اثر تنش خشکی بر شاخص برداشت و تولید بذر ژنوتیپ‌های شبدرهای یک‌ساله بومی ایران

شیرین نیکو[۱]، محمود پوریوسف میاندوآب[۲] و عبدالله حسن زاده قورت تپه[۳]

چکیده

به منظور بررسی میزان تحمل شبدر (*Trifolium*) به تنش خشکی، آزمایشی در سال ۱۳۸۸-۱۳۸۹، انجام پذیرفت. برای مقایسه آماری در مزرعه از طرح کرت‌های یکبار خرد شده، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار استفاده شد. فاکتور اصلی را تیمار آبیاری در دو سطح نرمال و تنش و فاکتور فرعی را ۱۷ ژنوتیپ شبدر یک‌ساله تشکیل دادند. ژنوتیپ‌های شبدر در مزرعه از لحاظ صفاتی نظیر وزن گل‌آذین در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت، مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاصل از داده‌های مورد بررسی نشان داد که عامل آبیاری بر صفت وزن هزار دانه، از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد و بر صفات وزن گل آذین در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه، در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. عامل رقم بر کلیه صفات مورد بررسی، از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل دو فاکتور آبیاری در رقم، از نظر تعداد دانه در بوته، از لحاظ آماری در سطح احنمال ۵ درصد و بر صفات وزن گل آذین در بوته و عملکرد دانه، از لحاظ آماری، در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. ژنوتیپ شماره ۱۱، مربوط به ***T. Resupinatum***، در هر دو تیمار آبیاری و تنش به ترتیب با (۱۶۴/۱۱ و ۱۱۵/۱۲ کیلوگرم در هکتار) بیشترین عملکرد دانه را دارا بود. با توجه به نتایج این مطالعه، می‌توان ژنوتیپ‌های شماره ۲ و ۱۱، مربوط به ***T. Resupinatum***، را به عنوان ژنوتیپ‌های پر محصول در تنش خشکی معرفی کرد.

کلمات کلیدی: *تنش خشکی، ژنوتیپ، شبدر، شاخص برداشت.*

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۵ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۲۵

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مهاباد، کارشناس ارشد زراعت، مهاباد، ایران (نویسنده مسئول).

E-mail: shirin.nikou@yahoo.com

۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مهاباد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، مهاباد، ایران.

۲- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، ارومیه، ایران.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه و بررسی منابع علمی

در محیط‌های طبیعی عوامل زنده (حشرات، باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها) و عوامل غیرزنده (نور، درجه حرارت، فراهمی آب، مواد غذایی و ساختار خاک)، رشد گیاهان عالی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند. از میان این عوامل، تنش خشکی و کم‌آبی مهم‌ترین عامل غیرزنده است که محدود کننده رشد و تولید گیاهان در جهان به شمار می‌رود (Flexas et al., 2004). امروزه یک سوم زمین‌های زراعی دنیا با کمبود آب مواجه است و انتظار می‌رود این نسبت تا سال ۲۰۲۵ به حدود دو سوم برسد (Annan, 2001). به دلیل کمبود منابع آبی، استفاده مؤثر از هر واحد حجم آب در تولید محصول ضروری به نظر می‌رسد. میزان بارندگی و پراکنش نامطلوب آن در اراضی گرمسیری و نیمه گرمسیری موجب شده تا تنش‌های خشکی و گرما به عنوان مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید محصولات زراعی در این مناطق عمل نمایند (Saranga et al., 2001).

تنش خشکی مهم‌ترین تنگنای محیطی است که تولید محصول را در نواحی مختلف دنیا از جمله ایران تحت تأثیر قرار می‌دهد. وقوع خشکی اغلب با دمای بالا نیز همراه است که موجب افزایش تبخیر و تعرق می‌شود و از این‌رو، اثرات زیانبار بیشتری را به دنبال دارد. حدود ۵۰ درصد از زراعت محصولات مختلف در ایران به خاطر کمبود آب و توزیع نامناسب بارندگی به صورت دیم و در نواحی کم باران و نیمه خشک صورت می‌گیرد (Sabaghpour et al., 2006). تنش خشکی بر مقدار آب برگ، فتوسنتز و کارآیی مصرف آب تأثیر می‌گذارد (Egila et al., 2005). کمبود آب در مراحل مختلف رشد، فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه را تا مرحله تشکیل و پرشدن دانه محدود و عملکرد دانه را کاهش می‌دهد (Hohm, 2000). اما، در صورتی‌که گیاه در دوره رشد زایشی با تنش خشکی مواجه شود، نسبت به دوره رشد رویشی بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Guo et al., 2007).

شبدر بعد از یونجه مهم‌ترین گیاه علوفه‌ای دو لپه‌ای است که با سطح کشت حدود یک‌صد هزار هکتار جایگاه ویژه‌ای در کشور دارد. شرق مدیترانه و ایران مرکز تنوع ژنتیکی شبدر ایرانی (*T. resupinatum* L.) محسوب می‌شود (LU-Xinshi et al., 1997). در دهه‌های اخیر کشت شبدر به علت رشد سریع، تولید علوفه تازه و با کیفیت و کمیت قابل توجه مورد استقبال قرار گرفته است، این گیاه پتانسیل تولید محصول خوبی دارد و از بهترین گیاهان یکساله‌ای است که می‌توان از آن جهت افزایش حاصل‌خیزی خاک و به منظور تهیه کود سبز در تناوب با سایر گیاهان زراعی استفاده کرد (Rastegar, 2004).

در ایران مهم‌ترین گونه زراعی و بومی کشور با سطح زیر کشت حدود ۶۰ هزار هکتار، شبدر ایرانی (*T. resupinatum*.) می‌باشد، که چهار تیپ یک چین و چند چین دارد (Abbasi, 2006).

زمانیان (Zamanian, 2002) از بررسی و مقایسه عملکرد لاین‌های شبدر ایرانی نشان داد که

Archive of SID

www.SID.ir

در بین آن‌ها لاین‌هایی با عملکرد بالای ۸۰ تن علوفه تر، ۱۲ تن علوفه خشک و ۹۵۳ کیلوگرم بذر در هکتار وجود دارد (Zamanian, 2002).

برینک و پدرسون، طی تحقیقات خود درباره میزان آب مورد نیاز شبدر سفید دریافتند که دوره خشکی عموماً در طول تابستان و پاییز عامل محدود کننده‌ای برای رشد لگوم‌های علوفه‌ای و به ویژه شبدر سفید می‌باشد (Brink & Pederson, 1998). در تحقیقی که لپورت و همکاران (Leport et al., 1999) انجام دادند، تنش خشکی انتهایی، عملکرد را به میزان ۵۰ تا ۸۰ درصد کاهش داده است و این کاهش عمدتاً به کاهش تعداد دانه و اندازه دانه نسبت داده شده است. آکاش و همکاران (Akash et al., 2009)، گزارش کردند که در رژیم‌های کاهش آبیاری خصوصیات مختلف گیاه از جمله عملکرد و اجزای آن به طور معنی‌داری نسبت به شرایط آبیاری کامل کاهش نشان می‌دهند. تنش خشکی باعث کاهش قابل ملاحظه‌ای در عملکرد دانه می‌شود. البته مقدار کاهش عملکرد، بسته به زمان و شدت تنش و نیز ژنوتیپ، متفاوت است (Shenkut & Brick, 2003; Frahm et al., 2004). زمان کاشت مناسب باعث بهره‌گیری بهینه از عوامل اقلیمی و هم‌چنین تطابق زمان گلدهی با دمای مناسب می‌شود که نتیجه آن افزایش تولید و کیفیت محصول می‌باشد (Khajehpour, 2004).

در بسیاری از گیاهان مرتعی و زراعی، اجتناب از تنش خشکی انتهایی (آخر فصل) به عنوان یک راهبرد اکولوژیک مطرح است. بدیهی است در این شرایط گیاه از طریق تسریع فنولوژی، قبل از وقوع تنش و مواجهه با خشکی، چرخه زندگی خود را تکمیل کرده و به نوعی از خشکی فرار می‌نماید (Turner et al., 2001).

با توجه به الزام کشور در تأمین نیاز غذایی دام‌های موجود و به تبع آن، رفع نیاز غذایی جامعه انسانی و با توجه به شرایط خشک‌سالی چند ساله اخیر، شناسایی ارقامی که بتوانند از نظر تولید و مقاومت به خشکی نسبت به ارقام موجود برتری داشته باشند، کاملاً احساس می‌شود. از طرف دیگر، با توجه به این‌که هر یک از ویژگی‌های گیاهی مؤثر بر میزان عملکرد و سازگاری با شرایط محیط زراعی، تحت تأثیر چندین ژن قرار دارند، بنابراین می‌توان با استفاده از تنوع ژنتیکی، بهترین ارقام را به ویژه از لحاظ مقاومت به خشکی و گرما برای مناطق خشک و نیمه خشک گزینش کرد. هدف از این آزمایش، دستیابی به ارقام متحمل به خشکی با تولید بذر بالا و هم‌چنین بررسی واکنش ژنوتیپ‌های مختلف شبدر به تنش کمبود آب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه ساعتلوی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی اجرا گردید. این محل در طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۱۰ دقیقه و ۵۳ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۴ دقیقه و ۱۸ ثانیه شمالی واقع شده و ارتفاع آن

Archive of SID

www.SID.ir

از سطح دریا ۱۳۳۸ متر است. متوسط بارندگی و درجه حرارت در شش ماه اول سال به ترتیب ۱۹۳/۲ میلی‌متر و ۱۸/۶۱ درجه سانتی‌گراد بود. آمار هواشناسی منطقه مورد نظر در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در جدول ۱ نشان داده شده است.

قبل از کاشت و آماده سازی زمین از نقاط مختلف خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری جهت تعیین مقدار عناصر موجود در خاک نمونه‌برداری شده و در نهایت حدود یک کیلوگرم از نمونه مرکب به آزمایشگاه تجزیه خاک فرستاده شد. نتایج تجزیه خاک در جدول ۲ آورده شده است. خاک مذکور غیر شور، با pH در حدود ۷/۱، هدایت الکتریکی حدود ۱ میلی موس بر سانتی‌متر و نوع بافت خاک لومی رسی بود.

آزمایش به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، اجرا گردید. در کرت‌های اصلی تیمار آبیاری در دو سطح نرمال و تنش و در کرت‌های فرعی ۱۷ ژنوتیپ شبدر قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های مورد بررسی در جدول شماره ۳، ذکر شده است. عملیات تهیه زمین به این صورت بود که پس از اجرای شخم و دیسک، تسطیح زمین صورت گرفت، سپس توسط فاروئر اقدام به زدن جوی و پشته گردید. با توجه به داشتن پتاسیم و فسفر کافی در خاک و تثبیت نیتروژن توسط گیاه شبدر هیچ‌گونه کودی به خاک اضافه نشد. کاشت به صورت خشکه کاری و به صورت ردیفی به طوری‌که هر کرت شامل ۴ ردیف کاشت به طول ۳ متر و با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر و با تراکم ۸۳ بوته در مترمربع صورت گرفت. کاشت بذر در مورخه ۹ شهریور، با دست و به صورت نواری در شیارهای ۳-۴ سانتی‌متری انجام شد. جهت جلوگیری از نشت آب از کرت‌های اصلی، بین کرت‌های اصلی ۳ متر فاصله در نظر گرفته شد. در آزمایش تنش کم آبیاری عملیات کاشت کلیه تیمارها به صورت یکسان، انجام و در تیمارهای تنش از اول فروردین ماه آبیاری صورت نگرفت. عملیات آبیاری نیز در طول دوره رشد، برحسب نیاز گیاه و به طور معمول هر ۱۰ روز یکبار انجام شد. در تیمارهای آبیاری از ۱۵ اردیبهشت ماه به بعد، ۴ نوبت آبیاری صورت گرفت. میزان آب مصرفی توسط کنتور حجمی اندازه‌گیری شد و به طور متوسط در هر بار ۱۰۰۰۰ مترمکعب آب به زمین داده شد. بذور ارقام مورد استفاده از بخش بانک ژن مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان ارومیه تهیه شد. مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی و طی چندین نوبت انجام شد. در طول مدت اجرای طرح بیماری یا آفت خاصی در کرت‌های آزمایشی مشاهده نشد. برداشت تیمارها از تاریخ ۵ خرداد شروع و به دلیل عدم یکنواختی در رسیدگی تا تاریخ ۱۵ تیر ماه ادامه داشت.

جهت تعیین تأثیر تیمارهای مورد بررسی بر اجزای عملکرد، از خطوط میانی ۶ بوته انتخاب و برای محاسبه عملکرد دانه، پس از حذف حاشیه، دو خط وسط هر کرت، معادل ۲/۱۰ مترمربع برداشت شده و مورد ارزیابی قرار گرفتند. تجزیه

Archive of SID

www.SID.ir

واریانس داده‌ها و مقایسات میانگین و تعیین ضرایب همبستگی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ توسط نرم‌افزار آماری SAS انجام **شد.**

جدول ۱- میانگین متوسط درجه حرارت، رطوبت نسبی و مقدار بارندگی (آمار هواشناسی ارومیه در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸)

Table 1- Average mean temperature, relative humidity and rainfall (Weather Statistics Uremia in 2009-2010)

تیر Ter	خرداد khordad	اردیبهشت Ordebehesht	فروردین farvarden	اسفند Esphand	بهمن Bahman	دی Day	آذر Azar	آبان Aban	مهر Mehr	شهریور Shahrivar	ماه‌های سال Year months
24.1	20.8	13.56	9.32	8.06	2.91	4.77	2.83	9.49	14.15	18.95	میانگین متوسط دما (°C) Average mean temperature
45	50	72.66	61.60	64.89	68.21	72.26	73.03	70.24	56.04	59	میانگین متوسط درصد رطوبت نسبی Average mean relative humidity
0	7.8	109.7	48.5	62.1	21.7	15.3	18.8	82	0	30.5	بارندگی کل (mm) Total rainfall

جدول ۲- خواص فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش عمق ۵۰-۰ سانتی‌متر

Table 2- Physical and chemical properties of soil experimented from a depth of 0- 50 cm

پتاسیم K	فسفر P	درصد کل نیتروژن N.T%	درصدکربن آلی O.C%	بافت خاک Soil texture	شن Sand	سیلیت Silt	رس Clay	آهک Lime	درصد اشباع SP%	اسیدیته pH
ppm					درصد ٪					
425	12	0/12	1/2	لومی رسی	16	43	43	16	47	7.1

جدول ۳- نام استان‌های محل رویش نمونه‌های جمع‌آوری شده از سطح کشور

Table 3- Cities names of growth location of collected samples from the country

شماره	ژنوتیپ	استان	شهر
۱	*T. purpureum*. L	باختران	قصر شیرین
۲	*T. resupinatum*. L	باختران	قصر شیرین
۳	*T. purpureum*. L	باختران	ریجاب
۴	*T. Purpureum*. L	باختران	پاوه
۵	*T. diffusum*. L	آذربایجان غربی	سردشت
۶	*T. diffusum*. L	آذربایجان غربی	مهاباد
۷	*T. diffusum*. L	آذربایجان غربی	سردشت
۸	*T. echinatum*. L	باختران	قصر شیرین
۹	*T. echinatum*. L	آذربایجان شرقی	تبریز
۱۰	*T. echinatum*. L	آذربایجان غربی	سردشت
۱۱	*T. resupinatum*. L	کردستان	مریوان
۱۲	*T. diffusum*. L	مازندران	گرگان
۱۳	*T. resupinatum*. L	فارس	کازرون
۱۴	*T. lappaceum*. L	باختران	پاوه
۱۵	*T. campestre*. L	باختران	قصر شیرین
۱۶	*T.campestre*. L	فارس	کازرون
۱۷	*T. hirtum*. L	لرستان	خرم آباد

نتایج و بحث

وزن گل آذین در بوته: بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، اثرات متقابل تیمارهای آبیاری و رقم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن گل‌آذین در بوته داشت (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد ژنوتیپ شماره ۱ در تیمار آبیاری و ژنوتیپ شماره ۲ در تیمار تنش، بیشترین و ژنوتیپ شماره ۱۵ در تیمار آبیاری و ژنوتیپ شماره ۱۶ در تیمار تنش، کمترین وزن گل‌آذین در بوته را دارا بودند (جدول ۶). چون شبدر گیاهی رشد نامحدود است, هر شاخه فرعی تولید شده در هر مرحله از رشد می‌تواند به گل آذین ختم شود، در نتیجه وزن گل آذین در بوته افزایش می‌یابد. بیشتر بودن وزن گل‌آذین در بوته در ژنوتیپ شماره ۲ می‌تواند به دلیل برتری ژنتیکی و

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده بهتر از شرایط محیطی این ژنوتیپ باشد که باعث بهبود شرایط رشد شده و با دوام سطح برگ بالا بعد از مرحله گرده‌افشانی، نقش بسزایی در افزایش وزن گل‌آذین در بوته و به دنبال آن وزن دانه داشته است. تورک و همکارانش (Turk et al., 1980)، گزارش نمودند که خشکی در زمان پرشدن غلاف عملکرد لوبیا چشم بلبلی را به میزان زیادی کاهش داد. رشد گیاه در مرحله زایشی، حساسیت بیشتری در مقایسه با مرحله رویشی نسبت به تنش آب دارا می‌باشد، تنش خشکی در مرحله گرده‌افشانی و لقاح، از طریق پسابیدگی دانه‌های گرده، تعداد گل‌آذین و تعداد دانه در گل‌آذین را کاهشمی دهد.

ضرایب همبستگی برای عملکرد و اجزای عملکرد شبدر (جدول ۷) نشان می‌دهد که طبق بررسی‌های انجام شده وزن خشک گل‌آذین با صفات وزن هزار دانه، عملکرد دانه و تعداد دانه در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد داشت. همبستگی بین وزن خشک گل‌آذین با شاخص برداشت در سطح احتمال ۱ درصد منفی بود.

تعداد دانه در بوته: اثرات متقابل تیمارهای آبیاری و رقم در صفت تعداد دانه در بوته اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد داشت (جدول ۴). ژنوتیپ شماره ۲ بیشترین و ژنوتیپ شماره ۱۷ کمترین تعداد دانه در بوته را در هر دو تیمار آبیاری و کم آبیاری دارا بودند (جدول ۶). در گیاهان تعداد دانه در گل‌آذین یکی از اجزاء مهم عملکرد دانه می‌باشد که با افزایش آن، تعداد دانه در کل بوته افزایش یافته و به تبع عملکرد دانه و هم‌چنین تراکم گل‌آذین در بوته نیز افزایش می‌یابد. برخی از ژنوتیپ‌های شبدر، به طور ژنتیکی توانایی تولید گل‌آذین بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر دارند که با انجام آبیاری در این تحقیق به دلیل قرار گرفتن مواد فتوسنتزی بیشتر در اختیار گل‌آذین، باعث حجیم شدن گل‌آذین و نهایتاً باعث تولید دانه بیشتری در بوته شده است.

طبق گزارش تورنر (Turner et al., 1987)، تنش خشکی تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف را در لوبیا، به علت پسابیدگی دانه‌های گرده کاهش داده و سبب پژمردگی کلاله و ممانعت از رشد لوله‌های گرده می‌شود. در شرایط مختلف محیطی، تعداد دانه در خوشه با ثبات‌ترین جزء عملکرد محسوب می‌شود. زیرا در یک ژن و تیپ معین تعداد سلول‌های تخم در همه تخمدان‌ها تقریباً برابر است (Koocheki and Banayane Avval, 1994).

بررسی ضرایب همبستگی بین صفات نشان دهنده همبستگی مثبت و معنی‌دار تعداد دانه در بوته با صفات وزن گل‌آذین در بوته و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد بود (جدول ۷).

وزن هزار دانه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر هر دو تیمار آبیاری و رقم، دارای اثر معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر وزن هزار دانه بود (جدول ۴).

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه میانگین‌های رقم، نشان داد که ژنوتیپ شماره ۱۷ با (۳/۰۹ گرم) بیشترین و ژنوتیپ شماره ۱۵ با (۰/۳۳ گرم) کمترین وزن هزار دانه را دارا بودند (جدول ۵). به دلیل خواص ژنتیکی ژنوتیپ شماره ۱۷، که در کل از بذرهای درشت‌تری نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر برخوردار است و هم‌چنین به دلیل تعداد بذر کمتر در گل‌آذین، امکان انتقال مواد فتوسنتزی ساخته شده بیشتری به مخزن دانه وجود دارد که باعث افزایش وزن بذر در بوته و در نهایت وزن هزار دانه در این ژنوتیپ شده است.

نتایج حاصله مبنی بر کاهش وزن هزار دانه در شرایط تنش با نتایج بسیاری از محققان مطابقت داشت و این کاهش از آن‌جا ناشی می‌شود که تنش خشکی باعث رسیدگی سریع دانه‌ها شده، در نتیجه این موضوع خود در کاهش وزن دانه گیاه مؤثر است. دانشیان و همکاران (Daneshian et al., 2005)، اظهار نمودند وزن هزار دانه در اثر تنش کم آبی، کاهش می‌یابد. علت این موضوع می‌تواند کاهش طول مراحل رشد رویشی و زایشی در اثر تنش خشکی باشد که باعث کوتاه شدن طول دوره مؤثر پرشدن دانه و نیز کاهش ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها شده و باعث تقلیل وزن دانه، در تیمارهای تنش باشد (Wakrim et al., 2005). با توجه به بررسی هایواتسن (Watson, 2003)، ارقام مقاوم به خشکی عملکرد خود را نسبت به ارقام حساس در شرایط خشکی بیشتر حفظ کرده و از افت عملکرد کمتری برخوردار می‌باشند. بنزیگر و همکاران (Banziger et al., 2002)، اظهار نمودند که تأخیر در پیری برگ و فراهمی مواد در دوره پرشدن دانه، وزن دانه را افزایش می‌دهد. اثرات متقابل تیمارهای آبیاری و رقم بر وزن هزار دانه از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۴).

صفت وزن هزار دانه همبستگی معنی‌داری با صفت شاخص برداشت در جهت منفی و در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد (جدول ۷).

عملکرد دانه: اثرات متقابل تیمارهای آبیاری و رقم بر عملکرد دانه از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری از ژنوتیپ شماره ۱۱ (۱۶۴/۱۱ کیلوگرم در هکتار) و در تیمار تنش نیز از ژنوتیپ شماره ۱۱ (۱۱۵/۱۲ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد (جدول ۶). عملکرد دانه یک صفت بسیار مهم و پیچیده‌ای است که نتیجه اثر متقابل صفات زیادی در گیاه می‌باشد و تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله رقم، قرار می‌گیرد (Jabbari et al., 2007). بالاتر بودن عملکرد دانه در ژنوتیپ شماره ۱۱، مربوط به *T. resupinatum*، به علت تعداد گل‌آذین بیشتر در بوته و هم‌چنین بیشتر بودن تعداد بذر در گل‌آذین، در این ژنوتیپ بود. ژنوتیپ شماره ۱۷، مربوط به *T. hirtum*، به دلیل تعداد کم بذر در گل‌آذین از عملکرد پایینی نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر برخوردار بود. سینگ و همکاران (Singh et al., 1992)، افزایش معنی‌دار عملکرد دانه را به افزایش اجزاء عملکرد هم‌چون تعداد

Archive of SID

www.SID.ir

گل‌آذین‌های بارور، تعداد دانه در گل آذین و وزن هزار دانه مربوط دانستند.

علت کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش آبی به واسطه عدم دسترسی کافی به آب، توسط گیاه و کاهش اجزای عملکرد دانه می‌باشد. کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در شرایط تنش کمبود آب به علت کاهش تعداد گل‌آذین در بوته و وزن هزار دانه بود که این موضوع با نتایج خوشوقتی (Khoshvaghti, 2006)، مطابقت دارد. بروز تنش خشکی به ویژه در دوره رشد رویشی، از طریق کاهش سطح برگ و کاهش فتوسنتز، میزان کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی ذخیره شده در ساقه را کاهش می‌دهد و در نتیجه به علت فقدان مواد غذایی ذخیره شده در منابع ثانویه، وزن دانه کاهش می‌یابد (Rashidi, 2005). همان‌طور که گریتس و رایس (Geerts and Raes, 2009)، گزارش کردند می‌توان به جای دستیابی به حداکثر محصول، به ازای واحد سطح با آبیاری کامل، با اجرای کم آبیاری، میزان مصرف آب را کاهش داد، بدون این که کاهش زیادی در عملکرد دانه ایجاد شود.

عملکرد دانه همبستگی معنی‌داری با صفت تعداد دانه در بوته در جهت مثبت و در سطح احتمال ۱ درصد داشت. با توجه به همبستگی مثبت عملکرد دانه با صفات وزن خشک گل‌آذین و تعداد دانه در بوته می‌توان چنین نتیجه گرفت که افزایش هر یک از صفات مذکور باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردد.

شاخص برداشت: شاخص برداشت، ضریب توزیع فرآورده‌های فتوسنتزی است و نشان می‌دهد که چه بخشی از آسیمیلات ساخته شده به مخزن مورد نظر انتقال یافته است (Fathi et al., 2009). تأثیر تنش خشکی بر شاخص برداشت از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۴).

کاهش شاخص برداشت در تیمارهای تنش رطوبتی نشان داد که انتقال مواد فتوسنتزی به دانه با مقدار آب مصرفی قابل دسترس مرتبط بوده و تنش رطوبتی می‌تواند سهم دانه از ماده خشک را کاهش دهد. پاندی و همکاران (Pandey et al., 2000)، نیز دلیل کاهش شاخص برداشت در شرایط تنش خشکی را حساسیت بیشتر رشد زایشی نسبت به شرایط نامطلوب در مقایسه با رشد رویشی تشخیص دادند.

بر اساس تجزیه واریانس داده‌ها تأثیر تیمار رقم بر شاخص برداشت، در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). ژنوتیپ شماره ۱۶ در بالاترین و ژنوتیپ شماره ۸ در پایین‌ترین سطح قرار گرفتند (جدول ۵).

اثرات متقابل تیمارهای آبیاری و رقم اختلاف معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۴).

کاهش تعداد گل‌آذین در بوته که سهم مهمی در عملکرد دارد، از دلایل مهم کاهش شاخص برداشت در تیمارهای تنش محسوب می‌شود.

همبستگی بین شاخص برداشت با صفات وزن گل‌آذین در بوته و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار و منفی بود (جدول ۷).

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در میان ژنوتیپ‌ها، از نظر تمام صفات مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد که بیانگر وجود اختلاف ژنتیکی قابل توجهی در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر صفات مورد ارزیابی می‌باشد.

با توجه به عملکرد بالا در محیط تنش و بدون تنش بهترین ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی، ژنوتیپ شماره ۲ و ۱۱ (*T. resupinatum* L.) تشخیص داده شد. یکی از دلایل برتری این ژنوتیپ‌ها را می‌توان قابلیت فرار از خشکی (زودرسی) و اجتناب از تنش خشکی انتهایی دانست.

در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ شماره ۱۱ مربوط به *T. resupinatum* L. بالاترین عملکرد دانه را به میزان ۱۱۵/۱۲ کیلوگرم در هکتار تولید کرده است که می‌توان آن را از ویژگی‌های منحصر به فرد این ژنوتیپ دانست و نشان دهنده توانایی تحمل این ژنوتیپ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی می‌باشد. در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی حساس‌ترین ژنوتیپ شبدر نسبت به شرایط تنش خشکی با متوسط ۹/۸۹ کیلوگرم در هکتار مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۶ *T. campestre* L. می‌باشد که می‌تواند میزان حساسیت این گیاه را به تنش کم آبیاری منعکس کند. در جمع‌بندی از نتایج به دست آمده می‌توان ژنوتیپ‌های شماره‌های ۲ و ۱۱ مربوط به *T. resupinatum* L. که از نظر عملکرد و سایر صفات مورد بررسی موفقیت بیشتری را داشته‌اند را واجد سازگاری مناسب‌تری با منطقه مورد بررسی دانست که یکی از نتایج مهم این تحقیق می‌باشد.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس تنش خشکی و رقم بر صفات وزن گل آذین در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت در گیاه شبدر

Table 4- Results of Analysis of Variance (mean squares) of Spike weight per plant, Number of seeds per plant, 1000 seed weight, Grain yield and Harvest index in Clover

Source of variation	d.f.	spike weight per plant	Number of seeds per plant	1000 seed weight	Grain yield	Harvest index
Rep	2	1.70 ^{ns}	42355.53^{ns}	0.17**	1546.04 ^{ns}	1.05 ^{ns}
Irrigation(I)	1	81.74*	2167766.09*	0.58**	34318.90*	1.28 ^{ns}
Error (a)	2	1.18	89602.86	0.0002	1686.56	0.23
Genotype	16	16.29**	3431519.24**	2.32**	8031.65**	5.72**
I×G	16	1.75**	233761.70*	0.02 ^{ns}	1574.54**	0.53 ^{ns}
Error (b)	64	0.75	120851.82	0.03	268.64	0.32
CV (%)		19.27	32.22	12.82	30.31	32.10

*, **, ns, Significant at P= 0.05, P= 0.01 and non-significant, respectively. d.f. degree of freedom.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- مقایسه میانگین های ژنوتیپ بر صفات وزن گل آذین در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت در گیاه شبدر

Table 5- Comparison of interaction of genotype and drought stress effect on Spike weight per plant, Number of seeds per plant, 1000 seed weight, Grain yield and Harvest index in Clover

Studied factors	spike weight per plant (gr)	Number of seeds per plant	1000 seed weight (gr)	Grain yield (kg/ha)	Harvest index (%)
		irrigation			
Normal irrigation	5.39	1224.56	4.3	72.4	1.87
Drought stress	3.6	932.99	2.5	35.71	1.64
		Genotype			
1-*T. purpureum* L.	6.12abc	440 fg	1.77 bc	46.61 efg	0.87 def
2-*T. resupinatum* L.	6.63 a	2852.2 a	1.18 e	59.66 de	1.17 def
3-*T. purpureum* L.	6.18 ab	579.4 efg	1.8 bc	29.67 hi	0.88 def
4-*T. purpureum* L.	4.95 def	550.2 fg	1.92 b	22.87 hi	0.72 def
5-*T. diffusum* L.	5.02 cdef	1079.8 cd	1.62 cd	62.39 de	2.16 c
6-*T. diffusum* L.	4.95 def	1084 cd	1.61 cd	75.64 cd	2.91 ab
7-*T. diffusum* L.	5.37 bcde	1029.5 cde	1.62 cd	92.3 c	2.97 ab
8-*T. echinatum* L.	4.4 ef	807.9 cdef	1.2 e	29.67 ghi	0.47 f
9-*T. echinatum* L.	4.57 ef	592.4 efg	0.95 f	51.73 ef	0.81 def
10-*T. echinatum* L.	4.37 ef	624.6 def	1.21 e	35.94 fgh	0.63 ef
11-*T. resupinatum* L.	5.9 abcd	2496.6 ab	1.51 d	139.61 a	2.15 c
12-*T. diffusum* L.	4.31 ef	873.9 cdef	1.57 cd	50.09 efg	2.53 bc
13-*T. resupinatum* L.	5.17 bcdef	2309.1 b	1.39 de	112.72 b	1.47 d
14-*T. lappaceum* L.	4.18 f	1238.4 c	1.26 e	77.98 cd	2.65 bc
15-*T. campestre* L.	0.99 h	849.3 cdef	0.33 g	12.17 i	2.74 abc
16-*T. campestre* L.	0.94 h	770.1 def	0.36 g	14.48 i	3.42 a
17-*T. hirtum* L.	2.4 g	168.8 g	3.09 a	10.67 i	1.34 de

In each section, means followed by the same letter within columns are not significantly different ($p \leq 0.05$) according Duncan test.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل آبیاری و رقم بر صفات وزن گل آذین در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت در گیاه شبدر

Table 6- Mean Comparison of Irrigation (normal and stress) and Genotype on Spike weight per plant, Number of seeds per plant, 1000 seed weight, Grain yield and Harvest index in Clover

Studied factors	spike weight per plant (gr)	Number of seeds per plant	1000 seed weight (gr)	Grain yield (kg/ha)	Harvest index (%)
Normal irrigation × Genotype					
1- 50TN01586	7.73 a	621.9 efghij	1.91 bc	54.03 fgh	0.62 i
2- 50TN01293	7.38 ab	3188.5 a	1.13 i	89.07 cde	1.37 fghi
3- 50TN01310	7.61 a	566.7 efghij	1.89 bc	28.73 hij	0.54 i
4- 50TN01337	5.76 bcdefgh	610.5 efghij	2.03 b	23.82 hij	0.53 i
5- 50TN01444	4.98 cdefgh	1022.2 efgh	1.76 bcde	102.06 bcd	2.08 defg
6- 50TN00822	5.84 bcdefg	1241.7 e	1.79 bcde	123.07 b	2.17 cdefg
7- 50TN01443	6.46 abcd	1171.9 ef	1.72 bcde	133.85 b	2.70 abcde
8- 50TN00592	5.77 bcdefgh	912.5 efghi	1.26 hi	36.05 ij	0.36 i
9- 50TN00708	6.21 abcde	393.8 hij	1.14 i	76.7 def	0.68 i
10- 50TN00864	5.54 cdefgh	535.0 fghij	1.31 ghi	47.53 fghi	0.61 i
11- 50TN00775	6.62 abc	2859.1 ab	1.50 defgh	164.11 a	2.10 defg
12- 50TN01794	5.32 cdefgh	1082.0 efgh	1.63 cdefg	69.53 efg	1.81 efgh
13- 50TN01514	5.46 cdefgh	2464.4 bcd	1.44 efghi	120.65 bc	1.79 efgh
14- 50TN01238	5.81 bcdefg	1874.1 d	1.40 fghi	117.57 bc	2.73 abcde
15- 50TN01240	1.09 pq	1035.6 efgh	0.33 k	14.06 ij	2.78 abcde
16- 50TN00638	1.31 opq	1066.6 efgh	o.37 k	19.07 hij	3.76 a
17- 50TN00756	2.8 lmno	171.0 j	3.08 a	10.93 j	1.36 fghi
Drought stress × Genotype					
1- 50TN01586	4.52 efghijk	258.2 ij	1.63 cdefg	39.2 ghij	1.12 ghi
2- 50TN01293	5.89 bcdef	2515.9 bc	1.24 hi	30.25 hij	0.98 hi
3- 50TN01310	4.76 defghij	592.1 efghij	1.71 bcdef	20.09 hij	1.22 fghi
4- 50TN01337	4.14 ghijklm	490.0 fghij	1.82 bcd	21.94 hij	0.92 hi
5- 50TN01444	5.05 cdefgh	1137.4 efg	1.49 defgh	22.73 hij	2.24 cdef
6- 50TN00822	4.07 hijklm	926.3 efghi	1.44 efghi	28.22 hij	3.64 ab
7- 50TN01443	4.29 fghijkl	887.1 efghi	1.52 defgh	50.75 fgh	3.25 abc
8- 50TN00592	2.91 klmn	703.3 efghij	1.13 l	23.3 hij	0.58 i
9- 50TN00708	2.94 klmn	791.0 efghij	0.76 j	26.76 hij	0.94 hi
10- 50TN00864	3.19 jklmn	714.1 efghij	1.11 j	24.35 hij	0.66 i
11- 50TN00775	5.18 cdefgh	2134.2 cd	1.51 defgh	115.12 bc	2.20 cdefg
12- 50TN01794	3.3 ijklmn	665.9 efghij	1.52 defgh	30.66 hij	3.25 abc
13- 50TN01514	4.88 defghi	2139.8 cd	1.34 ghi	104.8 bcd	1.15 fghi
14- 50TN01238	2.55 mnop	602.6 efghij	1.12 l	38.41 ghij	2.57 bcde
15- 50TN01240	0.89 q	663.0 efghij	0.33 k	10.29 j	2.70 abcde
16- 50TN00638	0.57 q	473.5 ghij	0.35 k	9.89 j	3.08 abcd
17- 50TN00756	2.01 pq	166.7 j	3.11 a	0.41 j	1.32 fghi

In each section, means followed by the same letter within columns are not significantly different (p≤0.05) according Duncan test.

جدول ۷- ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی در گیاه شبدر

Table 7- Correlation Coefficients of Traits in the Clover

Treatments	1	2	3	4	5
1. spike weight per plant	1				
2. 1000 seed weight	0.33**	1			
3. Grain yield	0.56**	0.08	1		
4. Number of seeds per plant	0.44**	-0.17	0.62**	1	
5. Harvest index	-0.34**	-0.26**	0.07	0.10	1

*, ** Significant at P= 0/05 and P= 0/01, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

References منابع مورد استفاده

✓ Abbasi. M. R. 2006. Final report of the design, collected, identification and evaluation of inheritance reserve in clover genus to protection and use. Plant Genetic Resources (In Persian).

✓ Annan. K. 2001. Water for sustainable agriculture in developing regions-more crop for every scarce drop. Pp: 132- 133. In: Proceeding of 8th JIRCAS International Symposium, 27-28 November 2001, Epochal Tsukuba, Tsukuba Science City, Japan.

✓ Akash, M. W., A. M. Al-Abdallat., H. M. Saoub, and J. Y. Ayad. 2009. Molecular and field comparison of selected barley cultivars for drought tolerance. J. New Seeds. 10 (2): 98-111.

✓ Banziger, M., G. O. Edmeades, and H. R. Laffitte. 2002. Physiological mechanisms contributing to the increased N stress tolerance of tropical maize selected for drought tolerance. Field Crops Res. 75 (2- 3): 223- 233.

✓ Brink, G. E., and G. A. Pederson. 1998. White clover response to water application gradient. Crop Science. 36: 771- 775.

✓ Daneshian, J., M. R. Ardakani, and D. Habibi. 2005. Drought stress effects on yield, quantitative characteristics of new sunflower hybrids. The 2nd international conference on integrated approaches to sustain and improve plant population under drought stress. Roma, Italy. 406 Pp.

✓ Donald, C. M. 1983. Competition among crop and pasture plants, Adv. Agron. 15: 1-118.

✓ Egilla, J. N., Jr. F. T. Davies, and T. W. Boutton. 2005. Drought stress influences leaf water content, photosynthesis, and water-use efficiency of *Hibiscus rosasinensis* at three potassium concentrations. Photosynth. 43: 135- 140.

✓ Fathi, G. A., N. Ariannia, and M. R. Enayat-Golizadeh. 2009. Field crop physiology. Islamic Azad University, Shooshtar Branch. Pp: 272 (In Persian).

✓ Flexas, J., J. Bota., F. Loreto., G. Cornic, and T. D. Sharkey. 2004. Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. Plant Biol. 6: 269- 279.

✓ Frahm, M. A., J. C. Rosas., N. Mayek-Perez., E. Lopez-Salinas., J. A. Acosta-Gallegos, and J. D. Kelly. 2004. Breeding beans for resistance to terminal drought in the lowland tropics. Euphytica. 136 (2): 223- 232.

✓ Geerts, S., and D. Raes. 2009. Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. Agric. Water Manag. 96: 1275- 1284.

✓ Guo, P. G., M. Baum., R. H. Li., S. Grando., R. K. Varshney., J. Valkoun., S. Ceccarelli, and A. Graner. 2007. Differentially expressed genes between two barley cultivars contrasting in drought tolerance. Mol. Plant Breed. 5 (2): 181- 183.

✓ Hohm. R. 2000. Irrigation management of barley. Available at: http:// www.agric.aov. ab.ca/crops/barley.

✓ Jabbari, H., Gh. A. Akbari., J. Daneshyan., A. Allah dadi, and N. Shahbazian. 2007. Effects of water deficit stress on agronomic traits of sunflower hybrids. Iran Journal of Agriculture. 9: 13- 22 (In Persian).

✓ Khajehpour. M. R. 2004. Principles and fundamentals of agronomy. Jahad University Press. Isfahan Univ. of Technology. Pp: 386 (in Persian).

✓ Khoshvaghti, H. 2006. Effect of water limitation on growth rate, grain filling and yield of three pinto bean cultivars. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. Tabriz University (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir

✓ Koocheki, A., and M. Banayane Avval. 1994. The Physiology of crop yield. Jahad Daneshgahi Mashhad Press (In Persian).

✓ Leport. L., N. C. Turner., R. J. French., M. D. Barr., R. Duda., S. L. Davies., D. Tennant, and K. H. M. Siddique. 1999. Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediteranean-type environment. European Journal of Agronomy. 11: 279- 291.

✓ Pandey, R. K., J. W. Marienville, and A. Adum. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effect on maize in a Sahelian environment. I. Grain yield components. Agric. Water Management. 46: 1- 13.

✓ Rastegar. M. 2004. Forage crops production. Barahmand Press. Pp: 448 (In Persian).

✓ Rashidi, S. 2005. Investigation of drought stress in growth defends stages and different levels of nitrogen on yield and yield component *Zea maize* Var. TC6474. M. Sc. Thesis. University of Khuzestan. 151 Pp (In Persian).

✓ Saranga, Y., M. Menz., C. X. Jiang., R. J. Wright., D. Yakir, and A. H. Paterson. 2001. Genomic dissection of genotype × environment interactions conferring adaptation of cotton to arid conditions. Genome Res. 11: 1988- 1995.

✓ Sabaghpour, S. H., A. A. Mahmodi., A. Saeed., K. Masood, and R. S. Malhotra. 2006. Study on chickpea drought tolerance lines under dryland condition of Iran. Indian. J. Crop Sci. 1 (1- 2): 70- 73.

✓ Shenkut, A. A., and M. A. Brick. 2003. Traits associated with dry edible bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) productivity under diverse soil moisture environments. Euphytica. 133 (3): 339- 347.

✓ Singh, S. B., Y. S. Chauhan, and G. S. Verma. 1992. Effect of row spacing and nitrogen level on yield of safflower (*Carthamus tinctorius*) in salt-affected soils. Indian Journal of Agronomy. 37: 90- 92.

✓ Turk, K. J., A. E. Hall, and G. W. Asbell. 1980. Drought adaption of cowpea. I. influence of drought on seed yield. Agron. J. 72: 413- 420.

✓ Turner, N. C., G. C. Wright, and K. H. M. Siddique. 2001. Adaptation of grain legumes (Pulses) to water limited environments. Adv. Agron. 71: 193- 231

✓ Turner, N. C., J. E. Beyy., H. M. Rawson., S. D. English, and A. B. Heran. 1987. Agronomic and physiological response of Soybean and Sorghum crops under water deficits. Aust. J. Plant Physiol. 5: 169- 177.

✓ Watson. M. 2003. The Correlation among drought resistance and leaf water Potential. Academic Press. Vol: 2. New York.

✓ Wakrim, R., S. Wahbi., H. Tahi., B. Aganchich, and R. Serraj. 2005. Comparative effects of partial root drying (PRD) and regulated deficit errigation (RDI) on water relations and water use efficiency in common bean (*Phaseolus Vulgaris L.*). Agric. Ecosys. And Envire. 106: 275- 287.

✓ Xinshi, L., Q. He., X. Lu, and Q. He. 1997. Genetic diversity for Chinese alfalfa cultivars and land races. Grassland of China. 6: 1- 6.

✓ Zamanian. M. 2002. Evaluation and comparison of yield Persian clover lines. Seven Agronomy and Plant Breeding Congress in Iran-Karaj (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir