مجله علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز، سال پنجم، شماره ۱۹، پاییز ۱۳۹۰، صفحه ۹۲-۷۹

اثر رژیم آبیاری بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک ۸ رقم و لاین نخود

آیسان بهروزمند[۱]، مهرداد یارنیا[۲] و محمدباقر خورشیدی‌بنام[۳]

چکیده

این بررسی به منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد در ۸ رقم و لاین نخود در واکنش به میزان آب مصرفی، در سال زراعی ۱۳۸۹ در ایستگاه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز اجرا شد. تحقیق به صورت آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار سطوح آبیاری در۳ سطح، (آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۵ و۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A) در کرت‌های اصلی و ارقام و لاین‌های نخود در ۸ سطح (جم، آزاد، FLIP 00-78C، FLIP 97- 32C، FLIP 00-75C، FLIP 97-26C، ILC8617 و ILC 482) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد، لاین ILC 482 دارای بالاترین مقدار در صفات تعداد شاخه در بوته، تعداد نیام و تعداد دانه در بوته و لاین‌های FLIP00-78c و ILC 86 17 دارای کمترین تعداد دانه در بوته بودند. بالاترین مقدار عملکرد دانه نیز به لاین ILC 482 معادل ۲۰۸ گرم بر متر مربع تعلق داشت. آبیاری پس از ۱۰۵ و ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک در مقایسه با آبیاری پس از ۷۰ میلی متر تبخیر از تشتک، به ترتیب منجر به کاهش ۲۳ و ۴۵ درصدی سطح برگ، ۲۹ و ۵۲ درصدی تعداد دانه در بوته، ۱۱ و ۲۳ درصدی وزن هزار دانه، ۲۹ و ۵۱ درصدی تعداد نیام در گردید. کاهش عملکرد دانه به دنبال آبیاری پس از ۱۰۵ و ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، ۲۷ و ۶۴ درصد برآورد گردید، لذا در تولید نخود لازم است به ارزش آب در منطقه و افزایش محصول تولیدی به ازای افزایش آب مصرفی مورد توجه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: رقم، عملکرد دانه، لاین، میزان آبیاری، نخود.

۱- فرهیخته‌ی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز (نگارنده‌ی مسئول) yarnia@iaut.ac.ir
۳- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌شرقی
تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۲۰
تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۲۶

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در حال حاضر خشکی خاک، گسترده‌ترین عامل تنش‌زای غیر زیستی در جهان است. به طوری که ۴۵ درصد زمین‌های زراعی جهان در معرض خشکی مستمر یا شدید قرار دارند که در این زمین‌ها ۳۸ درصد جمعیت جهان ساکن هستند (Ashraf, 2010). خشکی می‌تواند منجر به کاهش معنی‌دار عملکرد، حتی از بین رفتن کامل آن گردد. اما علاوه بر اثرات منفی روی عملکرد، خشکی کیفیت محصولات را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد (Hlavinka *et al*., 2009). در سطح جهانی عوامل تنش‌زای غیر زیستی بیشترین اثر منفی را بر عملکرد دارد به طوری که متوسط عملکرد گیاهان زراعی را به میزان ۸۲ درصد کاهش می‌دهد (Chaerle *et al*., 2007). تنش خشکی عملکرد گیاهان زراعی دانه‌ای را از طریق سه مکانیسم عمده کاهش رشد و پیری زودرس برگ‌ها و در نتیجه کاهش میزان دریافت تابش فعال فتوسنتزی توسط کانوپی گیاهی، کاهش کارایی مصرف انرژی و تخصیص کمتر اسمیلات‌ها به بخش‌های اقتصادی و در نتیجه کاهش شاخص برداشت کاهش می‌دهد (Hlavinka *et al*., 2009). موزر و همکاران (Moser *et al*., 2006) گزارش نمودند خشکی قبل از گرده افشانی، تعداد دانه و وزن هزار دانه را کاهش می‌دهد. خشکی قبل از گرده افشانی به دلیل کاهش تعداد دانه باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود. دو تئوری برای این کاهش بیان شده است. ۱- دلایل بیوفیزیکی و تغذیه‌ای منجر به کاهش تعداد دانه تحت شرایط خشکی می‌شود. کاهش در تولید اسیمیلات‌ها در هنگام خشکی همراه با مهار متابولیسم کربوهیدرات‌ها در داخل تخمدان منجر به کاهش تخصیص کربوهیدرات‌ها به سمت اندام‌های زایشی شده و در نهایت منجر به عدم تشکیل دانه‌ها می‌گردد. ۲- دلایل هورمونی یا شیمیایی برای القای ناباروری. به طوری که خشکی میزان تولید اسید آبسیزیک را افزایش می‌دهد (Asch *et al*., 2001). در شرایط کمبود آب میزان مواد غذایی مورد نیاز برای رشد گیاهان نیز کمتر خواهد بود. زیرا میزان جذب عناصر غذایی توسط گیاهان به دلیل کاهش تعرق، صدمه دیدن انتقال فعال و نفوذ ناپذیری غشا تحت تاثیر خشکی کاهش می‌یابد (Efeoğlu *et a*l., 2009).

متوسط بارندگی سالانه ایران ۲۵۰ میلی‌متر و میزان تبخیر نیز ۲۱۰۰ میلی متر در سال است (Javadi *et al*., 2009). با توجه به توسعه سریع مناطق خشک، معرفی ارقام جدید گیاهان زراعی با تحمل بیشتر به خشکی امری ضروری است (Jain and Chattopadhyay, 2010). نخود از مهم ترین گیاهانی است که در مناطق خشک و نیمه خشک مورد کشت قرار می‌گیرد و نقش مهمی را در تناوب با کلزا، گندم و جو بر عهده دارد (Biabani *et al*., 2011). ارقام مختلف این گیاه پاسخ متفاوتی را به خشکی نشان می‌دهند (Deokar *et al*., 2011). کاهش در عملکرد نخود تحت تاثیر خشکی می‌تواند بالغ بر ۴۰ تا ۶۰ درصد باشد. خشکی در مراحل نهایی رشد و نمو نخود مهم‌ترین دلیل کاهش در عملکرد می‌باشد (Bardhan *et al*., 2007).

موزر و همکاران (Moser *et al*., 2006) گزارش نمودند خشکی قبل از گرده افشانی، تعداد دانه و وزن هزار دانه را کاهش می‌دهد و به دلیل کاهش تعداد دانه، باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود. خشکی طویل شدن اندام هوایی، تولید برگ و بیوماس تر و خشک را در نخود، کاهش و میزان مالون‌دی‌آلدهید و پرولین را در گیاه افزایش داد. با افزایش میزان تنش، بر میزان تاثیر آن روی صفات مورد بررسی افزوده شد (Macar and Ekmekci, 2008). یونجل و آنلارسال (Yucel and Anlarsal. 2010) نیز گزارش نمودند که خشکی در مرحله گیاهچه‌ای نخود رشد بوته‌ها را کاهش

Archive of SID

www.SID.ir

می‌دهد. در بررسی دیگری تنش خشکی در مراحل رشد رویشی و گرده افشانی به طور معنی‌داری میزان کلروفیل a و b را کاهش داد. در این بررسی تحمل مزوفیلی مهم‌ترین عامل در تعیین میزان فتوسنتز در شرایط تنش خشکی اعلام شد و ارقام از نظر تحمل به خشکی متفاوت بودند (Mafakheri *et al*., 2010).

این تحقیق نیز با هدف بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و برخی صفات موفولوژیک و فیزیولوژیک ۸ رقم و لاین نخود در شرایط آب و هوایی تبریز انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۹ در ایستگاه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز، واقع در اراضی کرکج در ۵ کیلومتری شرق تبریز با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۶۰ متر از سطح دریا در قالب آزمایش اسپلیت پلات و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش سطوح مختلف آبیاری در سه سطح به عنوان عامل اصلی شامل S_1: آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A، S_2: آبیاری پس از ۱۰۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A و S_3: آبیاری پس از ۱۴۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A و ارقام و لاین‌های نخود به عنوان عامل فرعی شامل V_1: جم، V_2:آزاد، V_3: FLIP 97-32C، FLIP 00-78C:V_4، FLIP 00-75C:V_5، ILC 86 17:V_6، FLIP 97-26C:V_7 و ILC 482:V_8. بدین ترتیب این طرح متشکل از ۷۲ کرت و هر کرت با ابعاد به طول ۴ متر و عرض ۱/۵ متر با ۳ ردیف کاشت با فاصله ۵۰ سانتی‌متر بود. بذور با فاصله ۵ سانتی‌متر از یکدیگر در جبهه شرقی مزرعه روی پشته کاشته شدند. فاصله کرت‌های اصلی از یکدیگر ۳ خط نکاشت و فاصله تکرارهای آزمایشی ۲ متر در نظر گرفته شد.

عملیات تهیه زمین شامل دیسک زنی و تهیه پشته‌ها در فروردین ماه ۱۳۸۹ انجام و عملیات کاشت به روش کپه‌ای در دهه اول اردیبهشت ماه انجام شد. در هر کپه ۲ بذر در عمق ۵ سانتی‌متری قرار داده شد و پس از استقرار بوته ها اقدام به حذف یک بوته و نگهداری بوته قوی‌تر گردید. وجین و کنترل علف‌های هرز نیز به طور یکسان و مداوم در طول فصل رشد انجام گرفت. با توجه به محتوای پایین نیتروژن در خاک و عدم انجام عملیات تلقیح با باکتری همزیست تثبیت کننده نیتروژن، مصرف کود اوره در ۲ مرحله، زمان کاشت به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و در مرحله ۸-۶ برگی نیز به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار انجام شد. پس از مصرف کود سرک بلافاصله اقدام به آبیاری شد. آبیاری تا مرحله ۸-۱۰ برگی بوته‌ها به صورت یکسان و هر هفته یک بار انجام شد پس از این مرحله آبیاری بر اساس تیمارهای آزمایشی صورت گرفت. در طی آزمایش هیچ نوع آفت یا بیماری در مزرعه مشاهده نشد. در مرحله پر شدن دانه‌ها اقدام به اندازه‌گیری سطح برگ بوته‌ها در ۳ بوته تحت رقابت با استفاده از نسبت وزن به سطح برگ گردید. در همین مرحله و قبل از آبیاری هر تیمار به منظور ارزیابی محتوای رطوبت نسبی در هر کرت در یک بوته تحت رقابت، بالاترین برگ مرکب انتخاب و وزن تر، اشباع و خشک برگ تعیین و با استفاده از رابطه زیر محتوای رطوبت نسبی محاسبه گردید.

$$RWC= \frac{\text{وزن خشک- وزن تازه}}{\text{وزن خشک- وزن اشباع}} \times ۱۰۰$$

شاخص کلروفیل با استفاده از دستگاه کلروفیل متر در ۵ برگچه از بالاترین برگ مرکب تعیین شد. در زمان برداشت نهایی نیز در ۱۰ بوته تحت رقابت صفات ارتفاع بوته، ارتفاع اولین شاخه از سطح خاک،

Archive of SID

www.SID.ir

وزن نیام پر، وزن نیام خالی، وزن هزار دانه، تعداد نیام در هر بوته، تعداد نیام توخالی، تعداد دانه در بوته تعیین گردید. پس از برداشت نهایی نیز عملکرد دانه در مساحتی معادل یک متر مربع تعیین شد. محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم افزارMstatc و رسم شکل‌ها با بهره گیری از نرم افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

اثر ارقام و لاین‌ها و سطوح مختلف آبیاری بر صفات مورد بررسی معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱ـ نتایج میانگین مربعات صفات اندازه گیری شده در آزمایش

Table 1-Mean square analysis for measurement characteristics

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS										
		ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع اولین شاخه First branch height	تعداد شاخه Branch number	تعداد نیام در بوته Pod per plant	سطح برگ Leaf area	محتوی رطوبت نسبی RWC	شاخص محتوای کلروفیل Chlorophyll content index	تعداد نیام توخالی Empty pod number	تعداد دانه در بوته Grain number	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Replication	2	69.788*	24.431	0.777	52.366*	507147.95	444.385	0.223*	4.967*	46.876*	6914.628	27.483
رقم cultivar	7	72.11**	55.783	1.561*	48.758**	136771.15	220.093	0.142*	3.717*	65.144**	1572.399	21.144*
خطای اصلی Error A	14	13.536	28.741	0.504	9.568	97059.589	270.186	0.044	1.182	11.604	2413.937	6.749
سطوح آبیاری Irrigation levels	2	335.63**	149.94**	12.604**	363.43**	818370.691*	4417.340*	0.212**	16.834**	420.540**	34053.637*	193.349
سطوح ×رقم آبیاری C×I	14	9.997*	8.309**	0.434	9.624	19630.334	54.207	0.041	0.624	10.548	434.296	3.094
خطای فرعی Error	32	4.65	1.628	0.302	6.668	36145.732	65.241	0.03	0.494	6.882	853.548	3.057
ضریب تغییرات CV (%)		5.59	6.03	27.36	23.42	30.47	12.75	18.80	19.24	22.46	10.39	15.46

* و ** به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشند.

**, *: significant at the 1%, 5% probability levels respectively

www.SID.ir

ارتفاع بوته و اولین شاخه از سطح زمین

بیشترین ارتفاع بوته در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و در لاین‌های FLIP97-32c، FLIP00-78c ، ILC 86 17، FLIP97-26c و کمترین آن در رقم جم تحت شرایط آبیاری بعد از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به‌دست آمد (شکل ۱). اعمال شرایط کم آبی ارتفاع بوته‌های نخود را کاهش داد. در لاین ILC 482 تنش تاثیر معنی‌داری روی ارتفاع بوته نداشت. در ارقام جم، آزاد و لاین FLIP97-32c سطح آبیاری پس از ۱۴۰میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب ارتفاع بوته را ۱۳، ۱۵ و ۱۸ درصد کاهش داد. کاهش ارتفاع بوته در سطوح آبیاری پس از ۱۰۵ و ۱۴۰ نسبت به آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب در لاین FLIP00-78c ، ۱۱ و ۱۵درصد، در لاین FLIP00-75c، ۹ و ۲۳ درصد، در لاین ILC 86 17، ۱۴ و ۲۲ درصد و در لاین FLIP97-26c،۱۶ و ۲۳ درصد بود (شکل ۱).

بومسما و وین (Boomsma and Vyn, 2008) بیان نمودند که تنش خشکی توسعه و تقسیم سلول را کاهش داد و در نتیجه منجر به کاهش ارتفاع گیاهان گردید. در بررسی دیگری در نخود خشکی طویل شدن اندام هوایی را کاهش داد. با افزایش میزان تنش، بر میزان تاثیرروی این صفت افزوده شد (Macar and Ekmekci, 2008). محققین گزارش نموده‌اند که تحت شرایط کمبود آب، جذب نیتروژن نیز به شدت کاهش می‌یابد. این عنصر نقش مهمی را در طویل شدن سلول‌ها و در نتیجه افزایش ارتفاع بوته‌ها دارد (Lodeiro *et al*., 2000). اما همان‌طور که مشاهده شد، ارقام از نظر پاسخ به خشکی با هم اختلاف داشتند.

ژنوتیپ‌های مختلف ذرت (Feng *et al*., 2009) و نخود (Deokar *et al*., 2011) عکس‌العمل مختلفی به تنش خشکی نشان می‌دهند. یکی از دلایل می‌تواند این باشد که ارقام مختلف گیاهان زراعی از نظر توانایی در جذب و مصرف مواد معدنی متفاوت هستند (Yaseen *et al*., 2004).

ارزیابی معادلات رگرسیون خطی ساده نیز نشان داد اعمال تنش به ازای تاخیر زمان آبیاری بر اساس افزایش هر میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، مقدار ۲/۵۲ واحد در رقم جم، ۲/۹ واحد در رقم آزاد، ۴/۱ واحد در لاین FLIP 97-32c ، ۳/۳۷ واحد در لاین FLIP 00-78c، ۵/۱ واحد در لاین FLIP 00-75c ، ۵/۱۷ واحد در لاین ILC 8617، ۵/۶ واحد در لاین FLIP 97-26c و ۱/۱۷ واحد در لاین ILC 482 از ارتفاع بوته کاسته شد. این نتایج حساسیت کمتر لاین ILC 482 را به شرایط کم آبی نسبت به سایر لاین‌ها و ارقام مورد بررسی تایید می‌کند (جدول ۳).

در رقم آزاد کم آبی تاثیری روی ارتفاع اولین شاخه از سطح زمین نداشت. در رقم جم و لاین‌های ILC 86 17 و ILC 482 سطح آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک باعث کاهش معنی‌داری در ارتفاع اولین شاخه از سطح زمین شد و این صفت را به ترتیب به میزان ۱۸، ۱۲ و ۱۹ درصد کاهش داد (شکل ۲). در حالی که در سایر ارقام و لاین‌ها هر دو سطح آبیاری پس از ۱۰۵ و ۱۴۰ نسبت به آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک منجر به کاهش معنی‌دار این صفت گردید به طوری که میزان کاهش در لاین FLIP 97-32c به ترتیب ۸ و ۱۸ درصد، در لاین FLIP 00-78c به ترتیب ۸ و ۱۲ درصد و در لاین FLIP 97-26c به ترتیب ۲۵ و ۳۲ درصد بود. در لاین FLIP 00-75c بیشترین میزان کاهش تحت تاثیر خشکی در این صفت مشاهده شد. در این لاین سطوح آبیاری پس از ۱۰۵ و ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به ترتیب منجر به کاهش ۲۳ و ۶۵ درصدی ارتفاع اولین شاخه از سطح زمین شد (شکل

Archive of SID

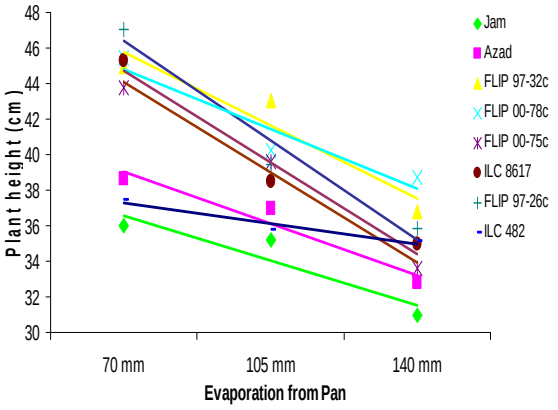
www.SID.ir

۲). یکی از دلایل کاهش ارتفاع اولین شاخه از سطح زمین، کاهش ارتفاع کلی بوته‌ها می‌تواند باشد.

ارزیابی معادلات رگرسیون خطی ساده نیز نشان داد اعمال تنش به ازای تاخیر زمان آبیاری بر اساس افزایش هر میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، مقدار ۱/۸ واحد در رقم جم، ۰/۷۸ واحد در رقم آزاد، ۲/۵ واحد در لاین FLIP 97-32c ، ۱/۷ واحد در لاین FLIP 00-78c ، ۵/۲۸ واحد در لاین FLIP 00-75c ، ۱/۴ واحد در لاین ILC 8617، ۴/۵ واحد در لاین FLIP 97-26c و ۱/۹۵ واحد در لاین ILC 482 از ارتفـــاع بوته کاسته شد (جدول ۳). بدین ترتیب لاین‌های FLIP 00-75c و FLIP 97-26c به ترتیب حساس‌ترین لاین‌ها در بین ارقام و لاین‌های مورد بررسی به تنش خشکی از نظر توسعه اندام هوایی به شرایط کمبود آب می‌باشند.

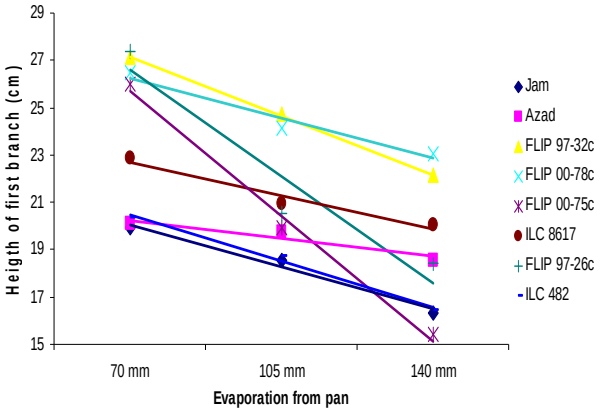
تعداد شاخه در بوته

لاین ILC 482 دارای بیشترین و لاین ILC 8617 دارای کمترین تعداد شاخه در بوته بود بین سایر ارقام مورد بررسی از این نظر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). اعمال سطوح کم آبی منجر به کاهش معنی‌دار تعداد شاخه‌ها گردید. به طوری‌که سطوح آبیاری پس از ۱۰۵ و ۱۴۰ نسبت به ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب ۳۲ و ۵۱ درصد تعداد شاخه در بوته را کاهش داد. ارزیابی معادله رگرسیون خطی ساده نیز نشان داد اعمال تنش به ازای تاخیر زمان آبیاری بر اساس افزایش هر میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، مقدار ۰/۷۲ واحد از تعداد شاخه در بوته کاسته شد (شکل ۳).



شکل ۱– اثر ارقام و سطوح آبیاری بر ارتفاع بوته

Figure 1- Effect of cultivars and irrigation levels on plant height



شکل ۲– اثر ارقام و سطوح آبیاری بر ارتفاع اولین شاخه از سطح زمین

Figure 2- Effect of cultivars and irrigation levels on first branch height

Archive of SID

www.SID.ir

سطح برگ بوته

در بین ارقام مورد بررسی اختلاف معنی‌داری از نظر سطح برگ مشاهده نشد (جدول ۱) ولی اعمال سطوح خشکی روی این صفت تاثیر معنی‌داری داشت و باعث کاهش سطح برگ گردید. در این بررسی سطوح آبیاری پس از ۱۰۵ و ۱۴۰ نسبت به ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب منجر به کاهش به ترتیب ۲۳ و ۴۵ درصدی سطح برگ گردید. معادله رگرسیون خطی ساده نیز نشان داد اعمال تنش به ازای تاخیر زمان آبیاری بر اساس افزایش هر میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، مقدار ۹۲/۱۵ واحد از سطح برگ بوته کاسته شد (شکل ۴)، که نشان دهنده‌ی حساسیت بالای این صفت به تنش خشکی است. تنش خشکی توسعه و تقسیم سلول را کاهش داده و منجر به کاهش سطح برگ گیاهان می‌گردد. کاهش سطح برگ گیاهان تحت تاثیر خشکی مکانیسمی برای تحمل به خشکی در گیاهان است (Gaur *et al*., 2008). تنش خشکی هم در سطح سلولی و هم در سطح کل گیاه روی فنولوژی و فیزیولوژی گیاه تاثیر می‌گذارد. در سطح سلولی این اثرات شامل تجمع اسید آبسیزیک، کاهش تقسیم و توسعه سلول‌ها، تنظیم اسمزی و کاهش فعالیت آنزیم‌ها است. در سطح کل گیاه نیز پاسخ به خشکی شامل کاهش توسعه برگ و تسریع پیری برگ‌ها است (Boomsma and Vyn, 2008).

محتوای رطوبت نسبی

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که کم آبی از محتوای رطوبت نسبی نخود کاست. در شرایط آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک محتوای رطوبت نسبی برگ ۷۷/۵۲ درصد بود. اعمال تیمارهای آبیاری پس از ۱۰۵و ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب باعث کاهش ۱۹ و ۳۴ درصدی محتوای رطوبت نسبی گردید. معادله رگرسیون خطی ساده نیز نشان داد اعمال تنش به ازای تاخیر زمان آبیاری بر اساس افزایش هر میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، مقدار ۱۳/۵۳ واحد از محتوای رطوبت نسبی کاسته شد (شکل ۵). کمبود آب مستقیماً در دسترس بودن آب را برای گیاهان کاهش می‌دهد و بنابراین منجر به کاهش نیروی تولید گیاهان زراعی می‌شود. ولی کمبود از دست روی آب از طریق کاهش هدایت روزنه‌ای برگ‌ها و کاهش سطح برگ با تغییر مورفولوژی برگ‌ها و ریزش برگ‌ها منجر به تحمل به خشکی در گیاهان می‌گردد (Gaur *et al*., 2008).

شاخص محتوای کلروفیل

محتوای کلروفیل برگ نماینده میزان فتوسنتز در گیاه می‌تواند باشد. در بین ارقام مورد بررسی لاینFLIP97-32c دارای شاخص محتوای کلروفیل بیشتری نسبت به سایر ارقام و لاین‌ها بود و در سایر ارقام و لاین‌ها اختلاف معنی‌داری از نظر این صفت مشاهده نشد (جدول ۲). با اعمال شرایط کم‌آبی محتوای کلروفیل در برگ‌ها افزایش یافت. این افزایش عمدتاً ناشی از کاهش بیشتر سطح برگ نسبت به کلروفیل می‌باشد. به طوری‌که سطح آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر منجر به افزایش ۲۲ درصدی شاخص محتوای کلروفیل برگ‌ها شد اما سطح آبیاری پس از ۱۰۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تاثیر معنی‌داری روی این صفت نداشت. معادله رگرسیون خطی ساده نیز نشان داد اعمال تنش به ازای تاخیر زمان آبیاری بر اساس افزایش هر میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، مقدار ۰/۰۹۲ واحد محتوای کلروفیل را افزایش داد (شکل ۶).

تعداد نیام در بوته

در هر بوته از ارقام و لاین‌های مورد بررسی بین ۱۴ تا ۲۲ عدد نیام مشاهده گردید، که نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی در آنها می‌باشد. لاین ILC 482 دارای بیشترین تعداد نیام در بوته (۲۱/۸ عدد) نسبت

Archive of SID

www.SID.ir

به سایر ارقام و لاین‌ها بود. کمترین تعداد نیام در لاین ILC8617 (۱۴/۳ عدد) و FLIP0078c (۱۴/۶ عدد) حاصل شد (جدول ۲). خشکی در این مطالعه تاثیر معنی‌داری روی تعداد نیام در بوته داشت و باعث کاهش این صفت گردید. در این بررسی سطوح آبیاری پس از ۱۰۵ و ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک باعث کاهش به ترتیب ۲۹ و ۵۱ درصدی تعداد نیام‌ها در بوته نسبت به آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر گردید (شکل ۷). نیام خالی به عنوان یک صفت نامطلوب در ارقام و لاین‌های مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌دار بود که ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی می‌باشد. بیشترین تعداد نیام خالی در رقم آزاد و لاین ILC 482 مشاهده شد. زیاد بودن نیام خالی در لاین ILC 482 ناشی از تعداد بالای نیام در بوته می‌باشد. کمترین تعداد نیام خالی در لاین FLIP00-78c به‌دست آمد (جدول ۲). کاهش مقدار آب در دسترس گیاه منجر به افزایش تعداد نیام‌های خالی گردید به طوری‌که آبیاری پس از ۱۰۵ و ۱۴۰ نسبت به ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک منجر به افزایش ۷۰ و ۱۸۰ درصدی تعداد نیام‌های خالی گردید (شکل ۸) که نشان‌دهنده‌ی تاثیرپذیری قابل توجه این صفت از وضعیت آبی گیاه می‌باشد. چرا که تحت شرایط خشکی میزان توسعه سطح برگ و حتی ریزش برگ‌ها، منجر به کاهش سطح برگ‌ها می‌شود. کاهش ظرفیت فتوسنتزی کانوپی گیاهی به دلیل محدود شدن انتشار دی اکسید کربن به داخل برگ‌ها به دنبال بسته شدن روزنه‌ها، کاهش در تشعشع فعال فتوسنتزی دریافتی و کاهش سطح برگ همگی ممکن است باعث کاهش کارایی مصرف انرژی، تولید ماده خشک و در نتیجه نیروی تولید گردد، بدین ترتیب کاهش تخصیص مواد فتوسنتزی به نیام‌ها، تعداد نیام‌های پوک را در گیاه افزایش خواهد داد (Yi *et al.*, 2010).

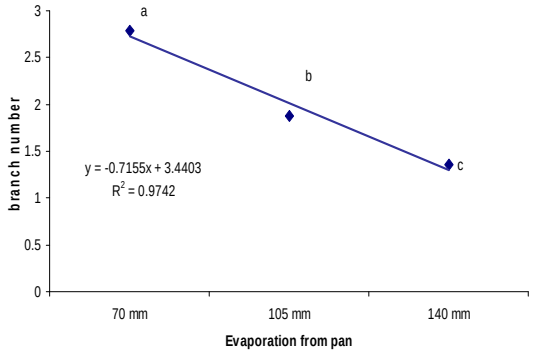
تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه

با توجه به وجود تفاوت در تعداد نیام در بوته و تعداد نیام‌های خالی تفاوت معنی‌دار در بین ارقام و لاین‌های مورد بررسی از نظر تعداد دانه در بوته امری طبیعی به شمار می‌رود. لاین ILC 482 علیرغم داشتن نیام خالی زیاد به دلیل تعداد نیام بالا در بوته دارای بیشترین تعداد دانه در بوته (۱۷/۳۱ عدد) و لاین‌های FLIP00-78c و ILC 86 17 به دلیل داشتن کمترین تعداد نیام در بوته دارای کمترین تعداد دانه در بوته نیز بودند (جدول ۲). تعداد دانه‌ها در بوته تحت تاثیر کم آبی قرار گرفت. سطوح آبیاری پس از ۱۰۵ و ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب کاهشی ۲۹ و ۵۲ درصدی را در تعداد دانه‌ها نسبت به آبیاری پس از ۷۰ میلی متر تبخیر از تشتک ایجاد کرد. معادله رگرسیون خطی ساده نیز نشان داد اعمال تنش به ازای تاخیر زمان آبیاری بر اساس افزایش هر میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، مقدار ۴/۱۷۶ واحد تعداد دانه در بوته را کاهش داد (شکل ۹). نتایج فوق موید حساسیت شدید گیاه نخود به تنش خشکی در مرحله گلدهی است.

وزن هزار دانه نیز تحت تاثیر کم آبی دچار کاهش شد. سطوح آبیاری پس از ۱۰۵و ۱۴۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر به ترتیب باعث کاهش ۱۱ و ۲۳ درصدی وزن هزار دانه نسبت به سطح آبیاری پس از ۷۰ میلی متر تبخیر از تشتک گردید. معادله رگرسیون خطی ساده نیز نشان داد اعمال تنش به ازای تاخیر زمان آبیاری بر اساس افزایش هر میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، مقدار ۳۷/۶۵ واحد وزن هزار دانه را کاهش داد (شکل ۱۰). گرده‌افشانی مهم‌ترین مرحله از گیاه است که وقوع خشکی در آن بیشترین تاثیر را روی تعداد دانه می‌گذارد. در هنگام گرده‌افشانی خشکی شدیدترین تاثیر را می‌تواند روی عملکرد گیاهان داشته باشد (Moser *et al.*, 2006).

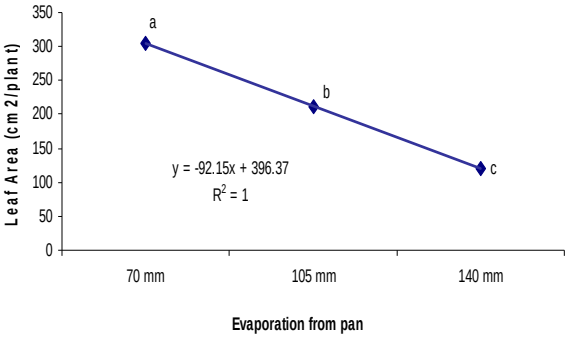
Archive of SID

www.SID.ir



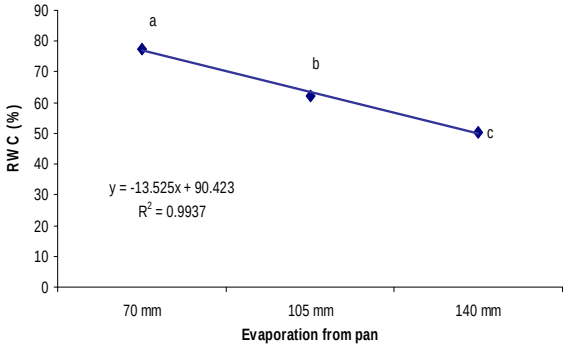
شکل ۳- اثر سطوح آبیاری بر تعداد شاخه

Figure 3- Effect of irrigation levels on branch number



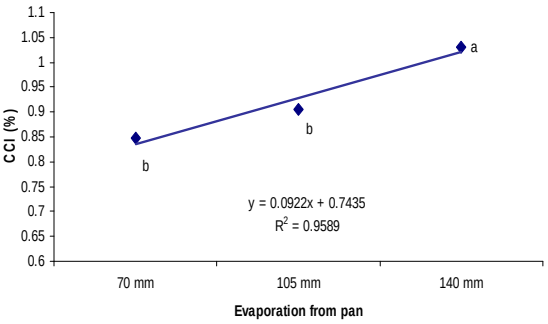
شکل ۴- اثر سطوح آبیاری بر سطح برگ

Figure 4- Effect of irrigation levels on leaf area



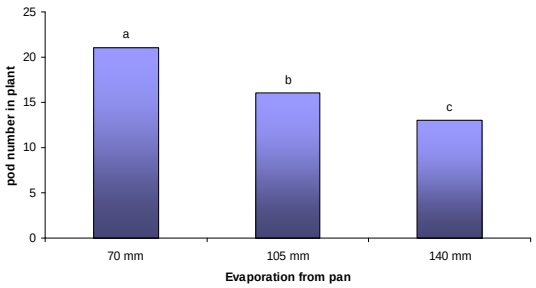
شکل ۵– اثر سطوح آبیاری بر محتوای رطوبت نسبی قبل از آبیاری

Figure 5- Effect of irrigation levels on RWC



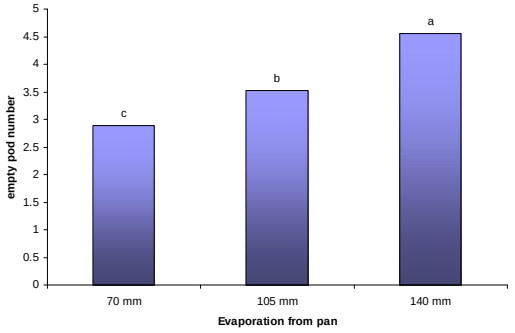
شکل ۶– اثر سطوح آبیاری بر میزان کلروفیل

Figure 6- Effect of irrigation levels on CCI



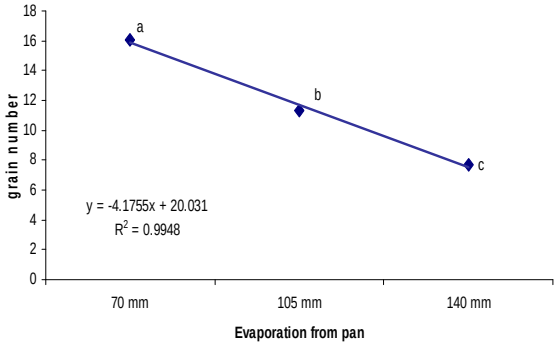
شکل ۷- اثر سطوح آبیاری بر تعداد نیام در بوته

Figure 7- Effect of irrigation levels on pod number



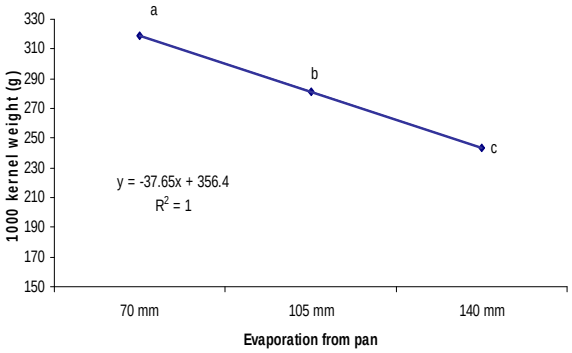
شکل ۸- اثر سطوح آبیاری بر تعداد نیام خالی

Figure 8- Effect of irrigation levels on empty pod number



شکل ۹- تاثیر سطوح آبیاری بر تعداد دانه در بوته

Figure 9- Effect of irrigation levels on grain number



شکل ۱۰– تاثیر سطوح آبیاری بر وزن هزار دانه

Figure 10- Effect of irrigation levels on 1000 grain weight

SID.ir

عملکرد دانه

لاین ILC 482 دارای عملکرد دانه بیشتری نسبت به سایر ارقام و لاین‌های مورد بررسی بود. در این لاین عملکردی معادل ۲۰۸ گرم در متر مربع به دست آمد که به ترتیب۹۶/۲۲، ۱۰۳/۹۲، ۸۲/۴۶، ۱۲۱/۲۸ و ۷۴/۷۹ درصد بیشتر از عملکرد دانه لاین‌های FLIP 97-32c، FLIP 00-78c، FLIP 00-75c، ILC 86 17 و FLIP 97-26c بود (جدول ۲). با توجه به تغییرات صفات در ارقام و لاین‌های مورد بررسی تفاوت در عملکرد دانه و برتری لاین ILC 482 منطقی است. با توجه به تفاوت‌های چشمگیر در عملکرد دانه تولید شده ضرورت انتخاب رقم یا لاین در یک منطقه برای حصول عملکردهای قابل قبول مشخص می‌باشد.

عملکرد ارقام و لاین‌های مورد بررسی تحت تاثیر کم آبی دچار کاهش معنی‌دار شد. به طوری که عملکرد دانه معادل ۲۰۱ گرم در متر مربع با آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ۱۴۶ و ۷۲ گرم بر متر مربع به ترتیب در آبیاری پس از ۱۰۵ و ۱۴۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کاهش یافت که نشان‌دهنده افتی معادل به ترتیب ۲۷/۳۶ و ۶۴/۱۸ درصد در عملکرد دانه در واحد سطح می‌باشد. معادله رگرسیون خطی ساده نیز نشان داد اعمال تنش به ازای تاخیر زمان آبیاری بر اساس افزایش هر میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، مقدار ۶۴/۵ واحد عملکرد دانه را کاهش داد (شکل ۱۱).

تحت شرایط خشکی، تغذیه گیاهی نقش مهمی را در عملکرد گیاهان زراعی بر عهده دارد. مواد غذایی با اثرات در دسترس بودن آب تداخل می‌کند و در نتیجه منجر به کاهش کارایی مصرف آب و عملکرد در گیاهان زراعی می‌شوند (Rajala *et al*., 2009). نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی محدود کننده تولید گیاهان زراعی مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک است. لذا فرآیندهای درگیر در دسترس بودن نیتروژن در این مناطق نقش مهمی را در مشخص کردن نیروی تولید گیاهان زراعی خواهد داشت. در این بررسی کاهش آب قابل دسترس به دلیل کاهش اجـزای موثر بر عملکرد دانه، نیروی تولید ارقام و لاین‌های مورد بررسی را کاهش داده است.

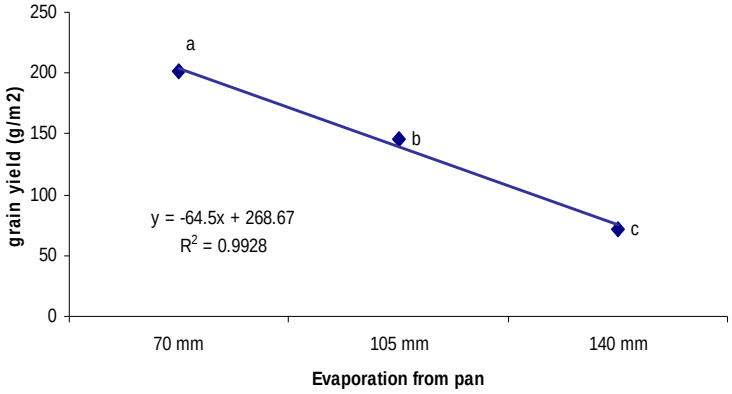
نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج حاصل از این بررسی لاین ILC 482 دارای بالاترین میزان در صفات مرتبط با عملکرد دانه از جمله تعداد شاخه در بوته، تعداد نیام و تعداد دانه در بوته بود. این لاین کمترین میزان کاهش ارتفاع بوته را در شرایط کم آبی نسبت به سایر ارقام و لاین‌های مورد بررسی نشان داد که به مفهوم حساسیت کمتر فرآیندهای رشدی در آن به شمار می‌رود.

در این بررسی تنش کمبود آب باعث کاهش ارتفاع بوته، ارتفاع اولین شاخه از سطح خاک، محتوای رطوبت نسبی، سطح برگ، تعداد دانه و نیام در بوته، وزن هزار دانه و البته افزایش محتوای کلروفیل و تعداد نیام خالی در گیاه گردید. این تغییرات منجر به کاهش عملکرد دانه تولیدی در واحد سطح شد. کاهش عملکرد دانه به دنبال کاهش ۵۰ درصدی آب مصرفی ۲۷ درصد و در اثر کاهش ۱۰۰ درصدی آب مصرفی در شرایط این آزمایش ۶۴ درصد برآورد گردید، لذا در تولید نخود لازم است به ارزش آب در منطقه و افزایش محصول تولیدی به ازای افزایش آب مصرفی توجه نمود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱۱- اثر سطوح آبیاری بر عملکرد دانه در واحد سطح

Figure 11- Effect of irrigation levels on grain yield

جدول ۲- میانگین‌های اثر ارقام و لاین‌ها بر صفات مورد بررسی در نخود

Table 2- Means of effects of cultivars and lines on studied traits in chickpea

	تعداد دانه در بوته Grain number	تعداد نیام تو خالی Empty pod number	تعداد دانه در بوته Grain number	شاخص محتوای کلروفیل Chlorophyll Content Index	تعداد شاخه Branch number	عملکرد دانه در واحد سطح Grain yield (g)
جم (Jam)	13.24 b	3.978 ab	17.9 b	0.8933 b	1.822 bc	148 ab
آزاد (Azad)	12.58 bc	4.422 a	18.1 b	0.8667 b	1.689 bc	145 ab
FLIP 97-32c	9.722 bc	3.578 abc	15.2 bc	1.220 a	1.778 bc	106 b
FLIP 00-78c	9.356 c	2.556 c	14.6 c	0.8489 b	2.333 ab	102 b
FLIP 00-75c	11.02 bc	3.578 abc	16.6 b	0.9200 b	1.978 bc	114 b
ILC 86 17	9.378 c	2.956 bc	14.3 c	0.8533 b	1.496 c	94 b
FLIP 97-26c	10.82 bc	3.822 ab	16.3 b	0.9733 b	2.178 abc	119 b
ILC 482	17.31 a	4.333 a	21.8 a	0.8467 b	2.800 a	208 a

جدول ۳- معادلات رگرسیون ساده خطی ارتفاع بوته و ارتفاع اولین شاخه از سطح خاک در ارقام نخود تحت شرایط سطوح آبیاری

Table 3- Linear regression equations of plant height and height of first branch in chickpea cultivars and lines on irrigation levels

	ارتفاع بوته (Plant height)	ارتفاع اولین شاخه (height of first branch)
جم (Jam)	y = -2.515x + 39.087 R2 = 0.8658	y = -1.8x + 21.877 R2 = 0.9805
آزاد (Azad)	y = -2.9x + 41.933 R2 = 0.9372	y = -0.78x + 21.037 R2 = 0.9267
FLIP 97-32c	y = -4.1x + 49.823 R2 = 0.9146	y = -2.5x + 29.663 R2 = 0.9995
FLIP 00-78c	y = -3.37x + 48.207 R2 = 0.9042	y = -1.7x + 27.957 R2 = 0.9549
FLIP 00-75c	y = -5.1x + 49.2 R2 = 0.9897	y = -5.285x + 30.993 R2 = 0.9927
ILC 8617	y = -5.17x + 49.897 R2 = 0.9679	y = -1.4x + 24.09 R2 = 0.9528
FLIP 97-26c	y = -5.6x + 52.003 R2 = 0.9592	y = -4.5x + 31.11 R2 = 0.9154
ILC 482	y = -1.17x + 38.473 R2 = 0.9426	y = -1.95x + 22.423 R2 = 0.9916

www.SID.ir

References

منابع مورد استفاده

- Asch, F., M.N. Andersen, C.R. Jensen, and V.O. Mogensen. 2001. Ovary abscisic acid concentration does not induce kernel abortion in field-grown maize subjected to drought. *European Journal of Agronomy*. 15: 119–129.
- Ashraf, M. 2010. Inducing drought tolerance in plants: Recent advances. *Biotechnology Advances*. 28: 169–183.
- Bardhan, K., V. Kumar, and S.K. Dhimmar. 2007. An evaluation of the potentiality of exogenous osmoprotectants mitigating water stress on chickpea. *The Journal of Agricultural Sciences*. 3: 67-74.
- Biabani, A., M. Mollashahi, M. Esmaeili, A. Bahlake, and A. Gholi khani. 2011. Correlation and relationships between seed yield and other characteristics in chickpea (*Cicer Arietinum* L.) cultivars under deterioration. *American Eurasian Journal of Agriculture and environmental science*. 10: 692-695.
- Boomsma, C.R. and T.J. Vyn. 2008. Maize drought tolerance: Potential improvements through arbuscular mycorrhizal symbiosis?. *Field Crops Research*. 108: 14–31.
- Chaerle, L., D. Hagenbeek, X. Vanrobaeys, and D. Van Der Straeten. 2007. Early detection of nutrient and biotic stress in *Phaseolus vulgaris*. *International Journal of Remote Sensing.* 28(16): 3479-3492.
- Deokar, A.A., V. Kondawar, P.K. Jain, S.M. Karuppayil, N.L. Raju, V. Vadez, R.K. Varshney, and R. Srinivasan. 2011. Comparative analysis of expressed sequence tags (ESTs) between drought-tolerant and -susceptible genotypes of chickpea under terminal drought stress. *BMC Plant Biology*. 11: 1-20.
- Efeoğlu, B., Y. Ekmekçi, and N. Çiçek. 2009. Physiological responses of three maize cultivars to drought stress and recovery. *South African Journal of Botany*. 75: 34–42.
- Feng, D., F. Feng-ling, N. Na, and L. Wan-chen. 2009. Differential gene expression in response to drought stress in maize seedling. *Agricultural Sciences in China*. 8(7): 767-776.
- Gaur, P., L. Krishnamuthy, and J. Kashiwagi. 2008. Improving drought avoidance root traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) -curent status of research at ICRISTAT. *Plant Production Science*. 11: 3-11.
- Hlavinka, P., M. Trnka, D. Semeradovaa, M. Dubrovsky, Z. Zalud, and M. Mozny. 2009. Effect of drought on yield variability of key crops in Czech Republic. *Agricultural and Forest Meteorology*. 149: 431 – 442.
- Jain, D. and D. Chattopadhyay. 2010. Analysis of gene expression in response to water deficit of chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties differing in drought tolerance. *Jain and Chattopadhyay BMC Plant Biology*. 10: 1-14.
- Javadi, A., M.H. Rahmati, and A. Tabatabaeefar. 2009, Sustainable tillage methods for irrigated wheat production in different regions of Iran. *Soil and Tillage Research*. 104: 143–149.
- Lodeiro, A.R., P. Gonza´lez, A. Herna´ndez, L.J. Balague, and G. Favelukes. 2000. Comparison of drought tolerance in nitrogen-fixing and inorganic nitrogen-grown common beans. *Plant Science*. 154: 31–41.

Archive of SID

www.SID.ir

- Macar, T.K. and Y. Ekmekci. 2008. PSII photochemistry and antioxidant responses of a chickpea variety exposed to drought. *Z. Naturforsch*. 6. 583-59۰
- Mafakheri, A., A. Siosemardeh, P.C. Bahramnejad, and E. 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.
- Moser, S.B., B. Feil, S. Jampatong, and P. Stamp. 2006. Effects of pre-anthesis drought, nitrogen fertilizer rate, and variety on grain yield, yield components, and harvest index of tropical maize. *Agricultural Water Management*. 81: 41–58.
- Rajala, A., K. Hakala, P. Makela, S. Muurinen, and P. Peltonen-Sainio. 2009. Spring wheat response to timing of water deficit through sink and grain filling capacity. *Field Crops Research*. 114(2): 263-271
- Yaseen, M., M.K. Khalil, and S. Kashif. 2004. Genetic variability and adaptation of wheat varieties to phosphorus deficiency stress. *Pak. J. Agri. Sci.* 41(1-2): 47-51 .
- Yi, L., Y. Shenjiao, L. Shiqing, C. Xinping, and C. Fang. 2010. Growth and development of maize (*Zea mays* L.) in response to different field water management practices: Resource captures and uses efficiency. *Agricultural and Forest Meteorology*. 150: 606–613.
- Yucel, O. and A.E. Anlarsal. 2010. Determination of selection criteria with path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.) breeding. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 16: 42-48.

Archive of SID

www.SID.ir