مطالعه اثر روش‌های مختلف آبیاری و کشت بر راندمان مصرف آب و برخی خصوصیات عملکرد در سه رقم لوبیا چیتی

مهدی مهرپویان[1*]، منوچهر فربودی[1]، جلیل اجلی[1]، فریدون داوودی[2] و اصغر جعفری[3]

چکیده

طی تحقیقی در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱، اثر دو روش آبیاری به همراه دو روش کشت بر عملکرد و راندمان مصرف آب در سه رقم لوبیا چیتی در استان زنجان مورد بررسی قرار گرفت. روش‌های آبیاری شامل آبیاری سطحی و آبیاری قطره‌ای با استفاده از لوله‌های T-Tape، روش‌های کشت شامل کشت کرتی و کشت جوی پشته‌ای و ارقام نیز شامل سه رقم لوبیا چیتی تلاش، خمین و COS16 بودند. طرح به صورت کرت‌های دو بارخرد شده در پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. بر اساس نتایج بدست آمده، استفاده از آبیاری قطره‌ای میانگین عملکرد دانه را ۲۸ درصد نسبت به روش آبیاری سطحی افزایش داد. ارقام خمین و COS16 به ترتیب ۳۶٪ و ۳۲٪ نسبت به رقم تلاش افزایش عملکرد نشان دادند. در مجموع رقم COS16 به دلیل بالا بودن تعداد دانه در بوته و رقم خمین به لحاظ بیشتر بودن وزن صد دانه از عملکرد بهتری برخوردار بودند. رقم COS16 به دلیل داشتن فرم رویشی ایستاده، نسبت به آبیاری قطره‌ای و روش کشت فارویی، عکس‌العمل بهتری نشان داد. بیش‌ترین عملکرد دانه به میزان ۳۳۲۹/۸، ۳۰۲۰/۱ و ۳۰۱۰/۴ کیلوگرم به ترتیب از تیمارهای خمین با آبیاری قطره‌ای و کشت کرتی، رقم خمین با آبیاری قطره‌ای و کشت فارویی و رقم COS16 با آبیاری قطره‌ای و کشت فارویی به دست آمد. در روش آبیاری قطره‌ای ، مقدار آب کمتری به میزان ۳۲٪ و عملکرد دانه بیشتری حدود ۲۸٪ حاصل شد. تمامی ارقام در شرایط آبیاری قطره‌ای افزایش عملکرد معنی‌داری را نشان دادند، اما عکس‌العمل ارقام نسبت به روش کاشت یکسان نبود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای ، کشت فارو، عملکرد دانه، راندمان مصرف آب.

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۸ تاریخ پذیرش: ۹۲/۶/۵

۱- استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد میانه، ایران، mmehrpoyan@yahoo.com

۲- عضو هیأت علمی دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ابهر. ایران.

۳- کارشناس مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان خرمدره.

مقدمه

لوبیا یکی از منابع مهم پروتیین گیاهی است که با داشتن ۲۰ تا ۲۵ درصد پروتئین، حدود ۱۱/۵ درصد از اراضی تحت کشت حبوبات را به خود اختصاص داده است. مجموع سطح زیر کشت لوبیا در کشور حدود ۱۱٦۰۰۰ هکتار می‌باشد و استان زنجان با سطح زیرکشت بیش از ۱۰۰۰۰ هکتار لوبیای آبی از ارقام مختلف به‌خصوص لوبیا چیتی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (Anonymous, 2010). روش‌های آبیاری قطره‌ای به لحاظ پتانسیل ایده‌آل در توزیع آب با راندمان بالا یک راه حل مناسب جهت استفاده بهینه از منابع آب می‌باشند و اصلاح سیستم‌های آبیاری و معرفی روش‌های جدید آبیاری با تأکید بر حفظ منابع آبی از اجزای مهم کاهش دهنده مصرف آب در کشاورزی مطرح می‌باشند (Horst *et al*., 2005). استفاده بهینه از آب و بهبود بازده مصرف آن، می تواند باعث افزایش بهره وری از آب آبیاری در تولید محصولات زراعی شود (Mintesinot *et al*., 2002). تعدادی از پژوهشگران روش آبیاری یک در میان جوی‌ها و آبیاری با استفاده از جوی‌های عریض را به منظور بهبود بازده مصرف آب معرفی کرده‌اند که در آن‌ها راندمان مصرف آب بیشتر بوده است (Hodges *et al*., 1989; Stone and Nofziger, 1993; Musick *et al*., 1982). لوبیا به شرایط نامساعد خاک (از جمله سله بندی) بسیار حساس بوده و انتخاب روش صحیح کاشت باعث کاهش تلفات و افزایش راندمان تولید خواهد گردید. روش کشت جوی پشته‌ای به دلیل مناسبتر بودن بستر و عدم ارتباط مستقیم آب با اندام‌های لوبیای رقم قرمز ناز و چیتی تلاش عملکرد بهتری نسبت به روش کرتی تولید نمود (Mehrpouyan *et al*., 2010). بررسی‌ها نشان داد که ارقام رشد نامحدود پتانسیل عملکرد بیشتری نسبت به ارقام رشد محدود دارند. در مقابل، در بررسی که روی ارقام مختلف لوبیا چیتی انجام شد، رقم COS16 (رشد محدود) نسبت به رقم شاهد تلاش (رشد نامحدود) ۵/۲ درصد افزایش عملکرد داشت (Bayzayii, 1999). در تحقیق دیگری که روی ارقام مختلف لوبیا چیتی در پاکستان انجام شد، تیپ های مختلف لوبیا (تیپ I , II, III) از نظر عملکرد دارای اختلاف معنی‌داری بودند (Mehraj *et al*., 1996) طبق تعریف، تیپ I شامل ارقامی است که دارای رشد محدود بوده و فرم بوته در آن‌ها به صورت ایستاده است. ارقام تیپ (II) دارای رشد نامحدود و فرم بوته ایستاده می‌باشند. تیپ‌های (III) و(IV) دارای رشد نامحدود هستند، ولی فرم بوته در آن‌ها به‌ترتیب حالت رونده (prostrate) و بالا رونده (climbing) دارد (Van Schoonhoven and Voysest, 1991). مهم‌ترین لوبیاهایی که در کشور مورد کشت و کار قرار می گیرند عبارتنداز: لوبیا چیتی محلی خمین، چیتی رقم تلاش، چیتی COS16، لاین G14088 و لاین G01437. باغانی (Baghani, 2008) با مقایسه دو روش آبیاری شیاری و قطره‌ای در زراعت گوجه‌فرنگی نتیجه گرفت که بیشترین عملکرد محصول در روش آبیاری قطره‌ای با آبیاری کامل به‌دست می‌آید. در روش آبیاری قطره‌ای برای حصول به عملکرد ۵۱ تن در هکتار ٤٤ درصد آب کمتری مصرف شده است (Shrivastava *et al*., 1994). آیارس و همکاران (Ariyas *et al*., 2001) پنج نوع سیستم آبیاری قطره‌ای زیر سطحی را با روش آبیاری فارو به مدت سه سال بر عملکرد گوجه‌فرنگی و پنبه مورد بررسی قرار دادند. عملکرد گوجه‌فرنگی در روش‌های آبیاری tape بیشتر از آبیاری فارو بود. آن‌ها دریافتند که نوارهای tape و لوله‌های قطره چکان‌دار برای آبیاری زیر سطحی گوجه‌فرنگی و پنبه مناسب هستند. موفوک و همکاران (Mofok *et al*., 2006) عملکرد گوجه‌فرنگی را در سیستم آبیاری قطره‌ای با جریان پیوسته (۲٤ ساعته) ۰/۰۳، ۰/۰۵، ۰/۰٦ و ۰/۰۷ لیتر در ساعت را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که در تیمارهای آبیاری قطره‌ای با جریان پیوسته، رطوبت در منطقه ریشه در تمام فصل رشد نزدیک ظرفیت زراعی بود و عملکرد محصول در تیمارهای آبیاری قطره‌ای با جریان پیوسته بیشتر از تیمار آبیاری غرقابی بود. این تحقیق با هدف بهبود روش‌های به‌زراعی در راستای چشم‌انداز کشاورزی پایدار، حفظ منابع آب و بهبود عملکرد در لوبیا به بررسی اثر نوع آبیاری و روش کشت در سه رقم معمول لوبیا در منطقه خرمدره اجرا شد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش اثر دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای (با استفاده از لوله‌های T-Tape) و دو روش کشت کرتی و جوی پشته‌ای بر برخی خصوصیات عملکرد و راندمان مصرف آب در سه رقم لوبیا چیتی شامل تلاش، خمین و COS16 مورد بررسی قرار گرفت. تحقیق به صورت کرت‌های دو بارخرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در طی

دو سال (سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱) در اراضی کشت وصنعت خرمدره در دو زمین جدای از هم به مساحت حدود ۱۵۰۰ مترمربع به اجرا در آمد. نمونه‌ای از آب آبیاری و خاک محل اجرای آزمایش جهت تعیین وضعیت فیزیک وشیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد. بافت خاک قطعه مورد کشت لومی رسی و pH آن حدود ۷/۸ بود (جدول ۱). آب مورد استفاده نیز دارای کیفیت مطلوب و فاقد عوامل محدودکننده برای کشت بود (جدول ۲). کرت‌های اصلی به سطوح مختلف آبیاری و کرت‌های فرعی به دو روش کشت و کرت‌های فرعی در فرعی به سه رقم از ارقام لوبیا چیتی اختصاص یافتند.

عملیات شخم اولیه و ثانویه و استفاده از علف‌کش تریفلورالین (ترفلان) به صورت پیش کشتی برای مبارزه با علف‌های هرز و عملیات دیسک (به منظور اختلاط علف‌کش و خرد کردن کلوخه‌ها) و لولر و فارو (مربوط به قسمت فارویی طرح) و ایجاد نهرهای اصلی و فرعی با کمک ماشین‌آلات انجام گرفت. کشت در اواسط اردیبهشت در هر سال (۹۰ و ۹۱) انجام گرفت (در سال اول ۱۵ الی ۲۰ اردیبهشت و در سال دوم از ۲۵ الی ۳۰ اردیبهشت). کشت به صورت نم‌کاری انجام شد (ابتدا آبیاری انجام گرفته و بعد از گاورو شدن اقدام به کشت گردید). تراکم کشت حدود ۳۰-۳۵ بوته در هر متر مربع در نظر گرفته شد. کودهای مورد نیاز به میزان ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم، ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل، ۳۰ کیلوگرم گوگرد کشاورزی و ۳۰ کیلو گرم در هکتار نیتروژن خالص در خاک استفاده گردید.

آبیاری مزرعه در روش سطحی هر ۵ تا ٦ روز یک‌بار انجام گرفت برای آبیاری قطره‌ای، از یک لوله اصلی پلی‌اتیلن با قطر ۸ اینچ و نوارهای قطره‌ای متصل به آن استفاده گردید و آبیاری قطره‌ای طوری انجام شد که تا عمق نفوذ ریشه تقریباً در شرایط ظرفیت مزرعه باقی بماند و به طور متوسط ۱۲ ساعت با توالی دو تا سه روز (بسته به شرایط جوی و ابرناکی و رطوبت خاک) انجام شد. مقدار آب مصرفی برای هر کرت در هر بار آبیاری با استفاده از کنتور تعیین شده به طور جداگانه برای هر دو روش محاسبه شد. برای به دست آوردن عمق نفوذ آب در هر نوبت آبیاری (d) بر حسب میلی‌متر، بر اساس درصد رطوبت وزنی خاک در حد ظرفیت مزرعه (Θ_{FC}) و درصد وزنی رطوبت در ضریب پژمردگی یا قبل آبیاری (Θ_{PWP}) و وزن مخصوص ظاهری خاک (P_b) بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب و عمق توسعه ریشه (D) (حدوداً ٤٠ سانتی‌متر برای لوبیا) از فرمول یک استفاده گردید (Alizadeh, 2004).

(فرمول ۱): $d= (\Theta_{FC}- \Theta_{PWP})\times P_b \times D/100$

راندمان مصرف آب و خصوصیات کمی و کیفی نظیر وزن صد دانه، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، و شاخص برداشت پس از حذف حاشیه با نمونه برداری تصادفی مورد بررسی قرارگرفت. برای محاسبه راندمان مصرف آب در هر تیمار از فرمول۲ تبعیت گردید. (فرمول ۲):

$WUE= Y_{ec} / W$

WUE: راندمان مصرف آب، Y_{ec} : عملکرد اقتصادی و W: حجم آب مصرفی.

میزان آب آبیاری مورد نیاز برای هر کرت با استفاده از سرریز و کرنومتر به آن داده شد و حجم آب مورد نیاز در هر کرت در هر آبیاری از رابطهٔ زیر محاسبه گردید:

(فرمول ۳): $Vw= (\Theta Fc- \Theta i). Pb.A.D$

Vw : حجم آب برای هر پلات بر حسب متر مکعب

ΘFc: رطوبت خاک در حد گنجایش زراعی (درصد وزنی، به صورت اعشار)

Θi: رطوبت خاک قبل از آبیای (درصد وزنی، به صورت اعشار)

Pb: وزن مخصوص ظاهری خاک (بر حسب گرم برسانتی متر مکعب)

D: عمق توسعه ریشه (۰/٤ متر) و A: مساحت تقریبی هر کرت (متر مربع)

بر اساس اندازه‌گیری رطوبت موجود در خاک، آبیاری به نحوی انجام شد که تا عمق ٤٠ سانتی‌متری خاک به حد گنجایش زراعی برسد. در سیستم آبیاری قطره‌ای، آب با فشار مناسب و ایده‌ال از نازل‌ها خارج می‌شد که در نوارهای مورد استفاده در این طرح بین ۰/۸ تا یک اتمسفر بود و آب‌دهی اسمی منافذ این نوارها با فشار یک اتمسفر به‌طور متوسط ۱/۵ الی دو لیتر در ساعت بود. به منظور جلوگیری از انسداد منافذ مذکور و کاهش آب‌دهی، از فیلترهایی با مش ۱۵۰ استفاده شد. داده‌ها با نرم‌افزار SAS (9.1) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. داده‌های حاصل از آزمایش برای تجزیه واریانس مرکب ابتدا با بهره‌گیری از آزمون بارتلت مورد آزمون متجانس بودن واریانس‌ها قرار گرفتند و پس از احراز مشابهت واریانس اشتباه

آزمایشی صفات در سال‌های آزمایش، مورد تجزیه واریانس مرکب دو ساله قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر سال، روش آبیاری، روش کشت و رقم و اثرات متقابل بین سه فاکتور مورد بررسی بر عملکرد و اجزای عملکرد در جدول۳ آمده است. اثر سال فقط بر صفت عملکرد خشک کل در سطح احتمال ۵٪ و اثر روش کشت نیز فقط بر عملکرد پروتیین در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. اثر روش آبیاری بر کلیه خصوصیات مورد بررسی به جز شاخص برداشت، در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید. اثر رقم نیز فقط بر تعداد نیام در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه و عملکرد خشک کل معنی‌دار گردید.

تعداد نیام در بوته

اثر متقابل معنی‌داری بین سال و روش کشت و هم‌چنین اثر متقابل معنی‌داری بین آبیاری و روش کشت بر تعداد نیام در بوته وجود داشت. مقایسه میانگین اثر متقابل سال و روش کشت نشان داد که تیمار کشت فارویی در سال اول (۱۳۹۰) با میانگین ۱۲/۲۹ عدد در بوته بالاترین و تیمار کشت کرتی در همان سال اول با میانگین ۷/٤۸ عدد در بوته پایین‌ترین مقدار را به خود اختصاص دادند (شکل۱). اثر روش کشت در سال اول آزمایش بیشتر از سال دوم (۱۳۹۱) بود. اثر متقابل سال در روش آبیاری در رقم، بر تعداد نیام در هربوته لوبیا (شکل ۲) نشان داد که میانگین تعداد نیام در بوته در رقم COS16 در هر دو سال و هر دو روش آبیاری، نسبت به دو رقم دیگر بالاتر بود، به‌طوری که بالاترین تعداد نیام به میزان ۱۷/۲ عدد مربوط به رقم COS16 در آبیاری قطره‌ای در سال ۱۳۹۰ و کمترین مقدار به میزان ۱۰/۸ عدد، مربوط به تیمار تلاش، آبیاری سطحی در سال ۱۳۹۰ بود.

هم‌چنین شکل۳ نشان می‌دهد که اثر متقابل روش آبیاری در ارقام مختلف نیز بر تعداد دانه در نیام تأثیر مختلفی داشته است، به طوری‌که در تمامی ارقام، استفاده از روش آبیاری قطره‌ای اثر مثبتی بر این صفت داشت و در رقم COS16 این اثر معنی‌دار بود. رقم COS16 نسبت به سایر ارقام به شدت به روش کشت حساس بود و در عین حال رقم خمین حساسیت چندانی به روش کشت نداشته و در هر دو روش تعداد دانه در غلاف یکسان بود.

وزن صددانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۳) هم‌چنین نشان داد که اثر متقابل سه گانه روش کشت در رقم در روش آبیاری بر وزن صد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین این اثر متقابل سه گانه بر وزن صد دانه (شکل٤) نشان داد که حساسیت رقم COS16 به روش کشت شدیدتر از دو رقم دیگر می‌باشد، به طوری‌که در شرایط کشت فارو نسبت به کشت کرتی، مقادیر وزن صد دانه در هر دو روش آبیاری، هم دارای میانگین بالاتر بود و هم وزن یکسانی را حاصل نمود، اما در رقم تلاش و خمین تغییر روش کشت اثر چندانی بر این صفت نشان نداد، به‌طوری‌که مقادیر میانگین وزن صد دانه در رقم تلاش تقریباً در تمام تیمارها یکسان بود و در رقم خمین نوع آبیاری از روش آبیاری مؤثرتر بود. در این رقم استفاده از روش آبیاری قطره‌ای، فارغ از روش کشت، میانگین بالاتری را حاصل نمود. در مجموع رقم خمین به لحاظ درشتی دانه، میانگین وزن صددانه بیشتری نسبت به دو رقم دیگر داشت و میانگین وزن صد دانه در رقم COS16 کمتر از دو رقم دیگر بود. بالاترین میانگین از رقم خمین در تیمار آبیاری قطره‌ای و روش کشت فارو و کرتی به ترتیب با مقادیر ۳۸/۵ و ۳۸/۲ گرم بدست آمد و کمترین مقادیر به‌ترتیب با مقادیر ۲۹/۳ و ۳۰/۱ گرم مربوط به رقم COS16 در روش کشت کرتی و آبیاری سطحی و آبیاری قطره‌ای بود (شکل ٤).

عملکرد دانه

عملکرد دانه به عنوان کلیدی‌ترین صفت مورد بررسی که خود متأثر از اجزای عملکرد می‌باشد، از اهمیت ویژه‌ای در آزمایشات به‌زراعی برخوردار است. نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول۳) نشان داد که اثر اصلی روش آبیاری، اثر متقابل روش کشت و روش آبیاری، اثر اصلی رقم، اثر متقابل رقم در روش آبیاری، اثر متقابل روش کشت در رقم و در نهایت اثر متقابل سه گانه روش کشت در رقم در روش آبیاری بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین این اثرمتقابل سه گانه بر صفت عملکرد دانه (شکل ۵) نشان داد که در مجموع میانگین عملکرد رقم خمین بیش از دو رقم دیگر بود، به طوری که بیش‌ترین عملکرد دانه به میزان ۳۳۲۹/۸، ۳۰۲۰/۱، ۳۰۱۰/٤ و ۲۹۸٦/۸ کیلوگرم به ترتیب از تیمارهای رقم خمین در آبیاری قطره‌ای در کشت کرتی، رقم خمین در آبیاری قطره‌ای در کشت فارو، رقم

COS16 در آبیاری قطره‌ای در فارو و رقم خمین در آبیاری سطحی در فارو بدست آمد که همگی در بالاترین گروه آماری جای گرفتند و کمترین عملکرد دانه به میزان ۲۳٤٦/٦ کیلوگرم در هکتار از تیمار رقم تلاش در آبیاری قطره‌ای در کشت فارو بدست آمد (شکل ۵). در روش آبیاری قطره‌ای برای حصول عملکرد ۵۱ تن در هکتار، ٤٤ درصد آب کمتری مصرف شده است (Shrivastava *et al*., 1994). بالا بودن عملکرد در رقم خمین به دلیل بالا بودن میانگین وزن صددانه در این رقم نسبت به دو رقم دیگر بود و در رقم COS16 علی‌رغم پایین بودن میانگین وزن صددانه، عملکرد بالایی حاصل گردید که نتیجه بالا بودن تعداد دانه در بوته بود که خود ناشی از بالا بودن تعداد نیام در بوته می‌باشد. شکل ۵ نشان داد که حساسیت رقم COS16 به تغییر روش کشت بیشتر از سایر ارقام می‌باشد، در حالی‌که این حساسیت در ارقام دیگر متفاوت بود. در مجموع استفاده از آبیاری قطره‌ای در همه ارقام و روش‌های مختلف کشت، نسبت به آبیاری سطحی، به دلیل تأمین متناسب نیاز آبی، عملکرد بالاتری را ایجاد کرد. البته در رقم تلاش، روش آبیاری سطحی تفاوت معنی‌داری در مقایسه با آبیاری نشتی در عملکرد دانه ایجاد نکرد. قدمی فیروزآبادی و همکاران (Gadami Firoozabadi *et al*., 2012) با بررسی اثر دو سیستم آبیاری قطره‌ای و نشتی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارآیی مصرف آب در توده سیر همدان نتیجه گرفتند که دو سیستم آبیاری مورد استفاده عملکرد تقریباً یکسانی داشته و تفاوت معنی‌داری بین عملکرد آن‌ها وجود نداشت. اخوان و همکاران (Akhavan *et al*., 2007) با مقایسه دو روش آبیاری قطره‌ای و شیاری در زراعت سیب‌زمینی در منطقه همدان نتیجه گرفتند که بیشترین عملکرد محصول ناشی از اجرای آبیاری قطره‌ای به روش قطره‌ای بوده است که نسبت به آبیاری شیاری، افزایش ۳۵ درصدی را باعث گردیده است. با مقایسه آبیاری کرتی و آبیاری قطره‌ای به روی سیب‌زمینی نتیجه گرفته شد که بیشترین عملکرد محصول و کارآیی مصرف آب مربوط به سیستم آبیاری قطره‌ای است (Awari and Hiwase, 1994). هم‌چنین در آزمایش دیگری که به مدت دو سال به اجرا درآمد، نتیجه گرفته شد که در مقایسه با آبیاری قطره‌ای و شیاری محصول سیب‌زمینی تحت آبیاری قطره‌ای به میزان ۵۰ الی ٦۵ درصد افزایش می‌یابد (Gupta and Singh, 1983). به دلیل پایین بودن تبخیر از سطح خاک و عدم وجود رواناب سطحی در آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری سطحی و هم‌چنین کنترل نفوذ عمقی، افزایش عملکرد، کاهش مصرف آب و در نتیجه افزایش کارآیی مصرف آب حاصل می‌گردد که نتایج شاهین رخسار و اسدی (Shahin Rokhsar and Assadi, 2012) نیز که به بررسی مدیریت سیستم‌های آبیاری قطره‌ای و شیاری پرداخته بودند، مؤید همین نتیجه است. اعمال آرایش‌های مختلف کاشت در زراعت لوبیا می‌تواند نتایج مختلفی را از لحاظ میزان عملکرد حاصل کند، از جمله با کاهش فواصل بین ردیف، میزان عملکرد دانه در واحد سطح افزایش می‌یابد (Powelson *et al*., 2000). اجزای عملکرد در لوبیا شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه می‌باشند، که این فاکتورها نقش مهمی در تعیین عملکرد بوته و اصلاح آن دارند و می‌توانند تحت تأثیر عملیات به زراعی قرار گیرند (Liebman *et al*., 1995). تعداد غلاف در لوبیا، بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه دارد و مهم‌ترین جزء از اجزای عملکرد در توجیه دانه در بوته است (Galger and Bicson, 1998). تأخیر در تاریخ کاشت موجب کاهش ارتفاع گیاه لوبیا چیتی و تعداد روز تا رسیدن کامل می‌گردد (Ghanbari & Taheri Mazandarani, 2003). مهرپویان و همکاران (Mehrpouyan *et al*., 2010) با بررسی اثر روش‌های کاشت بر دو رقم لوبیای قرمز و چیتی به این نتیجه رسیدند که تعداد غلاف در بوته مهم‌ترین جزء عملکرد در این آزمایش بود و نتیجه گرفتند که روش کشت جوی پشته‌ای توانست به دلیل مناسب‌تر بودن بستر و عدم ارتباط مستقیم آب با اندام‌های لوبیا عملکرد بهتری نسبت به روش کرتی داشته باشد.

عملکرد پروتیین

عملکرد پروتیین که از حاصل ضرب میزان عملکرد دانه در درصد پروتیین به دست آمده، یکی از صفات مهم در سنجش کیفیت و ارزشمندی حبوبات از جمله لوبیا است که به عنوان یکی از منابع مهم پروتیین گیاهی مطرح است. این صفت نیز مانند عملکرد دانه علاوه بر درصد پروتیین، متأثر از اجزای عملکرد نیز می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۳) نشان داد که اثر اصلی روش آبیاری، روش کشت، اثر متقابل روش کشت در سال، اثر متقابل روش کشت در آبیاری، اثر اصلی رقم، اثر متقابل رقم در روش آبیاری، اثر متقابل روش کشت در رقم و در نهایت اثر متقابل سه گانه روش کشت در

رقم در روش آبیاری، بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین این اثر متقابل سه گانه روش آبیاری در روش کشت در رقم، بر صفت عملکرد پروتیین (شکل٦) نشان داد که در مجموع میانگین عملکرد پروتیین رقم خمین و COS16 در روش آبیاری قطره‌ای بیشتر بود، اما در رقم خمین بیشترین عملکرد پروتیین از روش کشت کرتی و در رقم COS16 بیشترین عملکرد در روش کشت فارو حاصل گردید و این نشان‌دهنده واکنش‌های متفاوت این صفات در ارقام مختلف نسبت به روش کشت می‌باشد. بالا بودن عملکرد پروتیین در رقم خمین به دلیل بالا بودن میانگین عملکرد دانه در این رقم نسبت به دو رقم دیگر بود و در رقم COS16 علاوه بر بالا بودن عملکرد، درصد پروتیین نیز کمی بیشتر از دو رقم دیگر بود.

راندمان مصرف آب

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که فقط اثر اصلی رقم و اثر اصلی روش آبیاری در سطح احتمال یک درصد بر راندمان مصرف آب معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی روش آبیاری بر این صفت نشان داد که با اجرای آبیاری به روش غرقابی، میزان راندمان مصرف آب نسبت به روش آبیاری قطره‌ای، حدود ٤٧ درصد اُفت خواهد کرد. هم‌چنین در این تحقیق مشخص گردید که راندمان مصرف آب در رقم COS16 نسبت به دو رقم دیگر بهتر بود، به طوری‌که کارآیی مصرف آب در این رقم حدود ۳۹ درصد نسبت به رقم تلاش و ۳۰ درصد نسبت به رقم چیتی خمین بیشتر بود (جدول ٤). راندمان مصرف آب در روش آبیاری قطره‌ای، برابر با ۱/۱۲ کیلوگرم به ازای هر متر مکعب آب مصرفی بود که در مقایسه با روش آبیاری سطحی (۰/۵۹۲ Kg/m^3) مقدار آب کمتری به میزان ۳۲ درصد و عملکرد دانه بیشتری حدود ۲۸٪ را حاصل کرد، هم‌چنین با توجه به راندمان بر اساس عملکرد بیولوژیک نیز حدود ٦۰٪ بهبود راندمان مصرف آب در روش قطره‌ای نسبت به روش غرقابی حاصل گردید (جدول ٤). مطالعه اثرات تنش خشکی و انتخاب ارقام مقاوم با کارآیی مصرف آب بالاتر، اهمیت زیادی در کاهش هزینه‌های آبیاری و افزایش سطح قابل کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک دارد. متوسط کارآیی مصرف آب محصولات زراعی در بسیاری از کشورها از ۱/۵ کیلوگرم بر متر مکعب فزون‌تر بوده و در کشور ایران گرچه تاکنون کارآیی مصرف آب به تفکیک محصولات زراعی محاسبه و یا ارایه نشده است، ولی با توجه به پایین بودن عملکرد و عدم استفاده مطلوب از آب در مزارع می‌توان انتظار داشت که این شاخص فیزیولوژیکی از یک کیلوگرم ماده خشک بر مترمکعب آب کمتر باشد، به طوری که متوسط کارآیی مصرف آب در محصولات زراعی کشور حدود ۰/۸۵ کیلوگرم بر متر مکعب گزارش شده است (Karimi *et al*., 2002).

آواری و هیواس (Awari and Hiwase, 1994) در یک مزرعه آزمایشی، سیستم‌های آبیاری قطره‌ای و کرتی را برای آبیاری سیب‌زمینی در ۱۰۰٪ آب مورد نیاز گیاه استفاده کردند. نتیجه آزمایش نشان داد که بیشترین محصول و کارآیی مصرف آب تحت سیستم آبیاری قطره‌ای به دست آمد. امروزه اصلاح سیستم‌های آبیاری و معرفی روش‌های جدید آبیاری با تأکید بر حفظ منابع آبی، به عنوان اجزای مهم کاهش‌دهنده میزان مصرف آب در کشاورزی مورد توجه هستند (Horst *et al*., 2005). راندمان آبیاری در ایران نزدیک به ۳۲ درصد و راندمان مصرف آب در ایران حدود ۷۰۰ گرم بر مترمکعب آب است (Ghaemi *et al*., 2008). استفاده از روش آبیاری نواری قطره‌ای در مناطق جنوبی آمریکا راندمان مصرف آب را در چغندرقند نسبت به روش آبیاری سطحی افزایش داد و عملکرد محصول نیز تا ۲۸ درصد افزایش نشان داد (Cassle *et al*., 2001).

در مجموع استفاده از روش آبیاری موضعی (آبیاری قطره‌ای به روش Tape) میانگین عملکرد دانه در لوبیا چیتی را ۲۸ درصد نسبت به روش آبیاری سطحی افزایش داد و عملکرد دانه از ۲/۹٦ تن در هکتار در روش آبیاری سطحی به ۳/۷۹ تن در هکتار در روش آبیاری قطره‌ای افزایش یافت. ارقام خمین و COS16 به ترتیب ۳٦٪ و ۳۲٪ نسبت به رقم تلاش افزایش عملکرد نشان دادند و بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح از رقم خمین و COS16 به ترتیب به میزان ۳۵۵۹ و ۳٤۵۸ کیلوگرم حاصل شد و رقم خمین به لحاظ درشتی دانه، میانگین وزن صددانه بیشتری نسبت به دو رقم دیگر داشت و میانگین وزن صد دانه در رقم COS16 کمتر از دو رقم دیگر بود. در مجموع رقم COS16 به دلیل بالا بودن تعداد دانه در بوته و رقم خمین به لحاظ بیشتر بودن وزن صد دانه از عملکرد بهتری برخوردار بودند و رقم COS16 به دلیل ایستاده بودن فرم رویشی، نسبت به آبیاری قطره‌ای و روش کشت فارویی، عکس

العمل بهتری نشان داد. در روش آبیاری قطره‌ای، مقدار آب کمتری به میزان ۳۲ درصد و عملکرد دانه بیشتری حدود ۲۸٪ حاصل شد، هم‌چنین با توجه به راندمان مصرف آب بر اساس عملکرد بیولوژیک نیز حدود ٦۰٪ بهبود راندمان مصرف در روش آبیاری قطره‌ای حاصل گردید. تمامی ارقام در شرایط آبیاری قطره‌ای افزایش عملکرد معنی‌داری را حاصل نمودند، اما عکس‌العمل ارقام نسبت به روش کاشت یکسان نبود، به طوری که رقم خمین در روش کرتی و فارویی اختلاف معنی‌داری نشان نداد و گاهی در روش کرتی عملکرد بهتری نسبت به روش جوی‌پشته‌ای حاصل گردید.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی می‌باشد و از حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه در اجرای این طرح تشکر و قدردانی می‌شود.

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه قبل از کاشت (عمق نمونه‌برداری ۳۰-۰ سانتی‌متر)

Table 1. Physico-chemical properties of soil before planting (0-30 cm).

	sand (%)	silt (%)	clay (%)	K (ppm)	P (ppm)	N (%)	OC (%)	T.N.V (%)	pH	EC (ds/m)	SP (%)
R1	31	39	30	433	13	0.07	1.73	3.3	7.8	1.37	44
R2	30	41	29	440	10	0.09	1.58	3.4	7.7	1.03	45
R3	26	40	34	403	16	0.08	1.69	3.3	7.7	1.15	41

جدول ۲- خصوصیات آب محل اجرای آزمایش **Table 2. Physico-chemical properties of water**

Na^+ meq/L	Mg^{++} meq/L	Ca^{++} meq/L	Mg^{++} meq/L	Cl^- meq/L	CO_3^{--} meq/L	HCO_3^- meq/L	pH	EC ds/m	S.A.R
1.59	2.56	2.56	0.08	0.16	0.3	3.61	6.6	4.4	1.41

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر سال، آبیاری، روش کشت و رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چیتی

Table 3. Combined analysis of variance for different characteristics of three genotypes of pinto bean under different irrigation and cultivation methods in two years

S.O.V.	D.F.	Pod no. per plant	Seed no. per pod	100 seed weight	Seed yield
Year (Y)	1	6.09^{ns}	8.85^{ns}	3.31^{ns}	8.93^{ns}
R/Y	4	6.72	12.43	6.64	4.43
irrigation (I)	1	344.50**	305.65**	164.26**	140.53**
Y×I	1	56.08^{ns}	10.98^{ns}	1.56^{ns}	3.04^{ns}
error a	4	11.03	15.63	4.74	6.96
Cultivation method (M)	1	15.05^{ns}	21.28^{ns}	19.38^{ns}	14.09^{ns}
Y×M	1	58.76**	49.95**	6.66^{ns}	10.78^{ns}
I×M	1	49.86**	51.85**	44.94**	40.12**
Y×I×M	1	6.05^{ns}	6.76^{ns}	5.62^{ns}	6.64^{ns}
error b	8	4.11	4.26	3.72	3.05
Genotype (G)	2	54.34**	2.08^{ns}	9.54**	24.98**
Y×G	2	24.70**	8.32^{ns}	1.07^{ns}	0.89^{ns}
I×G	2	68.41**	16.46**	7.69**	6.29**
Y×I×G	2	8.62*	6.51^{ns}	1.02^{ns}	2.02^{ns}
M×G	2	47.32**	8.56^{ns}	3.95*	5.87**
Y×M×G	2	1.42^{ns}	8.04^{ns}	0.96^{ns}	0.98^{ns}
I×M×G	2	18.62**	4.48^{ns}	5.39**	4.98**
Y×I×M×G	2	2.36^{ns}	2.53^{ns}	0.578^{ns}	0.15^{ns}
error c	32	2.02	2.66	0.98	0.87
C.V. (%)		3.30	8.80	5.87	9.47

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ . ns: غیر معنی‌دار

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

ادامه جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر سال، آبیاری، روش کشت و رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا

Table 3. Combined analysis of variance for different characteristics of three genotypes of pinto bean under different irrigation and cultivation methods in two years

S.O.V.	D.F.	Protein yield	Biological yield	HI	W.U.E
Year(Y)	1	2.44 ^{ns}	4.65*	6.97^{ns}	5.06 ^{ns}
R/Y	4	2.46	0.56	1.42	2.05
irrigation (I)	1	43.76**	43.46**	8.07 ^{ns}	23.4**
Y×I	1	7.017 ^{ns}	1.56 ^{ns}	3.04 ^{ns}	3.06 ^{ns}
error a	4	2.02	2.65	1.61	1.04
Cultivation method (M)	1	26.94**	9.48 ^{ns}	4.19^{ns}	5.09 ^{ns}
Y×M	1	24.89**	19.68**	3.04 ^{ns}	10.86 ^{ns}
I×M	1	28.22**	18.5**	4.08 ^{ns}	11.04 ^{ns}
Y×I×M	1	6.41 ^{ns}	2.32 ^{ns}	3.19 ^{ns}	11.43 ^{ns}
error b	8	2.15	1.57	1.05	2.20
Genotype (G)	2	9.23**	30.90**	10.80**	8.19**
Y×G	2	3.02 ^{ns}	0.75 ^{ns}	1.14 ^{ns}	1.09 ^{ns}
I×G	2	8.09**	0.98 ^{ns}	1.67 ^{ns}	2.07^{ns}
Y×I×G	2	3.04 ^{ns}	0.86 ^{ns}	1.55 ^{ns}	1.06 ^{ns}
M×G	2	8.07**	0.97 ^{ns}	1.89 ^{ns}	2.08 ^{ns}
Y×M×G	2	3.09 ^{ns}	0.29 ^{ns}	1.08 ^{ns}	1.07 ^{ns}
I×M×G	2	6.26**	0.98 ^{ns}	1.36 ^{ns}	2.08 ^{ns}
Y×I×M×G	2	3.04 ^{ns}	0.97 ^{ns}	2.37 ^{ns}	1.98 ^{ns}
error c	32	1.03	0.85	1.06	1.01
C.V. (%)		4.7	9.86	5.7	8.4

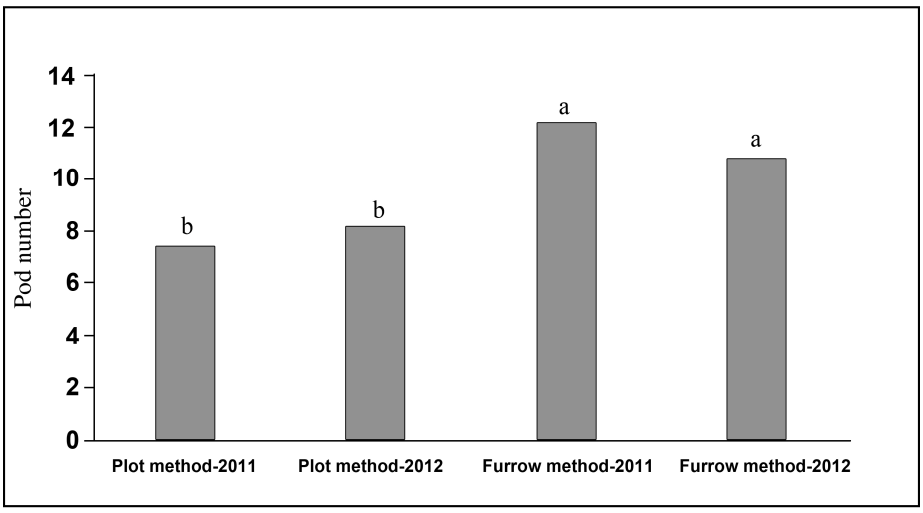
* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ . ns: غیر معنی‌دار.

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

جدول ٤ – میزان عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، و راندمان مصرف آب در روش‌های مختلف آبیاری و ارقام مختلف لوبیا

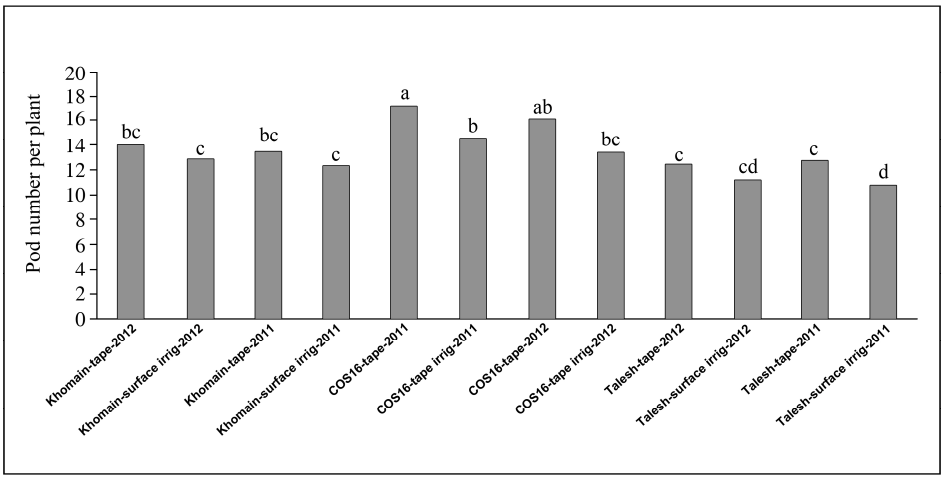
Table 4. Seed yield, biomass and water use efficiency in different irrigation treatments

Factor	Seed yield (Kg/ha)	Biological yield (Kg/ha)	Used water (m^3/ha)	W.U.E (Kg/ m^3) Based on biomass	W.U.E (Kg/ m^3) Based on seed yield
tape	3790.8	7466.5	3387	2.20	1.12
Surface irrigation	2960.0	6858.0	4998	1.37	0.592
Talash variety	2608.8	6023.80	3818	1.57	0.687
COS16 variety	3454.6	7028	3620	1.94	0.945
Khomain variety	3559.0	6749.0	3730	1.8	0.731



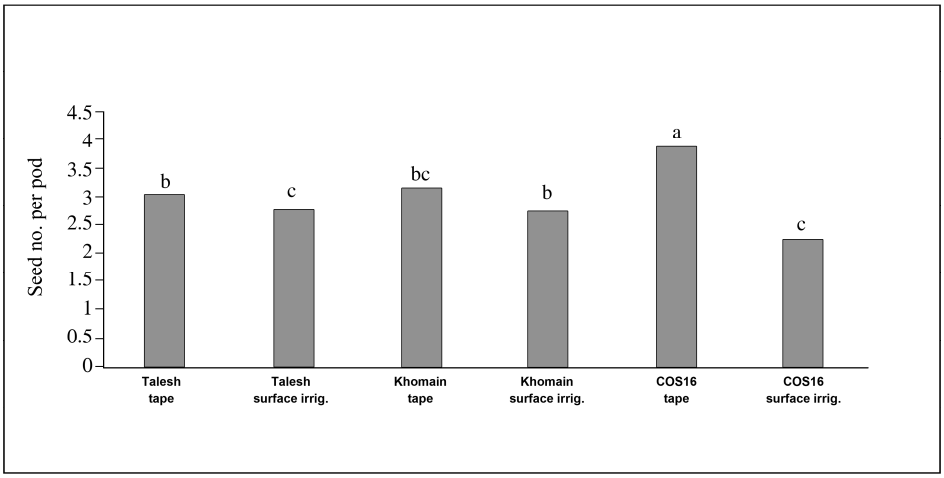
شکل ۱- اثر متقابل سال و روش کشت از لحاظ میانگین تعداد نیام در بوته در لوبیا چیتی

Figure 1. Intraction effect of year and method of cultivation on pinto bean pod number per plant



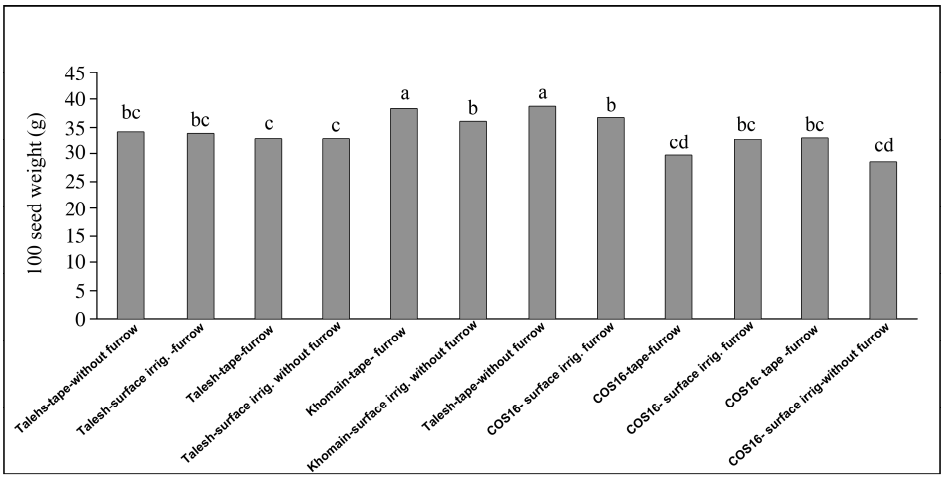
شکل۲- اثر متقابل سال در روش آبیاری در رقم بر میانگین تعداد نیام در بوته در لوبیا چیتی

Figure 2. Intraction effect of year, irrigation method and cultivar on pinto bean pod number per plant



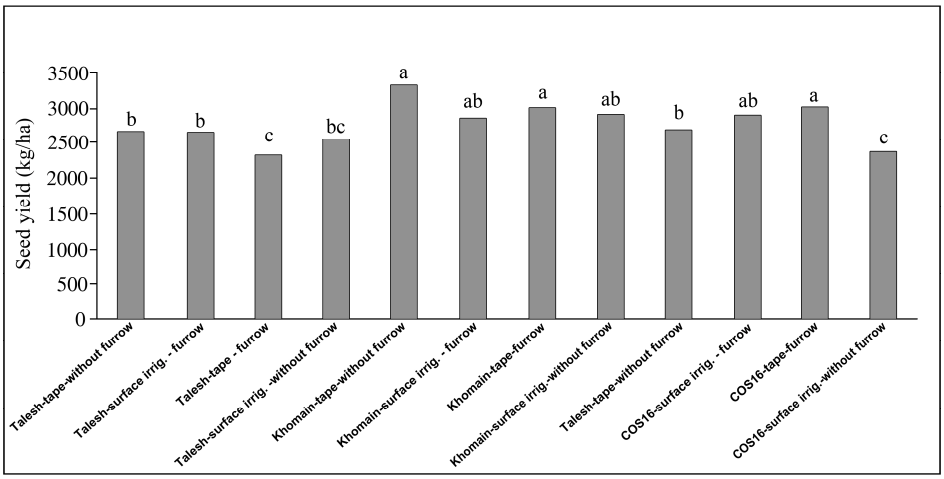
شکل۳ - اثر متقابل روش آبیاری در رقم بر میانگین تعداد دانه در نیام در لوبیا چیتی

Figure 3. Intraction effect of cultivar and irrigation method on pinto bean seed number per pod



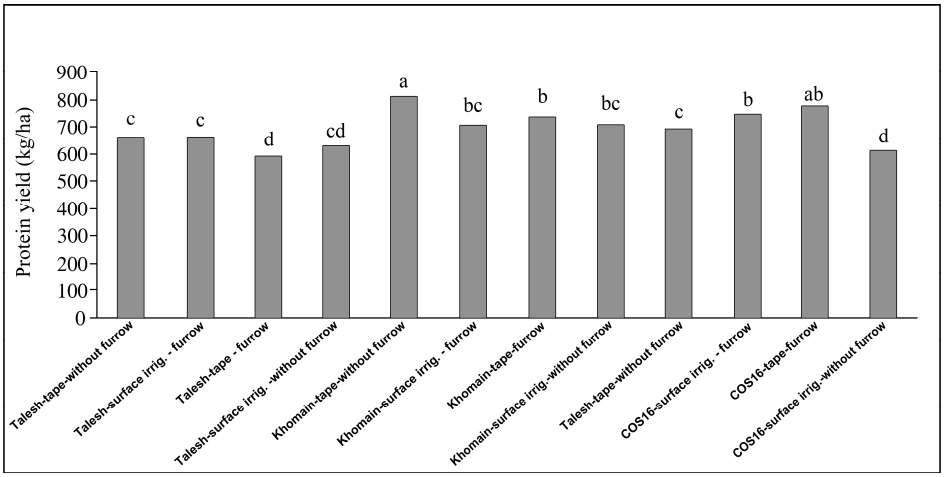
شکل ٤- اثر متقابل روش آبیاری در روش کشت در رقم بر میانگین وزن صد دانه در لوبیا چیتی

Figure 4. Intraction effect of cultivation and irrigation method and cultivar on 100 seed weight of pinto bean



شکل ۵- اثر متقابل روش آبیاری در روش کشت در رقم بر میانگین عملکرد دانه لوبیا چیتی

Figure 5. Intraction effect of cultivation method, irrigation method and cultivar on pinto bean seed yield



شکل ٦- اثر متقابل روش آبیاری در روش کشت در رقم بر میانگین عملکرد پروتیین لوبیا چیتی

Figure 6. Intraction effect of cultivar, cultivation and irrigation method on pinto bean protein yield

References

Alizadeh A (2004) Plant, soil and water relation. Jiehad-e-Daneshgahi Press, Mashhad University, Iran. 55 pp. [In Persian with English Abstract].

Anonymous (2010) Agricultural statistics. Agricultural Support Service Company. Statistics and Information Technology Office. Vol. 1 Agronomy statistics. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Iran. [In Persian with English Abstract].

Akavan S, Mossavi F, Mostafazadeh B, Ghadami Firoozabadi A (2007) Effect of tape irrigation and furrow irrigating on yield and water use efficiency in potato. Agriculture and Natural Recourse Research Center of Isfahan. Water and Soil Science 41: 16- 24. [In Persian with English Abstract].

Ayars JE, Schoneman RA, Dale F, Meso B, Shouse P (2001) Managing subsurface drip irrigation in the presence of shallow ground water. Agricultural Water Management 47(3): 243-264.

Awari HW, Hiwase SS (1994) Effect of irrigation systems on growth and yield of potato. Annals of Plant Physiology 8(2): 185-187.

Baghani J (2008) Effect of different irrigation methods on yield and water use efficiency of tomato. Journal of Irrigation and Drainage (4): 32-46.

Bayzayii A (1999) Yield comparison of different common bean cultivars. Final Report, Markazi Province Agricultural Research Center, 61 pp.

Cassel F, Sharmasarkar FC, Miller SD (2001) Assessment of drip and flood irrigation on water and fertilizer use Sufficiency for sugar beets. Agricultural Water Management 46: 24-251.

Ghadami Firoozabadi A, Nosrati AE, Zareah Abyaneh H (2012) Effect of two irrigation methods on yield and water use efficiency of garlic in Hamadan region. Journal of Pajohesh va Sazandagi. Agronomy issue. No. 94, spring 2012. p: 60-67.

Ghaemi A, Hossein Abadi Z, Sepah Khahe A (2008) The effect of T-tape irrigation on yield and water use efficiency of sugar beet in comparison to conventional irrigation methods. Journal of Science and Technology 22(2): 84-95.

Galger N, Bicson L (1998) Relation between density and yield components in bean plants. Crop Science 59: 214-224.

Gupta JP, Singh SD (1983) Hydrothermal environment of soil, and vegetable production with drip and furrow irrigations. Indian Journal of Agricultural Science 53(2): 138-142.

Hodges ME, JF Stone, Garton JE, Weeks DL (1989) Variance of water advance in wide spaced furrow irrigation. Agricultural Water Management 16: 5-13.

Horst MG, Shamutalov SS, Perira LS, Goncalves JM (2005) Field assessment of the water saving potential with furrow irrigation in Fergana, Aral Sea basin. Agricultural Water Management 77: 210-231.

Karimi A, Homaee M, Moezardalan M, Liyaghat AM, Raesi F (2006) Effect of fertigation on yield and water use efficiency of corn in a tape irrigation system. Journal of Agricultural Science, Islamic Azad University, (3): 561-575.

Liebman M, Corson S, Rowe RJ, Halteman WA (1995) Dry bean response to nitrogen fertilizer in two tillage and residue management systems. Agronomy Journal 87: 538-546.

Mehraj KN, Berick MA, Pearson CH, Ogg JB (1996) Effect of bed width, planting arrangement, and plant population on seed yield of pinto bean cultivars with different growth habits. Journal of Production Agriculture 9: 79- 82.

Mehrpouyan M, Faramarzi A, Siyami K, Jaefari A (2010) Effect of different planting methods on two cultivars of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in three planting dates. Iranian Journal of Pulses Research 1(1): 2010: 9-17.

Mintesinto B, Verplancke H, Van Ranst E (2002) Assessment and optimization of traditional irrigation of Vertisols in northern Ethiopia: a case study at Gumselasa Microdam using maize as an indicator crop. Ph.D. Thesis. Ghent University, Belgium.

Mofoke ALE, Adewumi JK, Babatunde FE, Mudiare OJ, Ramalan AA (2006) Yield of tomato grown under continuous-flow drip irrigation in Bauchi state of Nigeria. Agricultural Water Management 84(1):166-172.

Musick JT, Dusck DA (1982) Skip-row planting and irrigation of graded furrows. Translated. American Society of Agricultural Engineering 25: 82–87.

Shahin Rokhsar P, Assadi ME (2012) Irrigation systems management on soybean under water stress. Water and Soil Science Dpartment, Isfahan University, Iran. Journal of Science and Technology 61: 97-107.

Shrivastava PK, Parikh MM, Sawani NG, Raman S (1994) Effect of drip irrigation and mulching on tomato yield. Agricultural Water Management 25(2): 179-184.

Stone JF, Nofziger DL (1993) Water use and yields of cotton grown under wide-spaced furrow irrigation. Agricultural Water Management 24: 27-38.

Van Schoonhoven A, Voysest O (1991) Common beans research for crop improvement. International Center for Tropical Agriculture, Colombia. 4: 55-102.