نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال هشتم / شماره دوم / تابستان ۱۳۹۷

اثر کم‌آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین دانه برخی ژنوتیپ‌های ماش (*Vigna radiata* L.)

محمودرضا تدین[۱*] و محمود بهادر[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۲۲)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کم‌آبیاری بر عملکرد ژنوتیپ‌های ماش، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه شهرکرد انجام شد. عامل اصلی رژیم آبیاری در سه سطح (تأمین ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) و عامل فرعی شامل پنج لاین امیدبخش ماش (VC 11-18b، VC 63-72، CN-9-5، NM 54 و 1-61-145) بود. نتایج نشان داد تأثیر رقم بر همه صفات به‌جز تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود. همچنین، برهمکنش رژیم آبیاری و رقم بر وزن دانه، درصد پروتئین دانه و تعداد دانه در غلاف اثر معنی‌داری نداشت. ژنوتیپ VC 11-18-b در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی، بیشترین تعداد غلاف، عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد پروتئین را داشت. نتایج نشان داد با کاهش تأمین نیاز آبی، بیشتر ارقام از نظر عملکرد دانه در سطح برابری قرار گرفتند. بیشترین شاخص برداشت دانه مربوط به رقم VC 1-18-b بود، ولی تفاوت شاخص برداشت بین تیمارهای آبیاری تأمین ۱۰۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی در رقم NM 54، نشان داد تغییرات عملکرد دانه و عملکرد شاخساره در رقم مذکور نسبت به ارقام دیگر بیشتر بود. به‌طورکلی، رژیم آبیاری بر محتوای پروتئین دانه، به‌عنوان شاخصی از عملکرد کیفی، اثرگذار نبود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، عملکرد پروتئین، رقم، حبوبات، نیاز آبی

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشیار و دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mrtadayon@yahoo.com

مقدمه

حبوبات از منابع مهم غذایی سرشار از پروتئین برای تغذیه انسان و دام به‌شمار می‌روند. در تغذیه انسان حدود ۲۲ درصد پروتئین گیاهی، ۳۲ درصد چربی و هفت درصد کربوهیدرات‌ها از حبوبات تأمین می‌شود. از این بین، گیاه ماش، یکی از حبوبات مهم گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است که، از دیرباز در مناطق خشک و نیمه‌خشک هندوستان، ایران و دیگر مناطق خاورمیانه کشت می‌شده است و از نظر تغذیه، علوفه، کود سبز و بهبود حاصلخیزی خاک دارای اهمیت بوده، به‌عنوان منبع پروتئین در رژیم غذایی بشر لحاظ می‌شود. ماش یک لگوم دانه ریز، تابستانه و با طول دوره رشد کوتاه است (۱۵).

کمبود آب خاک، عمده‌ترین عاملی است که باعث کاهش رشد و عملکرد ماش در نواحی تحت کشت این گیاه می‌شود. بنابراین، میزان شدت تنش کم‌آبی بر عملکرد این گیاه مؤثر خواهد بود. از این‌رو، به‌منظور بهبود عملکرد ماش، تکنیک‌هایی از قبیل اصلاح واریته‌های با عملکرد بالا، بهبود مدیریت زراعی و یا تلفیق آنها لازم به‌نظر می‌رسد. ارقام ماش مورد کشت در ایران دارای عملکرد کمی و کیفی پایینی در واحد سطح هستند. فتحی (۱۲) در مقایسه ارقام NM، VC و گوهر، نشان داد که رقم NM در بیشتر صفات به‌ویژه عملکرد و اجزای آن، بالاتر از بقیه ارقام بود، با این حال رقم VC نیز پتانسیل تولید مشابهی با رقم NM از خود نشان داد. در پژوهشی دیگر، رقم هندی درصد پروتئین دانه بیشتری نسبت به رقم VC داشت (۶). تعداد غلاف در بوته از مهم‌ترین اجزای عملکرد در حبوبات است (۱۵). در پژوهشی، رقم پرتو، تعداد غلاف در بوته بیشتری نسبت به رقم VC6368 داشت (۲۰). دیگر پژوهشگران نیز اختلاف معنی‌داری بین ارقام گزارش کردند و دلایل آن را تفاوت در پتانسیل ژنتیکی ارقام و همچنین سطح برگ بیشتر و سرعت رشد محصول بالاتر بیان نموده‌اند (۱۶). برخی پژوهشگران تفاوتی بین ارقام مشاهده نکرده‌اند و دلیل آن را شباهت ژنتیکی بسیار نزدیک ارقام به همدیگر بیان کرده‌اند (۳). تعداد دانه در غلاف، با ثبات‌ترین جزء عملکرد در حبوبات است (۱۵). صفت تعداد دانه در غلاف، افزایش عملکرد بیشتری نسبت به صفت وزن هزار دانه به وجود آورد (۴). پژوهشگران دیگر تفاوت معنی‌دار ارقام از نظر صفات ذکر شده را گزارش کرده‌اند (۱۶ و ۲۰). مقایسه ارقام قدیمی و جدید حبوبات نشان داده است که افزایش عملکرد اقتصادی بر اثر بهبود شاخص برداشت بوده و به‌طورکلی، مجموع عملکرد در بالای سطح زمین (بیولوژیک) بدون تغییر باقی مانده است (۱۱). اگرچه اطلاعات زیادی درباره اثرات تنش خشکی بر عملکرد دیگر لگوم‌های زراعی وجود دارد (۷)، ولی مطالعات انجام شده در مورد ماش محدود است (۱۰، ۲۲ و ۲۳). عموماً گزارش شده است که تنش خشکی عملکرد ماش را از طریق کاهش وزن خشک کل گیاه و شاخص برداشت کاهش می‌دهد (۲۲). دی‌کاستا و همکاران (۱۰) مشاهده کردند وقوع تنش در مراحل گل‌دهی و پرشدن نیام، موجب کاهش شاخص برداشت و در نتیجه عملکرد دانه شد. همچنین دی‌کاستا و شانموگاتسان (۹) کاهش عملکرد سویا را در اثر وقوع تنش خشکی در مرحله رویشی و زایشی گزارش کردند. با توجه به واقع شدن ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان و کمبود آب در این مناطق، احتمال وقوع تنش خشکی در فصل رشد گیاهان وجود دارد. از این‌رو، کشت گیاهان با طول دوره رشد کوتاه، مانند ماش، می‌تواند به مدیریت آب در این مناطق کمک کند. به همین دلیل در پژوهش حاضر، صفات کمی و کیفی تولید دانه نظیر پروتئین مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر کم‌آبیاری بر عملکرد برخی ژنوتیپ‌های ماش، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد اجرا شد. عامل اصلی تیمار آبیاری (تأمین ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) و عامل فرعی پنج ژنوتیپ ماش (VC 11-18b، VC 63-72، CN-9-5، NM 54 و 1-61-145) بود. بعد از خاک‌ورزی و

تسطیح زمین، بذور با تراکم ۳۰ بوته در مترمربع با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر کاشته شدند (۶). طی فصل رشد، عملیات لازم از جمله مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی صورت پذیرفت. براساس توصیه کودی مقدار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره در سه نوبت (۴۰ کیلوگرم قبل از کاشت، ۳۰ کیلوگرم در زمان باز شدن برگ‌های اولیه (V2) و ۳۰ کیلوگرم در زمان باز شدن سومین برگ سه برگچه‌ای (V4)) در اختیار گیاه قرار گرفت.

پس از کاشت در نیمه اول تیرماه، آبیاری برای کلیه تیمارها به‌صورت یکسان و برمبنای نیاز آبی محاسبه شده به‌وسیله روش پنمن- مانتیث اصلاح شده توسط فائو، صورت گرفت. به منظور محاسبه ظرفیت زراعی خاک مورد آزمایش، از خاک مزرعه (در ۱۰ نقطه تصادفی در مزرعه) نمونه‌برداری به‌عمل آمد و پس از محاسبه رطوبت وزنی خاک در نقطه ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم، جرم مخصوص ظاهری خاک و درنظر گرفتن عمق توسعه ریشه، میزان آب قابل دسترس برای گیاه محاسبه شد (۲ و ۱۸). تیمارهای آبیاری، هم‌زمان با باز شدن سومین برگ سه برگچه‌ای، اعمال شد و تا پایان فصل رشد ادامه داشت. میزان آب مورد نیاز گیاه محاسبه (براساس ۶۰ درصد تخلیه رطوبتی آب قابل دسترس برای گیاه) شد و معادل ۱۰۰ درصد میزان محاسبه شده، در تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی مورد استفاده قرار گرفت. همچنین، مقادیر ۸۰ و ۶۰ درصد میزان نیاز گیاه محاسبه و با استفاده از کنتور حجمی در اختیار گیاه قرار گرفت.

برداشت در نیمه دوم شهریورماه صورت گرفت. کل بوته‌های برداشت شده از هر کرت پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، بسته‌بندی و اتیکت‌گذاری شده، به‌مدت ۱۷ ساعت در دمای ۲ ± ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و پس از تعدیل رطوبت وزن شدند (۱۴). جهت تعیین اجزای عملکرد دانه از کل بوته‌های برداشت شده از هر کرت ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و اجزای عملکرد آن اندازه‌گیری شد. سپس شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک محاسبه شد. درصد نیتروژن دانه از روش کجلدال (۱۹) به‌دست آمد که با ضریب ۶/۲۵ به درصد پروتئین تبدیل شد. عملکرد پروتئین دانه نیز از ضرب درصد پروتئین دانه در عملکرد دانه محاسبه شد (۲۱). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS صورت گرفت، مقایسه میانگین‌ها به روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد، ترسیم نمودارها با نرم افزار SigmaPlot 12.5 و همبستگی ساده بین صفات اندازه‌گیری شده با نرم‌افزار SPSS 23 انجام شد.

نتایج و بحث

اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس اجزای عملکرد دانه نشان داد اثر رقم بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار نشد، ولی در مورد وزن هزار دانه و تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود. اثر رژیم آبیاری نیز بر صفات تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه معنی‌دار نشد، اما بر تعداد غلاف در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر برهمکنش رقم و رژیم آبیاری نیز تنها بر تعداد غلاف در مترمربع معنی‌دار شد (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌های ارقام از نظر وزن هزار دانه نشان داد به‌جز رقم ۱۴۵-۶۱-۱ که در سطح آماری پایین‌تری نسبت به دیگر ارقام قرار داشت (۵۶/۵۰ گرم)، بقیه ارقام در بالاترین سطح آماری قرار گرفتند (جدول ۲). اگرچه نقش وزن هزار دانه در افزایش عملکرد دانه، به‌عنوان یک جز عملکرد، نسبت به تعداد غلاف در بوته کمتر است اما، همبستگی بالای صفت مذکور با عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته و عملکرد شاخ و برگ، نشان از اهمیت بالای این صفت در تعیین عملکرد دانه دارد (جدول ۴). بهادر و همکاران (۵) عدم اختلاف معنی‌دار بین ارقام در وزن هزار دانه را به پتانسیل ژنتیکی رقم نسبت داده‌اند. نتایج این آزمایش با نتایج صادقی‌پور (۲۰) مبنی بر عدم اختلاف معنی‌دار در صفت وزن هزار دانه بین دو رقم VC و Barymung مطابقت دارد. همچنین، مقایسه میانگین اثر آبیاری بر صفت مذکور نشان داد تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی، به‌ترتیب

جدول ۱. درجه آزادی و میانگین مربعات صفات عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین دانه

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	وزن خشک شاخ و برگ	شاخص برداشت	درصد پروتئین دانه	عملکرد پروتئین
بلوک	۲	۰/۸۷^{ns}	۰/۳۲^{ns}	۲۶/۸۸^{ns}	۲۷۶۹۴**	۲۵۶۶۸**	۱/۰۵^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۲۱۵۴**
آبیاری	۲	۱۴۶/۰۲**	۰/۲۸^{ns}	۲۱۲/۴۰^{ns}	۱۶۹۵۲۰۰**	۵۲۲۷۳۱۰**	۵/۸۶^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۱۲۱۱۸۵**
خطا	۴	۱/۸۱	۰/۴۶	۴۸/۷۰	۶۱۹۴	۳۷۷	۱/۲۳	۰/۲۳	۴۷۴
رقم	۴	۱۹/۴**	۰/۲۴^{ns}	۱۰۰/۵۱**	۲۱۴۰۳۴**	۳۶۲۵۲۳**	۲/۲۵**	۱۳/۹۴**	۲۱۶۱۰**
آبیاری × رقم	۸	۶/۸**	۰/۷۵^{ns}	۴۳/۰۴^{ns}	۴۴۴۹۳**	۶۶۶۸**	۸/۷۹**	۰/۶۲^{ns}	۳۰۸۹**
خطا	۲۴	۱/۴۱	۰/۳۶	۲۰/۵۵	۲۴۱۳	۱۶۲۶	۰/۴۱	۰/۳۹	۲۶۰
ضریب تغییرات (٪)		۷/۸	۷/۲	۷/۲	۴/۲	۲/۰	۱/۷	۲/۳	۵/۲

^{ns} و **، به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۲. نتایج مقایسه میانگین اثر رقم بر وزن هزار دانه و درصد پروتئین دانه

رقم	وزن هزار دانه (گرم)	درصد پروتئین (٪)
VC 11-18b	۶۲/۸۵^{a}	۲۷/۷۱^{a}
VC 63-72	۶۵/۲۷^{a}	۲۷/۸۴^{a}
CN-9-5	۶۳/۷۳^{a}	۲۵/۷۶^{b}
NM 54	۶۲/۳۹^{a}	۲۵/۳۲^{b}
1-61-145	۵۶/۵۰^{b}	۲۷/۸۱^{a}

در هرستون، میانگین‌های با حروف مشترک اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند. (LSD, 5%).

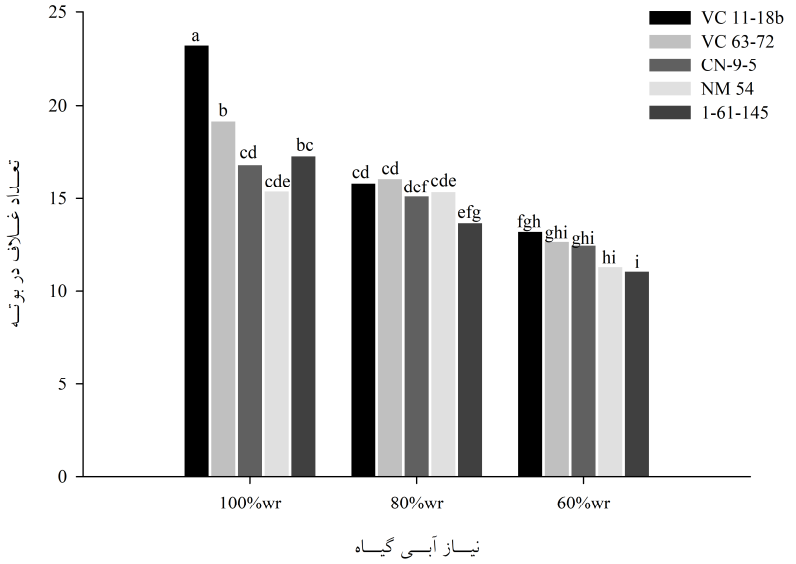
جدول ۳. نتایج مقایسه میانگین اثر رژیم آبیاری بر وزن هزار دانه

آبیاری	وزن هزار دانه (گرم)
تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی	۶۶/۳۳^{a}
تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی	۶۱/۰۷^{b}
تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی	۵۹/۰۴^{b}

میانگین‌های با حروف مشترک اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند. (LSD, 5%).

با ۹۲ و ۸۹ درصد نسبت به تیمار ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی، اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳). به‌طورکلی، کاهش تولید و انتقال مواد پرورده، افزایش مقاومت روزنه‌ای و کاهش تبادلات گازی، عامل مهمی در کاهش ظرفیت فتوسنتزی در شرایط کم آبی است. در نتیجه انتقال مواد پرورده در شرایط تنش، به‌ویژه در مرحله پرشدن دانه، دلیل کاهش وزن هزار دانه در شرایط بروز تنش بوده است. ضابط و همکاران (۲۴) نیز در پژوهش خود به نتایج مشابهی دست یافتند.

اثر متقابل تیمارهای رقم و آبیاری بر صفت تعداد غلاف در مترمربع در رقم VC 11-18b تحت تیمار ۱۰۰ درصد نیاز

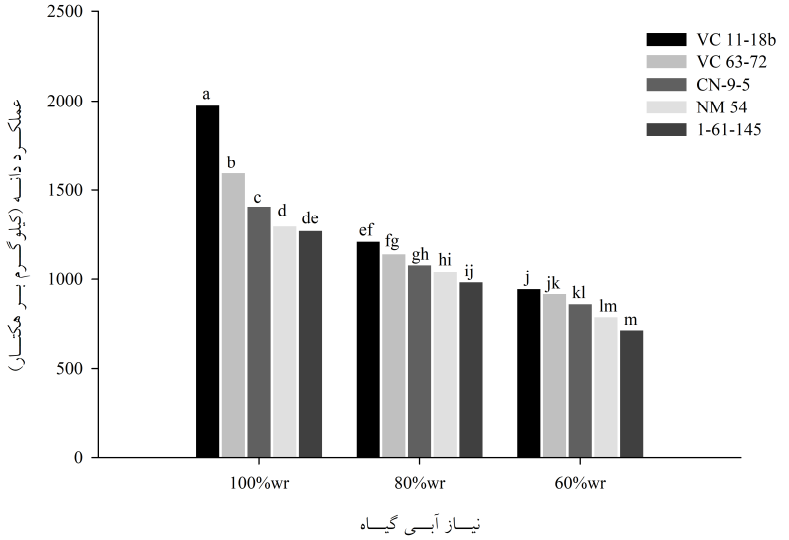


شکل ۱. مقایسه میانگین برهمکنش رقم و رژیم آبیاری برای تعداد غلاف. میانگین‌های با حروف مشترک اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند (LSD, 5%).(wr: water requirement)

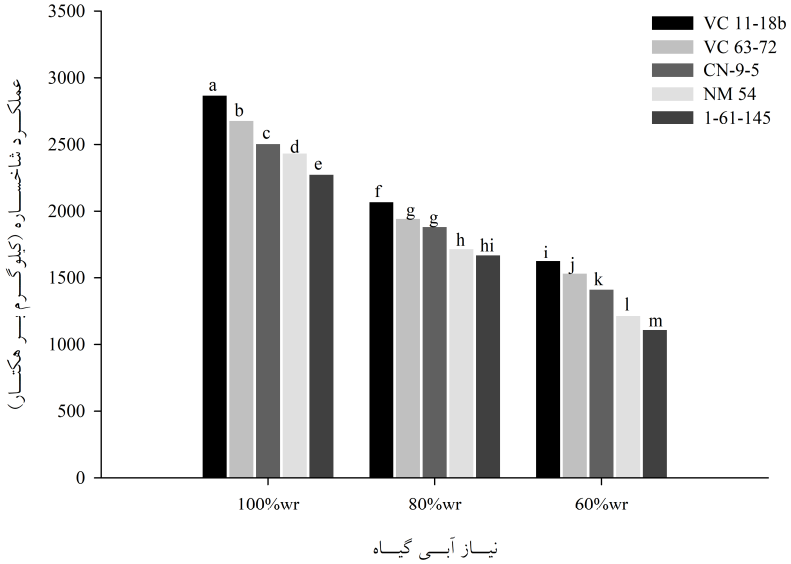
رطوبتی بیشترین تعداد غلاف (۲۳/۲ عدد) را داشت و کمترین تعداد غلاف در مترمربع در رقم ۱۴۵-۶۱-۱ (۱۱ عدد) با ۴۷ درصد کمتر نسبت به تیمار مذکور بود (شکل ۱). گزارش شده است، گیاه ظرفیت مقصد خود را متناسب با ظرفیت مبدا تأمین می‌نماید (۹) و احتمالاً گیاه با کاهش ظرفیت مبدا در شرایط تنش خشکی و ایجاد تعادل بین مبدا- مقصد، در نهایت تعداد گل و غلاف را کاهش داده است. همچنین وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه (r=۰/۹۷**)، تعداد غلاف را به‌عنوان مؤثرترین جز عملکرد در بین اجزای عملکرد دانه ماش مطرح کرد (جدول ۴)؛ نتایج پژوهش‌های دیگر نیز موید این یافته است (۵ و ۶). همچنین، دیگر پژوهشگران نیز گزارش کرده‌اند کمبود آب به‌ویژه در دوره زایشی، منجر به بروز عواملی مانند کاهش شدت تنفس، افزایش میزان آبسیزیک اسید و کاهش میزان بارگیری مواد پرورده می‌شود و در نهایت باعث ریزش گل و نیام می‌شود (۸).

عملکرد دانه، عملکرد شاخساره و شاخص برداشت

اثر رقم و برهمکنش تیمارها بر عملکرد دانه، عملکرد شاخساره و شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما شاخص برداشت تحت تأثیر آبیاری قرار نگرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین برهمکنش تیمارها نشان داد بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب مربوط به رقم VC 11-18b با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی (۱۹۷۴ کیلوگرم بر هکتار) و رقم ۱۴۵-۶۱-۱ با تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی (۷۰۸ کیلوگرم بر هکتار) بود (شکل ۲). در این بین، تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی و رقم VC 11-18b با ۸۰ و ۳۵ درصد برتری به‌ترتیب نسبت به تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی و رقم VC 63-72 و ۶۰ درصد نیاز آبی و رقم ۱۴۵-۶۱-۱ قرار گرفت. پژوهشگران عمده عوامل کاهش عملکرد را کاهش سطح برگ و به‌دنبال آن، کاهش فتوسنتز حقیقی بیان کردند (۱۱). همچنین باید توجه داشت اثر تنش خشکی در مرحله زایشی بر بخش زایشی (دانه)، بیشتر از بخش رویشی است، این مطلب دلالت بر اهمیت فتوسنتز جاری در تعیین عملکرد دارد (۱۷). بنابراین، احتمال می‌رود ژنوتیپ VC (هر دو ژنوتیپ) پتانسیل فتوسنتز بالاتری نسبت به دیگر ژنوتیپ‌های مورد بررسی دارد. این نتایج در پژوهش‌های انجام شده بر مقایسه ژنوتیپ‌های ماش نیز بیان شد (۵). همچنین، با توجه به قرار گرفتن ژنوتیپ‌ها در شرایط تأمین ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی، در سطوح آماری تقریباً برابر، چنین به



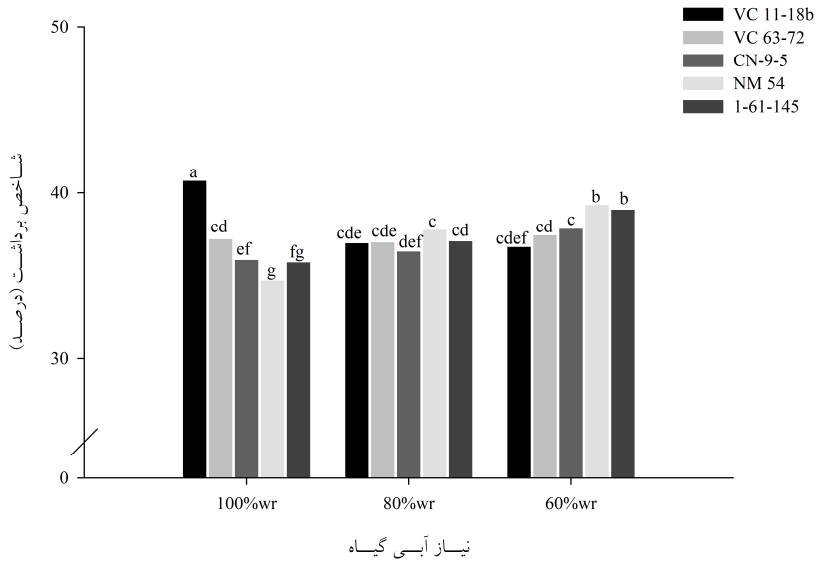
شکل ۲. مقایسه میانگین برهمکنش رقم و رژیم آبیاری برای عملکرد دانه. میانگین‌های با حروف مشترک اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند (LSD, 5%). (wr: water requirement)



شکل ۳. مقایسه میانگین برهمکنش رقم و رژیم آبیاری برای عملکرد شاخساره. میانگین‌های با حروف مشترک اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند. (LSD, 5%). (wr: water requirement)

نظر می‌رسد در شرایط کم‌آبیاری، ژنوتیپ‌ها دارای قدرت تولید عملکرد دانه تقریباً برابری بودند.

مقایسه میانگین برهمکنش تیمارها نشان داد بیشترین و کمترین عملکرد شاخساره به‌ترتیب مربوط به رقم VC 11-18b با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی (۲۸۶۸ کیلوگرم بر هکتار) و رقم ۱۴۵-۶۱-۱ با تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی (۱۱۰۷ کیلوگرم بر هکتار) بود (شکل ۳). از آنجا که برخی پژوهشگران، تفاوت ژنوتیپ‌های ماش را از نظر ویژگی‌های مورفولوژیک مانند ارتفاع و تعداد برگ گزارش کرده‌اند (۶)، تنش خشکی با کاهش ویژگی‌های مورفولوژیک و تقسیم سلولی، در نهایت



شکل ۴. مقایسه میانگین برهمکنش رقم و رژیم آبیاری بر شاخص برداشت. میانگین‌های با حروف مشترک اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند (LSD, 5%). (wr: water requirement)

رشد رویشی گیاه را کاهش داده است (۲۴)، از این‌رو، عملکرد شاخساره گیاه کاهش پیدا کرد. برخلاف تشابه ژنوتیپ‌ها در تولید عملکرد دانه در شرایط تنش، عملکرد شاخساره ژنوتیپ‌های مورد بررسی مشابه نبود. این مطلب، بیانگر تفاوت مورفولوژیک ژنوتیپ‌ها در این پژوهش بود.

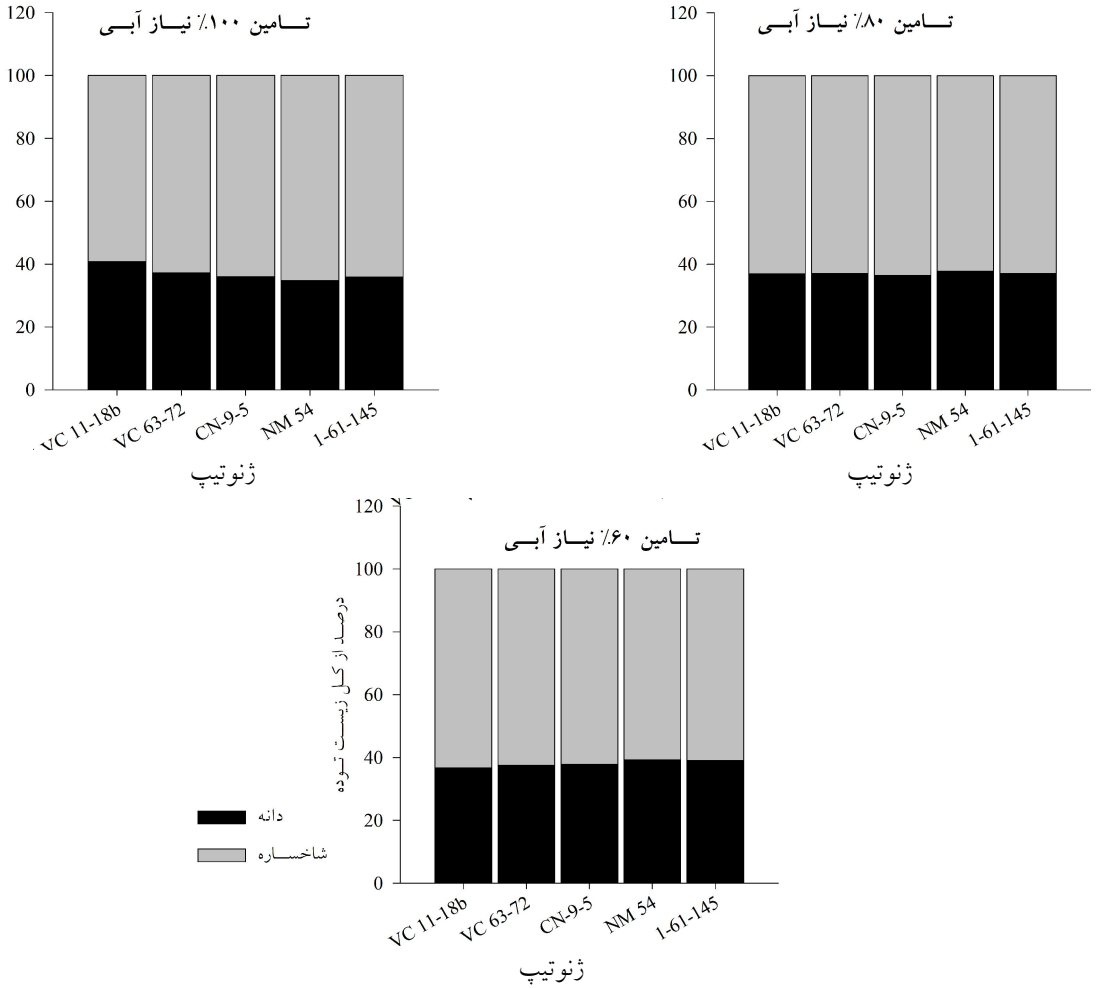
مقایسه میانگین برهمکنش تیمارها نشان داد بیشترین و کمترین شاخص برداشت به‌ترتیب مربوط به رقم VC 11-18b با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی (۴۰/۷۲ درصد) و رقم NM 54 با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی (۳۴/۷۷ درصد) بود (شکل ۴). برهمکنش تیماری ژنوتیپ ۱۴۵-۶۱-۱ و تأمین ۱۰۰ درصد نیاز رطوبتی، بدون اختلاف معنی‌دار با رقم NM 54 در یک سطح قرار گرفت (شکل ۴). با توجه به درصد اختلاف بین ژنوتیپ‌ها در رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد دانه و عملکرد شاخساره و همچنین با بررسی رابطه محاسبه شاخص برداشت دانه، تفاوت ژنوتیپ‌ها در شاخص برداشت دانه با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی بسیار مشهود بود (شکل ۵). اختلاف ارقام از نظر شاخص برداشت نیز پیش‌تر توسط پژوهشگران گزارش شده است (۵ و ۶). با توجه به نتایج به دست آمده، ژنوتیپ NM 54 در شرایط کم آبی شدید، احتمالاً مواد پرورده بیشتری را به سمت مقصدهای فیزیولوژیک هدایت کرده، در نتیجه در شرایط تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی، مقدار شاخص برداشت زیادتری داشته است.

مقایسه ژنوتیپ‌ها در شکل ۵ نشان داد در شرایط بدون تنش، ژنوتیپ NM 54 کمترین عملکرد دانه (۳۴/۷۷ درصد از کل بیوماس) و بیشترین عملکرد شاخساره (۶۵/۲۳ درصد از کل بیوماس) را در بین ژنوتیپ‌ها داشت، به همین دلیل شاخص برداشت آن (شکل ۴) کاهش شدیدی یافت. این در حالی بود که همان ژنوتیپ در شرایط تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی، به‌دلیل افزایش سهم عملکرد دانه (۳۹/۲۸ درصد از کل بیوماس) و همچنین کاهش سهم عملکرد شاخساره (۶۰/۷۲ درصد از کل بیوماس) بالاترین درصد شاخص برداشت (شکل ۴) بین ژنوتیپ‌های دیگر را داشته است (شکل ۵).

درصد و عملکرد پروتئین

درصد پروتئین دانه تحت تأثیر رقم قرار گرفت، اما عملکرد پروتئین به‌وسیله اثرات اصلی و متقابل تیمارها معنی‌دار شد (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌های ارقام از نظر درصد پروتئین دانه نشان

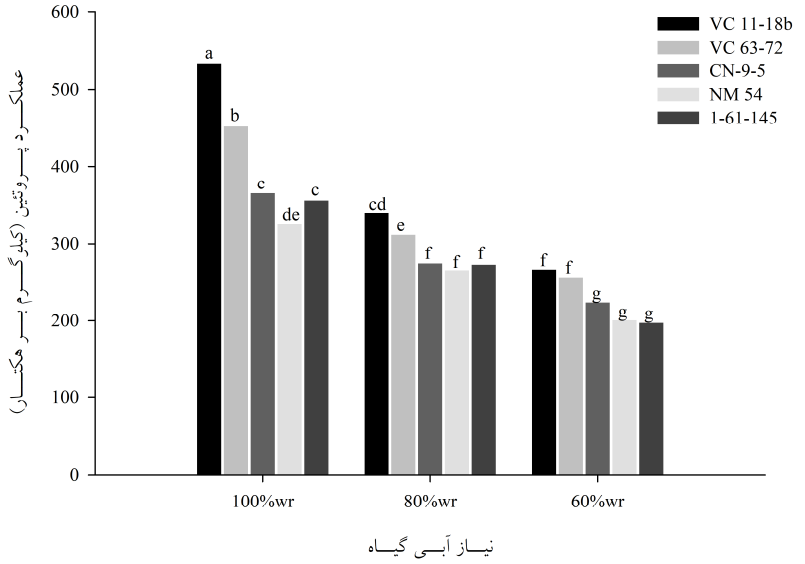


شکل ۵. سهم عملکرد دانه و عملکرد شاخساره ژنوتیپ‌های ماش در تعیین شاخص برداشت تحت رژیم آبیاری. داده‌های هر ستون حاصل نسبت عملکرد دانه و شاخساره هر تیمار به کل زیست‌توده (درصد) است.

جدول ۱. ضرایب همبستگی بین صفات

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱. تعداد غلاف	۱							
۲. تعداد دانه	۰/۰۸^{ns}	۱						
۳. هزار دانه	۰/۵۴*	−۰/۴۰^{ns}	۱					
۴. عملکرد دانه	۰/۹۷**	۰/۱۵^{ns}	۰/۶۲*	۱				
۵. عملکرد شاخساره	۰/۹۲**	۰/۱۹^{ns}	۰/۶۸**	۰/۹۶**	۱			
۶. شاخص برداشت	۰/۰۹^{ns}	−۰/۱۳^{ns}	−۰/۲۷^{ns}	۰/۰۵^{ns}	−۰/۲۱^{ns}	۱		
۷. پروتئین دانه	۰/۱۳^{ns}	۰/۱۸^{ns}	−۰/۱۹^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۱	
۸. عملکرد پروتئین	۰/۹۷**	۰/۱۸^{ns}	۰/۶۰*	۰/۹۹**	۰/۹۶**	۰/۰۲^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۱

ns، * و **، به‌ترتیب همبستگی غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد



شکل ۶. مقایسه میانگین برهمکنش رقم و رژیم آبیاری برای صفت عملکرد پروتئین. میانگین‌های با حروف مشترک اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند (LSD, 5%). (wr: water requirement)

داد، ژنوتیپ‌های VC و ۱۴۵-۶۱-۱ در سطح آماری بالاتری نسبت به لاین‌های امیدبخش NM و CN قرار گرفتند (جدول ۲). درصد پروتئین دانه، معمولاً توسط عوامل ژنتیکی کنترل می‌شود. مطابق نتایج پژوهش‌های پیشین، گزارش شد اختلاف ژنوتیپ‌ها در غلظت پروتئین، مربوط به تفاوت در کارایی تبدیل نیتروژن به آمینواسید و سپس پروتئین‌ها بوده است (۱ و ۶).

مقایسه میانگین برهمکنش تیمارها بر عملکرد پروتئین نشان داد تیمار بدون تنش و رقم VC 11-18b بیشترین عملکرد پروتئین (۵۳۳ کیلوگرم بر هکتار) و ارقام ۱۴۵-۶۱-۱، NM 54 و CN-9-5 با تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی کمترین عملکرد پروتئین را داشته‌اند (شکل ۶). رقم VC 11-18b نسبت به تیمارهای بعد از آن و پایین‌ترین سطح آماری به‌ترتیب با ۸۵ و ۴۲ درصد برتری قرار گرفت. احتمالاً تأثیرپذیری بالای عملکرد پروتئین از عملکرد دانه، منجر به وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سطح بدون تنش و در عین حال عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطوح کم‌آبیاری شده است (جدول ۴). وجود ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r=0/99^{**}$) بین دو صفت مذکور نشان دهنده تایید نتیجه به دست آمده است که با نتایج پژوهشگران مطابقت دارد (۶ و ۱۳).

نتیجه‌گیری

لاین‌های امیدبخش گروه VC به‌دلیل مقادیر بالاتر در اجزای عملکرد مانند تعداد غلاف در بوته، هم در شرایط بدون تنش و هم در رژیم‌های آبیاری ۸۰ و ۶۰ درصد آبیاری، در پایان عملکرد دانه بالاتری تولید کردند که خود گویای پتانسیل بالاتر این گروه از ژنوتیپ‌ها است. از طرف دیگر، تنش خشکی اثرات متفاوتی بر ژنوتیپ‌های تحت بررسی داشت؛ به گونه‌ای که میزان شاخص برداشت در ژنوتیپ NM 54 در رژیم آبیاری ۶۰ درصد آبیاری، بیش از شاهد بود، اما رژیم آبیاری بر محتوای پروتئین دانه، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های کیفی حبوبات) اثرگذار نبود.

سپاسگزاری

این پژوهش در راستای انجام طرح پژوهشی در دانشگاه شهرکرد به انجام رسید و بدین وسیله از حمایت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهرکرد سپاسگزاری می‌شود. همچنین از همکاری جناب آقای دکتر علیرضا ابدالی مشهدی در تهیه بذر ژنوتیپ‌های ماش قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Ahmad, R., I. Mahmoud, J. Kamal and S. A. H. Bukhari. 2004. Growth and yield response of three mung bean (*Vigna radiata* L.) cultivars to varying seeding rates. *International Journal of Agriculture and Biology* 6(3): 538-540.
2. Alizadeh, A. 2008. Water and Soil and Plant Relationships. Imam Reza Publications. Mashhad. Iran.
3. Asghar, A., A. M. Choudhry and A. Tanveer. 2000. Response of mung bean (*Vigna radiata* L.) genotypes to Rhizobia culture. *Pakistan Journal of Agricultural Science* 37(1): 80-82.
4. Ayeneband, A. and W. Aghasizade. 2007. Effect of different methods of agronomy management on yield and yield component of mung bean (*Vigna radiata*). *Journal of Agricultural Science* 30(1): 71-84.
5. Bahador, M., A. R. Abdali Mashhadi, S. A. Siadat, G. Fathi and A. Lotfi Jalal-abadi. 2015a. Effect of zeolite and seed priming on grain nitrogen content, leaf chlorophyll and traits dependent to grain yield of mung bean (*Vigna radiata* L.) cultivars. *Journal of Function and Plant Processes* 4(11): 137-149.
6. Bahador, M., A. R.Abdali Mashhadi, S. A. Siadat, G. Fathi and A. Lotfi Jalal-abadi, 2015b. Effect of seed pelleting and Priming on protein and seed yield of mung bean (*Vigna radiata* L.) varieties in Ahvaz. *Iranian Journal of Pulses Research* 6(1): 32-41. (In Farsi).
7. Brevedan, R. E. and D. E. Egli. 2003. Short periods of water stress during seed filling, leaf senescence and yield of soybean. *Crop Science* 43: 2033-2088.
8. Clavel, D., N. K. Drame, H. Roy-Macauley, S. Braconnier and D. Laffray. 2005. Analysis of early responses to drought associated with field drought adaptation in four Sahelian groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. *Environment and Experimental Botany* 54: 219-230.
9. De Costa, W. A. M. and K. N. Shanmugathsan. 2002. Physiology of yield determination of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) under different irrigation regimes in the sub humid zone of Sri Lanka. *Field Crops Research* 75: 23-35.
10. De Costa, W. A. M., K. N. Shanmugathsan and K. D. S. M. Joseph. 1999. Physiology of yield determination of mung bean (*Vigna radiara* L. Wilczek) under various irrigation regimes in the dry and intermediate Zones of Sri lanka. *Field Crops Research* 61: 1-12.
11. Emam, Y., and Niknejad, M. 1994. An Introduction to the Physiology of Crop Yield. Shiraz University Publication. Shiraz.
12. Fathi, Gh. 2010. Effect of plant density on yield and yield component in mung bean cultivars on Khuzestan climatic conditions. *Journal of Iranian Crop Science*. 41(1): 19-27.
13. Habibzade, Y., R. Mamghani and A. Kashani. 2007. Effect of different plant density on seed yield, yield component and seed protein in three mung bean (*Vigna radiata* L.) variety in Ahvaz condition. *Journal of Agricultural Science* 30(3): 1-13.
14. ISTA. 2006. Moisture Test Methods. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association. Basserdorf, Switzerland.
15. Majnoun-Hoseini, N. 2008. Grain Legume Production. Tehran Jahad-Daneshgahi Publications. Tehran.
16. Mathur, N., J. Singh, S. Bohra, A. Bohra and A. Vyas. 2007. Agronomic evaluation of promising genotypes of mung bean under hyper arid conditions of Indian Thar desert. *International Journal of Agricultural Research* 2(6): 537-544.
17. Moradi, A., A. Ahmadi and A. Hoseinzadeh. 2008. Agro-physiological responses of mung bean (Parto cultivar) to severe and moderate drought stress during vegetative and reproductive growth. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 12(45): 659-671.
18. Mun˜oz-Perea, C. G., R. G. Allen, D. T. Westermann and J. L. Wright. 2007. Water use efficiency among dry bean landraces and cultivars in drought-stressed and non-stressed environments. *Euphytica* 155: 393–402.
19. Parham, H., A. Semnani and H. Tavalali. 2002. Methods of analysis of soil, plants, water and fertilizers. Shahid Chamran University Publication. Ahvaz.
20. Sadeghipour, O. 2008. Effect of withholding irrigation at different growth stages on yield and yield components of mung bean (*Vigna radiata* L. Wilczek) varieties. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environment Science* 4(5): 590-594.
21. Salo-Vaananen, P. P. and P. E. Koivistoinen. 1996. Determination of protein in foods: comparison of net protein and crude protein (N x 6.25) values. *Food Chemistry* 51(1): 21-31.
22. Thomas, M., J. Robertson, S. Fukai and M. B. Peoples. 2003. The effect of timing and severity of water deficit on growth development, yield accumulation and nitrogen fixation of mung bean. *Field Crop Research* 86(1): 67-80.
23. Webber, H. A., C. A. Madramooto, M. Bougrault, M. G. Horst, G. Stulina and D. L. Smith. 2006. Water use efficiency of common bean and green gram grown using alternate furrow and deficit irrigation. *Agricultural Water Management* 86(3): 259-268.
24. Zabet, M., A. H. Hoseinzadeh, A. Ahmadi and F. Khialparast. 2005. A study of variation and comparison of yield and its components under two irrigation conditions in mung bean. *Iranian Journal of Agricultural Science* 36(3): 561-671.

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 8, No.2, Summer 2018, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Effect of Deficit Irrigation on Yield, Yield Components and Protein Content of Some Mung Bean (*Vigna radiata* L.) Genotypes

M. R. Tadayon[1*] and M. Bahador[2]

(Received: February 6-2016; Accepted: December 13-2017)

Abstract

To investigate the effect of deficit irrigation on yield of mung bean genotypes, an experiment was conducted as a split plot in randomized complete block design (RCB) with three replications. The main plot was irrigation regime in three levels (supply of 100, 80 and 60% of crop water requirement) and subplot was genotype in five levels (VC 11-18b, VC 63-72, CN-9-5, NM 54 and 1-61-145). The results showed that effect of cultivar was significant on all traits, except seeds per pod. Also, the interaction of irrigation regime and genotype had no significant effect on grain weight, grain protein content and seeds per pod. Genotype VC 11-18-b had the highest number of pods, seed yield, harvest index and protein yield, when it received 100% of its water requirement. Results showed that with withholding water, the examined cultivars tended to produce a similar seed yield. The highest harvest index was obtained in VC 11-18-b genotype. But, notable difference in harvest index of NM 54 genotype (when it was subjected to application of 100% and 60% of water requirement) showed that water-induced modifications in grain and shoot dry mass yield in the latter cultivar was higher than the remaining genotypes. In general, irrigation regime had no significant effect on grain protein content.

Keywords: Drought stress, Protein yield, Cultivar, Pulse, Water requirement

1, 2. Associate Professor and PhD Student, Respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
*. Corresponding Author, Email: mrtadayon@yahoo.com