



اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر عملکرد، اجزاء عملکرد و برخی خصوصیات ریخت‌شناسی لوبیا چیتی رقم C.O.S.16 در منطقه یاسوج

نویدا... عمادی^۱، *حمیدرضا بلوچی^۲ و شاهرخ جهانبین^۲

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه یاسوج،

^۲استادپار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه یاسوج

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۴

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر عملکرد و خصوصیات ریخت‌شناسی لوبیا چیتی رقم C.O.S.16 آزمایش مزرعه‌ای در سال ۱۳۸۹ در دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری معمولی، تنش خشکی در مرحله رویشی و زایشی پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر آب از سطح تشتک تبخیر کلاس A، به‌عنوان عامل اصلی و ۴ سطح تراکم ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ بوته در مترمربع عامل فرعی بودند. نتایج آزمایش نشان داد که برهم‌کنش تنش خشکی و تراکم بوته بر صفات وزن صدانه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، شاخص برداشت، عملکرد زیست‌توده و دانه معنی‌دار بود. تیمار آبیاری معمولی در تراکم ۳۵ بوته در مترمربع، بیش‌ترین عملکرد زیست‌توده و دانه را به ترتیب برابر ۱۱۲۳۵ کیلوگرم ماده خشک و ۳۳۶۸ کیلوگرم دانه لوبیا در هکتار نشان داد، که با تیمار ۴۵ بوته در مترمربع تفاوت معنی‌داری نداشتند. تراکم ۳۵ و ۱۵ بوته در مترمربع به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه و کارایی مصرف آب آبیاری را در شرایط تنش خشکی در مرحله رشد رویشی و زایشی به خود اختصاص دادند. در کل تراکم ۳۵ بوته در مترمربع در شرایط بدون تنش و ۲۵ بوته در مترمربع در همه سطوح تنش، بیش‌ترین عملکرد را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: کم‌آبی، لوبیا، عملکرد، مرحله رشد، کارایی مصرف آب

مقدمه

یکی از دلایل عمده ناکافی بودن تولید محصولات کشاورزی در بسیاری از نقاط دنیا وجود پدیده‌های خشکی و خشک‌سالی می‌باشد (فائو، ۲۰۰۸)، اغلب این مناطق دارای محدودیت‌های دیگری مانند شور و قلیایی بودن اراضی، سنگلاخی بودن، شیب بسیار زیاد، و حاصل‌خیزی کم نیز دارند. در بسیاری از مناطق دنیا هزینه تولید پروتئین حیوانی بسیار بالا است و بخش زیادی از پروتئین موردنیاز باید از منابع گیاهی تأمین شود. حبوبات و از جمله لوبیا چیتی با داشتن مقدار قابل‌توجهی پروتئین سهم قابل‌توجهی در تأمین این ماده غذایی با ارزش دارد (مهرپویان و همکاران، ۲۰۱۱). به دلیل بازارپسندی مناسب لوبیا چیتی ارقام مختلفی از آن در دنیا کشت می‌شود. مهم‌ترین ارقام لوبیا چیتی که در ایران کشت می‌شوند به نام‌های تلاش، صیاد و ناز مشهور می‌باشند (مجنون‌حسینی، ۱۹۹۷). تلاش برای معرفی ارقام جدید که با شرایط آب و هوایی مناطق خشک و نیمه‌خشک سازگاری بیش‌تری داشته باشند همچنان ادامه دارد، یکی از این ارقام که در سال‌های اخیر به کشاورزان معرفی شده است رقم C.O.S.16 می‌باشد که به نظر می‌رسد به شرایط خشک سازگاری بهتری دارد (بیات و همکاران، ۲۰۱۰). خشکی به‌عنوان عمده‌ترین تنش غیرزیستی در کاشت لوبیا چیتی ذکر شده است (خوشوقتی، ۲۰۰۶). کاهش آب موردنیاز گیاه لوبیا چیتی در فصل رویش قابلیت استفاده از مواد غذایی موجود در خاک و کارایی مناسب از نورخورشید را کاهش می‌دهد (سینگ، ۱۹۹۵). تعیین میزان مناسب بذر مصرفی و تعداد بوته در واحد سطح از جمله مهم‌ترین متغیرهای مدیریتی در اختیار زارع است (قنبری و طاهری‌مازندرانی، ۲۰۰۴). به‌منظور ایجاد تعادل بین گیاه زراعی و رطوبت خاک تراکم مطلوب بوته در واحد سطح اهمیت خاصی دارد. افزایش تراکم بوته بیش از حد سبب می‌شود که در ابتدای فصل رشد رطوبت خاک تخلیه شود و در نتیجه گیاه در مرحله رشد زایشی با کمبود رطوبت مواجه شده و عملکرد آن کاهش یابد (خواجوی‌نژاد و همکاران، ۱۹۹۵). البته باید توجه داشت که افزایش تعداد بوته در واحد سطح در شرایطی که سایر عوامل محیطی مناسب باشد می‌تواند به افزایش عملکرد بیانجامد. در این رابطه مشخص گردیده که لوبیا معمولی به افزایش بوته در واحد سطح واکنش مثبت نشان داده است (آقامیری، ۱۹۹۴؛ طالعی و همکاران، ۲۰۰۰). کاشت لوبیا چیتی در بسیاری از مناطق ایران در محدوده زمانی اواخر فصل بهار و تقریباً تمام طول فصل تابستان مرسوم می‌باشد (مجنون‌حسینی، ۱۹۹۷). در این فاصله هرچه به سمت انتهای فصل تابستان نزدیک شویم از میزان آب قابل استفاده توسط گیاهان کاسته می‌شود (محمدی و همکاران، ۲۰۰۵). میزان بوته مناسب موجود در واحد سطح می‌تواند تا اندازه‌ای اثرات زیان‌بار خشکی را در کشت گیاه لوبیا چیتی کاهش دهد (رزالس‌سرنا و همکاران، ۲۰۰۲). در این پژوهش

به بررسی اثرات خشکی و تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و برخی خصوصیات ریخت‌شناسی و فنولوژیک لوبیا چیتی رقم C.O.S 16 پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار روی لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris*) رقم C.O.S.16، در سال ۱۳۸۹ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج با مشخصات جغرافیایی ۵۵ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۸۹ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۸۷۰ متری از سطح دریا انجام شد. تیمار تنش خشکی در مراحل رویشی از استقرار گیاه تا شروع گل‌دهی، در مرحله زایشی از شروع گل‌دهی تا رسیدگی فیزیولوژیک با آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر آب از سطح تشتک تبخیر کلاس A و انجام آبیاری معمول در تمامی مراحل رشد گیاه پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A به‌عنوان ۳ سطح عامل اصلی و تراکم بوته برابر ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ بوته در مترمربع سطوح عامل فرعی را تشکیل دادند. هر کرت فرعی از ۵ خط کاشت به طول ۵ متر و با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر تشکیل شد. برای حذف اثر رطوبت ناشی از آبیاری، فاصله بین دو کرت اصلی از هر طرف ۲ متر و فاصله ۲ کرت فرعی ۱ متر در نظر گرفته شد. بذر لوبیای چیتی رقم C.O.S.16 که رقمی سازگار به مناطق خشک و نیمه‌خشک با فرم بوته‌ای بوده از مرکز پژوهش‌های کشاورزی منابع طبیعی استان مرکزی تهیه شد. عملیات کاشت پس از تهیه بذر و ضدعفونی با محلول بنومیل ۱ درصد و تهیه بستر کشت در مزرعه دانشکده کشاورزی با خصوصیات خاک ذکر شده در جدول ۱ انجام گرفت.

جدول ۱- مشخصات خاک محل انجام آزمایش.

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	واکنش گل اشباع	درصد مواد خنثی‌شونده	درصد کربن آلی	درصد نیتروژن کل	درصد فسفر قابل جذب	درصد پتاسیم قابل جذب	بافت اشباع	درصد
۰/۵۱۰	۷/۳	۴۳	۱/۳۶۵	۰/۱۴۰	۳۲/۸	۳۷۴	سیلت-رس	۵۲
وزن	وزن	مخصوص	مخصوص	ظرفیت	آهن	منگنز	روی	مخصوص
ظاهری <td>حقیقی <td>سیلت <td>درصد شن <td>درصد رس <td>(میلی‌گرم در کیلوگرم) <td>مس <td>مسی <td>ظاهری </td></td></td></td></td></td></td></td>	حقیقی <td>سیلت <td>درصد شن <td>درصد رس <td>(میلی‌گرم در کیلوگرم) <td>مس <td>مسی <td>ظاهری </td></td></td></td></td></td></td>	سیلت <td>درصد شن <td>درصد رس <td>(میلی‌گرم در کیلوگرم) <td>مس <td>مسی <td>ظاهری </td></td></td></td></td></td>	درصد شن <td>درصد رس <td>(میلی‌گرم در کیلوگرم) <td>مس <td>مسی <td>ظاهری </td></td></td></td></td>	درصد رس <td>(میلی‌گرم در کیلوگرم) <td>مس <td>مسی <td>ظاهری </td></td></td></td>	(میلی‌گرم در کیلوگرم) <td>مس <td>مسی <td>ظاهری </td></td></td>	مس <td>مسی <td>ظاهری </td></td>	مسی <td>ظاهری </td>	ظاهری
گرم در مترمکعب								
۱/۶۹	۲/۱۷	۴۵	۱۴	۴۱	۴۷	۱۷/۶۴	۹/۴۲	۱/۲
۰/۵۸								

عملیات تهیه بستر شامل شخم با گاواهن برگرداندار، تسطیح زمین، نرم کردن کلوخه‌ها در اردیبهشت‌ماه انجام شد. پس از مناسب شدن شرایط آب و هوایی، کاشت در هفتم خردادماه با روش هیرم‌کاری و با دست انجام گرفت. برای اندازه‌گیری مقدار آب مصرفی در هر کرت از سرریز مستطیلی در ابتدای کرت استفاده شد. دبی آب سرریز، پس از پر شدن جوی آب و ثابت شدن جریان آب از روی سرریز با استفاده از رابطه زیر محاسبه و پس از تقسیم حجم آب بر دبی سرریز، مدت ورود آب به هر کرت مشخص گردید.

$$Q = \% ۱۸۴ LH \frac{1}{5}$$

که در آن، Q = دبی سرریز مستطیلی (لیتر بر ثانیه)، H = ارتفاع آب بالای سرریز (سانتی‌متر)، L = طول لبه سرریز (سانتی‌متر).
مقدار آب لازم برای آبیاری هر کرت از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$V = (FC - SM)BD.A.(d + ۰/۱۵)$$

که در آن، V = حجم آب مصرفی (مترمکعب)، FC = درصد وزنی رطوبت خاک در حد گنجایش زراعی، SM = درصد وزنی رطوبت خاک در موقع نمونه‌گیری، BD = وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌مترمکعب)، A = مساحت کرت (مترمربع) و d = عمق توسعه مؤثر ریشه (متر).
برای در نظر گرفتن میزان آب‌شویی خاک ۱۵ درصد متر به عمق توسعه ریشه افزوده شد. بر این اساس میزان آب مصرفی در تیمارهای آزمایش شامل ۵۷۶۰ مترمکعب برای تنش در مرحله رویشی، ۶۵۰۰ مترمکعب تنش در مرحله زایشی و ۷۵۰۰ مترمکعب برای شرایط بدون تنش در طول مراحل رشدی گیاه محاسبه شد. به‌منظور اطمینان از سبز شدن بذرها آبیاری اولیه با فاصله کم ۳-۴ روز یک‌بار انجام شد، پس از ظهور دومین برگ اصلی و استقرار کامل گیاه تراکم‌های موردنظر در آزمایش اعمال گردید. در طول فصل رویش و هنگام برداشت صفاتی مانند عملکرد دانه در مترمربع، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، ارتفاع بوته، متوسط وزن صددانه، وزن ماده خشک گیاهی در واحد سطح، شاخص برداشت، طول دوره گل‌دهی، طول دوره رسیدن دانه و پروتئین دانه مورد بررسی قرار گرفت. کارایی مصرف آب بر حسب کیلوگرم در مترمکعب نیز از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$\text{عملکرد دانه} = \frac{\text{مقدار آب مصرف شده در طول دوره رشد و نمو گیاه}}{\text{کارایی مصرف آب}}$$

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد و میانگین صفات برای اثرات اصلی با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد و برای اثرات متقابلی که معنی‌دار شده‌اند، بعد از برش‌دهی اثر تراکم در سطوح مختلف خشکی با آزمون L.S.Means مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۲ نشان می‌دهد که برهمکنش تنش خشکی و تراکم بوته لوبیا چیتی بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود ($P \leq 0/01$)، هم‌چنین برش‌دهی اثر خشکی برای سطوح مختلف تراکم بوته نشان داد که در تراکم‌های مختلف اختلاف معنی‌داری بین ارتفاع گیاه در سطوح مختلف خشکی وجود دارد (جدول ۳). به‌طوری‌که بیش‌ترین ارتفاع بوته در شرایط بدون تنش و در تراکم ۴۵ بوته در مترمربع برابر ۶۴/۷۳ سانتی‌متر ثبت گردید. کم‌ترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار ۱۵ بوته در مترمربع در شرایط تنش خشکی در مرحله رویشی بود. تنش خشکی در مرحله رویشی و زایشی باعث کاهش ارتفاع بوته لوبیا چیتی در همه تراکم‌ها گردید (جدول ۴). اصولاً تنش خشکی باعث کاهش رشد کلی گیاه، کاهش سطح برگ، میزان کلروفیل و در مجموع رشد کلی گیاه می‌گردد (ژو، ۲۰۰۲). کاهش ارتفاع بوته لوبیا چیتی در اثر شرایط تنش خشکی در آزمایش‌های دیگری نیز تأیید گردیده است (خواجه‌نژاد و همکاران، ۱۹۹۵؛ هاشمی‌جزی و دانش، ۲۰۰۴). افزایش ارتفاع بوته لوبیا چیتی در شرایطی که منجر به ایجاد تعداد شاخه‌های فرعی بیش‌تر شده و تعداد بیش‌تری غلاف و دانه در غلاف تولید شود، ارزشمند است. علت آن کاهش رقابت درون و برون‌گونه‌ای برای استفاده از آب و مواد غذایی ذکر گردیده است (سینگ، ۱۹۹۸؛ محمدی و همکاران، ۲۰۰۵).

در این آزمایش برهم‌کنش تنش خشکی و تراکم بوته بر تعداد شاخه‌های فرعی معنی‌دار بود ($P \leq 0/05$) (جدول ۲). هم‌چنین برش‌دهی اثر خشکی برای سطوح مختلف تراکم بوته نشان داد که تنها در تراکم ۴۵ بوته در مترمربع اختلاف معنی‌داری بین تعداد شاخه فرعی در سطوح مختلف خشکی وجود دارد (جدول ۳). تنش تنها در مرحله رویشی در تراکم بالای بوته گیاه لوبیا چیتی باعث کاهش تعداد شاخه‌های فرعی شده است. کمبود آب باعث کاهش فتوسنتز، کاهش گسترش سطح

برگ‌ها و عدم تشکیل شاخه‌های جدید گردیده است. به نظر می‌رسد کاهش فضا برای رشد بوته و افزایش رقابت بین‌گونه‌ای، کاهش جذب مواد غذایی و آب از جمله عوامل مؤثر بر کاهش تعداد شاخه‌های فرعی بوده است. بیش‌ترین تعداد شاخه‌های فرعی در تراکم ۱۵ بوته در مترمربع در حالت شاهد بود که با تنش در مرحله زایشی اختلاف معنی‌داری نداشت و کم‌ترین تعداد شاخه فرعی در تیمار ۴۵ بوته در مترمربع در شرایط تنش خشکی در مرحله رشد رویشی به‌دست آمده است. کاهش تعداد شاخه‌های فرعی بر اثر افزایش تراکم و کمبود آب توسط پژوهش‌گران دیگر نیز تأیید شده است (ککس، ۱۹۹۶؛ ترابی‌جفرودی و همکاران، ۲۰۰۸؛ باشتنی، ۱۹۹۷).

در این آزمایش، گیاهان تحت شرایط بدون تنش در مقایسه با سایر تیمارهای تحت شرایط خشکی تعداد غلاف بیش‌تری تولید کردند و تفاوت بین آن‌ها معنی‌دار بود (جدول‌های ۲ و ۵). بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته برابر ۱۰/۴۳ عدد مربوط به تیمار آبیاری معمول و کم‌ترین آن به مقدار ۹/۰۳ مربوط به تیمار تنش خشکی در مرحله زایشی بود (جدول ۵). بنابر اعتقاد بسیاری از پژوهش‌ها در بین اجزای عملکرد، تعداد غلاف در بوته مهم‌ترین صفت در تعیین عملکرد لوبیا بوده و بیش‌ترین همبستگی را با عملکرد دانه دارد (خوش‌وقتی، ۲۰۰۶؛ بیات و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین با توجه به رشد نامحدود بودن لوبیا هرچه گیاه در شرایط تنش زودتر برسد، تعداد غلاف کم‌تری فرصت ایجاد دارند. این موضوع مورد تأیید واکریم و همکاران (۲۰۰۵) نیز قرار گرفته است. افزایش تراکم بوته باعث کاهش تعداد غلاف در بوته گردیده است. بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته در تیمار ۱۵ بوته در مترمربع برابر ۱۱/۳۱ و کم‌ترین آن در تیمار ۲۵ بوته در مترمربع برابر ۸/۴۸ بود که با ۴۵ بوته در مترمربع اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۵). افزایش تراکم بوته در واحد سطح باعث محدودیت منبع می‌گردد و در نتیجه گیاه امکان ایجاد مخازن کم‌تری دارد. کاهش تعداد غلاف در بوته بر اثر افزایش تراکم بوته در آزمایش‌های دیگر در گیاه لوبیا چیتی ذکر گردیده است (ترابی‌جفرودی و همکاران، ۲۰۰۸؛ موسوی و همکاران، ۲۰۱۰). میزان دانه تولید شده در غلاف و واحد سطح در تیمار آبیاری معمول (بدون تنش) از تیمارهای تنش خشکی در مرحله رویشی و زایشی بیش‌تر بود (جدول‌های ۲، ۴ و ۵).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیک لوبیا چیتی.

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد شاخه‌های		تعداد غلاف		تعداد دانه		وزن صد دانه		تعداد روز		عملکرد		شاخص برداشت		پروتئین دانه		کارایی مصرف آب	
		فرعی	در بوته	در بوته	در بوته	در بوته	در بوته	در بوته	در بوته	در بوته	در بوته	در بوته	در بوته	در بوته	در بوته	در بوته	در بوته		
تکرار	۲	۲۵۳۲ ^{ns}	۰/۳ ^{ns}	۴/۲۷ ^{ns}	۰/۰۱۴ ^{ns}	۴/۱۷ ^{ns}	۳/۱۳ ^{ns}	۳۱۱۶۲۰ ^{ns}	۳۱۱۶۲۰ ^{ns}	۳۱۱۶۲۰ ^{ns}	۳۱۱۶۲۰ ^{ns}	۳۱۱۶۲۰ ^{ns}	۳۱۱۶۲۰ ^{ns}	۳۱۱۶۲۰ ^{ns}	۳۱۱۶۲۰ ^{ns}	۳۱۱۶۲۰ ^{ns}	۳۱۱۶۲۰ ^{ns}	۳۱۱۶۲۰ ^{ns}	۳۱۱۶۲۰ ^{ns}
نش	۲	۵۵۰/۷ ^{**}	۱۳/۱ ^{**}	۶۳/۱ ^{**}	۰/۰۸ ^{**}	۱۳/۸۸ ^{**}	۲۰/۱۷ ^{**}	۸۵۰۷ ^{**}	۸۵۰۷ ^{**}	۸۵۰۷ ^{**}	۸۵۰۷ ^{**}	۸۵۰۷ ^{**}	۸۵۰۷ ^{**}	۸۵۰۷ ^{**}	۸۵۰۷ ^{**}	۸۵۰۷ ^{**}	۸۵۰۷ ^{**}	۸۵۰۷ ^{**}	۸۵۰۷ ^{**}
خطای اصلی	۴	۴/۲	۵۹/۰	۳۳/۳۱ ^{**}	۰/۰۲	۱۳/۸۸ ^{**}	۲۱/۰۰ ^{**}	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱
تراکم	۳	۱۶۴/۹۳ ^{**}	۵۷/۵ ^{**}	۳۳/۳۱ ^{**}	۰/۰۲	۱۳/۸۸ ^{**}	۲۱/۰۰ ^{**}	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱
تنش x تراکم	۶	۳۸/۰ ^{**}	۹/۰ [*]	۰/۸۹ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۱۳/۸۸ ^{**}	۲۱/۰۰ ^{**}	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱
خطای آزمایش	۱۸	۳۱/۵	۱۶/۱	۵۵/۱	۰/۰۰	۱۳/۸۸ ^{**}	۲۱/۰۰ ^{**}	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱
ضرب تغییرات (درصد)		۳۱/۵	۱۶/۱	۵۵/۱	۰/۰۰	۱۳/۸۸ ^{**}	۲۱/۰۰ ^{**}	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱	۸۵/۱

ns ، * ، ** به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد می‌باشند.

جدول ۳- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برش دمی اثر خشکی برای سطوح مختلف تراکم بوته مربوط به لوبیا چیتی

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد شاخه‌های فرعی		وزن صد دانه		عملکرد زیست توده		شاخص برداشت		کارایی مصرف آب	
		ارزاق بوته	تعداد شاخه‌های فرعی	عملکرد زیست توده	عملکرد دانه	شاخص برداشت	کارایی مصرف آب	عملکرد زیست توده	عملکرد دانه	شاخص برداشت	کارایی مصرف آب
بوته در مترمربع ۱۵	۲	۲۰۹/۳ ^{**}	۲/۲۳ ^{ns}	۰/۹۵ ^{**}	۳۹۳۲۸ ^{**}	۳۹۳۲۸ ^{**}	۳۹۳۲۸ ^{**}	۳۹۳۲۸ ^{**}	۳۹۳۲۸ ^{**}	۳۹۳۲۸ ^{**}	۳۹۳۲۸ ^{**}
بوته در مترمربع ۲۵	۲	۱۸۸/۷ ^{**}	۱/۴۷ ^{ns}	۰/۸۷ ^{ns}	۴۹۰۶۴ ^{**}	۴۹۰۶۴ ^{**}	۴۹۰۶۴ ^{**}	۴۹۰۶۴ ^{**}	۴۹۰۶۴ ^{**}	۴۹۰۶۴ ^{**}	۴۹۰۶۴ ^{**}
بوته در مترمربع ۳۵	۲	۱۰۷/۵ ^{**}	۱/۰۲ ^{ns}	۰/۷۳ [*]	۸۷۱۶۱ ^{**}	۸۷۱۶۱ ^{**}	۸۷۱۶۱ ^{**}	۸۷۱۶۱ ^{**}	۸۷۱۶۱ ^{**}	۸۷۱۶۱ ^{**}	۸۷۱۶۱ ^{**}
بوته در مترمربع ۴۵	۲	۱۲۴/۳ ^{**}	۳/۸۷ [*]	۰/۷۸ [*]	۶۷۶۶۸ ^{**}	۶۷۶۶۸ ^{**}	۶۷۶۶۸ ^{**}	۶۷۶۶۸ ^{**}	۶۷۶۶۸ ^{**}	۶۷۶۶۸ ^{**}	۶۷۶۶۸ ^{**}

ns ، * ، ** به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد می‌باشند.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های صفات کمی لوبیا چیتی تحت تأثیر متقابل سطوح مختلف تراکم و تنش خشکی.

تراکم بوته در متر مربع	تنش خشکی	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد شاخه فرعی	وزن صد دانه (گرم)	درصد شاخص برداشت	عملکرد زیست توده (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف آب (گرم در مترمکعب)
۱۵	بدون تنش	۵۶ d (A)	۱۰/۰ a (A)	۳۸/۶ a (A)	۳۱ ab (A)	۸۳۳ ad e (A)	۲۲۸ b (A)	۳۰ cd (B)
	در مرحله رویشی	۳۹ h (C)	۸/۴ abc (A)	۳۷/۰ b (B)	۲۸ cde (B)	۷۷۷ of (B)	۲۰۶ def (B)	۴۳ a (A)
	در مرحله زایشی	۴۹ f (B)	۹/۷ ab (A)	۳۲/۰ c (C)	۲۶ ef (B)	۷۴۹ ief (AB)	۱۹۵۳ f (B)	۳۰ e (C)
۲۵	بدون تنش	۵۷ cd (A)	۸/۲ bc (A)	۳۶/۰ def (A)	۳۳ a (A)	۹۸۱۷ b (A)	۳۲۴۳ a (A)	۴۳ a (A)
	در مرحله رویشی	۴۵ g (C)	۶/۸ cd (A)	۳۶/۶ def (A)	۳۰ abc (A)	۷۵۰ eef (B)	۲۲۸۰ de (B)	۴۱ ab (A)
	در مرحله زایشی	۵۴ de (AB)	۷/۶ c (A)	۲۸/۰ d (A)	۳۶ def (B)	۸۲۳۶ de (B)	۲۲۰۱ de (B)	۳۳ cd (B)
۳۵	بدون تنش	۶۰ bc (A)	۷/۹ c (A)	۳۰/۶ c (A)	۳۰ Abc (A)	۱۱۳۳ ea (A)	۳۳۶ a (A)	۴۴ a (A)
	در مرحله رویشی	۴۹ f (B)	۶/۷ cd (A)	۲۴/۶ f (B)	۳۲ Ab (A)	۷۸۵۱ def (C)	۲۵۲۰ bc (B)	۳۳ cde (B)
	در مرحله زایشی	۶۰ bc (A)	۷/۴ cd (A)	۲۶/۶ def (B)	۲۴ F (B)	۹۲۷۶ bc (B)	۲۲۶۰ de (C)	۳۴ cd (B)
۴۵	بدون تنش	۶۴ a (A)	۷/۸ c (A)	۲۷/۶ de (A)	۳۰ abc (A)	۱۰۹۵۱ a (A)	۳۲۹ ea (A)	۴۳ a (A)
	در مرحله رویشی	۵۶ ef (C)	۵/۷ d (B)	۲۵/۳ ef (A)	۲۹ bcd (A)	۸۰۷۵ def (B)	۲۲۸۳ cd (B)	۳۸۷ bc (B)
	در مرحله زایشی	۶۱ b (B)	۷/۴۳ c (A)	۲۰/۰ g (B)	۲۴ f (B)	۸۷۶ cd (B)	۲۱۳۶ ef (C)	۳۲۷ de (C)

اعداد با حروف مشابه در هر ستون، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD برای مقایسه میانگین اثرات متقابل کلی (حروف بیرون پرانتز) و در آزمون L.S.means برای مقایسه میانگین به روش برش‌دهی (حروف درون پرانتز) نشان ندادند.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌ها اثرات ساده برخی صفات لوبیا چیتی در سطوح مختلف تنش و تراکم بوته.

تیمارهای آزمایش	سطوح	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	تعداد روز تا رسیدگی	تعداد روز تا گل‌دهی	پروتئین درصد
شاهد بدون تنش	۱۰/۴۳ ^a	۳/۴۱ ^a	۱۰۸/۹۸ ^a	۴۶/۳۱ ^a	۲۲/۵۱ ^b	
تنش خشکی	در مرحله رویشی	۹/۳۶ ^{ab}	۳/۱۹ ^{ab}	۱۰۷/۳ ^{ab}	۴۴/۸۹ ^b	۲۲/۸۲ ^{ab}
در مرحله زایشی	۹/۰۳ ^b	۲/۹۳ ^b	۱۰۵/۶۵ ^b	۴۶/۲۹ ^a	۲۳/۲۳ ^a	
تراکم بوته	۱۵	۱۱/۳۱ ^a	۳/۶۸ ^a	۱۰۵/۷۰ ^c	۴۳/۷۶ ^c	۲۲/۵۹ ^a
در مترمربع	۲۵	۸/۴۸ ^c	۳/۲۵ ^b	۱۰۷/۲۷ ^b	۴۹/۹۵ ^a	۲۲/۴۴ ^a
	۳۵	۹/۸۲ ^b	۲/۸۰ ^c	۱۰۷/۶۷ ^b	۴۶/۸۲ ^{ab}	۲۲/۲۱ ^a
	۴۵	۸/۸۲ ^{bc}	۲/۹۰ ^c	۱۰۸/۶۰ ^a	۴۷/۷۹ ^b	۲۲/۵۳ ^a

اعداد با حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون LSD ($P \leq 0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند.

بیش‌ترین تعداد دانه در غلاف در تیمار آبیاری معمولی ۳/۴۱ دانه در غلاف بود و کم‌ترین تعداد دانه در غلاف به‌میزان ۲/۹۳ دانه مربوط به تیمار تنش خشکی در مرحله رشد زایشی بود. کاهش میزان آب موردنیاز در هنگام رشد رویشی باعث کاهش رشد عمومی و طول دوره رشد گیاه تشکیل تعداد کم‌تر دانه در غلاف شده است. کمبود مواد قابل انتقال در تیمار تنش خشکی در مرحله رویشی باعث سقط دانه در غلاف می‌شود (ژو، ۲۰۰۴). بیش‌ترین تعداد دانه در غلاف به مقدار ۳/۶۸ دانه در غلاف در تراکم ۱۵ بوته در مترمربع به‌دست آمد. اما با افزایش تراکم به ۳۵ و ۴۵ بوته در مترمربع تعداد دانه در غلاف کاهش معنی‌داری یافت (جدول ۵). افزایش بیش‌تر تعداد دانه در غلاف در کم‌ترین تراکم به‌علت افزایش بیش‌تر شاخه‌های فرعی و تعداد بیش‌تر برگ و سطوح فتوسنتزکننده است، شاخه‌های فرعی زیادتر در بوته به‌علت داشتن فضای بیش‌تر جهت رشد قابلیت استفاده بیش‌تر از نور خورشید برای فتوسنتز و فضای بیشتر برای جذب آب و مواد غذایی درون خاک را به گیاه می‌دهد. در شرایط تراکم کم رقابت درون‌گونه‌ای و برون‌گونه‌ای کاهش‌یافته گیاه عملاً مخازن بیش‌تری برای ذخیره مواد فتوسنتزی ایجاد می‌نماید. ویش و همکاران (۲۰۰۲) و قنبری و طاهری‌مازندرانی (۲۰۰۴) نیز این مطلب را تأیید نموده‌اند. با کاهش منبع ظرفیت تعدادی از مخازن خالی می‌ماند و عملاً تعدادی از دانه‌ها در گیاه لوبیا چیتی سقط می‌گردد (طالعی و همکاران، ۲۰۰۰؛ ژو، ۲۰۰۴).

وزن صد دانه از اجزاء مهم عملکرد دانه می‌باشد. براساس یافته‌های جدول ۲ وزن صددانه تحت تأثیر تنش خشکی و تراکم بوته قرار گرفت. همچنین برش‌دهی اثر خشکی برای سطوح مختلف تراکم بوته نشان داد که در تراکم‌های مختلف به‌غیر از تراکم ۲۵ بوته در مترمربع اختلاف معنی‌داری بین وزن

صددانه در سطوح مختلف خشکی وجود دارد (جدول ۳). بیش‌ترین میزان میانگین وزن صددانه به مقدار ۳۸/۶۶ گرم در شرایط آبیاری کامل و در تراکم ۱۵ بوته لوبیا چیتی در مترمربع و کم‌ترین آن به‌میزان ۲۰ گرم در تیمار تنش خشکی در مرحله زایشی و تراکم ۴۵ بوته در مترمربع به‌دست آمد (جدول ۴). به‌طورکلی کمبود آب در مراحل رویشی و زایشی همراه با افزایش تراکم به‌علت افزایش رقابت برای آب و موادغذایی باعث کاهش وزن صددانه شد. علت این موضوع می‌تواند کاهش طول دوره رشد رویشی و زایشی در اثر تنش رطوبتی باشد که موجب کوتاه شدن طول دوره مؤثر پر شدن دانه و نیز کاهش ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها شده و باعث تقلیل وزن صددانه گردیده است. نتایج آزمایش‌های بیات و همکاران (۲۰۱۰) و ساکسنا و همکاران (۱۹۹۲) نیز بیان‌گر این مطلب است که افزایش تراکم بوته باعث کاهش وزن صددانه در لوبیا چیتی می‌شود. کاهش وزن صددانه لوبیا چیتی در تنش خشکی توسط محلول‌چی و همکاران (۲۰۰۱) نیز تأیید شده است.

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که اثر تنش خشکی بر تعداد روز تا گل‌دهی در تیمارهای مختلف معنی‌دار بوده است. کم‌ترین طول دوره گل‌دهی مربوط به تیمار تنش خشکی در مرحله رویشی برابر ۴۴/۸۹ روز بوده که با تیمار آبیاری معمول و تیمار تنش در مرحله زایشی تفاوت معنی‌داری داشته است (جدول ۵). تسریع در دوره رشد و کاهش دوره گل‌دهی در تیمار تنش در مرحله رویشی یکی از سازوکارهای گیاهان برای سپری نمودن دوره خشکی می‌باشد. اصولاً در مناطق خشک، گیاهانی موفق‌ترند که بتوانند دوره حیات خود را در مدت زمان کوتاه‌تری سپری نمایند. اگر چه این امر باعث می‌شود که این گیاهان نتوانند شاخ و برگ‌های بیش‌تری تولید نمایند (زینلی قلی‌آباد، ۱۹۹۶). تأثیر تنش خشکی بر تسریع در دوره گل‌دهی توسط پژوهش‌های دیگر نیز گزارش شده است (صدیقی و همکاران، ۲۰۰۰؛ احمدی، ۲۰۰۵). کم‌ترین زمان برای شروع گل‌دهی در تیمار ۱۵ بوته در مترمربع (۴۳/۷۶ روز) به‌دست آمد، که با سایر تراکم‌ها تفاوت معنی‌دار داشته است ($P \leq 0.05$). به‌جز این تیمار سایر تراکم‌ها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. نتایج آزمایش‌های بال و همکاران (۲۰۰۱) و قنبری و طاهری‌مازندرانی (۲۰۰۴) نیز بیان‌گر این مطلب است.

تجزیه واریانس صفات لوبیا چیتی در جدول ۲ نشان می‌دهد تنش خشکی و تراکم بر تعداد روزها تا رسیدن دانه اثر معنی‌داری داشت. اما اثرات متقابل تنش خشکی و تراکم بر طول دوره رشد تا رسیدگی معنی‌دار نبود. به‌صورتی‌که بیش‌ترین طول دوره رسیدگی در تیمار آبیاری معمول با ۱۰۸/۹۸ روز و کم‌ترین آن در تیمار تنش خشکی در مرحله زایشی برابر ۱۰۵/۶۵ روز بوده است. کاهش طول دوره رشد بر اثر کمبود رطوبت توسط محققان دیگر نیز به اثبات رسیده است (ترک و همکاران، ۲۰۰۴؛ زینلی

قلی آباد، ۱۹۹۶). بیشترین طول دوره رسیدگی، مربوط به تراکم ۴۵ بوته در مترمربع و برابر ۱۰۸/۶۰ روز و کمترین آن مربوط به تراکم ۱۵ بوته در مترمربع برابر ۱۰۵/۷۰ روز بوده است (جدول ۵).

برهمکنش تیمارهای تنش خشکی و تراکم بوته لوبیا چیتی بر عملکرد زیست توده معنی دار بود (جدول ۲). همچنین برشدهی اثر خشکی برای سطوح مختلف تراکم بوته نشان داد که در تراکم‌های مختلف اختلاف معنی داری بین عملکرد زیست توده در سطوح مختلف خشکی وجود دارد (جدول ۳).

بیشترین میزان عملکرد زیست توده لوبیا چیتی مربوط به تراکم ۳۵ بوته در مترمربع در شرایط آبیاری معمول به میزان ۱۱۲۳۵ کیلوگرم در هکتار بود. اگرچه این مقدار با زیست توده لوبیا چیتی در تراکم ۴۵ بوته در مترمربع در شرایط آبیاری معمول تفاوت معنی داری نداشت. کمترین میزان عملکرد زیست توده لوبیا نیز مربوط به تراکم ۱۵ بوته در مترمربع در شرایط تنش خشکی در مرحله رویشی به مقدار ۷۲۷۵ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). البته با توجه به تعداد شاخه فرعی در هر بوته در تراکم‌های بالاتر (جدول ۴)، انتظار می‌رفت عملکرد زیستی در آن تراکم‌ها کاهش یابد؛ اما در تراکم‌های بالاتر به دلیل افزایش ارتفاع بوته و تعداد بوته بیش‌تر در واحد سطح منجر به افزایش عملکرد زیستی در واحد سطح می‌گردد. افزایش ماده خشک تولیدی در گیاهان تحت شرایط آبیاری معمولی می‌تواند به دلیل گسترش بیش‌تر سطح برگ و نیز دوام آن باشد، که با ایجاد منبع فیزیولوژیکی کارآمد برای استفاده هرچه بیش‌تر از نور دریافتی باعث افزایش تولید ماده خشک بیش‌تر شده است (لک و همکاران، ۲۰۰۷). در شرایطی که تمامی عوامل برای رشد و افزایش ماده خشک گیاهی وجود داشته باشد، افزایش تعداد بوته در واحد سطح می‌تواند به افزایش عملکرد زیست توده بیانجامد (طالعی و همکاران، ۲۰۰۰). به علاوه افزایش تراکم بوته در واحد سطح می‌تواند به کنترل علف‌های هرز کمک نماید، زیرا سایه انداز گیاهی زودتر تشکیل شده و با ایجاد سایه از رشد علف‌های هرز جلوگیری می‌نماید (هریس و وایت، ۲۰۰۷؛ احمدی و همکاران، ۲۰۰۸).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۲ بیانگر وجود اختلاف معنی دار عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در سطوح مختلف تراکم و تنش خشکی بود. همچنین برشدهی اثر خشکی برای سطوح مختلف تراکم بوته نشان داد که در تراکم‌های مختلف اختلاف معنی داری بین عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در سطوح مختلف خشکی وجود دارد (جدول ۳). نتایج این پژوهش نشان می‌دهد بین سطوح مختلف تراکم بوته لوبیا چیتی در شرایط تنش خشکی در مرحله رویشی و زایشی در مقایسه با شرایط آبیاری معمول اختلاف معنی داری وجود دارد. اگرچه کاهش میزان عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی در مرحله زایشی ناشی از حساسیت بیش‌تر گیاه لوبیا چیتی به تنش خشکی در این

مرحله است، ایجاد اختلال در متابولیسم گیاه از دلایل کاهش عملکرد دانه در این شرایط است به علاوه تأثیر کاهش انتقال مواد پرورده تحت تأثیر کمبود آب از جمله عوامل مؤثر بر کاهش عملکرد دانه لوبیا چیتی تحت شرایط تنش خشکی است (قنبری و طاهری مازندرانی، ۲۰۰۴؛ ژو، ۲۰۰۲). همچنین جیبیو (۲۰۰۶) گزارش کرد که لوبیا چیتی در تمامی طول دوره رویش به کمبود آب حساس است. تراکم ۳۵ بوته در مترمربع در شرایط آبیاری معمول بیشترین عملکرد را برابر ۳۳۶۸ کیلوگرم در هکتار داشته است که این مقدار با عملکرد دانه در تراکم ۴۵ بوته در مترمربع تفاوت معنی داری نداشته است (جدول ۵). بررسی این نتایج نشان می‌دهد که تعداد بوته در واحد سطح تأثیر مستقیمی بر میزان عملکرد دانه می‌گذارد و افزایش تراکم تا یک حد مشخص می‌تواند به افزایش عملکرد دانه منجر شود. نتایج پژوهش‌گران دیگر نیز این امر را تأیید نموده‌اند (فرجی و همکاران، ۲۰۱۱؛ طاهری مازندرانی، ۱۹۹۸). البته نتایج این آزمایش نشان داد که تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صدانه به‌عنوان اجزاء عملکرد دانه در تراکم‌های پایین بیش‌تر است؛ اما تعداد بوته بیش‌تر در واحد سطح با افزایش اجزای عملکرد در واحد سطح تأثیر بیش‌تری بر عملکرد دانه داشته است.

در شرایط بدون تنش، با افزایش تراکم تا ۳۵ بوته در مترمربع کارایی مصرف آب افزایش یافت؛ اما در تراکم ۴۵ بوته در مترمربع به دلیل کاهش عملکرد در اثر رقابت این عامل به صورت غیرمعنی داری کاهش یافت. با توجه به این‌که در شرایط تنش خشکی میزان مصرف آب آبیاری و عملکرد دانه هر دو کاهش می‌یابد، در تراکم‌های پایین به دلیل نبود تأثیر منفی رقابت بر عملکرد کارایی مصرف آب اختلاف معنی داری با شرایط بدون تنش ندارد و حتی ممکن است از آن بیش‌تر هم باشد؛ اما در تراکم‌های بالا و شرایط تنش در مرحله رشد زایشی، عملکرد بیش‌تر از میزان آب آبیاری کاهش یافته در نتیجه کارایی مصرف آب کاهش معنی داری می‌یابد (جدول ۴).

در شرایط مختلف تنش خشکی از نظر آماری بین تیمارهای مختلف تراکم بوته لوبیا چیتی از نظر شاخص برداشت تفاوت معنی داری مشاهده شد. شرایط آبیاری معمولی و تراکم ۲۵ بوته در مترمربع با میانگین ۳۳ درصد بیش‌ترین شاخص برداشت را نسبت به سایر تیمارها به خود اختصاص داد که با تراکم ۴۵ بوته در مترمربع در همان شرایط آبیاری تفاوت معنی داری نشان نداد. کم‌ترین شاخص برداشت در تراکم ۳۵ و ۴۵ بوته در مترمربع در شرایط تنش خشکی در مرحله زایشی به میزان ۲۴ درصد به دست آمد که با سایر تراکم‌ها در این سطح از تنش اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۴). کاهش شاخص برداشت در تیمار تنش خشکی در مرحله رویشی و زایشی می‌تواند به دلیل کاهش سطح فتوسنتزکننده، کاهش انتقال مجدد مواد فتوسنتز شده در مرحله پر شدن دانه‌ها نیز باشد (جیبیو،

۲۰۰۶؛ خوشوقتی، ۲۰۰۶). علاوه بر تجمع ماده خشک تسهیم مواد پرورده بین اندام‌های مختلف گیاه نیز مهم است در تیمار تنش خشکی در مرحله رویشی بخش بیش‌تری از مواد فتوسنتزی تولید شده صرف ریشه‌ها شده تا آب بیش‌تری برای گیاه تأمین نماید. بنابراین در چنین شرایطی شاخص برداشت کاهش می‌یابد (باشتنی، ۱۹۹۷؛ طالعی و همکاران، ۲۰۰۰). در تراکم‌های بالا نیز به دلیل افزایش رقابت بین گیاهان برای نور، آب و مواد غذایی میزان وزن و تعداد دانه در هر بوته کاهش و ارتفاع افزایش یافته و افزایش تعداد بوته در واحد سطح مقدار عملکرد زیستی را نسبت به عملکرد دانه بیش‌تر تحت تأثیر قرار داده یا افزایش می‌دهد؛ بنابراین شاخص برداشت در تراکم‌های بالاتر کم‌تر از تراکم متوسط آن می‌باشد.

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر تنش خشکی بر میزان پروتئین دانه معنی‌دار بود. بالاترین میزان پروتئین دانه مربوط به تیمار تنش خشکی در مرحله زایشی می‌باشد و کم‌ترین آن مربوط به تیمار آبیاری معمول بود (جدول ۵). افزایش پروتئین دانه در شرایط تنش به‌طور عمده مربوط به کاهش نسبت نشاسته به پروتئین در دانه به واسطه کاهش فتوسنتز خالص می‌باشد، نه افزایش مطلق در میزان پروتئین (مک‌دونالد، ۱۹۹۲). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که فرایندهای تولید پروتئین به خشکی مقاوم‌تر هستند. بنابراین در شرایط تنش خشکی، افت تولید نشاسته چشم‌گیرتر است. از طرف دیگر در شرایط تنش خشکی جذب و تثبیت دی‌اکسیدکربن بر اثر بسته شدن نسبی روزنه‌ها کاهش می‌یابد. بنابراین میزان کلی مواد پرورده برای پرشدن دانه کاهش می‌یابد. در حالی‌که انتقال دوباره نیتروژن از برگ‌ها به دانه کاهش نمی‌یابد و این امر سبب افزایش درصد پروتئین دانه می‌شود (احمدی و بیکر، ۲۰۰۱). در این آزمایش تراکم بوته نیز بر میزان پروتئین دانه تأثیر نداشت (جدول ۲). به نظر می‌رسد افزایش تراکم به دلیل افزایش رقابت بین گیاهان منجر به کاهش جذب نیتروژن از خاک و انتقال مجدد مواد حاصل از فتوسنتز به دانه‌ها می‌گردد در نتیجه وزن و پروتئین دانه را به یک نسبت کاهش می‌دهد و درصد پروتئین ثابت می‌ماند یا اختلاف معنی‌داری مشاهده نخواهد شد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که برهم‌کنش تنش خشکی و تراکم بوته در واحد سطح بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد دانه معنی‌دار بود. اعمال تنش خشکی در مرحله زایشی و رویشی ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های فرعی، اجزاء عملکرد مانند تعداد غلاف در بوته، متوسط

وزن صددانه و شاخص برداشت را کاهش داد. تنش خشکی اعمال شده در مرحله رویشی باعث تسریع در دوره گل‌دهی لوبیا چیتی شد. عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده لوبیا چیتی با افزایش تراکم بوته در واحد سطح تا یک حد مشخص افزایش پیدا کرد. این میزان افزایش در تیمار آبیاری معمولی بیش‌تر و در شرایط اعمال تنش در مرحله رشد زایشی کم‌تر بود. میزان کاهش زیست‌توده و عملکرد دانه در تیمار تنش خشکی در مرحله رشد رویشی گیاه از تیمار تنش خشکی در مرحله رشد زایشی کم‌تر بود. اگرچه کاهش عملکرد دانه در تمامی سطوح تراکم بوته در واحد سطح در این آزمایش محسوس بود و نشان داد که گیاه لوبیا چیتی به‌شدت به کمبود آب حساس می‌باشد. با توجه به حساسیت گیاه لوبیا چیتی به شرایط کمبود آب لازم است، پژوهش‌های بیش‌تری روی ارقام مختلف لوبیا و شرایط متنوع آب و هوایی در کشور باید انجام پذیرد. با توجه به نتایج این آزمایش تراکم ۳۵ بوته در مترمربع در صورت وجود آب کافی و ۲۵ بوته در مترمربع در تنش خشکی در شرایط محیطی منطقه یاسوج برای لوبیا چیتی رقم C.O.S.16 پیشنهاد می‌گردد.

منابع

- Aghamiri, S.A. 1994. Effect of sowing arrangement on physiological characteristics of pinto bean (Line: 11816). M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Esfahan Industrial University. (In Persian)
- Ahmadi, A., and Baiker, D.R. 2001. Stomatal and non stomatal factors that restricting photosynthesis in wheat under drought condition. J. Iran Agric. Sci. 31: 4. 813-825. (In Persian)
- Ahmadi, A., Baghestani Meybodi, M., Mousavi, S.K., and Rastgu, M. 2008. Evaluation competition power of two bean variety by experiment of weed interference critical period. J. Pajuhesh. Sazandegi, 76: 63-76. (In Persian)
- Ahmadi, H. 2005. Study of effective factors in removing the desert. J. Forest. Foliage Land, 62: 66-72. (In Persian)
- Ball, R., Purcell, A., and Vories, E.D. 2001. Optimizing soybean plant population for a short season production system in southern United State of America. Crop Sci. 40: 757-764.
- Bashteni, A. 1997. Study of plant density effects on bean yield and yield components. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. 82p. (In Persian)
- Bayat, A.A., Sefhri, A., Ahmad, G., and Dorri, H.R. 2010. Effect of Water deficit stress on yield and yield component of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Iran. J. Crop Sci. 12: 1. 42-54. (In Persian)

- Cox, W.J. 1996. Whole-plant physiological and yield response to plant density. *Agron. J.* 88: 489-496.
- FAO. 2008. <http://Faostat.fao.org>.
- Faraji, H., Gholizadeh, S., Owliai, H., and Azimi Gandomani, M. 2011. Effect of plant density on three pinto bean varieties in Yasouj weather conditions. *J. Iran. Pulse Res.* 1: 43-50. (In Persian)
- Gebeyehu, S. 2006. Physiological response to drought stress of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes differing in drought resistance. Ph.D. Thesis, University of Giessen, Germany.
- Ghanbari, A.M., and Taheri Mazandarani, A. 2004. Effect of sowing date and plant density on yield of spotted bean. *J. Nahal. Bazer.* 19: 483-496. (In Persian)
- Harriers, M., and White, P. 2007. Integrated weed management in western Australians fight against herbicide resistant weed. 6th European Conference on Grain Legumes. Integrating Legume Biology for Sustainable Agriculture, 12-16 November, Lisbon congress Centers. Portugal.
- Hasheme-jazi, S.M., and Denesh, A. 2004. Effect of row spacing and plant distances in row on grain yield and yield component in pinto bean CV. Talash. *Iran. J. Agric.* 2: 154-162. (In Persian)
- Khajavinejad, Gh., Rezaii, A., and Mousavi, S.F. 1995. Effects of different irrigation regimes and plant density on yield and other characteristics of white bean line: 11805. *J. Iran. Agric. Sci.* 25: 1-15. (In Persian)
- Khajepour, M. 1998. Fundamental and Base of Agronomy. Esfahan Industrial Jehade-Daneshgahi, 386p. (In Persian)
- Khoshvaghti, H. 2006. Effect of water limitation on growth rate, grain filling and yield on three pinto bean cultivar. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture. Tabriz University. (In Persian)
- Mahlouji, M., Mousavizadeh, S.F., and Karimi, H. 2001. Effect of drought stress and sowing date on Pinto bean grain yield and yield components. *J. Agric. Natur. Resour. Sci. Tech.* 4: 1. 57-67. (In Persian)
- Majnoun Hoseyni, N. 1997. Pulses in Iran. Nashre Jahad Publications, 235p. (In Persian)
- Mcdonald, G.K. 1992. Effect of nitrogen fertilizer on growth grain yield and grain protein concentration of wheat. *Crop Sci.* 17: 791-793.
- Mehrpoyan, M., Noormohamad, Gh., Mirhadi, M.G., Heydari Sharifabad, H., and Shiranirad, H. 2011. Effect of some inoculation containing *Rhizobium leguminosarium* bv. Phaseoli on nutrient element uptake in three cultivar of common bean. *Iran. J. Pulse Res.* 2: 1-10. (In Persian)
- Mohamadi, G., Javanshir, A., Khooshe, F., Mohamadi, R., and Zehtab Salmasi, S. 2005. Critical period of weed interference in chickpea. *Weed Res.* 45: 1. 57-63.
- Mousavi, S.K., Ahmadi, A., and Ghorbani, R. 2010. Effect of sowing date and plant density on morphological traits and yield of pea (*Cicer arietinum* L.) and

- weed population in dry land conditions of Lorestan province. J. Iran. Crop Res. 7: 241-256. (In Persian)
- Rosales-Serna, R., Kohashi-Shibata, J., Acosta-Gallegos, J.A., Trejo-Lobez, G., Ortiz-cereceres, J., and Kelly, J.D. 2002. Yield and phenological adjustment in four drought stressed common bean cultivar. Annual. Red Bean Improvement Crop. 45: 198-199.
- Saxena, M.C. 1992. Recent advanced in chickpea agronomy in proc. The First International Workshop on Chickpea Improvement, Pp: 89-96.
- Siddique, K.H.M., Regan, L.K., Tennant, D., and Thompson, B.D. 2001. Water use and water use efficiency of cool season grain legumes in low rainfall Mediterranean type environments. Euro. J. Agron. 15: 267-28.
- Siddique, M.R.B., Hamid, A., and Islam, M.S. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. J. Exp. Bot. 41: 35-39.
- Sing, S.P. 1995. Selection for water stress tolerance in interracial in common bean. Crop Sci. 35: 118-124.
- Taheri Mazandarani, M. 1999. Pinto bean evaluation and comparison in two current planting methods and stalk using. Agricultural Research Center of Markazi Province. (In Persian)
- Taheri Mazandarani, M. 1999. Plant sowing date and density effect evaluation in dry planting conditions on pinto bean of Khomain yield. Agricultural Research Center of Markazi Province. (In Persian)
- Taleie, A., Postini, K., and Dawazdeh Emami, S. 2000. Effects of plant density on physiological characteristics of some spotted bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. Iran. J. Agric. Sci. 3: 477-487. (In Persian)
- Torabi Jefrodi, A., Hasanzade, A., and Fayaz, A. 2008. Effect of plant population on some morpho-physiological characteristics of two common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar. J. Pajohesh. Sazandegi. 74: 63-71. (In Persian)
- Turk, M.A., Tawaha, A.R.M., and Dong Lee, K. 2004. Seed germination and seedling growth of three Lentil cultivars under moisture stress. Asian J. Plant Sci. 3: 344-397.
- Wakrim, R., Wahabi, S., Tahi, H., Aganchich, B., and Serraj, R. 2005. Comparative effect of partial root drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) on water relation and water use efficiency in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Agric. Ecosys. Environ. 106: 275-287.
- Wish, J.P.M., Sindel, B.M., Jessop, R.S., and Felton, W.L. 2002. The effect of row spacing and weed density on loss of chickpea. Australian Agri Res. 53: 1335-1340.
- Zeinali Gholi Abad, A. 1996. Effects of irrigation regimes and nitrogen levels on grain yield and yield components of Pinto bean (line: 11816). M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Esfahan Industrial University. (In Persian)
- 37.Zhu, J.K. 2002. Salt and drought stress signal transduction in plants. Annual Rev. Plant Biol. 53: 247-316.



Effect of drought stress and plant density on yield, yield components and some morphological characters of pinto bean (cv. C.O.S16) in Yasouj region

N. Emadi¹, *H.R. Balouchi² and Sh. Jahanbin²

¹M.Sc. Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University,

²Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University

Received: 2012-1-14 ; Accepted: 2012-4-23

Abstract

In order to evaluate the effects of drought stress and plant density on yield, yield components and morphological characters of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) C.O.S16 cultivar, a field experiment was conducted in split plot arrangement based on a randomized complete block design with three replications in research field of Yasouj University during 2010. Experimental treatments were pinto bean plant density at four levels (15, 25, 35 and 45 plants per square meter) as subplots and drought stress at three levels (in growth stage, reproductive stage after 90 mm evaporation from class A, evaporation basin and common irrigation) as main plots. Result showed that there were significant interaction between drought stress and plant density on characters such as 100 grain weight, plant height, number of branches per plant, harvest index, biological and grain yield. Maximum biological and grain yield recorded at 35 plant.m² treatments in normal irrigation (11235 and 3368 kg.ha⁻¹ respectively), that was not significant difference in 45 plant.m² treatment. 15 and 35 plant.m² density had the maximum and minimum of grain yield and water use efficiency respectively, under drought stress in growth and reproductive stages. In general, 35 plants per square meter in without stress and 25 plant/m² densities in all water stress levels, had maximum yield for this pinto bean cultivar.

Keywords: Water stress; Bean; Yield; Growth stage; Water use efficiency

* Corresponding Author; Email: balouchi@mail.yu.ac.ir