.*, 2007). تـنش خشکی از عمـده تـرین علـل کـاهش محصـول در سراسر دنیاست که کاهش ۵۰ درصدی و یا بیشتر را درعملکرد موجب می شود. این تنش بسته به زمـان و شدت وقوع آن اثرات متفاوتی برعملکرد واجزای عملکرد دارد. تنش خشکی آخر فصـل یـک عامـل محدود کننده رشد و عملکرد ارقام جو است کـه بـا کاهش وزن هزاردانه و تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و شاخص برداشت جو را تحت تاثیر قـرار مـی دهـد (Hoseini *et al.*, 2017). (Dolatpanah *et al.*, 2017) دوازده ژنوتیـپ جـو را در دو شـرایط تنش و آبیاری تکمیلی ارزیابی کردند. نتایج حاصـل نشان داد که در شرایط تنش، بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد دانه وجود نداشت، ولـی تحت شرایط آبیاری، اخـتلاف ژنوتیـپ‌هـا از نظـر عملکرد دانه بسیار معنی‌دار بود.

تحقیقات نشان داد میزان تجمـع کربوهیـدرات‌هـای محلول در ساقه گندم متحمل به خشکی زاگرس بـه میزان معنی‌داری بیشتر از کربوهیدرات های محلـول سـاقه رقـم حسـاس بـه خشـکی بـود (Saeidi & Moradi, 2011). عملکرد دانه یکی از صفات مهـم در شناخت ارقام متحمل به تنش‌های محیطـی نظیـر خشکی در گیاهان زراعی است و شناخت و اصلاح صـفات فیزیولوژیـک و مرفولوژیـک کـه بیشـترین همبستگی را با عملکرد دانه در شرایط تـنش دارنـد نقش به سزایی در تولید ارقام متحمل بـه تـنش دارد (Ashraf & Harris, 2006). (Nikkhah *et al.*, 2014) در بررسـی صـفات زراعـی و فیریولوژیـک ارقام و لاینهای جو در شـرایط تـنش خشـکی بیـان نمودند بین صـفات انـدازه گیـری شـده در شـرایط تنش خشکی صفات عملکرد بیولـوژیکی، شـاخص برداشـت، وزن هـزار دانـه و محتـوای نسـبی آب بیشترین همبستگی را با عملکرد داشتند در حالی که در شـرایط نرمـال شـاخص برداشـت و عملکـرد بیولوژیکی بیشترین همبستگی با عملکـرد را نشـان دادند. (Goding *et al.*, 2003) در بررسی شـدت و زمان اعمال تنش خشکی ارقام گندم گزارش دادنـد که تنش خشکی با کوتـاه کـردن دوره پرشـدن دانـه باعث کـاهش عملکـرد دانـه، وزن هزاردانـه و وزن هکتولیتر شده و بیشترین تـأثیر آن در دوره پرشـدن

دانه، بین روزهـای اول تـا چهـاردهم بعـد از گـرده افشانی است.

باتوجه به محدودیت منابع آب در مناطق خشک و نیمه خشک این امکان وجود داردکه منابع آب در دسترس به اندازه ای نباشد که بتواند تا انتهای دوره رشد ونمو پاسخگوی رطوبت مورد نیاز زراعت باشد بنابراین قطع آبیاری در یکی از مراحل رشد و نموی اجتناب ناپذیر می شود. لذا می بایست زمان قطع آبیاری را بصورتی تعیین نمود که حداقل تأثیر را برروی عملکرد واجزای عملکرد داشته باشد. بدین منظور با هدف تعیین اثرات قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد و نمو بر صفات زراعی جو این تحقیق انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر قطع آبیاری بر عملکرد دانـه گیـاه جـو، رقـم گـوهر ایـن پـژوهش در مزرعـه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشـگاه آزاد اسـلامی واحد شوشتر با مختصات جغرافیائی ٤٨ درجه و٤٧ دقیقـه طـول شـرقی و٣٢ درجـه و٣ دقیقـه عـرض شمالی وارتفاع ٦٥ متر از سطح دریا اجرا گردید. بـر اساس میانگین‌های بلند مدت آمار هواشناسی، محل اجرای تحقیـق بـا متوسـط بارنـدگی سـالانه ٣١٧/٢ میلی‌متر، متوسط دمای ٢٦ و متوسط دمـای حـداکثر و حـداقل در دوره رشـد بـه ترتیـب ٣٣/٤ و ٢١/٢درجه سانتیگراد براساس تقسیم بندی مارتن – کوپن اقلیم بیابانی خشک است.

جدول۱- خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

خصوصیات خاک	عمق نمونه برداری (سانتیمتر) ۰-۳۰	۳۰-۶۰
شوری($ds.m^{-1}$)	۱/۸	۱/۳
اسیدیته(pH)	۷/۳	۷/٤
مواد آلی (٪)	۰/٦٨	۰/۲۸
وزن مخصوص ظاهری($g.cm^{-3}$)	۱/۳۱	۱/۳۵
نیتروژن(٪)	۰/۰۵	۰/۰۳
فسفر(ppm)	۸۲	٦٨
پتاسیم($mg.kg^{-1}$)	۱۹۱	۱۳۲
درصد ذرات معدنی خاک		
رس	۲۳	۲٤
سیلت	۵۲	۵۱
شن	۲۵	۲۵
بافت خاک	سیلتی لومی	

این پژوهش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. قطع آبیاری در ۵ سطح بدون تنش (آبیاری کامل) به عنوان شاهد، قطع آبیاری درمرحله پنجه زنی، قطع آبیاری درمرحله ساقه رفتن، قطع آبیاری درمرحله گلدهی و قطع آبیاری درمرحله پرشدن دانه اعمال شد. به منظورعملیات آماده سازی زمین در ابتدای آبان ماه پس از ماخار زمین، عملیات شخم با گاوآهن برگردان دار در عمق ۳۰ سانتی متری انجام شد و پس از آن با عملیات دیسک سبک، کلوخه های خاک خرد شد. قبل از کاشت ۸۰ کیلوگرم کود فسفات تریپل، ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره توسط دیسک عمیق با خاک مزرعه مخلوط شد. ۸۰ کیلوگرم کود اوره نیز به صورت سرک استفاده شد. کرتهای آزمایشی به مساحت۳ متر مربع؛اشامل ۷خط کشت به فاصله۱۲سانتیمتر که خطوط ۵،۳،۱ و۷ خطوط حاشیه، خطوط۲ و٦ مربوط به نمونه برداری وخط٤(خط وسط) مربوط به برداشت نهایی بود. در هنگام آبیاری با نصب کنتور حجمی میزان آب ورودی به کرتها تعیین گردید. به منظور اعمال درست تیمار در کرتهایی که می‌بایست قطع آبیاری داشته باشند، با نصب پوشش پلاستیکی از ورود آب حاصل از بارندگی در کرت‌های مورد نظر جلوگیری به عمل آمد.

پس از رسیدن محصول عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیکی، تعداد گیاه در واحد سطح، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه درسنبله و وزن هزار دانه تعیین شد. در هر بار نمونه‌برداری تعداد ۵ بوته ازسطح خاک و از ارتفاع ۲سانتی‌متری برداشت شد و پس از انتقال به آزمایشگاه صفات مورد نظر تعیین گردید. پس از رسیدن محصول ۲متر میانی خط وسط باحذف۵۰ سانتیمتر ابتدا وانتهای برداشت شده توزین گردیده، عملکرد بیولوژیک بدست آمد و سپس دانه‌های آنها جدا و توزین شده که عملکرد اقتصادی بدست آمد جهت تعیین اجزای عملکرد تعداد۵ بوته ازخطوط نمونه برداری برداشت، تعداد سنبله شمارش سپس دانه ها جدا شده شمارش و با تقسیم تعداد دانه به تعدادسنبله، تعداد دانه درسنبله بدست آمد. برای محاسبه وزن هزار دانه براساس قوانین ISTA عمل شد. داده های بدست آمده بوسیله نرم افزار SAS نسخه۹/۲ تجزیه و میانگین های بدست آمده بوسیله آزمون مقایسه میانگین چند دامنه ای دانکن مقایسه شد.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیکی

نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات داده ها نشان کلیه صفات مورد بررسی به استثنای شاخص برداشت به میزان معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای قطع آبیاری قرار گرفت (جدول ۲). گرچه عملکرد بیولوژیکی در سطوح مختلف تنش خشکی اختلاف معنی‌داری با هم ندارد، اما تفاوت معنی‌داری بین ماده خشک تولیدی در شرایط تنش با شرایط بدون تنش (شاهد) وجود دارد. (جدول ۳). بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک در تیمار شاهد (۱۳۸۱ گرم در متر مربع) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با عملکرد بیولوژیک تحت تاثیر تیمارهای آبیاری داشت اما قطع آبیاری تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول۳). این نتایج با یافته‌های (Maktoobian *et al.*, 2013) مطابقت داشت.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

منبع تغییرات	عملکردبیولوژیکی	عملکرد دانه	تعداد سنبله (مترمربع)	تعداد دانه درسنبله	وزن هزار دانه	شاخص برداشت
تکرار	۸۱۶/۹^{ns}	۱۰۰۹/٤^{ns}	۳۱٤/۸^{ns}	۱/۸^{ns}	٤/۳٤^{ns}	۱۰/٤۸^{ns}
تیمار	۱۹۸۱۳/۷**	٤۷۲۰/۲**	٤۵۰۱/٤**	۹/۹*	۲۰/۰۲**	۳۹٤^{ns}
خطا	۳۰۵/۹	۳۰۰/۲	۲۷۰/۵	۵۵	۱/۸۸	۲/۸۲
C.V	٤/۱	۹/۳	۳/۲۷	٤/۲	٤/۲٦	٤/۲٤

ns، * و ** به ترتیب، عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

دلایل مختلفی برای کاهش ماده خشک در اثر تنش کمبود آب متصور است از جمله بازدارندگی رشد اولیه و ثانویه در اثر محدودیت آب، عدم تولید مواد فتوسنتزی، محدودیت فتوسنتزی گیاه، عدم جذب عناصر مغذی از خاک، کوتاه شدن دوره رشد کاهش تولید مواد فتوسنتزی شده و در نتیجه تولید ماده خشک گیاه کاهش می یابد را سبب می‌شود و از این طریق ماده خشک موجود کاهش پیدا می‌کند (Pureisa *et al*., 2015). در شرایط تنش کمبود آب دسترسی گیاه به مواد غذایی نیز با مشکل روبرو می‌شود و در نتیجه عناصر غذایی به عنوان عامل محدود کننده برای رشد عمل می‌کنند (Farshadfar *et al*.,2012).

بررسی ضرایب همبستگی(جدول٤) نشان داد بین عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه بالاترین همبستگی وجود دارد(۰/۷۹). تحقیقات نشان داد ارقامی از گندم که دارای عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بالا هستند به احتمال زیاد دارای عملکرد دانه بالایی در شرایط کنترل و تنش رطوبتی هستند (Reynolds *et al*., 2009).

جدول۳- مقایسات میانگین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر تیمار تنش

تیمار	عملکرد بیولوژیکی(گرم در مترمربع)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	تعداد سنبله (مترمربع)	تعداد دانه درسنبله	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)
بدون تنش	۱۳۸۱/۳^{a}	۵۵۵/۳^{a}	۵۳۳/۷^{a}	۳۰/۳^{ab}	٤۰/۷^{bc}	٤۰/۲^{a}
قطع آبیاری (پنجه‌زنی)	۱۲۰۷/۳ ^{b}	٤٦٦^{c}	٤۳۸/۳^{c}	۳۱ ^{a}	٤۲/٦^{ab}	۳۷/۹^{a}
قطع آبیاری در (ساقه رفتن)	۱۱۹٤/۳ ^{b}	٤۷۱/٤^{bc}	٤۹۸^{b}	۲۷/۳^{c}	٤٤/٦^{a}	۳۹/۵^{a}
قطع آبیاری در (گل‌دهی)	۱۱۸۷^{b}	٤٤۸/۱^{d}	۵۱۷^{ab}	۲۸^{bc}	٤۳/۹^{a}	۳۹/۳^{a}
قطع آبیاری در (پرشدن دانه)	۱۲۱۷/۳^{b}	٤۹۹/٤^{b}	۵۲۸/۷^{ab}	۳۱/۳^{a}	۳۸/۲^{c}	٤۱/۰۳^{a}

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

جدول ٤- تجزیه ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه و اجزای عملکرد، عملکردبیولوژیکی و شاخص برداشت

صفات	تعداد سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیکی	شاخص برداشت
عملکرد دانه	۰/٦۳*	۰/۳٤ns	۰/۲۸ns	۰/۷۹**	۰/٦٦**
تعداد سنبله		-۰/۱٤ns	-۰/۲٤ns	۰/٤ns	۰/٥٤*
تعداد دانه در سنبله			-۰/٦٤*	۰/۲۳ns	۰/۲۷ns
وزن هزار دانه				۰/۳۸ns	۰/۱۰ns
عملکرد بیولوژیکی					۰/۰٦ns

ns، * و ** به ترتیب، عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

عملکرد دانه

نتایج آزمایش حاکی از اثر معنی دار تیمارهای قطع آبیاری بر عملکرد دانه بود(جدول۲). مقایسات میانگین تیمارهای آزمایشی نشان داد، تیمار بدون تنش(آبیاری کامل) و تنش در مرحله گلدهی به ترتیب با تولید ۵۵۵/۳ و ٤٤۸ گرم در متر مربع بیشترین میزان و کمترین میزان دانه را تولید نمودند (جدول۳). این نتایج با یافته های بسیاری از محققین از جمله (Tabatabi *et al.*, 2013) همخوانی داشت. نتایج تحقیقات (Zahid *et al.*, 2013) در مراحل قبل و بعد از سنبله رفتن حاکی از آن است که با اعمال تنش خشکی در مراحل مختل رشد جو، کاهش عملکرد دانه در تمام مراحل به یک میزان نبوده و هر یک از مراحل فنولوژیکی گیاه جو دارای حساسیت های متفاوتی نسبت به تنش می باشند و در این راستا مرحله گلدهی حساسترین مرحله است که با نتایج بدست آمده در این تحقیق همخوانی دارد.

منابع اصلی کربن در گیاهان شامل فتوسنتز جاری برگ ها و سایر اندام های سبز نظیر ساقه، سنبله و همچنین انتقال مجدد مواد ذخیره شده در اندام های رویشی در مراحل قبل از گرده افشانی می باشد (Borras *et al.*, 2004). عوامل گوناگونی موجب تاثیر منفی تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد دانه غلات از جمله جو می شوند که می توان به کاهش رطوبت نسبی برگ، اختلال در گرده افشانی و تشکیل دانه، کاهش سطح فتوسنتز کننده و انتقال مواد فتوسنتزاشاره نمود Pureisa *et al.*, (2015). در جو پاییزه سهم ماده خشک انتقال یافته ازاندام های هوایی در دوره قبل از گلدهی در عملکرد دانه بین ٦۰ تا ۷۵ درصد و در شرایط عدم دریافت آب کافی تا ۱۰۰ درصد نیز گزارش شده است ((Blum, 1998) اعلام داشت که نسبت سهم ذخایر ساقه به کل ماده خشک برای عملکرد غلات بسته به شرایط محیطی و ارقام بین ۲۰تا ۱۰۰ درصد می باشد. از طرف دیگر (Tahmasbi-sarvestani *et al.*, 2003) نشان دادند که تنش رطوبتی در مرحله بعد از گلدهی اثری نامطلوبی بر میزان جذب

مـواد پـرورده داشـته و بنـابراین میـزان محصـول وابستگی نسبتاً زیادی به میزان دسترسی به رطوبـت و رفتار ژنوتیپ ها از نظر انتقال مجدد ذخایر موجود در اندام های هوایی در مرحله پر شدن دانه دارد.

تعداد سنبله در متر مربع

نتایج بدست آمده حاکی است، تنش خشـکی بـر روی تعـداد سـنبله اثـر معنـی‌داری داشـته اسـت (جدول۲). این اثر کاهنـده بـوده و موجـب کـاهش تعداد سنبله در واحد سطح گردیده است ، اما نکتـه قابـل توجـه آنسـت کـه میـزان کـاهش در مراحـل مختلف رشد یکسان نبوده و کمترین تعداد سنبله در تیمار تنش در مرحله پنجـه زنـی (٤٣٨/٣ سـنبله در مترمربع) بدست آمد (جدول۳). از آنجـا کـه تعـداد سنبله تحت تأثیر تراکم بوته و پنجه زنی مـی باشـد، طبیعی است وقوع تـنش خشـکی در مرحلـه پنجـه زنی موجب اختلال در تولید پنجه های جدید شـده و در نهایت بواسطه کاهش تعداد ساقه های بوجـود آمده، تعداد سنبله در واحد سطح کـاهش مـی یابـد. تیمار بدون تـنش بـا تولیـد ۵۳۳/۷ سـنبله بیشـترین تعداد سنبله در واحد سطح را تولید نمـود. مقایسـه میانگین داده ها نشـان داد، تعـداد سـنبله در واحـد سطح در تیمارهـای تـنش در مراحـل سـاقه رفـتن، گلدهی و پرشدن دانه ها اختلاف معنی‌داری بـا هـم نداشت (جدول ۳). نتایج مشابهی توسـط (Shafiei (Dolatpanah *et al.*, 2013) ، (*et al.*, 2010 و ، (Maktoobian *et al.*, 2013) بدست آمد کـه نشـان می داد تنش خشکی موجب کاهش تعداد سـنبله در واحـد سـطح مـی‌گـردد. (Shafiei *et al.*, 2010) همچنین نشان دادند، نه‌تنها تـنش خشـکی موجـب کاهش تعداد سنبله می‌گردد بلکه تعداد سنبله بـارور را نیز کاهش می دهد.

بررسی ضرایب همبستگی(جدول٤) نشان مـی‌دهـد که تعداد سنبله در واحد سطح دارای یـه همبسـتگی مثبـت و معنـی دار بـا عملکـرد دانـه مـی باشـد در حالیکـه دو جـزء دیگـر عملکـرد فاقـد همبسـتگی معنی‌دار بودند. این امر نشان می‌دهد در شرایط ایـن آزمـایش، تعـداد سـنبله مهمتـرین جـزء عملکـرد می‌باشد.

تعداد دانه در سنبله

تعداد دانه در سنبله، دومین جزء عملکرد مـی‌باشـد که در این آزمایش، تنش خشکی موجب کاهش این جزء عملکرد در برخـی تیمارهـا گردید(جـدول۲). اگرچه تعداد دانه در سنبله در تیمارهای بدون تـنش و تنش در مراحل پنجه زنی و پرشدن دانه اخـتلاف معنی‌داری نداشت اما بیشترین تعداد دانه در مرحلـه پرشـدن دانـه هـا (۳۱/۳عـدد) مشـاهده گردیـد (جدول۳). کمترین تعداد دانـه در سـنبله، در تیمـار تـنش در مرحلـه سـاقه رفـتن مشـاهده شـد (۲۷/۳ عدد). مرحله ساقه رفتن در غلات بخصوص گنـدم و جو اهمیت ویژه ای دارد. بـا توجـه بـه مصـادف شدن این مرحله با پیدا شدن آغـازه هـای انـدامهای زایشی گیاه مانند سنبلچه ها و گلچـه هـا و بـه تبـع تعداد دانه ها، بنابراین وقوع تـنش خشـکی در ایـن مرحله از طریق کاهش تعـداد سـنبلچه هـا موجـب کاهش تعداد دانه در سنبله گردیـده اسـت. در ایـن رابطه (Clarke *et al.*, 1984) نشان دادند تنش‌هـای قبل از گرده افشانی موجب کـاهش تعـداد دانـه در سنبله می گردد و تنش‌هـای پـس از گـرده افشـانی تأثیر معنی‌داری بر روی این جـزء عملکـرد نـدارد.

این موضوع با شرایط این پژوهش مطابقت داشته و یافته های محققین زیادی نتایج آنرا تأیید می‌نماید (Clarke *et al.*,1984); (Maktoobian *et al.*, 2013); (Pour-Aboughadareh., 2013); (Farshadfar *et al.*, 2012); (Haddadin, 2015); (Samarah, 2005) تحت شرایط تنش، یک همبستگی منفی بین عملکرد دانه جو و تعداد دانه در سنبله آن پیدا کردند. بررسی ضرایب همبستگی در این پژوهش نشان داد (جدول٤) نشان داد یک همبستگی بسیار کم و غیر معنی دار بین تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه وجود دارد.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه سومین جزء عملکرد و در عین حال آخرین جزئی از عملکرد است که تشکیل می شود. نتایج این آزمایش نشان داد تیمارتنش، تأثیر معنی‌داری بر وزن دانه داشت(جدول۲). بیشترین و کمترین وزن دانه، ٤٤/٦ و ۳۸/۲ بترتیب مربوط تیمار تنش در مرحله ساقه رفتن و پرشدن دانه بود(جدول۳). اگرچه بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار تنش در مرحله ساقه رفتن بود اما وزن هزار دانه در تیمار تنش در مرحله گلدهی نیز از دارای وزن هزار دانه بالایی بود بطوریکه این دو تیمار اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. با توجه به اینکه پر شدن دانه تحت تأثیر جریان تعرقی و حمل مواد پرورده از اندامهائی چون برگها وساقه هاست، کمبود رطوبت وتنش خشکی در این مرحله باعث اختلال جریان تعرقی و به تبع اشکال در انتقال مواد به دانه ها و نهایتاً وزن دانه ها می‌گردد. محققان زیادی کاهش وزن دانه را در اثر وقوع تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه گزارش نمودند (Samarah 2005 & 2009؛ Maktoobian *et al.*, 2013).

باتوجه به اینکه وزن دانه ها تحت تأثیر دو مولفه سرعت پر شدن و دوره پر شدن دانه ها می باشد، این نتایج با یافته های (Haddadin, 2015) مبنی بر اینکه وقوع تنش کم آبی در مرحله آبستنی، باعث کاهش دوره سنبله رفتن تا رسیدگی شده و در نتیجه دوره پر شدن کاهش می یابد، همخوانی داشت. وی همچنین اظهار داشت از میان اجزای عملکرد دانه جو، وزن هزار دانه از حساسیت کمتری نسبت به تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله برخوردار بود. بررسی ضرایب همبستگی(جدول٤) مبین وجود همبستگی ناچیز و غیر معنی دار(۰/۲۸) بین عملکرد دانه و وزن هزار دانه بود.

شاخص برداشت

شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری را در بین تیمارهای اعمال شده در این آزمایش را نشان نداد(جدول۲). اگرچه برخی گزارشات حاکی از کاهش شاخص برداشت در اثر وقوع تنش در مراحل مختلف فنولوژیکی جو می باشد (Tabatabaei *et al.*, 2013). شاخص برداشت از حاصل تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیکی بدست می آید بنابراین هرعاملی که این دو مولفه را تحت تأثیر قرار دهد ممکن است بر روی شاخص برداشت اثرکاهنده یا افزاینده داشته باشد؛ اما اگر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی هر دو به یک نسبت کم و یا زیاد شوند در نهایت شاخص برداشت تغییری نخواهد کرد. نتایج این آزمایش نشان می دهد این تغییرات در تیمارهای مختلف تنش نزدیک بهم بوده و اختلاف معنی‌داری را موجب نگردیده است.

بررسی رابطه بین شاخص برداشت و عملکرد دانه(جدول ٤) نشاندهنده همبستگی نسبتاً بالا اما بسیار معنی دار(٠/٦٦) بین یکدیگر است. البته با توجه به اینکه عملکرد دانه یکی از دو مولفه تأثیر گذار بر روی شاخص برداشت بوده وافزایش آن موجب افزایش شاخص برداشت می گردد ، این موضوع دور از انتظار نبود.

نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده حاکی از آن است که بروز تنش خشکی در هر یک از مراحل رشد و نموی جو عملکرد واجزای عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار داده و کاهش می دهد. اما کاهش حاصله یکسان نبوده و برخی از مراحل به علت حساسیت بیشتر موجب بروز واکنش شدیدتر در گیاه شده که نتیجه آن کاهش عملکرد دانه است. در این آزمایش، قطع آبیاری و بروز تنش در مرحله گلدهی موجب تولید کمترین میزان دانه گردید.

بنابراین می توان نتیجه گرفت در صورتیکه به هر دلیل مجبور به قطع آبیاری در یکی از مراحل رشد جو شویم آن مرحله گلدهی نبایستی باشد زیرا بیشترین کاهش در تولید دانه را موجب می گردد.

REFRENCES

Abdul Jaleel C, Manivannan P, Vahid A, Farooq M, Al-Juburi HJ, Somasudram R, Vam P, 2009. Drought stress in plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11(1): 100-105.

Ahmadizadeh. M., M. Valizadeh, M. Zaefizadeh., and H. Shahbazi. 2011. Antioxidative protection and electrolyte leakage in durum wheat under drought stress condition. *Journal of Applied Sciences Research*, 7: 236-246.

Alizadeh, A. 1381. Principles of applied hydrology. *The fourth Edition of Imam Reza University of Mashhad*, 735 pages.

Baheri, S.F., Javanshir, A., Kazemi, H., and Aharizad, S. 2005. The Effects of irrigation at different phenological stages on some traits in spring barley genotypes. *Iranian, J. Agric*. Sci, 36(1): 169- 176.

Bahavar N, Ebadi A, Tobeh A, Jamati-e-Somarin SH, 2009. Effects of nitrogen application on growth of irrigated chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress in hydroponics conditions. *Research Journal of Environmental Sciences*, 3(4): 448-455.

Blum, A. 1998. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. *Euphytica*. 100: 77- 83.

Borras, L., Slafer, G.A. and Otegui, M.E. 2004. Seed dry Weight response to source-sink manipulation in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. *Field Crops Research Journal*, 86:131-146

Clarke, J.M., T.F. Townley Smith, T.N. Mc Caig and G. Green., (1984). Growth analysis of spring wheat cultivars of varying drought resistance. *Crop Science Journal*, 24: 573-590.

Dolatpanah, T., Roustaei, M., Ahkpez, F. and Mohabalipour, N. 2012. Effect of drought stress on yield and its components in intermediate and winter barley genotypes in Maragheh region. *Journal of Seedling and Seed Varieties*, 29(1): 257-275.

Ehdaie, B., and Waines, J.G. 1996. Genetic variation for contribution of parenthesis assimilates to grain yield in spring wheat. *J. Genet. Breed*. 50: 47-56.

FAOSTST., 2013. Statistics database. *Subset Production within Agriculture database*. *Available at http://apps.fao.org.*

Farshadfar, E., Pour Siahbidi, M. M. and Pour Abooghadareh, A. R. 2012. Repeatability of drought tolerance indices in bread wheat genotypes. *International Journal of Agricultural and Crop Sciences*, 4(13): 891-903.

Goding, M. J., Ellis, R. H., Shewry, P. R., and Schofield, J. D. 2003. Effects of restricted water availabity and increased temperature on grain filling, drying and quality of winter wheat. *Journal of Cereal Sciences*, 37: 295-309.

Gonzalez, A., Martin, I., and Ayerbe, L. 1999. Barley yield in water- stress conditions. The influence of precocity, osmotic adjustment and stomatal conductance. *Field Crops Research*, 62: 23-34.

Haddadin, M, F., 2015. Assessment of Drought Tolerant Barley Varieties under Water Stress. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 5(2): 131-137.

Kesahvarznia R., M. Shahbazi, V. Mohammadi, G. HosseiniSalekdeh, A. Ahmadi and E. Mohseni-Fard. 2015. The impact of barley root structure and physiological traits on drought response. *Iranian Journal of Field Crop Science,* 45: 553-563. (In Farsi).

Lawlor, D. W. 2002. Limitation to photosynthesis in water-stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. *Annals of Botany Journal*, 89: 871-885.

Lensen.A.W., Wadell. J. T, Johnson.G. D, Carlson. G. R. 2007. Diversified cropping systems in semiarid Montana: Nitrogen use during drought. *Soil & Tillage Research*, 94 :362–375.

Maktoobian, M., Soleymani, A., Javanmard, H, R. Drought Stress Effects on Seed Yield and Yield Components of Barley Cultivars. 2013. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4 (12): 3415-3418.

Masoud Sinaki, M.J., E. Majidi Heravan, H. Shirani Rad, G. Noormohammadi and G.H. Zarei, 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). *Am-Euras. Journal of Agricultural Environmental Science,* 2: 417-422.

Pour-Aboughadareh, A. R., Naghavi, M. R. and Khalili, M. 2013. Water Deficit Stress Tolerance in Some of Barley Genotypes and Landraces under Field Conditions. *Notulae Scientia Biologicae*, 5(2): 249-255.

Rady, M, M., Gaballah, M, S.,2012. Improving Barley Yield Grown Under Water Stress Conditions. *Research Journal of Recent Sciences*, 1(6):1-6.

Reynolds, M., M.J. Foulkes, G.A. Slafer, P. Berry, M.A.J. Parry, J.W. Snape and W.J. Angus. 2009. Raising yield potential in wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60: 1899-1918.

Samarah, N.H. 2005. Effects of drought stress on growth and yield of barley. *Agron. Sustain. Dev*, 25: 145-149.

Saxena, N. P., L. Krishnamurty & C. Johnson. 1993. Registration of drought resistance chickpea germplasm. *Crop Sciences*, 33: 1424-1435.

Shafiei, A., Soleimani, A., Shahrajbian, M., H. 2009. The effect of stopping irrigation at the end of the season on the growth and performance of barley genotypes. *The fifth Conference of New Ideas in Agriculture*, pp. 125-136

Tabatabai, S., A., Shakri, A., Shahidi, M. 2013. Investigating yield changes, yield components and some physiological characteristics of barley genotypes under irrigation stress conditions. *Crop Physiology Research Quarterly*, 5 (18): 101-114.

Tahmasebi-Sarvestani, T.Z., Jenner, C.F., and Mac-Donald, G. 2003. Dry matter and nitrogen remobilization of two wheat genotypes under post- a thesis water stress conditions. *J. Agric. Sci. Technology*, 5: 21-29.

Turner, N. C. G. C. Wright & K. H. M. Siddique. 2001.Adaptation of grain legumes (pulses) to water-limited environments. *Advances in Agronomy*, 71:193-231.

Yang, J., and Zhang, J. 2006. Grain filling of cereals under soil drying. *New Phytol*. 169: 223-236.

Zahid A. Qureshi, Neibling, H. 2008. Response of two-row malting spring barley to water cutoff under sprinkler irrigation. *Agriculture Water Management Journal*, 96:141-148.

Sustainable Agricultural Science Research /Vol. 2/No. 2/Summer 2022/P: 15-26

https://www.sarj.iauk.ac.ir

Evaluation of Different Yields of Barley (Hordeum vulgar L.) Under Drought Stress Conditions

Hasan Majdinasab[1] * and Mohammad Motamedi[1]

[1, 2] Assistant Professor, Dep of Plant Production and Genetics, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran

Corresponding Author's Email: hasanmajdinasab@yahoo.com

(Received: June. 13, 2022– Accepted: September. 21, 2022)

ABSTRACT

In order to investigate the effects of drought stress on grain yield, biological yield, yield components and harvest barley index of Gohar cultivar, an experiment was conducted as a randomized complete block design in the experimental farm of Shoushtar Azad University. For this purpose, in field conditions, drought stress treatment at five levels was applied as irrigation interruption in the stages of tillering, stem emergence, flowering, seed filling and no irrigation interruption (control treatment). The amount of water consumed was measured by a volume meter. The results showed that there was a significant difference between drought stress treatments in all studied traits except harvest index. Stress-free treatment produced the highest grain yield by producing the highest biological yield, number of spikes per unit area and number of grains per high spike and suitable 1000-grain weight. In terminal stress conditions or cessation of irrigation in the grain filling stage after non-stress conditions had a higher yield than other stages. The study of correlation coefficients showed that among the yield components, the number of spikes per unit area had the highest correlation (0.63) with grain yield. In this experiment, the lowest grain yield was obtained in the cut-off treatment at the flowering stage, which indicates the sensitivity of this stage of plant growth to dehydration stress.

Keywords: Barley, Irrigation cut off, Yield, Yield components.