اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیک لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris* L.) در منطقه یاسوج

نویدالله عمادی[۱]، شاهرخ جهانبین[۲] و حمیدرضا بلوچی[۲*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۲/۳۰)

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک لوبیا چیتی رقم C.O.S.16 آزمایشی مزرعه‌ای در سال ۱۳۸۹ در دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. عوامل آزمایش شامل آبیاری معمولی، تنش خشکی در مرحله رویشی و تنش خشکی در مرحله زایشی به‌عنوان فاکتورهای اصلی و چهار سطح تراکم (۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ بوته در مترمربع) به‌عنوان فاکتور فرعی بودند. در این آزمایش، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، میزان کلروفیل a، کلروفیل b، پرولین، کاروتنوئید و پروتئین اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که برهمکنش تنش خشکی و تراکم بوته برعملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود. تیمار آبیاری معمولی در تراکم ۳۵ بوته در مترمربع بیشترین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه را به‌ترتیب برابر ۱۱۲۳۵ کیلوگرم ماده خشک و ۳۳۶۸ کیلوگرم دانه لوبیا در هکتار نشان داد، که با تیمار ۴۵ بوته در مترمربع تفاوت معنی‌داری نداشتند. بیشترین عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی در مراحل رشد رویشی و زایشی (به‌ترتیب ۲۵۲۰ و ۲۲۶۰ کیلوگرم در هکتار) هم به تراکم ۳۵ بوته در مترمربع و کمترین آن (به‌ترتیب ۲۰۶۶ و ۱۹۵۳ کیلوگرم در هکتار) به تراکم ۱۵ بوته در مترمربع تعلق داشت. تنش خشکی در مراحل رشد رویشی و زایشی، میزان عملکرد دانه و کلروفیل a را کاهش و هم‌چنین میزان کاروتنوئید، کلروفیل b، پرولین و پروتئین دانه را افزایش داد. در کل، تراکم ۳۵ بوته در مترمربع در شرایط بدون تنش و ۲۵ بوته در مترمربع در کلیه سطوح تنش، در شرایط محیطی مشابه، برای لوبیا چیتی رقم C.O.S.16 توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پرولین، رنگدانه‌های فتوسنتزی، تنش خشکی، کاروتنوئید، حبوبات

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: balouchi@mail.yu.ac.ir

مقدمه

کمبود آب در طول دوره رویش گیاهان زراعی باعث نقصان عملکرد و در موارد شدید سبب از بین رفتن کل محصول می‌شود (۷). یکی از دلایل عمده ناکافی بودن تولید محصولات کشاورزی در بسیاری از نقاط دنیا وجود پدیده‌های خشکی و خشک‌سالی می‌باشد. اراضی بسیار زیادی از جهان به‌دلیل کمبود بارش و عدم تأمین آب کافی در طول فصل رویش عملاً قابلیت کشاورزی ندارند (۱۳)، یا کشت و زرع در این اراضی باید با در نظر گرفتن ملاحظاتی باشد. برای مقابله با کاهش آثار تنش خشکی، شناخت خصوصیات فیزیولوژیک گیاهان در مواجهه با این پدیده اهمیت زیادی دارد. به‌دلایل متعدد اقتصادی و اجتماعی، تولید در بسیاری از مناطق خشک با تحمل هزینه‌های فراوان همراه است. از سوی دیگر، به‌دلیل کاهش اراضی مستعد و قابل کشت در جهان، به زیر کشت بردن اراضی تحت تنش خشکی همچنان مرسوم است.

اغلب این مناطق دارای محدودیت‌های دیگری مانند شور و قلیایی بودن اراضی، سنگلاخی بودن، شیب زیاد و حاصل‌خیزی کم نیز دارند (۷ و ۲۲). در بسیاری از مناطق دنیا، هزینه تولید پروتئین حیوانی بسیار زیاد است، و بخش زیادی از پروتئین مورد نیاز باید از منابع گیاهی تأمین شود. حبوبات و از جمله لوبیا چیتی، با داشتن مقدار قابل توجهی پروتئین، سهم قابل توجهی در تأمین این ماده غذایی با ارزش دارند (۲۷). به‌دلیل بازارپسندی مناسب لوبیا چیتی، ارقام مختلفی از آن در دنیا کشت می‌شود. این ارقام معمولاً دارای دانه‌های درشت، منقوط و به رنگ‌های سفید، قرمز و خاکستری هستند. مهم‌ترین ارقام لوبیا چیتی که در ایران کشت می‌شوند به نام‌های تلاش، صیاد و ناز مشهور می‌باشند (۲۵). تلاش برای معرفی ارقام جدید که با شرایط آب و هوایی مناطق خشک و نیمه خشک 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 با شرایط خشک سازگاری بهتری دارد (۱۰). خشکی به‌عنوان عمده‌ترین تنش غیرزیستی در کاشت لوبیا چیتی ذکر شده است (۲۴). کاهش آب مورد نیاز گیاه لوبیا چیتی در فصل رویش، قابلیت استفاده از مواد غذایی موجود در خاک و کارایی مناسب از نور خورشید را کاهش می‌دهد (۳۶).

تعیین میزان مناسب بذر مصرفی و تعداد بوته در واحد سطح از جمله مهم‌ترین متغیرهای مدیریتی در اختیار زارع است (۱۶). به منظور 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 (۲۲). افزایش تراکم نامطلوب بوته در واحد سطح نیز می‌تواند تنش‌هایی مانند شیوع آفات و بیماری‌ها و خوابیدگی را در پی داشته باشد. 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 لوبیای معمولی به افزایش بوته در واحد سطح واکنش مثبت نشان داده است (۲ و ۴۰). لذا چنانچه نتایج تحقیقات کاربردی بتواند رابطه منطقی بین واکنش‌های فیزیولوژیک و تأثیرات آنها بر عملکرد را تعیین نماید، این یافته‌ها می‌تواند به یک راهبرد اساسی در تولید محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک منتهی شود. کاشت لوبیا چیتی در بسیاری از مناطق ایران در محدوده زمانی اواخر فصل بهار و تقریباً تمام طول فصل تابستان مرسوم می‌باشد (۲۵). در این فاصله، هرچه به سمت انتهای فصل تابستان پیش برویم از میزان آب قابل استفاده توسط گیاهان کاسته می‌شود (۲۸). میزان بوته مناسب موجود در واحد سطح می‌تواند تا اندازه‌ای آثار زیانبار خشکی را در کشت گیاه لوبیا چیتی کاهش دهد (۳۲).

برخی محققین بر این باورند که تنش خشکی میزان پروتئین را به‌دلیل کاهش میزان کربوهیدرات‌های دانه لوبیا چیتی کاهش می‌دهد (۳ و ۲۶). یکی از اولین ترکیبات مورد مطالعه در حفظ

جدول ۱. مشخصات خاک مزرعه مورد آزمایش

درصد اشباع (SP)	هدایت االکتریکی (dS/m)	واکنش گل اشباع	درصد مواد خنثی شونده	درصد کربن آلی	درصد نیتروژن کل	درصد گچ	فسفر قابل جذب (mg/L)	پتاسیم قابل جذب (mg/L)	بافت
۵۲	۰/۵۱	۷/۳	۴۳	۱/۳۶	۰/۱۴۰	صفر	۳۲/۸	۳۷۴	رس سیلتی
وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	وزن مخصوص حقیقی (g/cm^3)	درصد سیلت	درصد شن	درصد رس	ظرفیت زراعی (٪)	آهن (mg/L)	منگنز (mg/L)	مس (mg/L)	روی (mg/L)
۱/۶۹	۲/۱۷	۴۵	۱۴	۴۱	۴۷	۱۷/۶۴	۹/۴۲	۱/۲	۰/۵۸

پتانسیل اسمزی سلول، اسید آمینه پرولین است. تجمع پرولین تحت تنش‌های غیرزیستی در تعدادی از گونه‌های گیاهی همبستگی بالایی با تحمل به این تنش‌ها داشته و نقش فعالی در تنظیم اسمزی سلول دارد (۱۹). گزارش‌های متعددی نیز در باب افزایش پرولین آزاد تحت شرایط تنش خشکی اعلام شده است (۳۰، ۳۸ و ۴۱). در مورد اثر افزایش پرولین بر عملکردهای مختلف سلولی، نظریه‌های گوناگونی مطرح شده است. برای نمونه برخی معتقدند که پرولین از طریق حفظ ظرفیت آبگیری در سیتوپلاسم سلول منجر به حفظ ساختار ماکرومولکول‌ها، از جمله آنزیم‌ها، می‌شود تا از تشکیل شکل‌های نامطلوب و یا قطعه قطعه شدن آنها جلوگیری به عمل آید (۱).

هدف از این تحقیق، بررسی اثر خشکی و تراکم بوته بر عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک لوبیا چیتی در منطقه یاسوج می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris*) در منطقه یاسوج، آزمایشی به‌صورت مزرعه‌ای در سال ۱۳۸۹ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج با طول جغرافیایی ′۳۲ °۵۵ شرقی و عرض جغرافیایی ′۳۸ °۳۰ شمالی و ارتفاع ۱۸۷۰ متری از سطح دریا انجام گرفته است. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمار تنش خشکی در مراحل رویشی از استقرار گیاه تا شروع گل‌دهی، در مرحله زایشی از شروع گل-دهی تا رسیدگی فیزیولوژیک و انجام آبیاری معمول در تمامی مراحل رشد گیاه به‌عنوان فاکتور اصلی و تراکم بوته در چهار سطح (۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ بوته در مترمربع) به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. هر کرت فرعی از پنج خط کاشت به طول ۵ متر و فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر بود. برای حذف اثر رطوبت ناشی از آبیاری، فاصله بین دو کرت اصلی از هر طرف دو متر و فاصله دو کرت فرعی یک متر در نظر گرفته شد. بذر لوبیای چیتی رقم C.O.S.16، رقمی رشد محدود با شکل بوته‌ای و جارویی، از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی تهیه گردید. عملیات کاشت پس از تهیه بذر و ضدعفونی با محلول بنومیل ۱٪ و تهیه بستر کشت در مزرعه با خصوصیات خاک ذکر شده در جدول ۱ انجام گرفت.

عملیات تهیه بستر شامل شخم با گاوآهن برگردان‌دار، تسطیح زمین و نرم کردن کلوخه‌ها در اردیبهشت ماه بود و پس از مناسب شدن شرایط آب وهوایی، کاشت در هفتم خرداد ماه با روش هیرمکاری و با دست انجام گرفت. به منظور اطمینان از سبز شدن بذرها، آبیاری اولیه با فاصله کم ۳ تا ۴ روز یکبار انجام شد. پس از ظهور دومین برگ اصلی و استقرار کامل گیاه، تراکم‌های مورد نظر در آزمایش اعمال گردید. سپس با اندازه‌گیری میزان تبخیر از تشت تبخیر کلاس A، میزان آبیاری

جدول ۲. تجزیه واریانس مربوط به برخی صفات فیزیولوژیک لوبیا چیتی تحت تنش خشکی و تراکم‌های مختلف بوته

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		کاروتنوئید	کلروفیل a	کلروفیل b	پرولین	پروتئین دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تکرار	۲	۰/۰۰۰۰۹^{ns}	۰/۰۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۰۷^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۲/۶۸^{ns}	۳۱۶۶۸۰^{ns}	۹۸۳۳۹ ^{ns}	۳/۷۹^{ns}
تنش	۲	۰/۰۱۹**	۰/۰۰۱۲**	۰/۰۰۱**	۰/۰۱^{ns}	۱۲/۲۵*	۱۷۷۸۱۱۰۷**	۳۴۰۵۱۷۳**	۱۱۵/۸۰**
خطای a	۴	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۹	۰/۰۳	۱/۵۴	۳۵۵۶۸۷	۴۷۸۷۷	۴/۴۱
تراکم	۳	۰/۰۰۹۹**	۰/۰۰۶**	۰/۰۱**	۰/۰۸۷**	۱۰/۶۲ ^{ns}	۵۹۳۸۱۷۱**	۴۲۰۸۰۰**	۷/۱۸**
تنش ×تراکم	۶	۰/۰۰۰۱۷ ^{ns}	۰/۰۰۱۸ **	۰/۰۰۱ **	۰/۰۲۹^{ns}	۰/۵۵ ^{ns}	۸۶۸۰۰۲ *	۴۵۰۶۸*	۵/۸۸ *
خطای b	۱۸	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۶	۲/۷۴	۳۰۵۹۷۷	۱۸۳۳۴	۳/۲۴
ضریب تغییرات (٪)		۵/۹۸	۷/۳۵	۶/۳۲	۱۳/۳۷	۷/۳۸	۶/۳۳	۵/۳۵	۶/۲

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

معمولی پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از سطح تشت و ایجاد تیمار تنش پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از سطح تشت تبخیر تعیین گردید. در طول فصل رویش، میزان کلروفیل a و b، کاروتنوئیدها، میزان اسید آمینه پرولین (از بالاترین برگ کامل گیاه در انتهای مرحله غلاف‌دهی و قبل از رسیدگی دانه از ۱۰ بوته هر کرت به‌طور تصادفی بعد از حذف ۰/۵ متر حاشیه از طرفین کرت) و پروتئین دانه مورد بررسی قرار گرفت. میزان کلروفیل موجود در برگ گیاه از روش پیشنهادی آرنون (۵)، پرولین از روش بیتس (۹) و پروتئین با استفاده از دستگاه کجلدال و از روش برادفورد (۱۱) اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در زمان برداشت، مساحت یک مترمربع از سه ردیف میانی هر کرت فرعی به‌صورت تصادفی انتخاب و بوته‌های آن کاملاً کف‌بر گردید. این بوته‌ها به محل مناسبی منتقل شده و پس از این که به‌طور کامل خشک گردیدند، ابتدا وزن کل شامل وزن بوته‌ها به اضافه وزن دانه‌ها و سپس وزن دانه‌ها اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد و میانگین صفات به روش آزمون LSD در سطح ۵٪ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

کاروتنوئید

در برگ گیاهان سبز رنگیزه‌های غیر سبز رنگ کاروتنوئید وجود دارد که نقش مهمی در حفاظت از رنگیزه‌های سبز رنگ یعنی کلروفیل دارند. اثر تنش خشکی بر میزان کاروتنوئید برگ بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). کمترین میزان کاروتنوئید در شرایط آبیاری کامل (۰/۲۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) به‌دست آمد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. به‌طوری‌که بیشترین مقدار کاروتنوئید در تیمار تنش خشکی در مرحله زایشی ملاحظه گردید (جدول ۳). افزایش میزان کاروتنوئید در این شرایط می‌تواند ناشی از نقش حفاظتی این رنگیزه‌ها باشد. کاروتنوئیدها هم‌چنین نور جذب شده را به کلروفیل‌ها منتقل کرده و باعث افزایش کارآیی کلروفیل‌ها می‌گردند. این رنگیزه‌ها لازمه ساختار غشاهای تیلاکوئیدی هستند و با بسیاری از پروتئین‌هایی که در دستگاه فتوسنتز دخالت دارند، ارتباط تنگاتنگی دارند. افزایش میزان تراکم باعث افزایش میزان کاروتنوئید گردیده است (جدول ۳). هر چند تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای تراکم ۲۵، ۳۵ و ۴۵ بوته در مترمربع مشاهده نگردید. احتمال می‌رود که این افزایش میزان کاروتنوئید بر اثر

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های اثر ساده برخی صفات فیزیولوژیک لوبیا چیتی در مقادیر مختلف تنش خشکی و تراکم بوته

تیمارهای آزمایش	سطوح	کارتنوئید میلی‌گرم بر گرم	پرولین میکرو مول بر گرم	پروتئین درصد
تنش خشکی	شاهد	۰/۲۶^{c}	۰/۸۲^{b}	۲۲/۵^{b}
	در مرحله رویشی	۰/۳۰^{b}	۰/۹۹^{a}	۲۲/۴^{ab}
	در مرحله زایشی	۰/۳۳^{a}	۱/۰۷^{a}	۲۳/۰^{a}
تراکم بوته در مترمربع	۱۵	۰/۲۸^{b}	۰/۹۵^{a}	۲۲/۵^{a}
	۲۵	۰/۳۱^{a}	۰/۹۶^{a}	۲۲/۴^{a}
	۳۵	۰/۳۲^{a}	۰/۹۶^{a}	۲۲/۲^{a}
	۴۵	۰/۳۰^{ab}	۰/۹۸^{a}	۲۲/۳^{a}

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

افزایش میزان تراکم ناشی از کاهش وجود آب در دسترس گیاه و زودتر مواجه شدن با تنش خشکی در این شرایط باشد.

میزان کلروفیل a

اثر متقابل تنش خشکی و تراکم بوته بر میزان کلروفیل a برگ لوبیا چیتی بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان کلروفیل a (۰/۱۷۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) در تیمار ۲۵ بوته در مترمربع در شرایط آبیاری معمول به‌دست آمد (جدول ۴). کمترین میزان کلروفیل a (۰/۰۹۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) مربوط به تیمار ۴۵ بوته در مترمربع در شرایط تنش خشکی در مرحله زایشی مشاهده گردید که با سطوح تراکم دیگر در این مرحله از تنش اختلاف معنی‌داری نداشت. به‌طورکلی، تنش خشکی باعث کاهش میزان کلروفیل a گردید (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که تنش خشکی و تراکم‌های زیاد تأثیر منفی معنی‌داری بر میزان کلروفیل a داشته‌اند. کاهش میزان کلروفیل a در اثر افزایش تنش خشکی و افزایش بیش از حد تراکم باعث کاهش جذب نور، کاهش فتوسنتز، کاهش مواد پرورده و در نهایت کاهش عملکرد می‌شود. ساکسنا (۳۳) در آزمایشی روی سه واریته نخود، به این نتیجه رسید که با افزایش تراکم، میزان کلروفیل افزایش می‌یابد. این در حالی بود که نتایج دیگر محققین (۱۷ و ۳۶) نشان داد که با افزایش تراکم، میزان کلروفیل تا یک حد مطلوب با افزایش مواجه شده و سپس کاهش می‌یابد. موسوی و همکاران (۲۹) دلیل این کاهش را ناشی از عوامل درونی گیاه بر اثر رقابت بوته‌ها برای جذب عناصر غذایی خاک دانستند. هم‌چنین کاهش سطح برگ در اثر افزایش تراکم و تنش خشکی می‌تواند باعث کاهش میزان کلروفیل در برگ گردد.

میزان کلروفیل b

مقایسه میانگین‌ها در جدول ۴ نشان می‌دهد که بیشترین میزان کلروفیل b (۰/۳۰۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) در تیمار ۲۵ بوته در مترمربع در شرایط آبیاری معمول بوده است. کمترین میزان کلروفیل b (۰/۱۷۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) در تراکم ۱۵ بوته در مترمربع در شرایط تنش خشکی در مرحله زایشی ثبت گردید. میزان کلروفیل برگ در شرایط آبیاری معمولی با افزایش تراکم تا یک حد معینی افزایش و سپس کاهش پیدا کرد. افزایش تراکم بوته در واحد مترمربع باعث کاهش میزان کلروفیل b در هر دو تیمار تنش خشکی در مرحله رویشی و تنش خشکی در مرحله زایشی گردید. گزارش‌های متفاوتی در رابطه با تأثیر تنش خشکی بر میزان کلروفیل وجود دارد. برای مثال، برخی از محققین گزارش کرده‌اند که بر اثر تنش خشکی و کاهش سطح برگ، میزان کلروفیل b برگ

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تراکم و تنش

تراکم (بوته در مترمربع)	تنش	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم)	شاخص برداشت (٪)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
۱۵	شاهد	۰/۱۴^{cd}	۰/۲۵^{c}	۳۱^{ab}	۸۲۳۸^{de}	۲۶۲۸^{b}
	در مرحله رویشی	۰/۱۵^{cd}	۰/۲۶^{bc}	۲۸^{cde}	۷۲۷۵^{f}	۲۰۶۶^{ef}
	در مرحله زایشی	۰/۱۰^{e}	۰/۱۷^{e}	۲۶^{ef}	۷۴۹۱^{ef}	۱۹۵۳^{f}
۲۵	شاهد	۰/۱۸^{ab}	۰/۳۱^{a}	۳۳^{a}	۹۸۱۷^{b}	۳۲۴۳^{a}
	در مرحله رویشی	۰/۱۵^{cd}	۰/۲۶^{c}	۳۰^{abc}	۷۵۰۵^{ef}	۲۲۸۰^{cde}
	در مرحله زایشی	۰/۱۳^{d}	۰/۲۲^{d}	۲۶^{def}	۸۲۳۶^{de}	۲۲۰۱^{def}
۳۵	شاهد	۰/۱۸^{a}	۰/۲۷^{bc}	۲۹^{bc}	۱۱۲۳۵^{a}	۳۳۶۸^{a}
	در مرحله رویشی	۰/۱۶^{bcd}	۰/۲۸^{ab}	۳۲^{ab}	۷۸۵۱^{def}	۲۵۲۰^{bc}
	در مرحله زایشی	۰/۰۹^{e}	۰/۲۲^{d}	۲۴^{f}	۹۲۷۲^{bc}	۲۲۶۰^{cde}
۴۵	شاهد	۰/۱۵^{bcd}	۰/۲۵^{c}	۳۰^{abc}	۱۰۹۵۱^{a}	۳۲۹۵^{a}
	در مرحله رویشی	۰/۱۶^{a}	۰/۲۶^{bc}	۲۹^{bcd}	۸۰۷۵^{def}	۲۳۸۳^{bcd}
	در مرحله زایشی	۰/۰۹^{e}	۰/۲۱^{d}	۲۴^{f}	۸۷۶۵^{cd}	۲۱۲۶^{def}

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

افزایش می‌یابد (۳۰ و ۳۵). عده دیگری از محققین نیز گزارش کرده‌اند که بر اثر تنش خشکی، میزان کلروفیل b برگ تحت اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد (۷ و ۳۷). البته تنش خشکی با ایجاد تنش‌های اکسیداتیو و هم‌چنین کاهش سطح برگ می‌تواند باعث کاهش میزان کلروفیل در برگ گردد.

تغییرات میزان کلی کلروفیل نیز در اثر وجود تنش خشکی و افزایش تراکم بوته در واحد سطح در گیاهان مختلف مورد توجه قرار گرفته است. به‌صورتی‌که افزایش شدت و مدت وقوع تنش خشکی و افزایش تراکم بوته باعث کاهش میزان کل کلروفیل، افزایش میزان کلروفیل b و کاهش کلروفیل a شده است (۱۲). تغییرات میزان کلروفیل هم‌چنین به فرآیند انتقال مجدد ربط داده می‌شود (۲۴ و ۴۲). البته عامل مهم دیگر در هنگام بررسی تراکم بوته در واحد سطح، کاهش مواد فتوسنتزی ذخیره شده در دانه است که از دو مبدأ عمده یعنی فتوسنتز جاری قسمت‌های سبز غیر از برگ و انتقال مواد فتوسنتزی ذخیره شده در سایر اندام‌های گیاه تأمین می‌شود. این که این عوامل چه اندازه در عملکرد نهایی دانه سهم دارند به گونه گیاه و محیط بستگی دارد که هر دو مورد تحت تأثیر تراکم بوته در واحد سطح قرار می‌گیرد (۱۶).

پروتئین دانه

اثر تنش خشکی بر میزان پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). میزان قابل توجهی از ذخیره بذر در دانه لوبیا چیتی را پروتئین تشکیل می‌دهد. تولید پروتئین گیاهی از اهداف اصلی کشت لوبیا می‌باشد. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌گردد، بیشترین میزان پروتئین دانه (۲۳٪) مربوط به تیمار تنش خشکی در مرحله زایشی می‌باشد و کمترین آن (۲۲/۵۱٪) مربوط به تیمار آبیاری معمول بود. افزایش پروتئین دانه در شرایط تنش به‌طور عمده مربوط به کاهش نسبت نشاسته به پروتئین در دانه می‌باشد، نه افزایش مطلق در میزان پروتئین (۲۶). در این آزمایش نیز کاهش وزن و عملکرد دانه با افزایش تنش خشکی، نسبت کربوهیدرات به پروتئین را افزایش داد. بنابراین، می‌توان گفت که در شرایط تنش، کاهش وزن به واسطه کاهش فتوسنتز خالص و به تبع آن تکمیل نشدن وزن بالقوه دانه است. به‌طور

عمده، این کاهش ناشی از کاهش نشاسته می‌باشد و نسبت پروتئین به نشاسته در دانه افزایش می‌یابد. تحقیقات نشان می‌دهد که مکانیسم‌های ساخت پروتئین به خشکی مقاومتر هستند. بنابراین، در شرایط تنش خشکی، افت سنتز نشاسته چشمگیرتر است (۳). از طرف دیگر، در شرایط تنش خشکی، جذب و تثبیت CO_2 بر اثر بسته شدن نسبی روزنه‌ها کاهش می‌یابد. بنابراین، میزان کلی مواد پرورده برای پرشدن دانه کاهش می‌یابد. در حالی‌که انتقال مجدد نیتروژن از برگ‌ها به دانه کاهش نمی‌یابد و این امر سبب افزایش درصد پروتئین دانه می‌شود. تراکم بوته نیز بر میزان پروتئین دانه تأثیر نداشت (جدول ۲).

پرولین

تجزیه واریانس صفات کیفی لوبیا چیتی نشان می‌دهد که اثر تنش خشکی بر میزان اسید آمینه پرولین در برگ گیاه لوبیا چیتی بسیار معنی‌دار بوده است (جدول ۲). بیشترین میزان پرولین در برگ (۱/۰۷ میکرومول بر گرم وزن تر برگ) در پاسخ به تنش اسمزی و اکسیداتیو در تیمار تنش خشکی در مرحله زایشی مشاهده گردید و کمترین آن (۰/۸۲ میکرومول بر گرم وزن تر برگ) در شرایط آبیاری معمول بود (جدول ۳). اثر سطوح مختلف تراکم بر میزان پرولین معنی‌دار نبود (جدول ۲).

تجمع پرولین یکی از روش‌های متابولیک بارز می‌باشد که در پاسخ به تنش اسمزی و یا سایر تنش‌ها توسط گیاهان عالی و باکتری‌ها انجام می‌گیرد. پرولین تجمع یافته در ایجاد ترکیبات اسمزی (اسمولیت‌ها) نقش داشته که این ترکیبات وظایفی مانند تنظیم پتانسیل‌های اکسیداسیونی سلولی، کاهش و تنظیم pH، حفظ تورژسانس و حجم سلول را به عهده دارند که در نهایت همه آنها موجبات سازش و تحمل در برابر تنش خشکی را فراهم می‌نمایند (۳۴). از آنجا که برای تولید اسمولیت‌ها انرژی زیادی مصرف می‌شود و این انرژی از طریق مصرف مقادیر زیادی کربن حاصل می‌شود. لذا، این فرآیند کاهش رشد گیاه را در پی‌دارد (۲۳). این کاهش رشد موجب عدم مصرف یون‌های جذب شده، تجمع و در نهایت مسمومیت ناشی از آنها را در گیاهان موجب می‌گردد (۲۱). ژو (۴۲) و نایار (۳۱) افزایش پرولین در گیاهان در شرایط تنش خشکی را تأیید نموده‌اند. نظرات متفاوتی در رابطه با افزایش پرولین در برگ در شرایط تنش خشکی ذکر گردیده که مهم‌ترین آن را تجزیه پروتئین‌ها در این شرایط و کاهش استفاده از اسید آمینه پرولین را در شرایط تنش خشکی ذکر کرده‌اند. البته نظرات دیگری نیز وجود دارد که افزایش پرولین را در مرحله‌ای از تنش خشکی و سپس کاهش آن را تأیید نموده‌اند. در این آزمایش نیز با افزایش تنش خشکی پرولین افزایش یافت که مقدار آن در اعمال تنش در مرحله رویشی و زایشی اختلاف معنی‌داری نشان نداد. به‌طورکلی، هنوز به‌درستی نقش اسید آمینه پرولین در فرآیند تحمل خشکی مشخص نشده است؛ هر چند گزارش‌های متعددی در رابطه با افزایش پرولین در گیاهان مختلف، به‌طور مثال، در گندم دوروم (۶) و گندم معمولی (۳۵) ذکر گردیده است.

برهمکنش تیمارهای تنش خشکی و تراکم بوته لوبیا چیتی بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک لوبیا چیتی (۱۱۲۳۵ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تراکم ۳۵ بوته در مترمربع در شرایط آبیاری معمول بود. اگر چه این مقدار با عملکرد بیولوژیک لوبیا چیتی در تراکم ۴۵ بوته در مترمربع در شرایط آبیاری معمول (۱۰۹۵۱ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین میزان عملکرد بیولوژیک لوبیا (۷۲۷۵ کیلوگرم در هکتار) نیز مربوط به تراکم ۱۵ بوته در مترمربع در شرایط تنش خشکی در مرحله رویشی بود. این میزان اختلاف عملکرد بیولوژیک در اثر تیمارهای آزمایش می‌تواند ناشی از کاهش توانایی گیاه لوبیا چیتی در جذب عناصر غذایی و ساخت و انتقال مواد پرورده در اثر کمبود آب باشد. کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی و کاهش تولید مواد فتوسنتزی در اثر محدودیت آب توسط محققین دیگر نیزگزارش شده است (۱۰ و ۲۰). افزایش ماده خشک تولیدی در گیاهای تحت شرایط آبیاری معمول می‌تواند

به‌دلیل گسترش بیشتر سطح برگ و نیز دوام آن باشد؛ که با ایجاد منبع فیزیولوژیک کارآمد جهت استفاده هر چه بیشتر از نور دریافتی، باعث افزایش تولید ماده خشک بیشتر شده است. براساس نتایج حاصل، افزایش تراکم تا یک حد معین می‌تواند استفاده گیاهان از شرایط محیطی را افزایش دهد. 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 بیولوژیک بیانجامد (۳۹ و ۴۰). به‌علاوه، افزایش تراکم بوته در واحد سطح می‌تواند به کنترل علف‌های هرز کمک نماید؛ زیرا سایه‌انداز گیاهی زودتر تشکیل شده و با ایجاد سایه از رشد علف‌های هرز جلوگیری می‌کند (۴ و ۱۸). در تراکم‌هایی که دارای عملکرد بیولوژیک زیاد بودند از نظر میزان عملکرد دانه نیز در سطح برتری بودند (۲۴).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۲ حاکی از وجود اختلاف بسیار معنی‌دار عملکرد دانه در سطوح مختلف تراکم و تنش خشکی بود. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بین سطوح مختلف تراکم بوته لوبیا چیتی در شرایط تنش خشکی در مراحل رویشی و زایشی در مقایسه با شرایط آبیاری معمول اختلاف معنی‌داری وجود دارد. اگر چه 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. به‌علاوه، تأثیر کاهش انتقال مواد پرورده تحت تأثیر کمبود آب از جمله عوامل مؤثر برکاهش عملکرد دانه لوبیا چیتی تحت شرایط تنش خشکی است (۱۶ و ۴۲). هم‌چنین، جبییو (۱۵) گزارش کرد که لوبیا چیتی در تمامی طول دوره رویش به کمبود آب حساس است.

بررسی جدول ۴ نشان می‌دهد که تیمار تراکم ۳۵ بوته در مترمربع در شرایط آبیاری معمول بیشترین عملکرد (۳۳۶۸ کیلوگرم در هکتار) را داشته که این مقدار با عملکرد دانه در تراکم ۴۵ بوته در مترمربع (۳۲۹۵ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشته است. 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. اما بعد از آن حد، به‌دلیل افزایش رقابت، عملکرد ثابت مانده یا کاهش می‌یابد. نتایج محققین دیگر نیز این امر را تأیید نموده‌اند (۱۴ و ۳۹).

شاخص برداشت، که حاصل تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک گیاه در واحد سطح است، نشان‌دهنده میزان تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه می‌باشد. در شرایط مختلف تنش خشکی، از نظر آماری بین تیمارهای مختلف تراکم بوته لوبیا چیتی از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید. شرایط آبیاری معمول و تراکم ۲۵ بوته در مترمربع بیشترین شاخص برداشت (با میانگین ۳۳٪) را نسبت به سایر تیمارها به خود اختصاص داد. کمترین شاخص برداشت (۲۴٪) در تراکم ۳۵ و ۴۵ بوته در مترمربع در شرایط تنش خشکی در مرحله زایشی به‌دست آمد. دلیل افزایش شاخص برداشت در شرایط آبیاری معمول، وجود آب بیشتر در طول فصل رویش در این تیمار است که باعث جذب عناصر غذایی و ساخت و انتقال مواد پرورده می‌شود. کاهش شاخص برداشت در تیمار تنش خشکی در مراحل رویشی و زایشی می‌تواند به‌دلیل کاهش سطح فتوسنتزکننده و کاهش انتقال مجدد مواد فتوسنتز شده در مرحله پر شدن دانه‌ها نیز باشد (۱۵ و ۲۴). 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. لذا در چنین شرایطی شاخص برداشت کاهش می‌یابد (۸ و ۴۰).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این آزمایش، در کل می‌توان نتیجه گرفت که اعمال تنش خشکی در مراحل رویشی و زایشی، شاخص برداشت را کاهش داد. عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک لوبیا چیتی با افزایش تراکم بوته در واحد سطح تا حد مشخصی

افزایش پیدا کرد. این میزان افـزایش در تیمـار آبیـاری معمـول، بیشتر و در شرایط اعمال تنش در مرحله رشد زایشی، کمتر بود. میزان کاهش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در تیمـار تـنش خشکی در مرحله رشد رویشی گیاه از تیمـار تـنش خـشکی در مرحله رشد زایشی کمتر بود. کـاهش عملکـرد دانـه در تمـامی سطوح تراکم بوته در واحد سطح محسوس بود و نشان داد کـه گیاه لوبیا چیتی به شدت به کمبود آب حساس مـی‌باشـد. تـنش خشکی در مرحله رشد زایشی باعث افزایش میـزان پـرولین در برگ، میزان پروتئین دانه و کلروفیل b گردید. تـنش خـشکی در هر دو مرحله رشد رویشی و رشد زایشی باعـث کـاهش میـزان کلروفیل‌های a و b و افزایش میزان کاروتنوئید گردید. با توجـه به حساسیت گیاه لوبیا چیتی به شـرایط کمبـود آب، لازم اسـت تحقیقات بیشتری روی ارقام مختلف لوبیا و شـرایط متنـوع آب وهوایی در کشور انجام پذیرد. جهت استفاده از عوامل مدیریتی برای کاهش اثر تنش خشکی، ضـروری بـه نظـر مـی‌رسـد کـه آزمایش‌های دقیق‌تری در رابطه با تعـداد بوتـه در واحـد سـطح برای ارقام مختلف به عمل آید. با توجه به نتایج ایـن آزمـایش، تـراکم ۳۵ بوتـه در مترمربـع، در صـورت وجـود آب کـافی در شرایط محیطی مشابه، برای لوبیا چیتی رقـم C.O.S.16 توصـیه می‌گردد. بـه‌عـلاوه، کـشت لوبیـا چیتـی بـا تـراکم ۲۵ بوتـه در مترمربع در شرایطی که احتمال کمبـود آب و تـنش خـشکی در مراحل رشد رویشی و زایشی وجود داشته باشـد مـی‌توانـد بـه عملکرد مطلوب بیانجامد.

منابع مورد استفاده

1. Abbaszadeh, B., A. Sharifi and M. Lebaschi. 2000. Effect of drought stress on proline, soluble carbohydrate, chlorophyll and relative water of *Melissia officinalis*. *Journal of Iranian Medical and Aromatic Plants* 23(4): 504-503. (In Farsi).
2. Aghamiri, S. A. 1994. Effect of sowing arrangement on physiological characters of pinto bean (Line: 11816). MSc. Thesis, College of Agriculture, Isfahan University of Technology. (In Farsi).
3. Ahmadi, A. and D. R. Bayker. 2001. Stomatal and non stomatal factors of photosynthesis limitation in wheat under drought stress. *Journal of Agricultural Science* 35(1): 93-106. (In Farsi).
4. Ahmadi, A., M. Baghestani Meybodi, S. K. Mousavi and M. Rastgu. 2008. Evaluation competition power of two bean varieties by experiment of weed interference critical period. *Journal of Pajouhesh and Sazandegi* 76: 63-76. (In Farsi).
5. Arnon, D. I. 1940. Copper enzymes in isolated chloroplats polyphenol oxidase. *Journal of Plant Physiology* 45: 100-114.
6. Bajji, M., S. Luttus and J. M. Kinet. 2001. Water deficit effect on solute contribution to osmotic adjustment as a leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars performing differently in arid condition. *Plant Science* 160: 669-681.
7. Balouchi, H. R., S. A. M. Modarres Sanavi, Y. Emam and M. Barzgar. 2009. Effect of water deficit, ultraviolet radiation and carbon dioxide enrichment on qualitative characters of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var Durum Desf.). *Journal of Agriculture and Natural Resources Science* 12(4&5): 167-181. (In Farsi).
8. Bashteni, A. 1997. Study of plant density effects on bean yield and yield components. MSc. Thesis, College of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, 82 p. (In Farsi).
9. Bates, I. S., R. P. Waldern and I. D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil* 39: 205-207.
10. Bayat, A. A., A. Sephri, G. Ahmad and H. R. Dorri. 2010. Effect of water deficit stress on yield and yield components of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iranian Journal of Crop Science* 12(1): 42-54. (In Farsi).
11. Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye-binding. *Analytical Biochemistry* 38: 248-252.
12. Chung, J. H. and D. S. Goulden. 2003. Yield components of haricot bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown at different plant densities. *Iranian Journal of Agricultural Science* 30: 71-84. (In Farsi).
13. FAO. 2008. FAO land and plant nutrition management service. Available online at: http://Faostat.fao.org/ Accessed 10 April 2010.
14. Faraji, H., S. Gholizadeh, H. Owliai and M. Azimi Gandomani. 2011. Effect of plant density on three pinto bean varieties in Yasouj weather conditions. *Journal of Iranian Pulse Research* 1: 43-50. (In Farsi).

15. Gebeyehu, S. 2006. Physiological response to drought stress of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes differing in drought resistance. PhD Thesis, University of Giessen. Germany.
16. Ghanbari, A. M. and A. Taheri Mazandarani. 2004. Effect of sowing date and plant density on yield of spotted bean. *Journal of Seedling and Seed* 19: 483- 496. (In Farsi).
17. Ghasemi Golozani, K., S. Mohammadi, F. Rahimzadeh Khoei, and M. Moghadam, 1994. Quantitative relationships between plant density and chickpea seed yield in different sowing dates. (*Cicer arietinum*). *Journal of Agricultural Science* 7: 59-73. (In Farsi).
18. Harriers, M. and P. White. 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 Center, Portugal.
19. Ingram, J. and D. Barteles. 1996. The molecular basis of dehydration tolerance in plant. *Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology* 47: 377-403.
20. James, R. F., R. C. Carl and J. B. Philip. 2001. Drought stress effect on branch and main stem seed yield and yield components of determinate soybean. *Crop Science* 41: 763-797.
21. Jose, F., M. Cavalho and G. Basch. 2004. Response of sunflower (*Helianthus annus* L.) to sowing date and plant density under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy* 21: 347-353.
22. Khajouinejad, GH., A. Rezaei, and S. F. Mousavi. 1995. Effects of different irrigation regimes and plant density on yield and other characteristics of white bean line: 11805. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 25: 1-15. (In Farsi).
23. Khan, M. A. and I. Aziz. 2001. Experimental assessment of salinity tolerance of *Ceriops tagal* seedling and saplings from the Indus delta, Pakistan. *Aquatic Botany* 70: 259-268.
24. Khoshvaghti, H. 2006. Effect of water limitation on growth rate, grain filling and yield of three pinto bean cultivar. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. Tabriz University. (In Farsi).
25. Majnoun Hosseini, N. 1997. Pulses in Iran. Nashre Jahad Publications, 235 p. (In Farsi).
26. McDonald, G. K. 1992. Effect of nitrogen fertilizer on growth, grain yield and grain protein concentration of wheat. *Crop Science* 17: 791-793.
27. Mehrpoyan, M., Gh. Noormohammadi, M. G. Mirhadi, H. Heydari Sharifabad and A. H. Shiranirad. 2011. Effect of some inoculation containing *Rhizobium legominosarium* bv. *Phaseoli* on nutrient element uptake in three cultivars of common bean. *Iranian Journal of Pulse Research* 1(2): 1-10. (In Farsi).
28. Mohammadi, G., A. Javanshir, F. R. Khooie, S. A. Mohammadi, and S. Zehtab Salmasi, 2005. Critical period of weed interference in chickpea. *Weed Research* 45 (1): 57-63.
29. Mousavi, S. K., A. Ahmadi and R. Ghorbani. 2010. Effect of sowing date and plant density on morphological traits and yield of pea (*Cicer arientinum* L.) and weed population in dry land conditions of Lorestan province. *Iranian Journal of Crop Research* 7: 241-256. (In Farsi).
30. Movahhedi Dehnavi, M., and S. A. M. Modares Sanavy, 2005. Effect of Zn and Mn foliar application on yield and yield components of three winter safflower under drought stress in Isfahan. *Journal of Agriculture and Natural Resource* (*special issue*) 13(2): 1-11. (In Farsi).
31. Nayyar, H. 2003 Accumulation of osmolitic and osmotic adjustment in water stressed wheat (*Triticum aestivum*) and maize (*Zea mays*) as affected by calcium and antagonists. *Environmental and Experimental Botany* 50: 253-264.
32. Rosales-serna, R., J. Kohashi-Shibata, J. A. Acosta-Gallegos, G. Trejo-Lobez, J. Ortiz-Cereceres, and J. D. Kelly, 2002. Yield and phonological adjustment in four drought stressed common bean cultivar. *Annual Report of Bean Improvement Cooperative* 45: 198-199.
33. Saxena, M. C. 1992. Recent advanced in chickpea agronomy. Proc. The First International Workshop on Chickpea Improvement, pp. 89-96.
34. Shabani, A., A. Kamgar Haghighi, Y. Emam and T. Honar. 2010. Effect of drought stress on physiological characteristics of *Brassica napus*. *Journal of Water and Soil Science* 42: 31-49. (In Farsi).
35. Shojaei Abiverdi, F. 2011. Effect of foliar application of alga extraction on growth and yield of wheat under drought stress. M.Sc. Thesis of Agronomy, Yasouj University. (In Farsi).
36. Singh, S. P. 1995. Selection for water stress tolerance in interracial in common bean. *Crop Science* 35: 118-124.
37. Siosemardeh, A., A. Ahmadi, K. Pustini and H. Ebrahimzadeh. 2005. Stomatal and non stomatal factors of photosynthesis control and relationships with drought resistance in wheat varieties. *Journal of Agricultural Science* 35(1): 93-106. (In Farsi).
38. Souza, G. M., J. M. Cardoso, and A. N. Goncalves. 2004. Proline content and protein patterns in *Eucalyptus grandis* shoot submitted in high and low temperature shocks. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 47(3): 355-362.

39. Taheri Mazandarani, M. 1999. Final report of pinto bean evaluation and comparison in two current planting methods and stalk using. Agricultural Research Center of Markazi Province. (In Farsi).
40. Taleie, A., K. Pustini and S. Dawazdeh Emami. 2000. Effects of plant density on physiological characteristics of some spotted bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Iranian Journal of Agricultural Science* 3: 477-487. (In Farsi).
41. Teran, H. and S. P. Singh. 2002. Comparison of sources and lines selected for drought resistance in common bean. *Crop Science* 42(1): 64-70.
42. Zhu, J. K. 2002. Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual Review of Plant Biology* 53: 247-316.