اثر تنش خشکی طی مراحل مختلف نموی بر میزان تثبیت زیستی نیتروژن در ژنوتیپ‌های نخود

سید هاتف هاشمی خبیر[۱]، علیرضا عیوضی[۲]، ساسان رضا دوست[۳]، سید حامد هاشمی[٤] خبیر و زهرا هاشمی خبیر[٥]

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف نموی ژنوتیپ‌های نخود بر میزان تثبیت نیتروژن، آزمایشی در سال زراعی ۸-۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلوی ارومیه اجرا گردید. آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد که در آن، رژیم‌های رطوبتی به عنوان عامل اصلی در چهار سطح شامل تیمار شاهد، اعمال تنش خشکی در مراحل گل‌دهی، غلاف‌بندی و دانه‌بندی و چهار ژنوتیپ نخود به عنوان عامل فرعی شامل ILC482، پیروز، کاکا و قزوین در نظر گرفته شدند. تنش خشکی اثر معنی‌داری بر درصد نیتروژن بوته، تعداد گره ریشه، وزن خشک ریشه، وزن خشک گره، عملکرد دانه، ماده خشک کل، تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه داشت. ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد بررسی، اختلاف آماری بسیار معنی‌داری ($P\leq 0.01$) داشتند. حساس‌ترین مرحله در تثبیت نیتروژن، وقوع تنش خشکی در مرحله گل‌دهی بود. ارقام قزوین و پیروز از لحاظ تثبیت نیتروژن در مواجهه با تنش خشکی در مراحل مختلف نموی به ترتیب کمترین و بیشترین کاهش را نسبت به شرایط بهینه رشد داشتند. ارقام پیروز و کاکا به ترتیب کمترین و بیشترین عملکرد دانه را تولید کردند. بررسی ضرایب همبستگی ساده صفات وابسته به تثبیت نیتروژن در شرایط بدون تنش و تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی نشان داد که، بیشترین ضرایب همبستگی مثبت و معنی‌دار ($P\leq 0.01$) بین تعداد گره ریشه با وزن خشک گره و در تیمار تنش خشکی در مرحله غلاف‌بندی، بیشترین ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار ($P\leq 0.01$) بین تعداد گره ریشه با وزن خشک ریشه بودند.

واژه‌های کلیدی: تثبیت زیستی نیتروژن، تنش خشکی، نخود، عملکرد دانه.

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۳۰

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، خوی، ایران

۲- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی (نویسنده مسئول)

Email:Alirezaeivazi@yhoo.com

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

۴- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، خوی، ایران.

۵- دانشجوی دکتری رشته حشره‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه و بررسی منابع علمی

کشت گیاهانی نظیر نخود که توانایی تثبیت زیستی نیتروژن را دارند موجب صرفه‌جویی اقتصادی و مانع از آلودگی زیست محیطی می‌شود. در استان آذربایجان غربی، کمبود آب از مشکلات اساسی کشاورزی می‌باشد (Yusefi *et al.*, 1997). بنابراین تعیین ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی و با تثبیت بالای نیتروژن تحت تنش، در استفاده بهینه از منابع آب حایز اهمیت می‌باشد. در نظام‌های کشاورزی، اهمیت بقولات دانه‌ای عمدتا" به دلیل توانایی این گیاهان در استفاده از نیتروژن اتمسفر از طریق همزیستی با میکروارگانیسم‌های موجود در خاک است. نیتروژن یکی از عناصر پر مصرف در رشد گیاه است و تثبیت این عنصر در فرآیند همزیستی باکتری با گیاهان بقولات میزبان در رفع نیاز گیاه و جایگزینی از نظر اقتصادی و زیست محیطی در کشاورزی پایدار مورد توجه می‌باشد (Singh and Saxena, 1999). متوسط عملکرد نخود در ایران بر اساس اطلاعات خواربار و کشاورزی سازمان ملل متحد، ۴۱۰/۵ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (FAO, 2007). گیاه نخود با توانایی تثبیت نیتروژن در گره‌های تثبیت کنندهٔ خود، بخش زیادی از نیتروژن مورد نیاز خود را در طی دورهٔ رشد تأمین نموده و مقداری نیز همراه بقایا در خاک باقی می‌ماند که در حاصل‌خیزی خاک بسیار مؤثر می‌باشد. ارزش غذایی نخود از یک طرف و ارزش زراعی و خصوصیات اکولوژیکی آن از طرف دیگر سبب شده است که در بین حبوبات در سطح جهان در مقام دوم (Miller *et al.*, 2002)، در بین گیاهان زراعی مقام نوزدهم و در ایران و چند کشور خشک و نیمه خشک در مقام اول قرار گیرد (Kuchaki and Banaian-Aval, 1994). استرالیا و ترکیه از صادر کنندگان عمده نخود می‌باشند (Mevicar *et al.*, 2005؛ Miller *et al.*, 2002). در حدود ۴۰ درصد از اراضی کره زمین در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارند. کشور ایران نیز دارای اقلیم خشک و نیمه خشک است. آب در این مناطق عامل محدود کننده اصلی و خشکی مهمترین عامل تنش در گیاهان زراعی است. توزیع نامناسب بارندگی باعث تشدید این مشکل می‌شود که نتیجه آن، کاهش عملکرد خواهد بود. از بین عوامل مختلف ایجاد کننده تنش مانند بیماری‌ها، آفات، علف‌های هرز، غرقاب، شوری و سرما، عامل خشکی به تنهایی موجب کاهش ۴۵ درصدی عملکرد دانه می‌گردد (Saxena *et al.*, 1993). تنش رطوبتی تابعی از میزان حساسیت گیاهان طی مراحل مختلف رشد است. به طور کلی از نظر اهمیت، تنش خشکی دومین تنش غیر زیستی است که گیاه نخود را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Singh *et al.*, 1994). کمبود آب، رشد رویشی و عملکرد را از طریق کاهش سطح برگ

Archive of SID

www.SID.ir

و در نتیجه فتوسنتز کاهش می‌دهد و میزان این کاهش به شدت تنش بستگی دارد. تحت تنش خشکی صفات مرتبط با تثبیت نیتروژن نظیر فعالیت آنزیم نیتروژناز، تعداد و وزن خشک گره کاهش می‌یابد (Pimratch *et al.*, 2008). تعداد شاخه‌های بارور یا فرعی در نخود تحت شرایط بهینه رشد بیشتر از تنش خشکی است (Kumar *et al.*, 2004) در بین مراحل فنولوژیک گیاه نخود، مرحله تشکیل و پر شدن دانه‌ها حساس‌ترین مرحله به کمبود آب است (Mohammadi *et al.*, 2006). ژنوتیپ‌های نخود، از نظر افزایش عملکرد دانه در ازای افزایش رطوبت، واکنش محسوس‌تری را نسبت به سایر بقولات نشان می‌دهند (Neilson, 2001). تثبیت نیتروژن در گره‌ها وابسته به ارسال مواد کربوهیدرات از بخش‌های هوایی گیاه به ریشه است. با افزایش اندام فتوسنتز کننده (برگ) تثبیت نیتروژن نیز بیشتر می‌شود (Fujita *et al.*, 1994). اهداف این آزمایش، تعیین اثرات وقوع تنش خشکی در مراحل مختلف نموی نخود بر میزان تثبیت نیتروژن، تعیین ژنوتیپی که تحت تنش خشکی دارای بیشترین میزان تثبیت نیتروژن و عملکرد دانه می‌باشد. شناسایی عواملی که تثبیت نیتروژن را تحت تاثیر قرار می‌دهند.

جدول ۱- خواص فیزیکی و شیمیایی خاک ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلو از عمق ۳۵-۰ سانتی‌متری خاک

Table 1- Soil Physico-chemical chracteristics of Satloo agricultural research station from depth of 0-35cm.

بافت خاک **Soil texture**	اشباع خاک **Soil saturation (%)**	کل نیتروژن **Total nitrogen (%)**	کربن آلی **Organic carbon** (٪)	پتاسیم قابل جذب **Available potassium (mg/kg)**	فسفر قابل جذب **Available phosphor (mg/kg)**	اسیدیته **Acidity**	شوری **Salinity (ds/m)**
لومی رسی **Loamy clay**	42	0.18	0.92	263	4.6	8.3	0.74

جدول ۲- آمار هواشناسی پنج ماه اول سال زراعی ۱۳۸۸ ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلو در استان آذربایجان غربی

Table 2- April to August metrological parameters of Satloo agricultural research station of west Azerbaijan province in 2009

ماه **Mount**	**Temperature** ^{o}C				**Precipitatio (mm)**	**Humidity (%)**		**Frost (day)**
	Minimum	**Maximum**	**Mean**	**Soil surface**		**Minimum**	**Maximum**	
فروردین **April**	2.7	13.3	7.7	-2.2	1.2	36	83	2
اردیبهشت **May**	6.5	21.5	13.8	2.1	0.2	28	81	0
خرداد **June**	11.0	25.9	16.4	7.6	0.9	30	77	0
تیر **July**	15.3	30.5	22.8	11.1	0.0	34	7	0
مرداد **August**	14.9	29.6	22.3	11.0	0.0	29	74	0

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

آزمایش در اردیبهشت ۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلوی ارومیه با عرض و طول جغرافیایی به ترتیب ۳۷ درجه، ۳۲ دقیقه شمالی و ۴۵ درجه، ۵ دقیقه شرقی اجرا شد. بافت خاک از نوع رسی لومی بوده و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد (جدول ۱). نوع اقلیم منطقه نیمه خشک، با زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های گرم و خشک است. میزان بارندگی منطقه بر اساس میانگین بلند مدت ۱۰ ساله ۲۳۶/۷ میلی‌متر بود (جدول ۲). آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. عامل اصلی (سطوح آبیاری) شامل آبیاری کامل (عدم تنش)، قطع آبیاری در مراحل گل‌دهی، غلاف‌بندی و دانه‌بندی بود. عامل فرعی، ژنوتیپ‌های نخود شامل پیروز، ILC482، کاکا و قزوین بودند. آبیاری به صورت کرتی انجام گرفت و قطع آبیاری در کرت‌ها با توجه به مراحل فنولوژیک و رشد گیاه اعمال شد. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۳×۲ متر، فاصله ردیف-های کشت ۳۳ سانتی‌متر و فواصل کاشت روی ردیف‌ها ۱۰ سانتی‌متر بود. مبارزه با علف‌های هرز در طول دوره رشد به صورت دستی در دو نوبت صورت گرفت. نحوه اندازه‌گیری صفاتی که مستقیماً مرتبط با تثبیت زیستی نیتروژن بودند به صورت زیر انجام گرفت.

درصد نیتروژن بوته: از هر کرت ۷ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و پس از آسیاب، ۲۰ گرم نمونه جهت تعیین درصد نیتروژن بوته به آزمایشگاه منتقل و با استفاده از دستگاه میکرو کجلدال مورد تجزیه قرار گرفت.

تعداد گره ریشه: تعداد ۷ بوته از هر کرت به‌طور تصادفی به همراه خاک اطراف ریشه‌ها برداشت شد پس از شتشوی ریشه‌ها تعداد گره‌های روی ریشه شمارش و میانگین هر کرت ثبت گردید.

وزن خشک ریشه: پس از انتخاب تصادفی ۷ بوته از هر کرت به همراه خاک اطراف ریشه، بعد از جدا کردن خاک و گره‌های روی آنها، از قسمت طوقه قطع و پس از خشک شدن توزین گردید.

وزن خشک گره: گره‌های روی ریشه ۷ بوته با استفاده از تیغ بیستوری از محل اتصال به سطح ریشه جدا و پس از خشک شدن با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردید.

عملکرد دانه: پس از اندازه‌گیری ماده خشک کل، دانه‌ها از کاه و کلش جدا شده و توزین آن‌ها توسط ترازوی با دقت گرم انجام گرفت و عملکرد دانه بر حسب گرم در متر مربع ثبت گردید.

دانه در غلاف: برای تعیین تعداد دانه در غلاف، ۷ بوته به طور تصادفی انتخاب و پس از شمارش دانه‌ها، میانگین آن برای هر کرت تعیین شد.

غلاف در بوته: ۷ بوته به طور تصادفی انتخاب شده و تعداد غلاف در بوته آن ها شمارش و میانگین گرفته شد.

Archive of SID

www.SID.ir

وزن صد دانه: از عملکرد دانه هر کرت نمونه ۱۰۰ تایی به طور تصادفی شمارش و با ترازویی با دقت ۰/۰۱ گرم توزن گردید.

ماده خشک کل: وزن کل اندام های هوایی و دانه به عنوان ماده خشک کل در نظر گرفته شد و بوته‌های کل کرت پس از برداشت توزین و بر حسب گرم در متر مربع ثبت گردید.

در پایان آزمایش داده‌ها با نرم‌افزار آماری MSTAT-C تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت. ضرایب همبستگی صفات با نرم‌افزار SPSS محاسبه شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

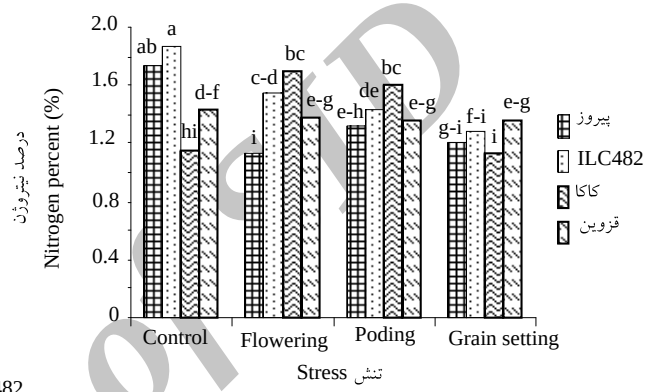
نتایج و بحث

درصد نیتروژن بوته: اثر سادهٔ سطوح مختلف آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد بر میزان نیتروژن بوته‌ها معنی-دار بود (جدول ۳). بیشترین میزان تثبیت نیتروژن در تیمار شاهد برای لاین ILC482 به مقدار ۱/۸۶ درصد بدست آمد و کمترین مقدار برای تنش در مرحله گلدهی در رقم پیروز بود (شکل ۱). تحت تنش خشکی رقم قزوین کمترین میزان کاهش تثبیت نیتروژن را در مقایسه با شرایط بهینه رشد داشت. در مقابل رقم پیروز از تغییرات تثبیت نیتروژن بیشتری در مراحل نموی تنش های خشکی برخوردار بود. پازدرنیک و همکاران (Pazdernik *et al.*, 1996) بیان کردند که تثبیت نیتروژن، فرآیند ناشی از همزیستی بین میزبان و باکتری است، هر عاملی که رشد گیاه را مختل سازد، بر تثبیت نیتروژن نیز تاثیر خواهد داشت و چون در تیمار عدم تنش خشکی بهترین شرایط رطوبتی برای رشد فراهم بوده میزان تثبیت نیتروژن نیز بیشتر بوده است. وجود سطح برگ بیشتر و دریافت نور کافی موجب افزایش توان فتوسنتزی گیاه شده و در این حالت ارسال کربوهیدرات‌ها به ریشه‌ها و گره‌ها موجب افزایش فعالیت گره‌ها و باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن می‌شود همچنین با افزایش اندام فتوسنتز کننده (برگ) تثبیت نیتروژن نیز بیشتر می‌شود (Kanouni *et al.*, 2003; Fujita *et al.*, 1994). ژنوتیپی که دارای تعداد گره و وزن خشک ریشه بیشتری است دارای درصد نیتروژن بالایی نیز می‌باشد که در این آزمایش لاین ILC482 از لحاظ صفات ذکر شده برتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود و رقم کاکا که از لحاظ این صفات در سطح پایین‌تری بود. در مراحل انتهایی رشد اگر تنش خشکی رخ دهد به دلیل پیر شدن گره‌ها، سریع‌تر خشک شده و کارایی تثبیت نیتروژن کمتر می شود. ضرایب همبستگی بین درصد نیتروژن بوته با صفات وابسته به تثبیت نیتروژن در تیمار بدون تنش خشکی نشان داد که بین این صفت با وزن خشک ریشه و گره و تعداد گره ریشه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد

Archive of SID

www.SID.ir

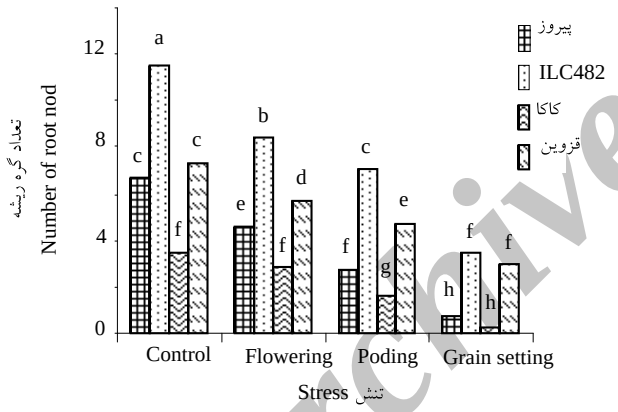
وجود داشت (جدول ۶). همچنین ضرایب همبستگی بین این صفت و صفات وابسته به تثبیت نیتروژن در تیمار تنش خشکی در مرحله دانه‌بندی نشان داد که بین درصد نیتروژن بوته با صفات وزن خشک ریشه، تعداد گره ریشه و وزن خشک گره همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۹).



شکل ۱- اثر متقابل زنوتیپ در آبیاری بر صفت درصد نیتروژن بوته

Figure 1- Interaction between genotype and irrigation on nitrogen percentage

تعداد گره ریشه: اثر آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل آنها بر صفت تعداد گره ریشه معنی‌دار ($P\leq0.01$) بود. به نظر می‌رسد که تیپ‌های کابلی در مقایسه با تیپ‌های دسی، دارای ریشه گسترده‌تر و وزن خشک ریشه و به تبع آن از تعداد گره بیشتری برخوردارند. بیشترین تعداد گره در تیمار عدم تنش و لاین ILC482 با ۱۱/۵ گره و کمترین مقدار نیز در تیمار تنش خشکی در مرحله دانه‌بندی و رقم کاکا با ۰/۲ گره بود همچنین در تمام سطوح تنش لاین ILC482 از تعداد گره ریشه بالاتری برخوردار بود (شکل ۲). همبستگی صفات بین تعداد گره ریشه با صفات وابسته به تثبیت نیتروژن در تیمار بدون تنش خشکی نشان داد که تعداد گره ریشه با وزن خشک ریشه، وزن خشک گره و درصد نیتروژن بوته دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بود (جدول ۶). در تیمار دارای تنش خشکی در مراحل گل‌دهی، تعداد گره ریشه با صفات وزن خشک ریشه و وزن خشک گره دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بود (جداول ۷ و ۸) و در شرایط تنش خشکی در مرحله دانه‌بندی بین تعداد گره ریشه با صفات وزن خشک ریشه، وزن خشک گره و درصد نیتروژن بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند (جدول ۹).



شکل ۲- – اثر متقابل زنوتیپ در آبیاری بر صفت تعداد گره ریشه در بوته

Figure 2- Interaction between genotype and irrigation on root nods

وزن خشک ریشه: اثر ساده آبیاری و ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک ریشه معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین وزن خشک ریشه متعلق به تیمار عدم تنش ۳۸۶/۹ میلی‌گرم و کمترین مقدار به میزان ۳۰۵/۹ میلی‌گرم در تیمار تنش خشکی در مرحله دانه‌بندی مشاهده شد، تنش خشکی در این مرحله باعث شد که وزن

Archive of SID
www.SID.ir

خشک ریشه در بوته حدود ۲۱ درصد نسبت به شرایط عدم تنش کاهش یابد (جدول ۴). بیشترین وزن خشک ریشه در لاین ILC482 با ۴۴۲/۶ میلی‌گرم در بوته و کمترین وزن خشک ریشه با ۲۴۷/۹ میلی‌گرم در بوته در رقم کاکا مشاهده شد (جدول ۵). دلیل آن، بیشتر بودن سطح ریشه در تیپ‌های کابلی نسبت به تیپ‌های دسی می‌باشد. در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی، ژنوتیپی که دارای وزن خشک ریشه بیشتری بود دارای تعداد گره و درصد نیتروژن بیشتری نیز بود. در مقایسه رژیم-های مختلف رطوبتی نیز، تیمار عدم تنش رطوبتی دارای بیشترین وزن خشک ریشه، تعداد گره و بالاترین درصد نیتروژن بوته بود.

جدول ۳- میانگین مربعات صفات ژنوتیپ‌های نخود تحت تنش خشکی در مراحل مختلف رشدی در شرایط مزرعه‌ای

Table 3- Mean squar traits of chickpea genotypes under drought stress at different growth period under field conditions.

منابع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares								
		درصد نیتروژن Nitrogen percentage	تعداد گره ریشه Nod per root	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن خشک گره Nod dry weight	عملکرد دانه Grain yield	دانه در غلاف Grain per pod	غلاف در بوته Pod per plant	وزن صد دانه 100-kernal weight	ماده خشک کل Total dry matter
تکرار Replication	3	0.006	1.68	47.96	0.49	161.26	0.151	22.26	12.63	193.53
آبیاری Irrigation	3	0.261**	82.39**	17845.93**	23.71**	3805.39**	0.06^{ns}	2304.89**	274.75**	39531.74**
خطا Error	9	0.003	0.318	231.15	0.02	361.04	0.03	49.280	1.35	1980.71
رقم Cultivar	3	0.09**	90.03**	118812.76**	22.77**	28699.36**	2.47**	1641.89**	596.32**	23029.54**
آبیاری × رقم Cultivar × Irrigation	9	0.197**	3.06**	180.16^{ns}	0.781*	172.66^{ns}	0.12^{ns}	142.07**	6.21**	2230.69^{ns}
خطا Error	36	0.01	0.25	250.12	0.27	249.16	0.076	38.19	0.922	3186.01
ضریب تغییرات Coefficient of variation (%)		7.11	10.82	5.48	19.84	12.15	20.22	9.49	7.94	16.17

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج ویک درصد

ns, * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات ژنوتیپ‌های نخود تحت تنش خشکی در مراحل مختلف رشدی

Table 4- Mean comparison traits of chickpea genotypes under drought stress at different growth period

تنش خشکی Drought stress	وزن خشک ریشه Root dry weight (mg)	عملکرد دانه Grain yield ($g.m^{-1}$)	ماده خشک کل Total dry matter ($g.m^{-1}$)
شاهد Control	386.9 a	145.9 a	419 a
گلدهی Flowering	307.5 c	140.4 a	346 b
غلاف‌بندی Poding	347.6 b	118.3 b	304 c
دانه‌بندی Grain setting	305.9 c	115.2 b	327 b

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد

Means in each column with the similar letters were not significant differences at the 0.05 probability level

www.SID.ir

جدول ۵- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های نخود تحت شرایط مزرعه‌ای

Table 5- Mean comparison of chickpea genotypes under field conditions

ژنوتیپ Genotype	وزن خشک ریشه Root dry weight (mg)	عملکرد دانه Grain yield ($g.m^{-1}$)	دانه در غلاف Grain per pod	ماده خشک کل Total dry matter ($g.m^{-1}$)
پیروز Piroz	312.7 c	138.6 b	1 b	370.2 ab
ILC482	442.6 a	105.8 c	1 b	302.4 c
کاکا Kaka	247.9 d	185.7 a	2 a	388.0 a
قزوین Qazvin	394.2 b	89.78 d	1 b	335.6 bc

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد

Means in each column with the similar letters were not significant differences at the 0.05 probability level

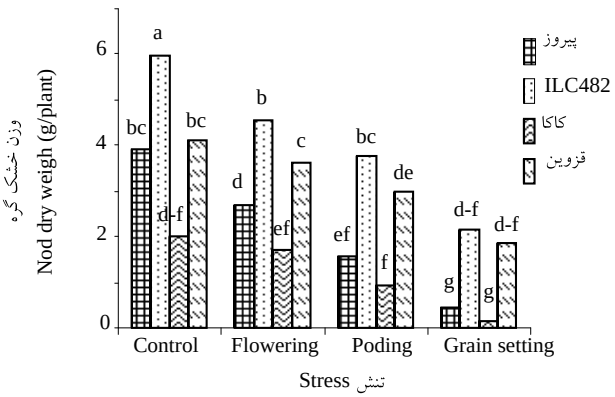
همبستگی بین وزن خشک ریشه با صفات وابسته به تثبیت نیتروژن در تیمار عدم تنش نشان داد که بین این صفت با وزن خشک گره، درصد نیتروژن بوته و تعداد گره ریشه همبستگی مثبت و معنی-داری داشتند (جدول ۶). ضرایب همبستگی صفات در تیمارهای تنش خشکی در مراحل گل-دهی و غلاف‌بندی نشان دادند که صفت وزن خشک ریشه با وزن خشک گره و تعداد گره همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند (جداول ۷ و ۸). همبستگی بین این صفت با صفات وابسته به تثبیت نیتروژن در تیمار تنش خشکی در مرحله دانه‌بندی نشان داد که بین وزن خشک ریشه با وزن خشک گره و تعداد گره ریشه همبستگی مثبت و معنی‌داری و صفت وزن خشک ریشه با درصد نیتروژن بوته دارای همبستگی منفی و معنی‌داری بود (جدول ۹).

وزن خشک گره: اثر سادهٔ سطوح آبیاری و ژنوتیپ بر وزن خشک گره در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آنها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین وزن خشک گره در تیمار شاهد برای لاین ILC482 به میزان ۵/۹۷ میلی گرم بدست آمد و کمترین میزان به رقم قزوین در تنش خشکی در مرحله دانه‌بندی با ۰/۱۳ میلی گرم اختصاص داشت. همچنین لاین ILC482 در تمام سطوح تنش از بیشترین وزن خشک گره برخوردار بود (شکل ۳). این موضوع احتمالاً به دلیل بیشتر بودن سطح ریشه در تیپ‌های کابلی و در نتیجه سطح بیشتر برای تشکیل گره‌ها بوده که باعث افزایش وزن خشک گره‌ها می‌شود. این یافته با نتایج تحقیقات پیمراچ و همکاران (Pimratch *et al.*, 2008) و پازدرنیک (Pazdernik *et al.*, 1996) مطابقت داشت. در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی، ژنوتیپی که دارای وزن و تعداد گره بیشتری بود دارای درصد نیتروژن بوته بیشتری نیز است. وجود اختلاف

Archive of SID

www.SID.ir

آماری معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های تیپ کابلی و دسی در وزن خشک گره ریشه با نتایج سایر محققان (Rupela *et al.*, 1986; Singh and Saxena, 1999) مطابقت داشت. همبستگی بین وزن خشک گره در تیمار عدم تنش خشکی با صفات درصد نیتروژن بوته، تعداد گره در ریشه و وزن خشک ریشه مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۶). همچنین همبستگی این صفت در تیمارهای تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و غلاف‌بندی با صفات وزن خشک ریشه و تعداد گره ریشه مثبت و معنی‌دار بودند (جداول ۷ و ۸). صفت وزن خشک گره در تیمار تنش خشکی در مرحله دانه-بندی با صفات وزن خشک ریشه، تعداد گره ریشه و درصد نیتروژن بوته دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بود (جدول ۹).



شکل ۳- اثر متقابل ژنوتیپ در آبیاری بر صفت وزن خشک گره

Figure 3- Interaction between genotype and irrigation on pod dry weight

عملکرد دانه: اثر سادهٔ سطوح آبیاری و ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار ولی اثرات متقابل آنها معنی‌دار نبود (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه ۱۴۵/۹ گرم در متر مربع در تیمار عدم تنش و کمترین آن در تنش خشکی در مرحله دانه‌بندی با ۱۱۵/۲ گرم در متر مربع حاصل شد. تنش خشکی در این مرحله باعث شد که عملکرد دانه ۲۱/۰۴ درصد نسبت به عدم تنش کاهش یابد (جدول ۴). رقم کاکا با ۱۸۵/۷ گرم در متر مربع بیشترین و رقم قزوین با ۸۹/۷۸ گرم در متر مربع کمترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ۵). همبستگی بین عملکرد دانه در تیمار تنش خشکی در مرحله گل‌دهی با صفات تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه مثبت و معنی‌دار و با تعداد گره ریشه، وزن خشک ریشه و وزن خشک گره منفی و معنی‌دار بود (جدول ۷). در تیمار تنش خشکی در مرحله غلاف‌بندی نیز بین عملکرد دانه با وزن صد دانه، درصد نیتروژن بوته و تعداد غلاف در بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار بود و با صفات تعداد گره ریشه، وزن خشک ریشه و وزن خشک گره همبستگی منفی و معنی‌دار بود (جدول ۸). عملکرد دانه با تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و ماده خشک کل همبستگی مثبت و معنی‌دار و با تعداد گره ریشه، وزن خشک ریشه، وزن خشک گره و درصد نیتروژن بوته همبستگی منفی و معنی‌دار در تیمار تنش خشکی در مرحله دانه-بندی بود (جدول ۹). بنابراین به نظر می رسد عملکرد دانه در سطوح مختلف تنش با صفات مرتبط با تثبیت نیتروژن همبستگی منفی و معنی داری داشتند.

Archive of SID

www.SID.ir

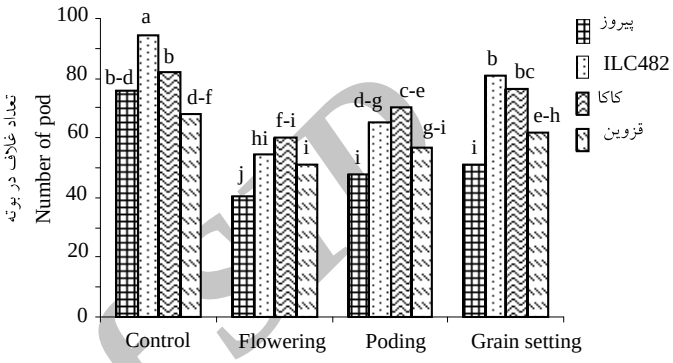
تعداد دانه در غلاف: اثر سادهٔ ژنوتیپ بر تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد که وجود رطوبت کافی در مرحله پر شدن دانه باعث ادامه رشد دانه‌ها و نیز افزایش دو دانه‌ای شدن غلاف‌ها می‌گردد. کاهش تعداد دانه در غلاف در تیمارهای دارای تنش خشکی نسبت به تیمار عدم تنش با نتایج چایی‌چی و همکاران (Chaichi *et al.*, 2003)، لپورت و همکاران (Leport *et al.*, 1999) و بگیوم و همکاران (Begum *et al.*, 1992) مبنی بر کاهش تعداد دانه در غلاف در شرایط تنش خشکی مطابقت داشت. رقم کاکا با ۱/۹۳ دانه دارای بیشترین تعداد دانه در غلاف و لاین ILC482 با ۱/۰۶ دانه دارای کمترین تعداد دانه در غلاف بودند (جدول ۵). همبستگی صفات در شرایط بدون تنش خشکی نشان داد که تعداد دانه در غلاف با تعداد گره ریشه، وزن خشک ریشه و وزن خشک گره دارای همبستگی منفی و معنی‌دار و با درصد نیتروژن بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار می‌باشد (جدول ۶). در تیمار تنش خشکی در مرحله گل‌دهی صفت تعداد دانه در غلاف با عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت و با وزن خشک ریشه دارای همبستگی منفی و معنی‌داری بود (جدول ۷). در تیمار تنش خشکی در مرحله غلاف‌بندی نیز تعداد دانه در غلاف با ماده خشک کل و درصد نیتروژن بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری بود (جدول ۸). در تیمار دارای تنش خشکی در مرحله دانه‌بندی بین تعداد دانه در غلاف با عملکرد دانه و ماده خشک کل همبستگی مثبت و معنی‌دار و وزن صد دانه و وزن خشک ریشه و تعداد گره ریشه با وزن خشک گره همبستگی منفی و معنی‌دار بودند (جدول ۹).

تعداد غلاف در بوته: اثرات اصلی عامل آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل آنها بر صفت تعداد غلاف در بوته اختلاف آماری معنی‌داری داشتند (جدول ۳). در شرایط عدم تنش لاین ILC482 با میانگین ۹۷ غلاف در بوته بیشترین و تیمار تنش خشکی در مرحله گل‌دهی و رقم پیروز کمترین تعداد غلاف در بوته با میانگین ۴۰ غلاف در بوته اختصاص داشت (شکل ۴). به نظر می‌رسد در شرایط آبیاری کامل، گیاه از دوره زایشی طولانی‌تری برخوردار می‌باشد و تولید گل و نیام در مدت زمان بیشتری صورت می‌گیرد، به علت استفاده مطلوب گیاهان از نهاده‌ها، تعداد گل‌هایی که به نیام تبدیل شدند بیشتر گردید. در شرایط کمبود آب، میزان ریزش گل افزایش و در نتیجه تعداد نیام در هر بوته کاهش یافت. تاثیر کمبود آب بر کاهش تعداد نیام در بوته نخود توسط قاسمی گلعذانی و همکاران (Ghasemi-Golezani *et al.*, 1997) و سینگ و ساکسنا (Singh and Saxena, 1991) نیز گزارش شده است. این صفت در تیمار شاهد همبستگی منفی و معنی‌دار با وزن صد دانه داشت (جدول ۶). در تیمار تنش خشکی در مرحله گل‌دهی، تعداد

Archive of SID

www.SID.ir

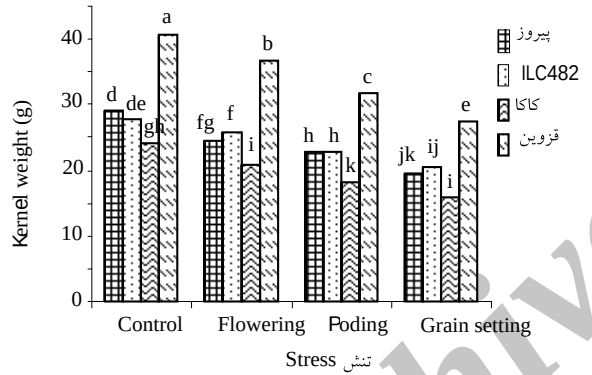
غلاف در بوته با درصد نیتروژن بوته دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بود (جدول ۷). در تیمار تنش خشکی در مرحله غلاف‌بندی نیز صفت مذکور با عملکرد دانه و درصد نیتروژن بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند (جدول ۸).



شکل ۴- اثر متقابل ژنوتیپ در آبیاری بر صفت تعداد غلاف در بوته

Figure 4- Interaction between genotype and irrigation on number of pod per plant

وزن صد دانه: اثر سادهٔ آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل آنها بر صفت وزن صد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). یوسفی و همکاران (Yusefi *et al.*, 1997) وجود اختلاف آماری معنی‌دار برای صفت وزن صد دانه را نیز گزارش نمودند. تنش خشکی در تیمار عدم تنش برای رقم قزوین ۴۰/۸ گرم بیشترین مقدار و تنش در مرحله دانه‌بندی برای رقم کاکا ۱۵/۸گرم کمترین وزن صد دانه را داشتند (شکل ۵). وزن صد دانه در تیمار عدم تنش همبستگی منفی با تعداد غلاف در بوته و همبستگی مثبت با درصد نیتروژن بوته داشت (جدول ۶). تنش خشکی در مرحله گل‌دهی، وزن صد دانه با عملکرد دانه، وزن خشک ریشه و وزن خشک گره همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند (جدول ۷). در تنش خشکی در مرحله غلاف-بندی نیز صفت مذکور با عملکرد دانه و وزن خشک ریشه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۸). در تیمار تنش خشکی در مرحله دانه-بندی بین وزن صد دانه با عملکرد دانه، تعداد گره ریشه، وزن خشک ریشه و وزن خشک گره همبستگی مثبت وجود داشت. در مقابل ضریب همبستگی بین وزن صد دانه و ماده خشک کل منفی و معنی‌دار بود (جدول ۹).



شکل ۵- اثر متقابل ژنوتیپ در آبیاری بر صفت وزن صد دانه

Figure 5- Interaction between genotype and irrigation on 100-kernel weight

ماده خشک کل: اثرات ساده آبیاری و ژنوتیپ معنی‌دار بودند (جدول ۳). بیشترین ماده خشک کل در تیمار عدم تنش با ۴۱۹ گرم در متر مربع و کمترین مقدار در تیمار تنش خشکی در مرحله غلاف‌بندی با میانگین ۳۰۳/۹ گرم در متر مربع بود. تنش خشکی در این مرحله عملکرد بیولوژیک را در حدود ۲۷/۵ درصد کاهش داد (جدول ۴). کاهش وزن ماده خشک در اثر بروز تنش خشکی به دلیل کمبود آب و مواد غذایی در

Archive of SID

www.SID.ir

مرحله پر شدن دانه‌ها است که با کاهش تعداد و حجم دانه‌ها، ماده خشک کل نیز کاهش می‌یابد. کاهش وزن اندام‌های هوایی و تولید فرآورده‌های فتوسنتزی در نتیجه محدودیت آب توسط سینگ و همکاران (Singh *et al.*, 1987) و زیا (Xia, 1997) نیز گزارش شده است. بیشترین ماده خشک کل مربوط به رقم کاکا با ۳۸۸ گرم و کمترین ماده خشک کل در لاین ILC482 با ۳۰۲/۴ گرم در متر مربع بود (جدول ۵). ضرایب همبستگی صفات با ماده خشک کل طی مراحل مختلف اعمال تنش خشکی نشان داد که این صفت در تیمار عدم تنش خشکی همبستگی منفی و معنی‌داری با تعداد گره ریشه، وزن خشک ریشه و وزن خشک گره داشت (جدول ۶). در تیمار تنش خشکی در مرحله غلاف‌بندی صفت مزبور با تعداد دانه در غلاف همبستگی مثبت و با تعداد گره ریشه همبستگی منفی و معنی‌داری داشتند (جدول ۸). همبستگی صفات در تنش خشکی در مرحله دانه‌بندی نشان داد که بین ماده خشک کل با عملکرد دانه و تعداد دانه در غلاف همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفات وزن صد دانه، تعداد گره ریشه، وزن خشک گره، وزن خشک ریشه و درصد نیتروژن بوته همبستگی منفی معنی‌داری داشتند (جدول ۹).

نتیجه‌گیری

رقم قزوین از لحاظ تثبیت نیتروژن در مواجهه با تنش خشکی در مراحل مختلف رشد کمترین کاهش را نسبت به شرایط بهینه رشد داشت. در مقابل رقم پیروز از تغییرات تثبیت نیتروژن بیشتری در مراحل مختلف نموی تحت تنش خشکی برخوردار بود. در مراحل مختلف رشدی صفات تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، ماده خشک کل، وزن خشک ریشه، تعداد گره ریشه و وزن خشک گره در اثر قطع آبیاری نسبت به عدم تنش کاهش محسوسی یافتند. براساس عملکرد دانه، حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی، مرحله دانه‌بندی و متحمل‌ترین مرحله به تنش خشکی مرحله گل‌دهی بودند. بیشترین و کمترین عملکرد دانه را به ترتیب ارقام کاکا و قزوین داشتند. در شرایط بهینه رشد رقم پیروز و لاین ILC482 دارای بیشترین تثبیت نیتروژن بودند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶- ضرایب همبستگی صفات ژنوتیپ‌های نخود در تیمار بدون تنش خشکی تحت شرایط مزرعه‌ای

Table 6- Correlation coefficient of chickpea genotypes at well watered under field conditions

صفت Trait	درصد نیتروژن Nitrogen percentage (%)	تعداد گره ریشه Nod per root	وزن خشک ریشه Root dry weight (mg)	وزن خشک گره Nod dry weight (mg)	عملکرد دانه Grain yield ($g.m^{-1}$)	دانه در غلاف Grain per pod	غلاف در بوته Pod per plant	وزن صد دانه 100-kernal weight (g)
تعداد گره ریشه Nod per root	0.77**							
وزن خشک ریشه Root dry weight (mg)	0.71**	0.89**						
وزن خشک گره Nod dry weight (mg)	0.80**	0.98**	0.89**					
عملکرد دانه Grain yield ($g.m^{-1}$)	0.21	0.41	0.15	0.30				
دانه در غلاف Grain per pod	0.80**	-0.74**	-0.71**	-0.76**	0.16			
غلاف در بوته Pod per plant	0.39	0.29	0.34	0.24	-0.41	0.27		
وزن صد دانه 100-kernal weight (g)	0.62**	-0.40	-0.17	-0.40	0.38	0.39	-0.65**	
ماده خشک کل Total dry matter ($g.m^{-1}$)	-0.13	-0.60*	-0.51*	-0.59*	0.07	0.34	-0.24	-0.11

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۷- ضرایب همبستگی صفات ژنوتیپ‌های نخود در تیمار تنش خشکی در مرحله گل‌دهی تحت شرایط مزرعه‌ای

Table 7- Correlation coefficient of chickpea genotypes at flowering drought stress under field conditions

صفت Trait	درصد نیتروژن Nitrogen percentage (%)	تعداد گره ریشه Nod per root	وزن خشک ریشه Root dry weight (mg)	وزن خشک گره Nod dry weight (mg)	عملکرد دانه Grain yield ($g.m^{-1}$)	دانه در غلاف Grain per pod	غلاف در بوته Pod per plant	وزن صد دانه 100-kernal weight (g)
تعداد گره ریشه Nod per root	-0.01							
وزن خشک ریشه Root dry weight (mg)	-0.11	0.93**						
وزن خشک گره Nod dry weight (mg)	-0.10	0.97**	0.94**					
عملکرد دانه Grain yield ($g.m^{-1}$)	0.34	-0.69**	-0.84**	-0.78**				
دانه در غلاف Grain per pod	0.30	-0.43	-0.57*	-0.48	0.68**			
غلاف در بوته Pod per plant	0.74**	-0.01	-0.06	-0.06	0.26	0.21		
وزن صد دانه 100-kernal weight (g)	-0.39	0.39	0.54*	0.53*	0.76**	-0.41	-0.28	
ماده خشک کل Total dry matter ($g.m^{-1}$)	-0.20	-0.47	-0.37	-0.44	0.43	0.01	0.05	-0.21

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

www.SID.ir

جدول ۸- ضرایب همبستگی صفات ژنوتیپ‌های نخود در تیمار تنش خشکی در مرحله غلاف‌بندی تحت شرایط مزرعه‌ای

Table 8- Correlation coefficient of chickpea genotypes at poding drought stress under field conditions

صفت Trait	درصد نیتروژن Nitrogen percentage (%)	تعداد گره ریشه Nod per root	وزن خشک ریشه Root dry weight (mg)	وزن خشک گره Nod dry weight (mg)	عملکرد دانه Grain yield ($g.m^{-1}$)	دانه در غلاف Grain per pod	غلاف در بوته Pod per plant	وزن صد دانه 100-kernal weight (g)
تعداد گره ریشه Nod per root	-0.23							
وزن خشک ریشه Root dry weight (mg)	0.47	0.93**						
وزن خشک گره Nod dry weight (mg)	0.07	0.78**	0.76**					
عملکرد دانه Grain yield ($g.m^{-1}$)	0.63**	-0.74**	-0.84**	-0.51*				
دانه در غلاف Grain per pod	0.53*	-0.30	-0.36	0.18	0.35			
غلاف در بوته Pod per plant	0.64**	0.01	-0.14	0.11	0.50*	0.26		
وزن صد دانه 100-kernal weight (g)	-0.28	0.35	0.50*	0.20	0.66**	-0.20	-0.17	
ماده خشک کل Total dry matter ($g.m^{-1}$)	-0.01	-0.54*	-0.38	-0.17	0.14	0.54*	-0.28	0.08

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۹- ضرایب همبستگی صفات ژنوتیپ‌های نخود در تیمار تنش خشکی در مرحله دانه‌بندی تحت شرایط مزرعه‌ای

Table 8- Correlation coefficient of chickpea genotypes at grain setting drought stress under field conditions

صفت Trait	درصد نیتروژن Nitrogen percentage (%)	تعداد گره ریشه Nod per root	وزن خشک ریشه Root dry weight (mg)	وزن خشک گره Nod dry weight (mg)	عملکرد دانه Grain yield ($g.m^{-1}$)	دانه در غلاف Grain per pod	غلاف در بوته Pod per plant	وزن صد دانه 100-kernal weight (g)
تعداد گره ریشه Nod per root	0.55*							
وزن خشک ریشه Root dry weight (mg)	0.62**	0.94**						
وزن خشک گره Nod dry weight (mg)	0.56*	0.99**	0.94**					
عملکرد دانه Grain yield ($g.m^{-1}$)	-0.51*	-0.85**	-0.83**	-0.85**				
دانه در غلاف Grain per pod	-0.44	-0.60*	-0.73**	-0.60*	0.78**			
غلاف در بوته Pod per plant	0.10	0.07	-0.02	0.08	0.22	0.40		
وزن صد دانه 100-kernal weight (g)	0.47	0.69**	0.73**	0.69**	0.70**	-0.73**	-0.32	
ماده خشک کل Total dry matter ($g.m^{-1}$)	-0.70**	-0.60*	-0.72**	-0.60*	0.55*	0.61*	-0.01	-0.51*

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

www.SID.ir

منابع مورد استفاده References

✓ Begum, N., M. Husain, and S. I. Chowury. 1992. Effect of sowing date and plant density on pod borer incidence and grain yield of chickpea in Bangladesh. International Chickpea News Letter. 27: 19-21.

✓ Chaichi, M., M. Rostamzade, and K. S. Esmailian. 2003. Resistance evaluation of black chickpea to drought stress under different irrigation regimes. Journal of Crop Science and Natural Resourse. 4: 126-135. (In Persian).

✓ F. A. O. 2007. Production Year-Book, Food and Agricultur Organization, Rome. 70: 236.

✓ Fujita, K., K. G. Ofosu-Budu, and S. Ogata. 1994. Biological nitrogen fixation in mixed legume-cereal cropping system. Plant and Soil. 141: 155-175.

✓ Ghasemi-Golezani, K., M. Movahedi., F. Rahimzadeh-Khoei, and M. Moghadam. 1997. The effects of water deficit on grow and grain yield of two chickpea cultivars at diferent densities. Journal of Crop Science. 7: 17-42. (In Persian).

✓ Kanouni, H., M. K. Ahmadi, S. H. Sabaghpour, R. S. Malhotra and H. Ketata. 2003. Evaluation of spring sowin chickpea varieties for drought tolerance. International Chickpea Conference. Raipur, Chattisgrah, India.

✓ Kocheki, A., and M. Banayan-Aval. 1994. Crop physiology. Mashhad Jahad-e-Daneshgahe Publ ications. 380 pp. (In Persian).

✓ Kumar, J., N. Dhiman, S. S. Yadav, J. Berger, N. C. Turner, and D. Singh. 2004. Moisture stress studies in different chickpea types. 4th International Crop Science Congress. New Dehli, India.

✓ Leport, L., N. C. Turner, R. J. French, M. B. Barr, R. Dude, S. L. Davies, D. Tennant, and K. H. M. Siddique. 1999. Physiological response of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediteranian environment. European Journal of Agriculture. 11: 279-291.

✓ Miller, P. R., K. N. Mekay, and B. A. Jenks. 2002. Growing chickpea in the Northern great plains Montana State University. Agronomy Journal. 78: 697-755.

✓ Mevicar, R., P. Perase, K. Panchuk, C. Brenzil, S. Hartley, and D. Goodwillie. 2005. Chickpea in Saskatchewan. Saskatchewan Agriculture and Food. Gov.SK.Ca/ docs/crops/pulses/productioninformation/chickpea. http://www.Agr.com.

✓ Mohammadi, G., K. Ghasemi-Golezani, A. Javanshir, and M. Moghadam. 2006. The effect of moisture deficit on performance of three chickpea cultivars. Journal of Crop Science and Natural Resoureses. 10: 109-120. (In Persian).

✓ Neilson, D. D. 2001. Productin functions for chickpea, field pea and Lenti in the central Great plains. Agronomy Journal. 93: 563-569.

✓ Pazdernik, D. L., P. H. Graham, C. P. Vance, and J. H. Orf. 1996. Host genetic variation in early nodulation and nitrogen fixation of soybean. Crop Science. 36: 1102-1107.

✓ Pimratch, S., S. Jogloy, N. Vorasoot, B. Toomsan, A. Patanothai, and C. Holbrook. 2008. Relationship between biomass production and nitrogen fixation under drought stress conditions in peanut genotypes with different levels of drought resistance. Agronomy Journal. 194: 15-25.

✓ Rupela, O. P., B. Toomson, S. Mittal, P. J. Dart, and J. A. Thompson. 1986. Chickpea *Rhizobium* populations in soils and seasonal changes over depth. Soil Biology and Biochemistry. 86: 233-240.

✓ Saxena, N. P., C. Johansen, M. C. Saxena, and S. N. Silim. 1993. Selection for drought and salinity tolerance in cool-season food legumes. In: K. B. Singh and M. C. Saxena (ads.).

Archive of SID

www.SID.ir

Breeding for stress tolerance in cool-season food legumes. John Wiley and Sons, Chichester, U. K. pp. 245-270.

✓ Singh, K. B., and M. C. Saxena. 1999. Chickpeas. Macmillan Education LTD, London and Bisington. Pp 349.

✓ Singh, K. B., and M. C. Saxena. 1991. Studies on drought tolerance in legume program. Annual Report ICARDA.

✓ Singh, D. P., P. Singh, H. C. Sharma, and N. C. Turner. 1987. Influence of water deficit on the water relations, canopy gas exchange and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L). Field Crops Research. 16: 231-241.

✓ Singh, K. B., R. S. Malhorta, M. H. Halila, F. J. Kinghts, and M. M. Verma. 1994. Current status and future strategy in breeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses. Euphytica. 73: 137-149.

✓ Xia, M. Z. 1997. Effects of drought during the generative development phase on seed yield and nutrient uptake of faba bean (*Vicia faba* L). Australian Journal of Agricultural Research. 48: 447-451.

✓ Yusefi, B., H. Kazemi-Arbat, F. Rahimzadeh-Khoie, and M. Moghadam. 1997. Evaluation of chickpea cultivars at two mosisture regimes and path analysis of agronomic traits. Iranian Journal of Crop Science. 28: 147-161. (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir