دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال هفتم، شماره بیست و سوم، ۱۳۹۴

تأثیر تنش خشکی انتهای فصل بر مصرف آب، رشد و عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.)

علیرضا نه‌بندانی[۱]، افشین سلطانی[۲]، پردیس درویشی راد[۲]

تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۱۵

چکیده

اکثر کشورهای تولیدکننده نخود از جمله ایران در مناطق خشک و نیمه خشک قرار داشته و تنش خشکی در آخر فصل در زمان تشکیل غلاف و پر شدن دانه از مهم‌ترین عوامل محدودکننده عملکرد این گیاه است. به منظور بررسی تاثیر زمان شروع تنش خشکی انتهای فصل بر نخود، آزمایشی فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان با چهار تکرار اجرا شد. تیمارها شامل دو تاریخ کشت ۱۵ دی ماه و ۲۷ بهمن ماه و سه سطح زمان شروع خشکی انتهای فصل در زمان گلدهی، ۱۰ و ۲۰ روز پس از شروع گلدهی و تیمار شاهد با آبیاری مناسب بودند. نتایج آزمایش نشان داد که وقوع خشکی انتهای فصل در مراحل گلدهی و ۱۰ و ۲۰ روز پس از گلدهی به ترتیب سبب کاهش ۳۶، ۲٤ و ۱۵ درصد در آب مصرفی و ۳۱، ۲۳ و ۱۰ درصد در ماده خشک تجمعی نسبت به تیمار شاهد شد. در مجموع در تاریخ کشت اول، وقوع خشکی انتهای فصل در مراحل گلدهی و ۱۰ و ۲۰ روز پس از گلدهی به ترتیب سبب کاهش ۷۹، ۷۱ و ۷ درصد عملکرد دانه نسبت به شاهد شد و در تاریخ کشت دوم، وقوع خشکی انتهای فصل در مراحل گلدهی و ۱۰ و ۲۰ روز پس از گلدهی به ترتیب سبب کاهش ۵۷، ۵۷ و ٤۲ درصد عملکرد دانه نسبت به شاهد شد. بنابراین، تاریخ کشت مطلوب و آبیاری تکمیلی در مراحل زایشی می‌تواند گزینه مدیریتی برای کاهش جنبه‌های منفی خشکی انتهای فصل باشد.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کشت، تنش رطوبتی، سطح برگ، ماده خشک

نه‌بندانی، ع.ر.، ا. سلطانی و پ. درویشی راد. ۱۳۹٤. تأثیر از تنش خشکی انتهای فصل بر مصرف آب، رشد و عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲۳: ۲۷-۱۷.

۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: a.nehbandani@yahoo.com

۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

مقدمه

حبوبات پس از غلات دومین منبع غذایی بشر است. نخود به عنوان سومین محصول در بین حبوبات جهان بوده و ایران از نظر سطح زیرکشت این محصول چهارمین رتبه پس از هند، پاکستان و ترکیه به خود اختصاص داده است (نصراصفهانی، ۱۳۹۲). دانه خشک حبوبات با برخورداری از ۱۸ الی ۳۲ درصد پروتئین، مکمل پروتئین غلات محسوب می‌شود. در این ارتباط نخود با داشتن ۱۵ تا ۲۵ درصد پروتئین، غنی از اسیدهای آمینه ضروری نظیر لایسین است (مکنزی و هیل، ۱۹۹۵). در ایران، نخود در بین حبوبات سرمادوست با سطح زیر کشت حدود ۵۵۰ هزار هکتار و تولید تقریبی ۲۹۵ هزار تن، بیشترین سطح زیر کشت و تولید را به خود اختصاص داده است (فائو، ۲۰۱۳). از آنجا که بیش از ۹۰ درصد کشت نخود در ایران به صورت دیم می‌باشد، یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد نخود مربوط به وقوع تنش خشکی در مراحل مختلف رشد و نمو گیاه می‌باشد (کاشیواگی و همکاران، ۲۰۰۶).

حبوبات سرما دوست تحت تأثیر دو نوع تنش خشکی متناوب[1] که در نتیجه قطع متناوب بارندگی‌های زمستانه و بهاره و تنش خشکی انتهایی[2] که به سبب کاهش رطوبت خاک در مراحل انتهایی رشد اتفاق می‌افتد، قرار دارند (گنجعلی و نظامی، ۱۳۸۷). عملکرد یک گیاه ثمره بسیاری از فرآیندهای رشد است که در طی دوره رشد و نمو به وقوع می‌پیوندد. تنش خشکی می‌تواند از طریق تأثیرگذاری بر این فرآیندها عملکرد را تحت تأثیر قرار دهد. اما میزان تأثیر بسته به زمان وقوع تنش خشکی و شدت آن ممکن است متفاوت باشد (توماس و همکاران، ۲۰۰۳). تنش خشکی در زمان تشکیل غلاف و پر شدن دانه‌ها (تنش خشکی انتهای فصل) از مهم‌ترین عوامل کاهش‌دهنده عملکرد دانه نخود محسوب می‌شود (تورنر، ۲۰۰۳).

تنش خشکی موجب کاهش طول دوره گلدهی و تسریع رسیدگی و کاهش عملکرد دانه نخود می‌شود (انور و همکاران، ۲۰۰۳). بررسی‌ها در مورد زمان آبیاری در نخود نشان داده است که حساس‌ترین زمان برای آبیاری آن مرحله گلدهی و تشکیل غلاف می‌باشد زیرا تنش خشکی در این مرحله سبب ریزش غلاف‌ها می‌شود (امیری ده‌احمدی و همکاران، ۱۳۸۹؛تسفای و همکاران، ۲۰۰۶). تأثیر منفی تنش خشکی بر عملکرد دانه به علت اثرات آن بر روی سطح برگ، فتوسنتز پوشش گیاهی، سرعت رشد محصول و اجزای عملکرد می‌باشد (امیری ده‌احمدی و همکاران، ۱۳۸۹؛ شبیری و همکاران، ۱۳۸۵؛ چائی چی و همکاران، ۱۳۸۲).

گلدانی و رضوانی مقدم (۱۳۸٤) سطوح مختلف خشکی (بدون آبیاری، آبیاری فقط در زمان کشت، آبیاری در زمان کشت و قبل از گلدهی و آبیاری در زمان کشت) و تاریخ کشت اثر معنی‌داری بر صفات تعداد غلاف در واحد سطح، تعداد دانه در واحد سطح و وزن صد دانه ارقام نخود داشت، بطوری‌که بیشترین عملکرد دانه در سه بار آبیاری (آبیاری در زمان کشت، گلدهی و غلاف‌دهی) بدست آمد. همچنین میرشکاری و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی اثر تاریخ کاشت و تنش آبی محدود بیان داشتند واکنش گلرنگ به آبیاری وابسته به تاریخ کشت است. تاریخ کشت زود هنگام و تیمار های طبیعی آبیاری در مراحل مختلف رشد گلرنگ مقدار حداکثر برای تمام صفات را نشان داد. حداقل صفات هنگام قطع آب در آخرین تاریخ کاشت، به ترتیب در مراحل تشکیل طبق، گلدهی و پر شدن دانه نمایان شد .

اغلب پژوهش‌های انجام شده در مورد تنش خشکی در نخود به ویژه در پژوهش‌های آزمایشگاهی به الگوی خشکی اصلی که در ایران اتفاق می‌افتد توجهی نشده و بیشتر این تحقیقات مربوط به ایجاد تنش خشکی در مراحل اولیه است. در این مقاله سعی شده ضمن شبیه‌سازی تنش خشکی انتهای فصل در گلخانه، تأثیر آن بر صفات مختلف نخود بررسی شود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تنش خشکی در مرحله رشد زایشی نخود، آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۳۸۲ اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تیمارها شامل تنش خشکی انتهای فصل در مراحل گلدهی، ۱۰ و ۲۰ روز پس از گلدهی و تیمار شاهد با آبیاری مناسب و دو تاریخ کشت ۱۵ دی ماه و ۲۷ بهمن ماه بودند. علت انتخاب دو تاریخ کشت ایجاد دو شرایط محیطی بود زیرا گلخانه مورد استفاده سر باز بود و بنابراین شرایط دمایی درون گلخانه مشابه با محیط خارج آن بود، این امر باعث شد گیاه در تاریخ کاشت دوم (۲۷ بهمن) در معرض دمای بالاتری نسبت به اول (۱۵ دی) قرار بگیرد و خشکی شدیدتری را تجربه کند. نوع رقم نخود، هاشم و تراکم بوته در هر گلدان سه عدد بود. خاک گلدان‌ها دارای بافت لوم سیلتی رس (۹ درصد شن، ۳۹ درصد رس و ۵۲ درصد سیلت) بود. کود اوره ۵۰ کیلوگرم در هکتار و پتاسیم و فسفر هر کدام به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در زمان کشت به خاک اضافه شد.

در هر دو تاریخ کشت تمامی گلدان‌ها تا زمانی که ۵۰ درصد گیاهان به مرحله شروع گلدهی رسیدند هر ۲ یا ۳ روز یک‌بار توزین می‌شدند و به اندازه اختلاف‌شان از وزن مرجع (وزن در حالت ظرفیت زراعی)، به گلدان‌ها آب اضافه می‌شد و مقدار آن برای هر تیمار ثبت شد. پس از رسیدن ۵۰ درصد گیاهان به مرحله آغاز

1. Intermittent droughts
2. Terminal droughts

گلدهی، روی سطح خاک گلدان‌ها به منظور کاهش تبخیر توسط ۵۰۰ گرم لیکا (رس سبک منبسط شده) پوشانده شد. از این مرحله به بعد وزن لیکا به وزن مرجع اضافه شد. طریقه اعمال تنش خشکی برای تیمارهای مختلف در هر دو تاریخ کشت به صورت ذیل بود:

تیمار شاهد: گلدان‌های تیمار شاهد در تمام طول دوره رشد در هر بار توزین به اندازه اختلاف‌شان از وزن مرجع تا پایان فصل رشد آبیاری شدند.

تیمار تنش خشکی انتهای فصل در شروع گلدهی: تا مرحله شروع گلدهی گلدان‌ها مشابه با تیمار شاهد آبیاری شدند و پس از آغاز گلدهی، آبیاری تا پایان فصل رشد قطع شد. طول دوره تنش خشکی برای تاریخ کشت ۱۵ دی و ۲۷ بهمن به ترتیب ۳۸ و ١٤ روز بود.

تیمار تنش خشکی انتهای فصل در ۱۰ روز پس از شروع گلدهی: تا ۱۰ روز پس از شروع گلدهی، گلدان‌های مربوط به این تیمار، مشابه با شاهد آبیاری شدند و ۱۰ روز پس از گلدهی آبیاری تا پایان فصل رشد قطع شد. طول دوره تنش خشکی برای تاریخ کشت ۱۵ دی و ۲۷ بهمن به ترتیب ١٦ و ۱۰ روز بود.

تیمار تنش خشکی انتهای فصل در ۲۰ روز پس از شروع گلدهی: تا ۲۰ روز پس از شروع گلدهی، گلدان‌های مربوط به این تیمار مشابه با شاهد آبیاری شدند و ۲۰ روز پس از گلدهی، آبیاری تا پایان فصل رشد قطع شد. طول دوره تنش خشکی برای تاریخ کشت ۱۵ دی و ۲۷ بهمن به ترتیب ۸ و ۵ روز بود.

تنش خشکی در مزرعه بسیار آهسته‌تر از آنچه در گلدان صورت می‌گیرد، به وقوع می‌پیوندد. بر اساس مطالعات انجام شده در مزرعه و در شرایط دیم، شیب کاهش کسر رطوبت قابل استفاده در خاک روزی حداکثر ۵ درصد لحاظ شد (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۱). با انجام محاسبات این ۵ درصد در روز، معادل تلفات۳۰ میلی لیتر رطوبت بدست آمد. بنابراین پس از اعمال تنش خشکی به هر تیمار، برای آنکه کاهش رطوبت خاک در گلدان با شرایط موجود در خاک مزرعه مطابقت داشته باشد و گیاه در مدت کوتاهی به نقطه پژمردگی دائم نرسد تلفات آب از هر گلدان از زمان قطع آبیاری به بعد روزانه فقط به ۳۰ میلی‌لیتر آب محدود شد. بدین ترتیب در هر بار توزین اگر اختلاف وزن گلدان تحت تنش از وزن مرجع بیشتر از ۳۰ میلی-متر آب بود به مقدار این اختلاف به گلدان‌های مربوطه آب اضافه شد. به‌منظور محاسبه مقدار آب مصرفی در طول فصل برای هر تیمار در هر بار آبیاری، میزان آب اضافه شده به گلدان‌های هر تیمار در هر تکرار یادداشت شد. به منظور تعیین تاثیر تنش خشکی بر وزن خشک و سطح برگ بوته، در مراحل گلدهی، ۱۰ و ۲۰ روز پس از آغاز گلدهی، رسیدگی فیزیولوژیک و رسیدگی کامل، نمونه برداری صورت گرفت. برای اندازه‌گیری سطح برگ نمونه ها از دستگاه سطح برگ سنج (Area Measurement System, DELTA-T Devices ENGLAND.L) استفاده شد. برای تعیین وزن خشک کل بوته، مجموع وزن خشک ساقه، برگ، غلاف، دانه و ماده خشک ریزش یافته در هر گلدان محاسبه شد. بدین ترتیب که مجموع کل بوته به همراه ماده خشک ریزش یافته در هر گلدان در داخل پاکت کاغذی در آون (۷۲ درجه سانتی‌گراد) به مدت ٤٨ ساعت قرار داده شدند و سپس وزن شدند. در مرحله برداشت برای هر تیمار، تعداد روزهای از کشت تا رسیدگی کامل و عملکرد بیولوژیک مشخص شد. داده‌های بدست آمده از هر تیمار به کمک نرم‌افزار آماری SAS تجزیه شدند و مقایسه میانگین با آزمون کمترین اختلاف معنی‌داری (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد تعیین و شکل‌ها توسط برنامه Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

شرایط آب و هوایی

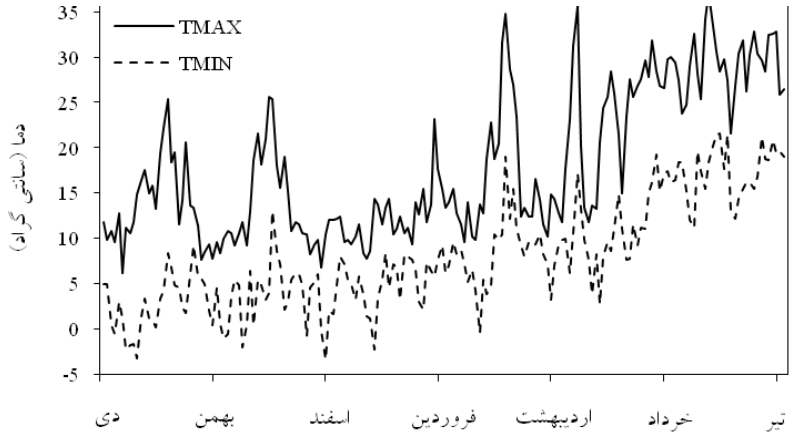
شکل ۱ تغییرات دمای هوا در طی اجرای آزمایش را نشان می-دهد. از نظر میانگین حداکثر دما در ماه دی، بهمن، اسفند، فروردین، اردیبهشت و خرداد به ترتیب ١٤، ١٤، ١٢، ١٧، ٢٣ و ٢٩ درجه سانتی‌گراد بود. همچنین، میانگین حداقل دما در ماه دی، بهمن، اسفند، فروردین، اردیبهشت و خرداد به ترتیب ٣، ٤، ٥، ٨، ١١ و ١٧ درجه سانتی‌گراد بود.

مقدار آب مصرفی

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس، تاریخ کشت و زمان‌های شروع تنش خشکی انتهای فصل بر روی مقدار آب مصرفی تاثیر معنی‌داری داشتند (جدول ۱ و ۲). در تیمارهایی که زودتر تحت تنش قرار گرفتند آب کمتری مصرف شد (شکل ۲). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که میزان آب مصرفی در تاریخ کشت دوم، ۱۷ درصد از تاریخ کشت اول بیشتر بود که احتمالاً به دلیل برخورد گیاه نخود به دماهای بالا و افزایش تبخیر و تعرق در این دوره و نیاز آبی زیاد محصول در تاریخ کشت دوم بوده است (شکل ۲).

تنش آب می‌تواند اندازه شکاف روزنه را کاهش دهد. با کاهش شکاف روزنه‌ها میزان تعرق نیز کاهش می‌یابد. کمبود آب، سبب کاهش میزان مصرف آب می شود (اهدایی، ۱۹۹۵؛ اهدایی و همکاران، ۱۹۹۱؛ کارفورد و همکاران، ۱۹۹۹). کرم و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که بیشترین میزان مصرف آب مربوط به گیاهانی بود که در طی دوره رشد تحت تنش خشکی قرار نگرفتند. با کم آبیاری در اوایل و اواسط گلدهی و اوایل تشکیل دانه در

آفتابگردان (*Helianthus annuus*) به ترتیب ۲۲، ۱٦ و ۹ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی می‌شود.



شکل۱- دمای حداقل و حدکثر در طی اجرای آزمایش در سال ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در گیاه نخود.

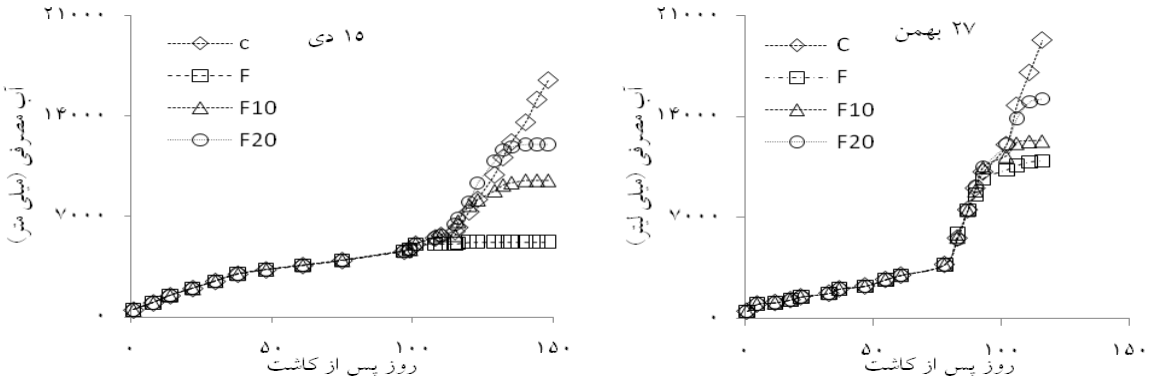
منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	آب مصرفی	ماده خشک
تکرار	۳	۰/۱۸۳^{ns}	۱/۷۰**	۳۹۱۹٥٤^{ns}	۱٥/۲٦*
تاریخ کشت	۱	۱ /٤٥**	۱/۰۷^{ns}	۷۷٦۳۷۷۰**	۹/٦۳^{ns}
تنش خشکی	۳	۰/۹٥**	۳/٥۹**	۱۱٥۳٦٦٥٤**	۳۲/۳٤**
تنش خشکی × تاریخ کشت	۳	۰/٤۸*	۰/۹۳*	٦۰۷٦۹٤^{ns}	۲/۹۸^{ns}
خطا	۲۱	۰/۱۲٥	۰/۳۰	۲۰۱٦۸۷	۳/۷۰

ns، * و ** به ترتیب نشانگر عدم وجود اثر معنی دار، و اثر معنی دار در سطح ٥ و ۱ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات آب مصرفی (میلی‌لیتر) و ماده خشک غیر دانه (گرم در بوته) تحت تأثیر تیمارهای مختلف خشکی

تیمار زمان شروع تنش خشکی	ماده خشک (گرم در بوته)	آب مصرفی (میلی‌لیتر)
شاهد	۱٤/۷a	۷۹۱۷a
شروع تنش خشکی در ۲۰ روز پس از گلدهی	۱۳/۲۳ab	٦٦۷٤b
شروع تنش خشکی در ۱۰ روز پس از گلدهی	۱۱/۳۷bc	٥۹۹۱c
شروع تنش خشکی در گلدهی	۱۰/۱٤c	٥۰٦٤d

میانگین‌های با یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند (٥ درصد)

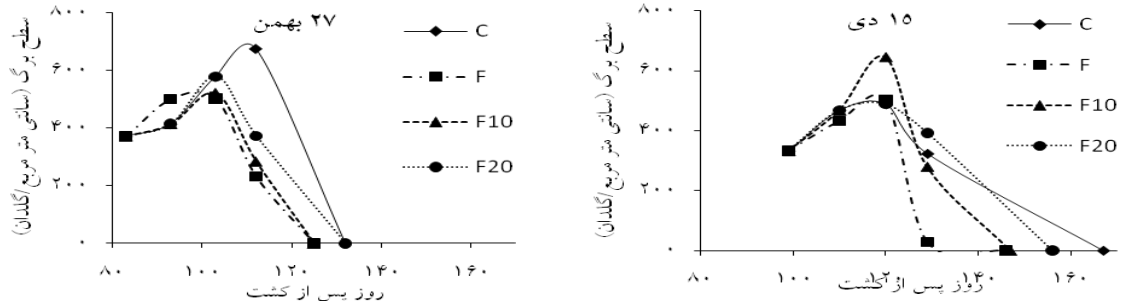


شکل ۲- میزان آب مصرفی (میلی لیتر) نخود در تیمارهای مختلف خشکی شامل آبیاری مناسب (شاهد، C) و شروع تنش خشکی درگلدهی (F)، ۱۰ (F10) و ۲۰ روز پس از گلدهی (F20) در تاریخ های مختلف کشت

سطح برگ در بوته

روند تغییرات سطح برگ در هر دو تاریخ کشت در شکل ۳ نشان داده شده است. در تاریخ کشت ۱۵ دی ماه تا ۱۲۰ روز پس از کشت و در تاریخ کشت ۲۸ بهمن ماه تا ۱۰۳ روز پس از کشت، روند رشد سطح برگ برای تمامی تیمارهای زمان شروع تنش خشکی انتهای فصل مشابه با شاهد و به‌صورت افزایشی است که این امر به دلیل انجام آبیاری مشابه شاهد برای تمامی تیمارها بود. پس از آن در هر دو تاریخ کشت با افزایش سن گیاه و ریزش برگ‌های پیر، روند رشد سطح برگ بصورت کاهشی ادامه یافت. در تاریخ کشت اول اعمال تنش خشکی در مراحل گلدهی و ۱۰ و ۲۰ روز پس از گلدهی سبب شد که به ترتیب در ۱٤٦، ۱٤۷ و ۱٥٦ روز پس از کشت سطح برگ به صفر برسد اما در تیمار شاهد پس از ۱٦۷ روز این امر روی داد. در تاریخ کشت دوم اعمال تنش خشکی در مراحل گلدهی و ۱۰ روز پس از گلدهی سبب شد پس از ۱۲۵ روز و در مرحله ۲۰ روز پس از گلدهی و شاهد پس از ۱۳۲ روز سطح برگ گیاه به صفر برسد. در هر دو تاریخ کشت، کاهش سطح برگ برای گیاهانی که از مرحله شروع گلدهی تحت تیمار خشکی قرار گرفتند به علت طولانی‌تر بودن دوره تنش خشکی نسبت به دیگر تیمارها بیشتر بود.

رشدی (۱۳۹۰) اعلام کرد با افزایش فاصله آبیاری از طول دوره رسیدگی، شاخص سطح برگ و میزان آب نسبی برگ‌ها در گیاه آفتابگردان کاسته شده و بر میزان پرولین برگ‌ها افزوده می‌شود. ژیا (۱۹۹٤) محدود شدن سطح برگ سویا (*Glycine max*) در تنش خشکی را به کاهش تقسیم و توسعه سلولی که با تجمع مواد فتوسنتزی به برگ‌ها کنترل می‌شود، نسبت داد و کاهش پتانسیل آبی خاک را سبب روند نزولی در تولید برگ دانست.

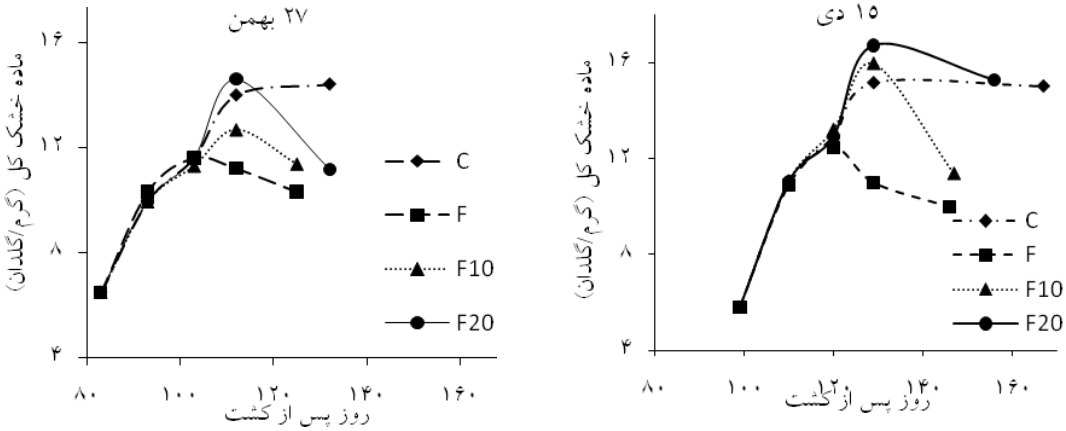


شکل ۳- تغییرات سطح برگ (سانتی‌متر مربع در گلدان) در تیمارهای مختلف خشکی شامل آبیاری مناسب (شاهد، C) و شروع تنش خشکی درگلدهی (F)، ۱۰ (F10) و ۲۰ روز پس از گلدهی (F20) در تاریخ های مختلف کشت

شاخص سطح برگ بالاتر در گیاه نخود در شرایط بدون تنش نسبت به شرایط تنش رطوبت توسط چندین پژوهشگر تأیید شده است (شبیری و همکاران، ۱۳۸۵؛ گلدانی و رضوانی مقدم، ۱۳۸٦). امیری ده‌احمدی و همکاران (۱۳۸۹) کمترین مقدار سطح برگ در نخود را به ترتیب مربوط به اعمال تنش در مراحل دانه‌بستن، گلدهی و غلاف‌دهی اعلام کردند. آن‌ها بیان داشتند چون بخش مهمی از رشد رویشی در مرحله زایشی صورت می‌گیرد بنابراین وجود تنش در این مرحله بر تولید سطح برگ به طور جبران ناپذیری اثر گذاشته و پیری در گیاه تسریع می‌شود. با کاهش رطوبت، شاخص سطح برگ روند کاهشی را نشان می‌دهد. شاخص سطح برگ یکی از شاخص‌های تعیین کننده رشد می‌باشد و همبستگی قوی بین سطح برگ در مرحله گرده‌افشانی با عملکرد بیولوژیک و دانه در بسیاری از مطالعات گزارش شده است (سینگ، ۱۹۹۷).

تجمع ماده خشک کل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفت تجمع ماده خشک نشان داد اثر زمان‌های شروع تنش خشکی انتهای فصل در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بر این اساس بیشترین میزان ماده خشک تولیدی مربوط به تیمار شاهد و سپس تیمار تنش خشکی ۲۰ روز پس از گلدهی بود (جدول ۲). شکل ٤ روند تجمع ماده خشک در هر دو تاریخ کشت را نشان می‌دهد. در تاریخ کشت ۱۵ دی ماه تا ۱۱۰ روز پس از کشت و در تاریخ کشت ۲۸ بهمن ماه تا ۱۰۳ روز پس از کشت تجمع ماده خشک برای تمامی تیمارهای زمان شروع تنش خشکی انتهای فصل مشابه با شاهد، به‌صورت افزایشی است. از آن به بعد این روند در تیمار تنش خشکی در مرحله گلدهی برای هر دو تاریخ کشت افزایش نیافت، زیرا تنش باعث ریزش گل‌ها و عدم تشکیل دانه شد و پس از آن با توجه به شروع تنش خشکی در مراحل۱۰ و ۲۰ روز پس از گلدهی در هر دو تاریخ کشت تجمع ماده خشک نسبت به شاهد کاهش یافت که آن هم به علت ریزش غلاف‌ها، برگ‌ها و کاهش تشکیل دانه بود.



شکل ٤- مقدار ماده خشک کل (گرم در گلدان) نخود در تیمارهای مختلف خشکی شامل آبیاری مناسب (شاهد، C) و شروع تنش خشکی درگلدهی (F)، ۱۰ (F10) و ۲۰ روز پس از گلدهی (F20) در تاریخ های مختلف کشت

امیری ده‌احمدی و همکاران (۱۳۸۹) در نخود بیان داشتند که بیشترین وزن خشک تک بوته مربوط به تیمار بدون تنش بوده و کمترین وزن خشک تک بوته مربوط به تنش خشکی در مرحله گلدهی می‌باشد. آن‌ها دلیل این امر را ریزش گل‌ها و عدم تشکیل دانه گزارش کردند. تقی خان و همکاران (۱۳۸۹) بیشترین وزن خشک تک بوته در نخود را در تیمار بدون تنش و کمترین ماده خشک را در تیمار تنش در مرحله غلاف‌بندی بدست آوردند. آن‌ها علت این امر را کمبود آب و عناصر غذایی در مرحله پرشدن دانه‌ها و در نتیجه، انجام عمل انتقال مجدد بیشتر عناصر غذایی از دیگر بخش‌های گیاه به سمت دانه‌ها دانستند.در گیاه نخود، فراهمی رطوبت در مرحله گلدهی بسیار حایز اهمیت است چون در این زمان، گیاه نخود دارای رشد رویشی فعالی است. ضمن این که نخود، گیاهی رشد نامحدود است و الگوی تجمع ماده خشک در نخود دارای یک مرحله

رشد رویشی سریع بعد از گلدهی و سپس کاهش در مرحله غلاف‌دهی است (گنجعلی و نظامی، ۱۳۸۷). اثر رطوبت بر کاهش تجمع ماده خشک را می‌توان به کاهش طول دوره رشد، به‌ویژه گرده‌افشانی تا رسیدگی و نیز اثر آن بر کاهش سرعت رشد محصول نسبت داد. نقش خشکی در تسریع پیری برگ‌ها و کاهش سرعت رشد نخود به واسطه تأثیر رطوبت بر کاهش سطوح برگ، به تأیید پژوهشگران رسیده است (امیری ده‌احمدی و همکاران، ۱۳۸۹؛ سینگ، ۱۹۹۷).

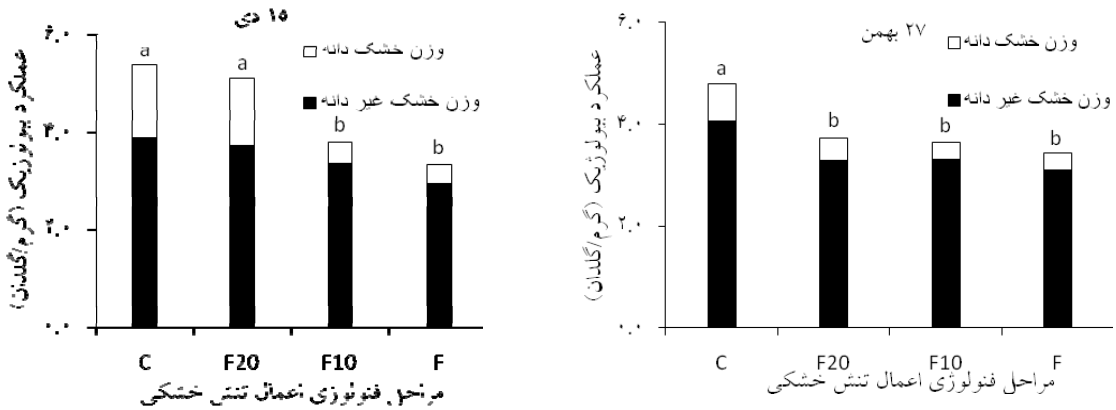
جدول۳- مقایسه میانگین‌صفات عملکرد دانه (گرم در بوته)، عملکرد بیولوژیک (گرم در بوته) تحت تاثیر تیمارهای مختلف خشکی شامل آبیاری مناسب (شاهد) و شروع تنش خشکی درگلدهی، ۱۰ و ۲۰ روز پس از گلدهی در دو تاریخ کشت ۱۵ دی و ۲۷ بهمن

تیمار	عملکرد بیولوژیک (گرم در بوته)	عملکرد دانه (گرم در بوته)
تاریخ کشت ۱۵ دی		
زمان شروع تنش خشکی		
شاهد	۵/٤a	۱/٤a
شروع تنش خشکی در ۲۰ روز پس از گلدهی	۵/۱a	۱/۳a
شروع تنش خشکی در ۱۰ روز پس از گلدهی	۳/۷b	۰/٤b
شروع تنش خشکی در گلدهی	۳/۳b	۰/۳b
تاریخ کشت ۲۷ بهمن		
زمان شروع تنش خشکی		
شاهد	٤/۷a	۰/۷a
شروع تنش خشکی در ۲۰ روز پس از گلدهی	۳/۷a	۰/٤ab
شروع تنش خشکی در ۱۰ روز پس از گلدهی	۳/٤b	۰/۳ab
شروع تنش خشکی در گلدهی	۳/٤b	۰/۳b

میانگین‌های با یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند (۵ درصد)

عملکرد بیولوژیک

تاثیر زمان‌های شروع تنش خشکی انتهای فصل و همچنین برهمکنش تاریخ کشت و زمان‌های شروع تنش خشکی انتهای فصل از نظر عملکرد بیولوژیک تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). در تاریخ کشت دوم در تیمارهای زمان شروع تنش خشکی در مرحله گلدهی و ۱۰ روز پس از گلدهی کاهش عملکرد بیولوژیک بیشتر از تیمارهای شروع تنش خشکی در تاریخ کشت اول بود زیرا این گیاهان مدت زمان بیشتری تحت تنش خشکی قرار گرفتند و با شدت بیشتری از تنش خشکی مواجه بودند و در نتیجه کمبود آب، به علت تسریع پیری در برگ‌ها، فتوسنتز و تولید ماده خشک بیشتر کاهش یافت (جدول ۳ و شکل ۵). نقش تنش خشکی در تسریع پیری برگ‌ها و کاهش سرعت رشد نخود، به واسطه تأثیر آن بر کاهش سطح برگ توسط پژوهشگران مختلف تأیید شده است (انجم شعاع و همکاران، ۱۳۹۰؛ رفیعی منش و همکاران، ۱۳۸۹). طبق گزارش آن‌ها، با افزایش طول دوره رویشی و افزایش عمر موثر سایه انداز گیاهی، جذب فعال فتوسنتزی افزایش می‌یابد که منجر به افزایش وزن خشک اندام هوایی می‌شود. قطع زودتر آبیاری همچنین می‌تواند سبب کاهش بیشتر میزان کلروفیل در برگ‌ها گردد (مقدم و همکاران،۱۳۹۰).

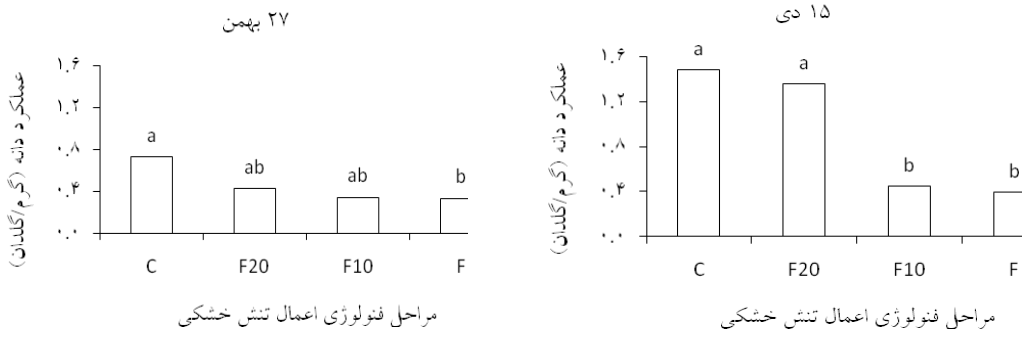


شکل ۵- عملکرد بیولوژیک در تیمارهای مختلف خشکی شامل آبیاری مناسب (C) و شروع تنش خشکی درگلدهی (F)، ۱۰ (F10) و ۲۰ روز پس از گلدهی (F20) در تاریخ های مختلف کشت. میانگین‌های با یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند (۵ درصد)

عملکرد دانه

تاثیر تاریخ کشت و زمان‌های شروع تنش خشکی انتهای فصل و همچنین برهمکنش تاریخ کشت و زمان‌های شروع تنش خشکی انتهای فصل بر عملکرد دانه معنی‌داری شد (جدول ۱). در تاریخ کشت دوم در تیمارهای زمان شروع تنش خشکی کاهش عملکرد دانه بیشتر از تیمارهای شروع تنش خشکی در تاریخ کشت اول بود زیرا این گیاهان در دوره رشد رویشی و به ویژه در دوره زایشی با دمای بالا مواجه شده و با توجه به اینکه گیاه روز بلند است بالطبع از دوره رویشی کوتاه‌تری برخوردار بوده و در نتیجه زیست توده گیاه در زمان شروع پرشدن دانه به حد مطلوب نرسیده و در نهایت عملکرد آن کاهش یافته است (جدول ۳ و شکل ٦). عملکرد دانه با شروع تنش خشکی در گلدهی و ۱۰ تا ۲۰ روز بعد از گلدهی به ترتیب ۷٤، ۷۰ و ۸ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول ۳). مهمترین عامل کاهش عملکرد بر اثر خشکی، کاهش شدید فتوسنتز و در نتیجه کاهش تولید مواد پرورده می‌باشد (باغسری و همکاران، ۱۹۹٦).

مطالعات نشان داده که محدودیت رطوبت در زمان گلدهی و غلاف دهی، موجب کاهش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه چروک شدن دانه می شود. در مقابل، فراهمی رطوبت در مرحلهٔ گلدهی باعث طولانی ترشدن دورهٔ پرشدن دانه شده و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری برای اختصاص به دانه‌ها فراهم می‌شود (مالهورتا و ساکسنا، ۲۰۰۲).



شکل٦- عملکرد دانه نخود در تیمارهای مختلف خشکی شامل آبیاری مناسب (شاهد، C) و شروع تنش خشکی درگلدهی (F)، ۱۰ (F10) و ۲۰ روز پس از گلدهی (F20) در تاریخ های مختلف کشت. میانگین‌های با یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند (۵ درصد)

نتیجه‌گیری

تنش خشکی در ایران از نوع انتهای فصل می‌باشد اما در غالب مطالعات آزمایشگاهی به این نوع تنش توجه نشده است. در این مطالعه تنش انتهای فصل اعمال شد و اثرات آن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد تأخیر در شروع تنش خشکی انتهایی فصل اثر منفی بیشتری بر گیاه نخود دارد. در تاریخ کشت اول شروع تنش خشکی در گلدهی و ۱۰ تا ۲۰ روز بعد از گلدهی سبب کاهش عملکرد دانه به ترتیب به میزان۷۹، ۷۱ و ۷ درصد نسبت به شاهد شد. در تاریخ دوم کشت که محیط گرمتر بود عملکرد دانه نسبت به تاریخ کشت اول کاهش یافت و این کاهش در گلدهی و ۱۰ تا ۲۰ روز بعد از گلدهی به ترتیب به میزان ۵۷، ۵۷ و ٤۳ درصد بود. نتایج در مورد میزان مصرف آب نشان داد که در تاریخ کشت اول با شروع تنش خشکی در گلدهی و ۱۰ تا ۲۰ روز بعد از گلدهی میزان مصرف آب به ترتیب ۳۸، ۲٤ و ۱۸ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. در تاریخ کشت دوم به علت برخورد با دمای بالا طول دوره رشد کمتر از تاریخ کشت اول بود و میزان مصرف آب ۱۷ درصد کمتر از تاریخ کشت اول بود. در تاریخ کشت دوم با شروع تنش خشکی در گلدهی و ۱۰ تا ۲۰ روز بعد از گلدهی میزان مصرف آب به ترتیب ۳٦، ۲۷ و ۷ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. بنابراین، انجام آبیاری تکمیلی به ویژه در مرحله گلدهی (بیشترین حساسیت به تنش خشکی) در مناطقی که در انتهای فصل با تنش خشکی مواجه می‌شوند، می‌تواند مانع اثرات منفی تنش خشکی بر گیاه نخود گردد.

منابع

امیری ده احمدی، ر.، م. پارسا. و ع. گنجعلی. ۱۳۸۹. تأثیر تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژی بر خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد نخود (*Cicer arietinum*.L) در شرایط گلخانه. مجله پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۸ شماره ۲: ۱٦٦-۱۵۷.

انجم شعاع، س.، ح. معین راد. و ح. ابراهیمی. ۱۳۹۰. اثر سطوح متفاوت آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم نخود (. *Cicer arietinum* L) در شرایط آب و هوایی مشهد. مجله پژوهش های حبوبات ایران. جلد ۲، شماره ۲: ۸۲-٦۹.

تقی خانی، ح. و ع. عیوضی. ۱۳۸۹. ارزیابی شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در مراحل مختلف رشد ژنوتیپهای نخود. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات.

چائی چی، م.، م. رستم زا. و ک. اسمعیلان. ۱۳۸۲. بررسی مقاومت لاین های نخود سیاه به تنش خشکی تحت شرایط رژیم های مختلف آبیاری. فصلنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۰، شماره ٤: ٦۵-۵۵.

رشدی، م.۱۳۹۰. تاثیر کم آبیاری بر خصوصیات فیزیولوژیکی و عملکرد دانه ارقام آفتابگردان روغنی. فصلنامه فیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد ۱۲، شماره ۱٤: ۳٦-۲۳.

رفیعی منش، ش.، ا. آینه‌بند. د. نباتی. و د. احمدی. ۱۳۸۹. بررسی اثر مقدار آب آبیاری و زمان قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰٤ در شرایط آب و هوایی اهواز. فصلنامه فیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد ۷، شماره ۳: ۱۰۵-۹۳.

شبیری، س.، ک. قاسمی گلعذانی. ا. گلچین. و ج. صبا. ۱۳۸۵. تاثیر میزان آب آبیاری بر فنولوژی و عملکرد سه رقم نخود (*Cicer arietinum*). مجله دانش کشاورزی. جلد ۱٦، شماره ۲: ۱٤۸-۱۳۷.

گلدانی، م. و پ. رضوانی مقدم. ۱۳۸٤. اثر سطوح خشکی و تاریخ کشت بر عملکرد ارقام دیم و آبی نخود در مشهد. مجله پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۲، شماره ۲: ۱۲-۱.

گلدانی، م. و پ. رضوانی مقدم. ۱۳۸٦. اثر رژیم های مختلف رطوبتی و تاریخ کشت بر خصوصیات فنولوژیکی و شاخص های رشد سه رقم نخود دیم و آبی در مشهد. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱٤، شماره ۱: ۷٤-٦۱.

گنجعلی، ع. و ا. نظامی. ۱۳۸۷. اکوفیزیولوژی و محدود کننده های عملکرد حبوبات، در: حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۰۰ صفحه.

مقدم، ا.، ا. شیرانی راد. ع. خورگامی. و م. رفیعی.۱۳۹۰. بررسی اثرات تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دانه و میزان کلروفیل برگ‌ها در چهار رقم کلزای بهاره در شرایط آب و هوایی خرم آباد. فصلنامه فیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد ۹، شماره ۲: ۱۲۱-۱۰۷.

نصراصفهانی، م. ۱۳۹۲. تاثیر تنش خشکی بر رشد و سیستم آنتی‌اکسیدان در سه رقم نخود. مجله زیست شناسی گیاهی. جلد ۵، شماره ۱۵: ۱۲۴-۱۱۱.

Anwar, M. R., B. A. Mckenzie and G. D. Hill. 2003. Phenology and growth response to irrigation and sowing date of Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) in a cool temperate subhumid climate. J. Agric. Sci. 141: 273–284.

Bhagsri, A.S., R. H. Brown and J. S. Schepers. 1996. Effect of moisture stress on photosynthesis and same related physiological characteristics of peanut. Crop. Sci. 16: 712-715.

Craufurd, P. Q., T. R. Wheeler, R. H. Ellis, R. J. Summerfield and J. H. Williams. 1999. Effect of temperature and water deficit on water-use efficiency, carbon isotope discrimination, and specific leaf area in peanut. Crop. Sci. 39: 136-142.

Ehdaie, B. 1995. Variation in water use efficiency and its component in wheat: II. Pot and field experiment. Crop. Sci. 35: 1617-1626.

Ehdaie, B., A. E. Hall, G. D. Farquhar, H. Nguyen and J. G. Waines. 1991. Water use efficiency and carbon isotop discrimination in wheat. Crop. Sci. 31: 1282-1288.

FAO. 2013 available on [http://faostat.fao.org/].

Karam, F., R. Lahoud, R. Masaad, R. Kabalan, J. Breidi, C. Chalita and Y. Rouphael. 2007. Evapotranspiration, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. Agric. Water. Manage. 90: 213–223.

Kashiwagi, J., L. Krishnamurthy, J. H. Crouch and R. Serraj. 2006. Variability of root length density and itscontributions to seed yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought stress. Field Crops Res. 95: 171–181

Malhotra, R. S. and M. C. Saxena. 2002. Strategies for overcoming drought stress in chickpea. ICARDA. 17: 20-23.

Mckenzie, B. A. and G. D. Hill. 1995. Growth and yield of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) Varieties in cant erbury. New Zealand. J. Crop. Sci. 25: 467- 474.

Mirshekari, M., M. Majnoumhosseini, R. Amiri, A. Moslehi and O. Zandvakili. 2012. Effects of Sowing Date and Limited Irrigation Water Stress on Spring Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Quantitative Traits. J. Res. Agric. Sci. 8:100-112.

Singh, S. P. 1997. Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Field Crops Res. 53: 161-170.

Soltani, A., F. R. Khooie, K. Khassemi_Golezani and M. Moghaddam. 2001. A stimulation study of chickpea crop response to limited irrigation in a semiarid environment. Agric. Water. Manag. 49: 225-237.

Tesfaye, K., S. Walker and M. Tsubo. 2006. Radiation interception and radiation use efficiency of three grain legumes under water deficit conditions in a semi-arid environment. Eur. J. Agron. 25: 60–70.

Thomas, M. J., S. Fukai and M. B. Peoples. 2003. The effect of timing and severity of water deficit on growth development, yield accumulation and nitrogen fixation of mungbean. Field Crops Res. 86: 67-80.

Turner, N. C. 2003. Adaptation to drought: lessons from studies with chickpea. Indian J. Plant. 11–17.

Xia, M. Z. 1994. Effects of soil drought during the generative development phase of faba bean (*Vicia faba*) on photosynthetic characters and biomass production. J. Agric. Sci. 122: 67-72.

Effect of terminal drought stress on water use, growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.)

A. Nehbandani[1], A. Soltani[1], P. Darvishirad[1]

Received: 2014-11-11 Accepted: 2015-1-5

Abstract

Most producing countries chickpea (*Cicer arietinum* L.), including Iran, are located in arid and semi-arid environments. Terminal drought stress during pod formation and grain filling is the most important factor limiting the plant yield. In order to examine the effect of time of terminal drought in chickpea, a factorial experiment based on randomized complete blocks design with four replications was conducted under greenhouse conditions at the Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. Treatments consisted of two planting dates (5 Jan and 16 Feb 2004) and the time of beginning of terminal drought in flowering and 10 and 20 days after flowering and a well-watered treatment (control). Occurrence of terminal drought at flowering and 10 and 20 days later reduced water use by 36, 24 and 15%, respectively, and dry matter production by 31, 23 and 10%, respectively. In the first sowing date, terminal drought at flowering and 10 and 20 days later resulted in 79, 71 and 7% reduction in grain yield, respectively. In the second sowing date, the reductions were 57, 57 and 42%, respectively. In general, optimal sowing date and supplementary irrigation at reproductive stages could be a great management option to decrease the negative aspects of terminal drought stress.

Keywords: Sowing date, water stress, leaf area, total dry matter

1- Department of Agronomy and Crop Breeding, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran