

تعیین تابع تولید و بهره‌وری مصرف آب لوبیا در شرایط کاربرد کود نیتروژن در منطقه آستانه اشرفیه

علیرضا نورعلی نژاد، ابراهیم امیری^{۱*}، حسین بابازاده و حسین صدقی

دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

alireza.nouralineghad@yahoo.com

استاد گروه مهندسی آب، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان.

eamiri57@yahoo.com

دانشیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

h_babazadeh@hotmail.com

استادگروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

h_sedghi@srbiau.ac.ir

چکیده

این پژوهش به منظور تعیین تابع تولید محصول لوبیای معمولی و چشم‌بلبلی و ارزیابی بهره‌وری مصرف آب آبیاری در آستانه اشرفیه در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ انجام شد. پژوهش حاضر به صورت اسپلیت پلات و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام گرفت. تیمارهای اصلی شامل آبیاری ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و تیمار فرعی شامل بدون کود و ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و دو رقم لوبیا (لوبیا معمولی و چشم‌بلبلی) بود. نتایج تحقیق نشان داد که در سال‌های آزمایش اثر آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. میانگین عملکرد دانه دو ساله، در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و سطح کودی ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در رقم لوبیا معمولی و لوبیا چشم‌بلبلی به ترتیب ۳۴۸۶ و ۳۶۴۶ کیلوگرم در هکتار بود. بیشترین بهره‌وری مصرف آب در اثر متقابل رقم و آبیاری بر عملکرد دانه در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ به ترتیب ۰/۴۸ و ۰/۴۷ کیلوگرم در متر مکعب بود. بهره‌وری مصرف آب در اثر متقابل کود نیتروژن و ارقام لوبیا در سال‌های مزبور در ۱۰۰ درصد نیاز آبی و مقادیر ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بین ۰/۴۲ و ۰/۴۶ کیلوگرم در متر مکعب، متغیر بود. نتایج تخمین تابع تولید حاکی از افزایش عملکرد دانه با مصرف کود نیتروژن ۳۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد بود. اما با افزایش تدریجی کود نیتروژن، مقدار عملکرد با کاهش مواجه شد. بر اساس پژوهش حاضر می‌توان مقدار ۱۰۰ درصد نیاز آبی را برای عملکرد دانه در هر دو لوبیا توصیه نمود، با این شرط که میزان کود مصرفی برای لوبیای معمولی ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و برای لوبیای چشم‌بلبلی ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، صفات زراعی، مقدار آب مصرفی، نیاز آبی

۱- آدرس نویسنده مسئول: لاهیجان، گروه مهندسی آب، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی.

*- دریافت: مرداد ۱۳۹۷ و پذیرش: آذر ۱۳۹۷

مقدمه

حبوبات پس از غلات دومین منبع مهم غذایی بشر می‌باشند. پروتئین موجود در دانه‌های حبوبات دو تا سه برابر غلات است و در بین حبوبات از نظر میزان تولید در ایران مقام دوم به لوبیا اختصاص دارد (امینی و همکاران، ۱۳۹۴). لوبیا چشم‌بلبلی به میزان وسیع در جهان کشت می‌شود و به دلیل تحمل گرمای فراوان از حبوبات با ارزش محسوب می‌شود (جن مارتیال و همکاران، ۲۰۱۳؛ مدنی و همکاران، ۱۳۸۷). کم‌آبی بزرگترین عامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی است (پاک‌مهر و همکاران، ۱۳۹۰؛ کوچونی و بارتلز، ۲۰۰۳) که باعث کاهش عملکرد محصول می‌شود (قنبری، ۱۳۹۴؛ سینگ، ۲۰۰۷؛ کریر و همکاران، ۲۰۰۶؛ قنبری، ۱۳۹۴؛ بب و همکاران، ۲۰۰۸). دوره رشد رویشی در اغلب گیاهان زراعی، مرحله مهم و طولانی است و کاهش مدت این دوره موجب بروز تغییرات متفاوت در لوبیا و کاهش عملکرد بیولوژیک می‌شود (قنبری، ۱۳۹۴). فنوم و همکاران (۱۹۹۱)، با بررسی اثر کم‌آبی روی اجزای عملکرد سه رقم لوبیا نشان دادند تنش در مرحله گلدهی باعث کاهش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف در هر سه رقم شد. لوبیا چشم‌بلبلی قادر به نگهداری پتانسیل آب برگ‌ها بالا طی تنش آبی است، بنابراین از پسابدگی بافت جلوگیری می‌کند (پاک‌مهر و همکاران، ۱۳۹۰؛ سوزا و همکاران، ۲۰۰۴). در پژوهشی احمد و سلیمان، (۲۰۱۰) با بررسی تنش خشکی در دو فصل زراعی بر روی سه ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی در مراحل رویشی و زایشی گزارش شد که حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی، مرحله گلدهی بود که باعث کاهش ۵۰ درصدی عملکرد دانه شد در حالی که تنش آبی در مرحله رویشی، تفاوت معنی‌داری با شرایط کنترل شده نداشت و این نشان می‌دهد که گیاه در این مرحله می‌تواند تنش را تحمل کند و خود را بهبود دهد. در آزمایشی دیگر اثر تنش آبی بر روی ۲۰ ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی در مرحله زایشی ارزیابی شد که تنش خشکی باعث کاهش شاخص

سطح برگ میزان کلروفیل، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه شده است (باستوس و همکاران، ۲۰۱۱). لوبیا چشم‌بلبلی در طی مراحل گلدهی و پرشدن غلاف به تنش خشکی بسیار حساس است. رابطه بین آب، خاک، گیاه و اقلیم عموماً پیچیده بوده و شامل فرایندهای بیولوژیک، فیزیولوژیک و شیمیایی است؛ بنابراین برای بیان رابطه کمی بین عملکرد گیاه و عوامل تولید از تابع تولید استفاده می‌شود. نیتروژن عنصری مهم در گیاه است و جزء سازنده مولکول‌های کلروفیل بوده و نقش مهمی در فتوسنتز ایفا می‌کند (فاگریا و سانتوس، ۲۰۰۸). نیتروژن در تولید پروتئین‌ها و نوکلئیک اسیدها نقش اساسی داشته و علائم کمبود آن در برگ‌های پیر مشاهده می‌شود (حسن‌دخت، ۱۳۸۶). مصرف کود نیتروژن می‌تواند باعث کاهش هزینه کربنی توسط گیاه برای تثبیت نیتروژن و بهبود احتمالی سرعت رشد گیاهچه لوبیا و نهایتاً توان رقابتی آن گردد.

تابع تولید یک مفهوم کلی و کاربردی است و بیانگر یک رابطه ریاضی بین ماده خشک تولیدی و نهاده‌های مصرفی در فرایند تولید می‌باشد. تولید محصولات زراعی از جنبه‌های مختلف مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، از این رو تابع تولید یک مفهوم کاربردی است که رابطه‌ای بین واکنش گیاه به پارامترها و نهاده‌های مختلف تولید مانند آب، کود و سایر شرایط و عوامل زراعی را نشان می‌دهد. در واقع، تابع تولید رابطه‌ای ریاضی بین میزان آب مصرفی و عملکرد است که راه را برای برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری بهتر تولیدات کشاورزی هموار می‌کند (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵؛ عبدزادگوهری و امیری، ۱۳۹۷). تخمین تابع تولید در کنار سایر نهاده‌ها مانند نیروی کار، سرمایه و انرژی، می‌تواند تولید بخش کشاورزی را مشخص و آن را با عملکرد واقعی مقایسه و نقش و اهمیت هر یک از نهاده‌ها را به تفکیک مشخص نمود (حداد و صادقی سقدل، ۱۳۹۴؛ اعظم‌زاده شورکی و همکاران، ۱۳۹۰؛ عبدزادگوهری و امیری، ۱۳۹۷). پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر نیتروژن و مدیریت

گیاه به طور تصادفی انتخاب شد. سپس دانه‌ها از گیاه جدا شده و در داخل آون و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. بعد از خشک شدن، نمونه‌ها به وسیله ترازو با دقت یک صدم توزین و سپس به واحد کیلوگرم در هکتار تبدیل شد. جهت تعیین تعداد غلاف در هر بوته، ۱۲ گیاه به طور تصادفی انتخاب گردید. سپس تعداد غلاف‌های سالم، از گیاه جدا شده و مورد شمارش قرار گرفتند. برای تعیین تیمارهای آبیاری از تخلیه رطوبتی خاک استفاده شد و نیاز آبی گیاه به عنوان تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری در نظر گرفته شد و سایر تیمارهای آبیاری به عنوان درصدی از این مقدار منظور گردید. برای دستیابی به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی، رطوبت خاک در عمق ریشه گیاه، با استفاده از معادله (۱) به نحوی محاسبه گردید که رطوبت خاک تا ارتفاع ریشه به حد ظرفیت زراعی مزرعه برسد (بابازاده و همکاران، ۱۳۹۶).

$$d_n = (\theta_{Fc} - \theta_i) \rho_b D_r \quad (1)$$

θ_{Fc} : درصد وزنی رطوبت در ظرفیت زراعی. θ_i : درصد وزنی رطوبت موجود در خاک. ρ_b : جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب). D_r : ارتفاع مؤثر ریشه (سانتی‌متر). بهره‌وری مصرف آب از تقسیم عملکرد دانه بر مقدار آب مصرف شده تعیین شد (لیزانا و همکاران، ۲۰۰۶). مقدار آبیاری و مقدار آب مصرفی در هر تیمار در طول دوره رشد در جدول (۳) ارائه شده است.

آبیاری عملکرد، تخمین تابع تولید و بهره‌وری مصرف آب در لوبیا معمولی و چشم بلبلی در منطقه مورد مطالعه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در شهرستان آستانه اشرفیه با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۹ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۹۵ دقیقه، با متوسط ۳- متر از سطح دریا، در سال‌های زارعی ۹۵ و ۹۶ به صورت اسپلیت پلات و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. هر واحد آزمایشی دارای ابعاد ۶×۲/۵ متر و دارای هفت ردیف کشت بود. به طوری که فاصله بین دو پشته ۸۰ سانتی‌متر و فاصله بین گیاهان در پشته ۳۰ سانتی‌متر در بود. تیمارهای اصلی شامل آبیاری با مدیریت ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و تیمار دوم شامل بدون کود و ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تیمار سوم دو رقم لوبیا (محلی دهسری و رقم محلی چشم بلبلی) بود. بارندگی در سال‌های ۹۵ و ۹۶ به ترتیب ۶۵/۷ و ۷۶ میلی-متر بود. داده‌های هواشناسی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه به ترتیب در جدول (۱ و ۲) ارائه شده است. تاریخ کاشت در هر دو سال هفتم اردیبهشت ماه بود. لوبیا چشم‌بلبلی طی چندین چین برداشت می‌شود که در پژوهش حاضر میانگین هفت چین، اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه، در هر پلات پس از حذف دو ردیف کشت از طرفین، ۱۲

جدول ۱- مقادیر هواشناسی منطقه مورد مطالعه در طول دوره رشد (میانگین سال‌های ۹۵ و ۹۶)

داده‌های هواشناسی	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
متوسط رطوبت نسبی (%)	۵۸/۹	۶۲	۵۷/۲	۶۴/۵
حداکثر دما (C)	۲۸/۱	۲۹	۳۰/۸	۲۸/۶
حداقل دما (C)	۱۹/۳	۲۱	۲۲	۱۹/۴

جدول ۲- خصوصیات مربوط به خاک در مزرعه آزمایشی (میانگین سال‌های ۹۵ و ۹۶)

عماق خاک	هدایت الکتریکی (ds/m)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	رس درصد	سیلت درصد	شن درصد
۲۰-۰	۰/۶۴۶	۰/۶۵	۱/۶۴	۳/۱۷	۱۸۱	۲۱	۳۲	۴۷
۴۰-۲۰	۰/۶۵۳	۰/۷۱	۰/۵۷	۲/۱۷	۱۷۹	۲۰	۳۴	۴۶

جدول ۳- مقادیر آب آبیاری و آب مصرفی در طول دوره رشد در سال‌های ۹۵ و ۹۶

آب مصرفی (میلی‌متر)		آب آبیاری (میلی‌متر)		مدیریت‌های آبیاری
۱۳۹۶	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۵	
۲۵۱	۳۶۶/۷	۱۷۵	۱۶۲	۴۰ درصد نیاز آبی گیاه
۳۳۸/۵	۳۰۸/۷	۲۶۲/۵	۲۴۳	۶۰ درصد نیاز آبی گیاه
۴۲۶	۳۸۹/۷	۳۵۰	۳۲۴	۸۰ درصد نیاز آبی گیاه
۵۱۲/۲	۴۶۸/۸	۴۳۶/۲	۴۰۳/۱	۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه

۱۷۷۶ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۱). بیشترین عملکرد دانه در سال‌های ۹۵ و ۹۶، در شرایط ۱۰۰ درصد نیازآبی و رقم لوبیا معمولی به ترتیب ۲۴۰۰ و ۲۵۱۲ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۲). بیشترین عملکرد دانه در هر دو رقم لوبیا در سال ۹۵ در مقادیر ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۱۰۷۶ و ۱۱۷۳ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۳). بیشترین عملکرد دانه در سال ۹۶ در مقادیر ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۱۱۰۷ و ۱۲۰۹ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۳). بیشترین عملکرد دانه در اثر متقابل ارقام و کود در سال‌های ۹۵ و ۹۶ در لوبیا معمولی و در سطوح کودی ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۱۴۳۶ و ۱۵۰۹ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۴). بیشترین عملکرد دانه در سال‌های ۹۵ و ۹۶ در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد نیازآبی و سطح کودی ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۲۱۶۹ و ۲۲۵۳ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۵).

بیشترین مقدار عملکرد دانه در سال‌های ۹۵ و ۹۶ در شرایط ۱۰۰ درصد نیازآبی و سطح کودی ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در لوبیا معمولی به ترتیب دارای عملکرد ۳۴۸۶ و ۳۶۴۶ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۵). لوبیا به شرایط آبی خیلی حساس بوده و آسیب حاصل از عدم مصرف آب با سن گیاه افزایش می‌یابد آبیاری از عوامل مهم در تنش آبی گیاه است و بر میزان عملکرد اثر دارد (احمد و سیلمان، ۲۰۱۰؛ رضایی و کامکار حقیقتی، ۱۳۷۷). با افزایش مقدار نیتروژن تا یک حد معین عملکرد دانه به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد (سینگ، ۲۰۰۷).

تابع تولید، رابطه بین ورودی و خروجی در یک سیستم است (موسوی فضل و همکاران، ۱۳۹۶؛ عبدزادگوهری و امیری، ۱۳۹۷) در پژوهش حاضر، عملکرد به عنوان خروجی و مقادیر مختلف آب مصرفی و کود نیتروژن به عنوان پارامترهای ورودی در نظر گرفته شد. شکل کلی تابع تولید در این پژوهش به صورت رابطه (۱) می‌باشد.

$$Y = f(I, N) \quad (2)$$

که در آن:

Y: عملکرد دانه کیلوگرم در هکتار، I: مقدار آب مصرفی (میلی‌متر)، N: مقدار کود مصرفی (کیلوگرم نیتروژن در هکتار) است. تخمین تابع تولید به صورت تابع درجه دو و با نرم افزار STATISTICA5.5 انجام شد (عبدزادگوهری و امیری، ۱۳۹۷).

$$Y = a_0 + a_1 I + a_2 I^2 + a_3 K + a_4 N^2 + a_5 I N \quad (3)$$

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با نرم‌افزار MSTATC (آزمون دانکن در سطح پنج درصد) و رسم شکل‌ها با نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

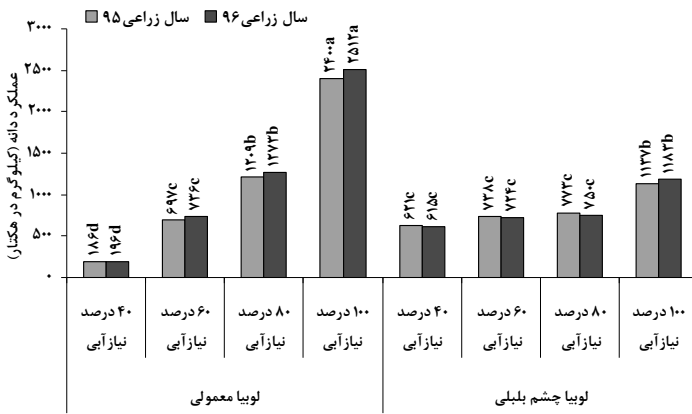
عملکرد دانه

عملکرد دانه در سال‌های ۹۵ و ۹۶، در ارقام لوبیا معنی‌دار نشد؛ اما اثر متقابل ارقام و کود نیتروژن در عملکرد دانه در سال‌های ۹۵ و ۹۶، در سطح پنج درصد و سایر صفات زراعی در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه در ارقام لوبیا در شرایط ۱۰۰ نیاز آبی و در سال‌های ۹۵ و ۹۶، به ترتیب ۱۷۰۰ و

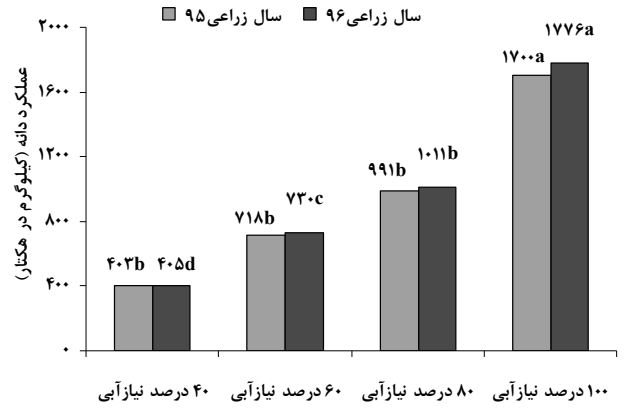
جدول ۴- تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک، دانه و غلاف در شرایط آبیاری و سطوح مختلف کود نیتروژن

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه		وزن صدانه		تعداد غلاف در بوته		بهره‌وری مصرف آب	
		سال ۹۵	سال ۹۶	سال ۹۵	سال ۹۶	سال ۹۵	سال ۹۶	سال ۹۵	سال ۹۶
تکرار	۲	۱۴۳۶۷۷/۶ ^{NS}	۱۳۰۶۴۵/۱ ^{NS}	۱۹۷/۵ ^{NS}	۱۹۰/۱ ^{NS}	۱/۵۷ ^{NS}	۲/۲۶ ^{NS}	۰/۰۱۳ ^{NS}	۰/۰۱۰ ^{NS}
ارقام	۱	۲۲۴۰۸۴۲/۶ ^{NS}	۳۱۳۵۶۵۱/۱ ^{NS}	۴۰۶۷/۷ [*]	۳۳۹۰/۳ [*]	۱۹۵۷۹/۹ ^{NS}	۱۸۹۸۴/۷ ^{NS}	۰/۰۰۸ ^{NS}	۰/۰۳۸ ^{NS}
خطا	۲	۲۷۷۱۴۶/۸	۲۹۱۰۴۵/۹	۱۷۳/۳	۱۶۷/۶	۱/۹۱	۲/۰۹	۰/۰۲۴	۰/۰۲۰
آبیاری	۳	۸۱۸۲۱۲۳/۴ ^{**}	۹۱۵۹۵۶۱/۱ ^{**}	۸۸۵/۵ ^{**}	۸۸۰/۸ ^{**}	۱۹۵/۸۷ ^{**}	۳۱۸/۵۸ ^{**}	۰/۱۵۰ ^{**}	۰/۱۵۸ ^{**}
ارقام×آبیاری	۳	۳۲۰۶۱۴۷/۴ ^{**}	۳۳۹۰۶۱۴/۵ ^{**}	۷۰۲/۸۷ [*]	۵۵۶/۷ ^{**}	۲۰/۶۲ ^{**}	۵/۴۱ ^{**}	۰/۲۰۵ ^{**}	۰/۱۸۴ ^{**}
کود	۳	۸۵۵۴۵۹/۸ ^{**}	۹۲۴۰۲۵/۱ ^{**}	۳۷/۲۹ [*]	۳۵/۲۶ [*]	۱۶/۱۵ ^{**}	۱۶/۹۲ ^{**}	۰/۰۵۱ ^{**}	۰/۰۴۶ ^{**}
ارقام×کود	۳	۱۳۶۷۴۷/۹ [*]	۱۵۹۴۸۶/۵ [*]	۷۰/۴۹ ^{**}	۶۸/۳۷ ^{**}	۷/۶۸ ^{**}	۹/۹۱ ^{**}	۰/۰۰۳ ^{NS}	۰/۰۰۴ ^{NS}
کود×آبیاری	۹	۳۸۹۱۹۶/۳ ^{**}	۴۲۵۵۹۵/۲ ^{**}	۶۴/۹۳ ^{**}	۶۶/۱۵ ^{**}	۵/۳۲۵ ^{**}	۷/۰۱۹ ^{**}	۰/۰۱۵ ^{**}	۰/۰۱۴ ^{**}
ارقام×آبیاری×کود	۹	۱۹۹۷۷۵/۷ ^{**}	۲۱۳۹۹۰/۷ ^{**}	۳۱/۴۶ ^{**}	۳۱/۲۲ [*]	۳/۱۴۹ ^{**}	۲/۷۴۵ ^{**}	۰/۰۱۰ ^{**}	۰/۰۱۰ ^{**}
خطا	۶۰	۴۱۶۷۳/۱	۴۲۵۳۰/۱	۱۲/۷۲	۱۳/۵۸	۰/۵۶۲	۰/۶۹۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات (%)		۱۲/۴	۱۲/۶	۱۲/۱	۱۲/۸	۲/۱۹	۳/۳۲	۶/۷	۶/۶

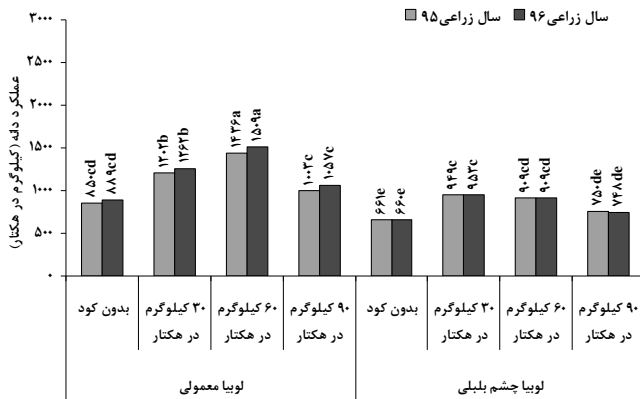
NS: به ترتیب فاقد تفاوت معنی‌دار، معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد



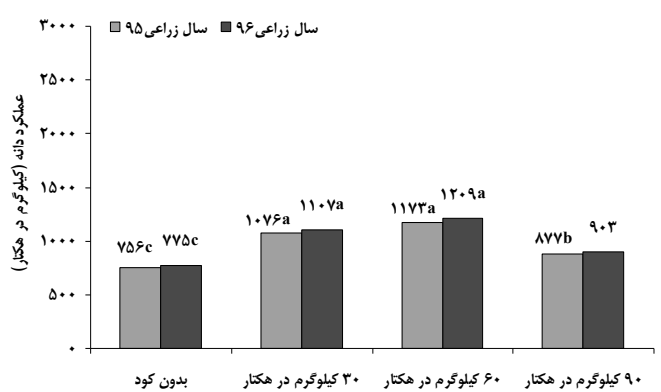
شکل ۲- اثر آبیاری بر ارقام لوبیا در عملکرد دانه



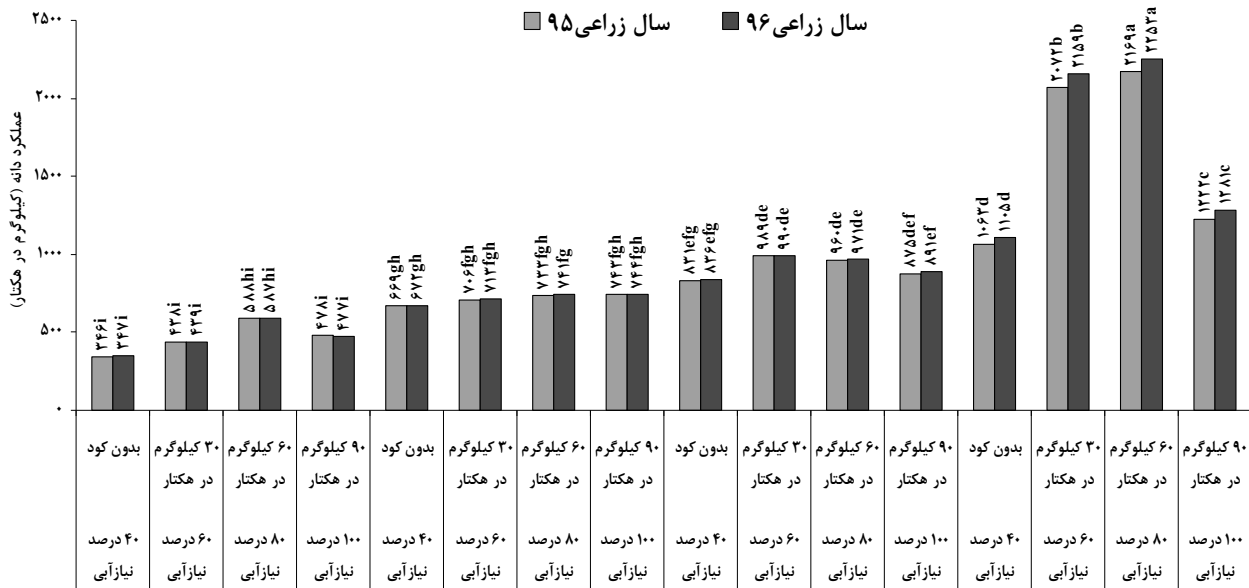
شکل ۱- اثر آبیاری بر عملکرد دانه در لوبیا



شکل ۴- اثر نیتروژن بر عملکرد دانه در ارقام لوبیا



شکل ۳- اثر کود نیتروژن بر عملکرد دانه



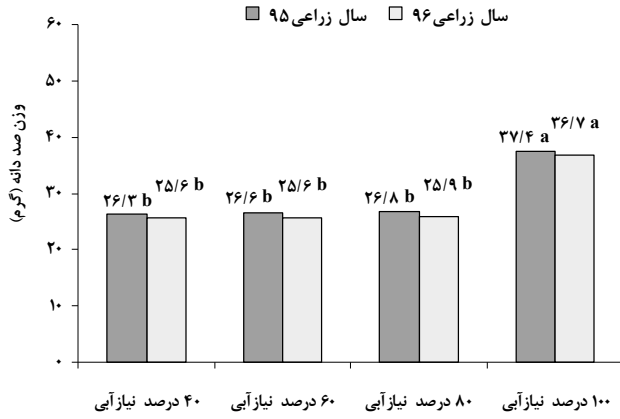
شکل ۵- اثر متقابل کود نیتروژن و آبیاری بر عملکرد دانه در سال‌های زراعی ۹۵ و ۹۶

نیتروژن در هکتار بود (شکل ۱۱). افزایش تعداد دانه در غلاف و همچنین تعداد غلاف در بوته باعث کاهش مواد تخصیص یافته به هر دانه می‌گردد. کاهش وزن صد دانه در اثر تنش خشکی می‌تواند نتیجه کاهش طول مراحل رشد رویشی و زایشی در اثر تنش رطوبتی باشد که باعث کوتاه شدن طول دوره مؤثر پرشدن دانه و نیز کاهش ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی شده و در نهایت، موجب تقلیل وزن صد دانه در تیمارهای تنش گردد (واکریم و همکاران، ۲۰۰۵).

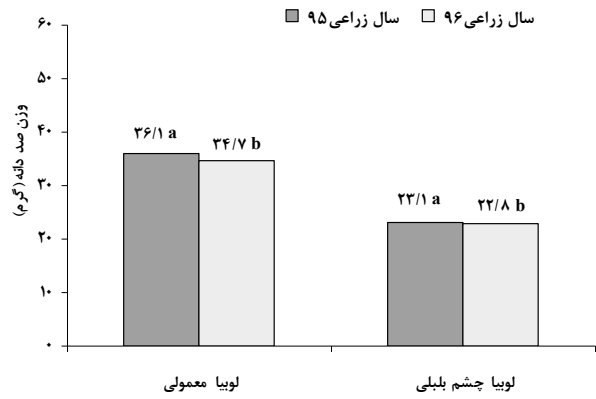
بیشترین وزن صد دانه در سال‌های ۹۵ و ۹۶ در شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی و سطح کود ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در لوبیا معمولی به ترتیب دارای ۶۶/۷ و ۶۴/۲ گرم بود (جدول ۵). نتایج نشان داد که تنش رطوبتی باعث کاهش وزن دانه می‌شود (احمد و سلیمان، ۲۰۱۰؛ رضایی و کامکار حقیقتی، ۱۳۷۷). همچنین عدم وجود نیتروژن کافی سبب کوچک شدن و چروکیدگی دانه‌ها و در نهایت وزن صد دانه می‌شود (لیزانا و همکاران، ۲۰۰۶).

وزن صد دانه

وزن صد دانه در سال‌های ۹۵ و ۹۶، در ارقام لوبیا و مقادیر کودی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد و سایر متغیرها در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). وزن صد دانه در لوبیا معمولی در سال‌های ۹۵ و ۹۶ به ترتیب ۳۴/۷ و ۳۶/۱ گرم بود. (شکل ۶). بیشترین وزن صد دانه در ارقام لوبیا در ۱۰۰ نیاز آبی و در سال‌های ۹۵ و ۹۶، به ترتیب ۳۷/۴ و ۳۶/۷ گرم بود (شکل ۷). بیشترین وزن صد دانه در سال‌های ۹۵ و ۹۶، در شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی و در لوبیا معمولی بود (شکل ۸). بیشترین وزن صد دانه در ارقام لوبیا در سال زراعی ۹۵ و ۹۶ در سطح ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۳۱/۱ و ۳۰/۲ گرم بود (شکل ۹). بیشترین وزن صد دانه در اثر متقابل ارقام و کود نیتروژن در سال‌های ۹۵ و ۹۶ در رقم لوبیا معمولی و در سطوح کودی ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۴۰/۲ و ۳۶/۶ گرم بود (شکل ۱۰). بیشترین وزن صد دانه در سال‌های ۹۵ و ۹۶ در شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی و سطوح کودی ۶۰ کیلوگرم



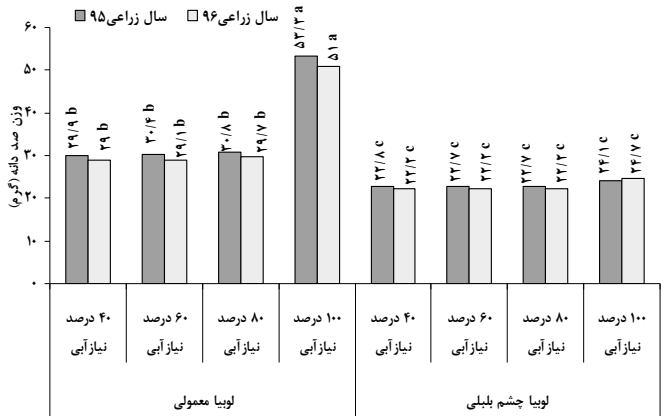
شکل ۷- اثر آبیاری بر وزن صد دانه در سال‌های ۹۵ و ۹۶



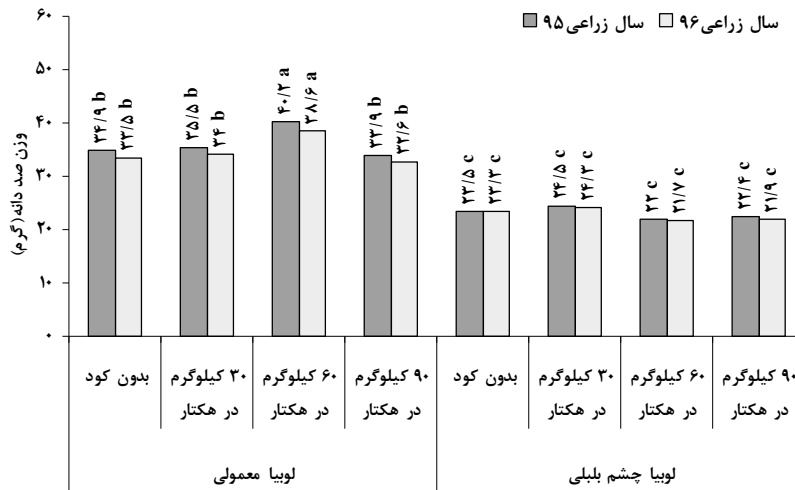
شکل ۶- وزن صد دانه در ارقام لوبیا در سال‌های ۹۵ و ۹۶



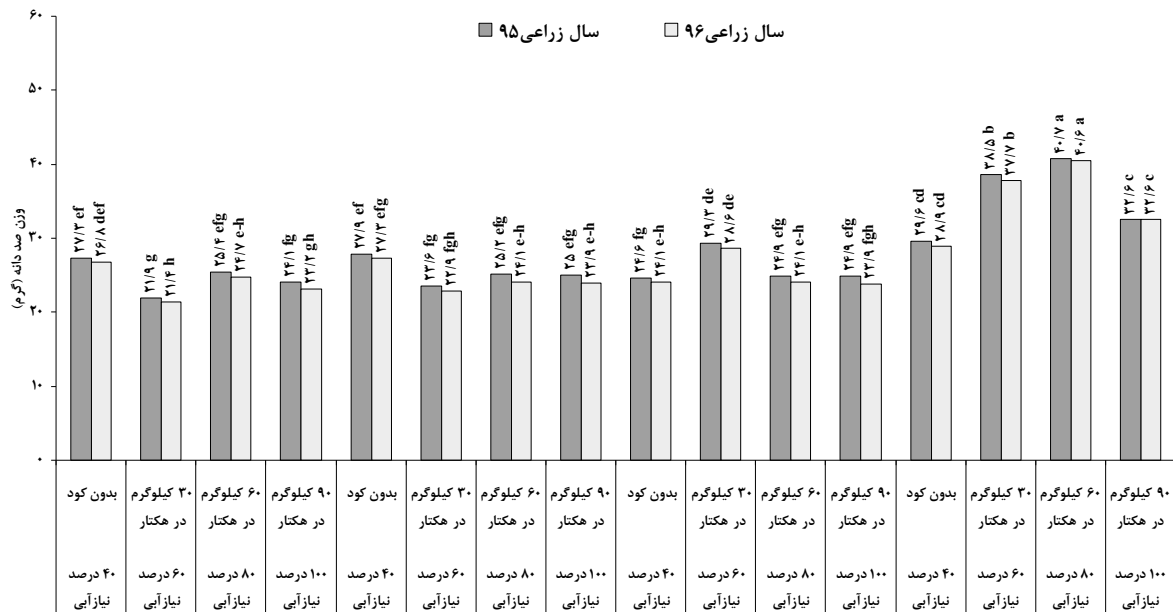
شکل ۹- اثر نیتروژن بر وزن صد دانه در سال‌های ۹۵ و ۹۶



شکل ۸- اثر آبیاری بر وزن صد دانه در ارقام لوبیا



شکل ۱۰- اثر کود نیتروژن بر وزن صد دانه بر ارقام لوبیا در سال‌های ۹۵ و ۹۶

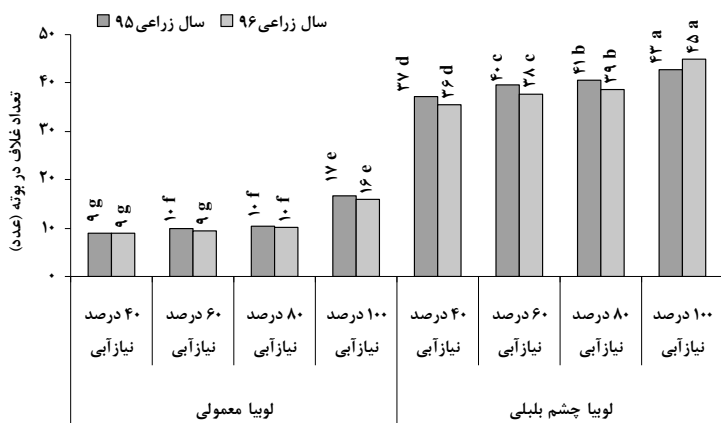


شکل ۱۱- اثر متقابل سطوح کود نیتروژن، آبیاری و ارقام بر وزن صد دانه در سال‌های زراعی ۹۵ و ۹۶

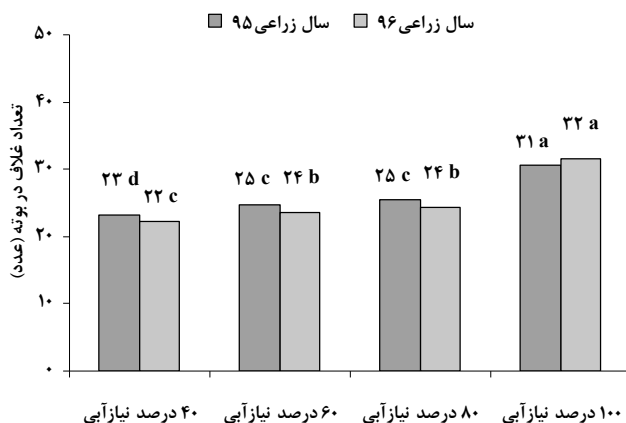
تعداد غلاف در بوته

اثر ارقام بر تعداد غلاف در طی دو سال معنی‌دار نشد ولی در سایر منابع تغییرات در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین تعداد غلاف در ارقام لوبیا در شرایط ۱۰۰ نیاز آبی و در سال‌های ۹۵ و ۹۶، به ترتیب ۳۱ و ۳۲ عدد بود (شکل ۱۲). بیشترین تعداد غلاف در سال‌های ۹۵ و ۹۶، در شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی و رقم چشم‌بلبلی به ترتیب ۴۳ و ۴۵ عدد بود (شکل ۱۳). بیشترین تعداد غلاف در سال‌های ۹۵ و ۹۶، در سطح کودی ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۲۷ و ۲۶ عدد بود (شکل ۱۴). بیشترین تعداد غلاف در اثر متقابل ارقام و کود نیتروژن در سال‌های ۹۵ و ۹۶ در رقم لوبیا چشم‌بلبلی و در سطوح کودی ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۴۲ و ۴۱ عدد بود (شکل ۱۵). بیشترین تعداد غلاف در سال‌های زراعی ۹۵ در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی و سطوح ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۳۶ و ۳۵ عدد بود (شکل ۱۶).

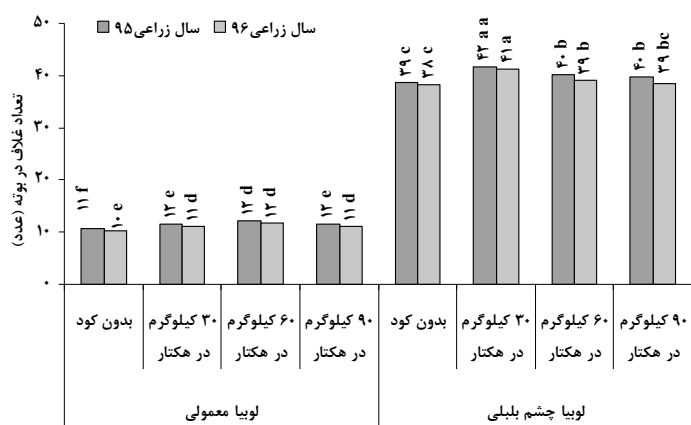
بیشترین تعداد غلاف در سال ۹۶ در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی و سطوح کودی ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۳۷ و ۳۶ عدد بود (شکل ۱۶). بیشترین تعداد غلاف در سال‌های ۹۵ و ۹۶ در شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی و سطح کودی ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در رقم لوبیا چشم‌بلبلی به ترتیب دارای ۴۶ و ۴۹ عدد بود (جدول ۷). لوبیا در مراحل قبل از گلدهی و گلدهی، نسبت به محدودیت آب حساس است. در این مراحل، کمبود آب باعث عدم تکامل گل آذین، کاهش تعداد غلاف‌های جوان و دانه می‌شود (قنبری، ۱۳۹۴؛ لیزانا و همکاران، ۲۰۰۶؛ سینگ، ۲۰۰۷). مصرف سطوح بالای نیتروژن تأثیر چندانی بر افزایش تعداد غلاف در بوته نداشت و بیشترین مقدار این صفت در سطوح پایین-تر کودی مشاهده شد. افت عملکرد لگوم‌های دانه‌ای در شرایط تنش خشکی عمدتاً مربوط به کاهش تعداد غلاف در بوته است (قنبری، ۱۳۹۴؛ سینگ، ۲۰۰۷).



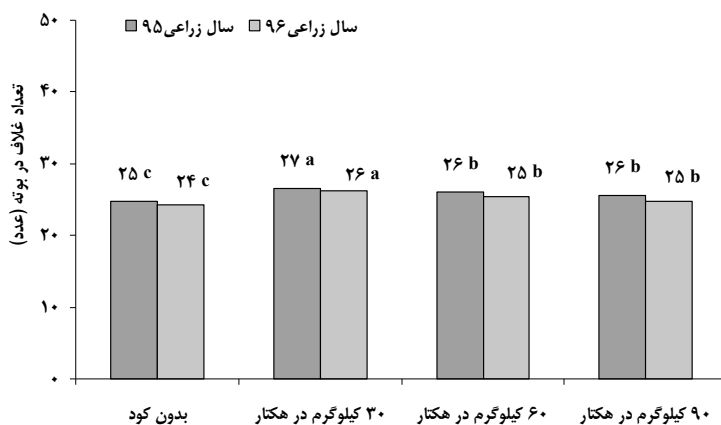
شکل ۱۳- اثر آبیاری بر تعداد غلاف در بوته در ارقام لوبیا



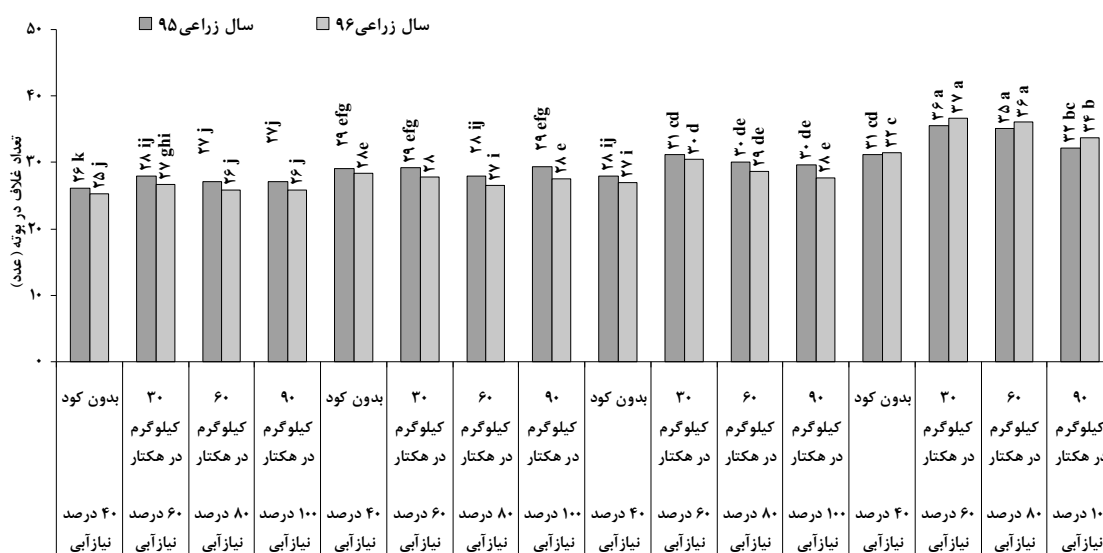
شکل ۱۲- اثر آبیاری بر تعداد غلاف در بوته



شکل ۱۵- اثر کود بر تعداد غلاف در بوته در ارقام لوبیا



شکل ۱۴- اثر کود نیتروژن بر تعداد غلاف در بوته در ارقام لوبیا

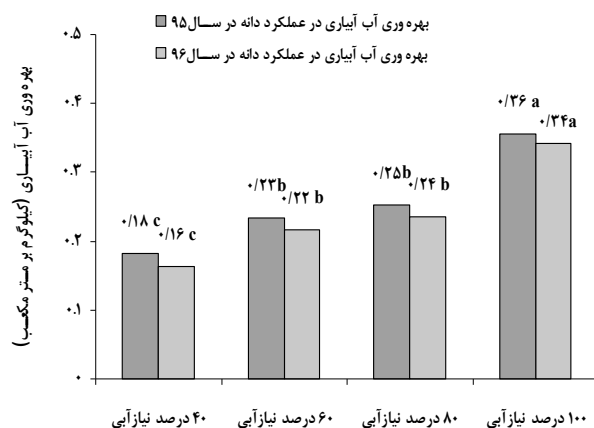


شکل ۱۶- اثر متقابل کود و آبیاری بر تعداد غلاف در بوته در ارقام لوبیا در سال‌های زراعی ۹۵ و ۹۶

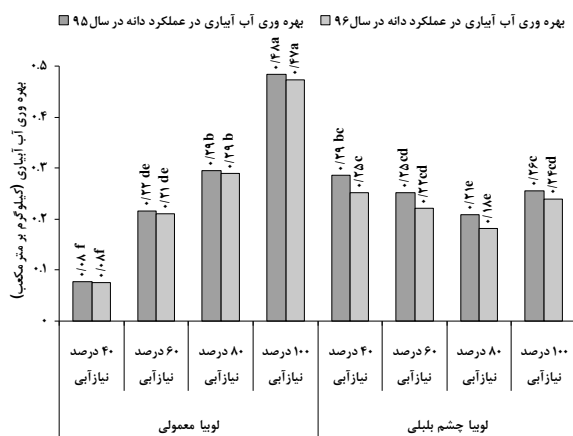
بهره‌وری مصرف آب در عملکرد دانه

بهره‌وری مصرف آب در عملکرد دانه بر ارقام لوبیا و اثر متقابل ارقام و کود در سال‌های ۹۵ و ۹۶ معنی‌دار نشد. ولی بر سایر منابع تغییرات در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). بیشترین بهره‌وری مصرف آب در سال‌های ۹۵ و ۹۶ در شرایط ۱۰۰ درصد نیازآبی به ترتیب ۰/۳۶ و ۰/۳۴ کیلوگرم بر متر مکعب بود (شکل ۱۷). بیشترین بهره‌وری مصرف آب در سال‌های ۹۵ و ۹۶ در لوبیا معمولی و در شرایط ۱۰۰ درصد نیازآبی و به ترتیب ۰/۴۸ و ۰/۴۷ کیلوگرم بر متر مکعب بود (شکل ۱۸). بیشترین بهره‌وری مصرف آب در سال‌های ۹۵ و ۹۶ در سطح کودی ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب

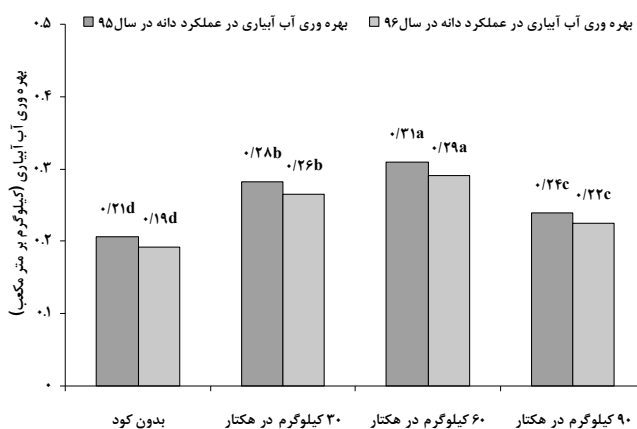
۰/۳۱ و ۰/۲۹ کیلوگرم بر متر مکعب بود (شکل ۱۹). بیشترین بهره‌وری مصرف آب در سال‌های ۹۵ و ۹۶ در سطوح کودی ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی بود (شکل ۲۰). بیشترین بهره‌وری مصرف آب در سال‌های ۹۵ و ۹۶ در رقم لوبیا معمولی و در ۱۰۰ درصد نیاز آبی و سطح کودی ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۰/۷۰ و ۰/۶۹ کیلوگرم بر متر مکعب بود (جدول ۵). زوارت و باستانسن (۲۰۰۴) مطالعاتی بر روی بهره‌وری مصرف آب در محصولات مختلف انجام دادند و نشان دادند که بهره‌وری مصرف آب دارای دامنه تغییرات گسترده‌ای برای گیاهان مختلف است.



شکل ۱۷- اثر نیاز آبی بر بهره‌وری مصرف آب

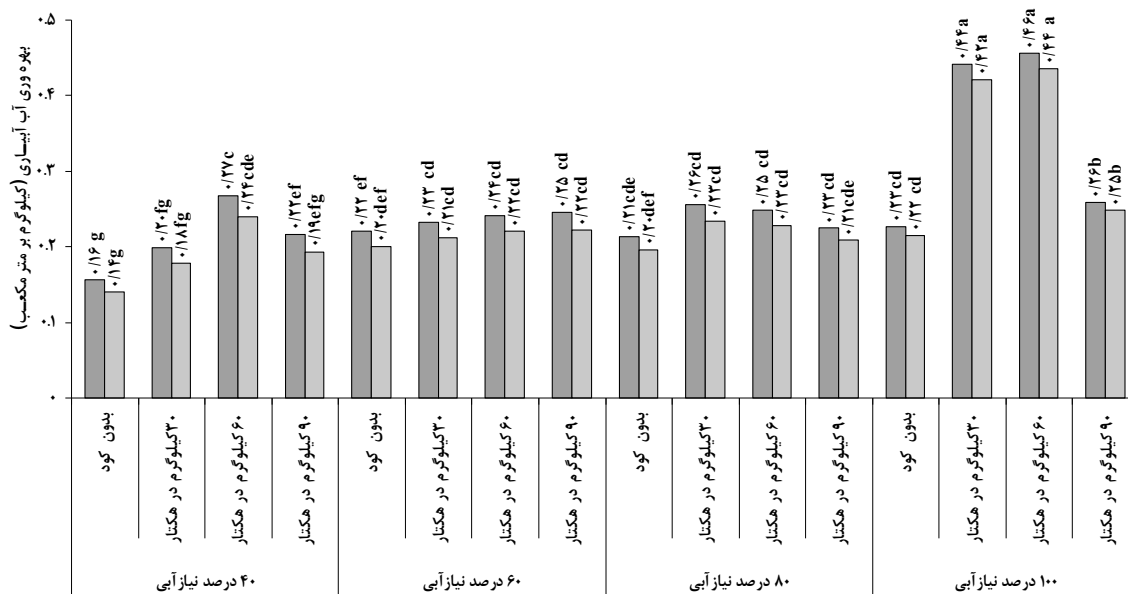


شکل ۱۸- اثر آبیاری بر ارقام لوبیا بر بهره‌وری مصرف آب



شکل ۱۹- اثر کود بر بهره‌وری مصرف آب در عملکرد دانه

بهره وری آب آبیاری در عملکرد دانه در سال ۹۵ □ بهره وری آب آبیاری در عملکرد دانه در سال ۹۶ ■



شکل ۲۰- اثر متقابل کود و آبیاری بر بهره‌وری مصرف آب در عملکرد دانه در سال‌های زراعی ۹۵ و ۹۶

استفاده از تابع تولید پیشنهادی، مقدار عملکرد و به ازای عمق آب مصرفی و کود نیتروژن قابل محاسبه است (جدول ۶). از طرفی مطابق الگوی مصرف آب در تیمارهای آبیاری کامل نسبت به سایر آبیاری‌ها، افزایش عملکرد مشاهده شده است، به طوری که با مقدار آب مناسب می‌توان بر اساس سناریوی عدم محدودیت در کود، عملکرد بیشتری را به عرصه تولید وارد ساخت. با افزایش کود مصرفی، عملکرد نتیجه معکوس داشته و افزایش آبیاری، اثری در روند افزایش عملکرد نخواهد داشت. استفاده بهینه از آب نیز روند افزایش عملکرد را در هر دو لوبیا نشان داد و در راستای مطالعه کیانی و همکاران (۲۰۰۴) مبنی بر افزایش عملکرد محصولات به ازای افزایش مقدار آب آبیاری می‌باشد.

به‌طور کلی تیمارهای تحت تنش خشکی نسبت به تیمارهای بدون تنش کارایی مصرف آب بالاتری داشتند که این امر می‌تواند به دلیل میزان کمتر آب به کار برده شده در این تیمارها باشد. احمد و سلیمان (۲۰۱۰)، افزایش کارایی مصرف آب را در نتیجه اعمال تنش خشکی گزارش کرده‌اند. آن‌ها علت این امر را دلایل متعددی از جمله به هدررفت آب از طریق تبخیر و تعرق و نفوذ عمقی بیشتر در تیمار آبیاری کامل دانستند. همچنین تیمارهای دارای کود نیز توانسته‌اند موجب افزایش کارایی مصرف آب به خصوص در شرایط تنش شوند. این امر می‌تواند به دلیل افزایش وابستگی گیاه برای جذب عناصر غذایی و آب به خصوص در شرایط وجود تنش باشد.

تخمین تابع تولید در شرایط آبیاری و کود نیتروژن

ارتباط بین میزان آب مصرفی و سطوح کود نیتروژن با عملکرد دانه در ارقام لوبیا در سال‌های زراعی ۹۵ و ۹۶ در شکل‌های (۲۱ و ۲۲) ارائه شده است. با

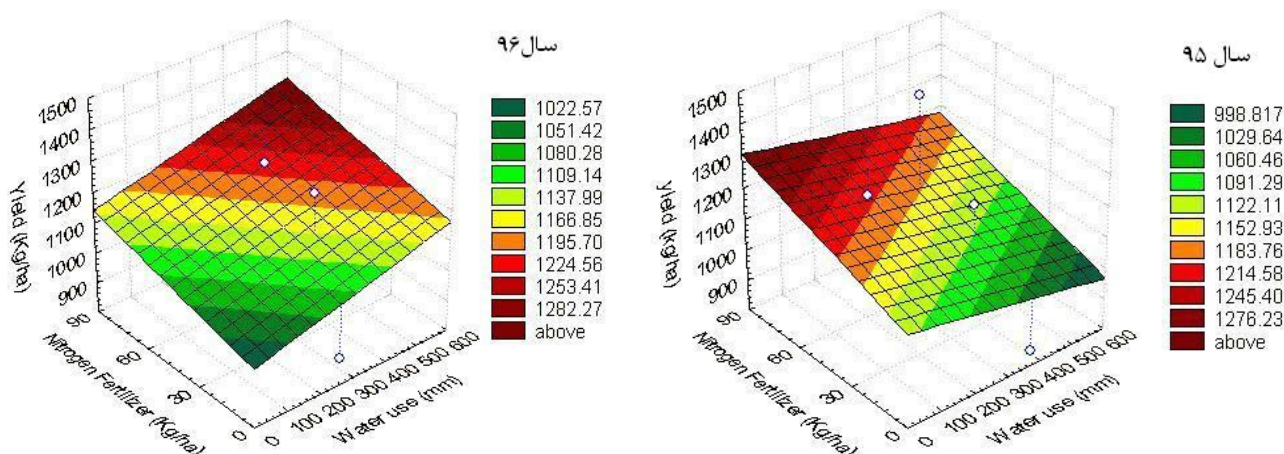
جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک، دانه و غلاف در شرایط آبیاری و سطوح کود نیتروژن

ارقام	تولید	نیتروژن (Kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)		وزن سددانه (g)		ارتفاع بوته (Cm)		تعداد غلاف در بوته		بهره‌وری مصرف آب (kg/m ³)	
			سال ۹۵	سال ۹۶	سال ۹۵	سال ۹۶	سال ۹۵	سال ۹۶	سال ۹۵	سال ۹۶	سال ۹۵	سال ۹۶
%۴۰	۰	۱۴۶j	۱۵۵l	۳۲/۲ d	۳۱/۵ d	۳۷/۱ p	۳۲/۸ q	۸s	۷r	۰/۰۶o	۰/۰۶l	
	۳۰	۱۹۵z	۲۰۵l	۲۸/۱ d-h	۲۷/۳ d-j	۳۸/۱ op	۳۷ opq	۸qrs	۷pqr	۰/۰۸o	۰/۰۸l	
	۶۰	۱۹۳z	۲۰۴f	۳۳ d	۳۱/۳ de	۳۸/۵ op	۳۶ pq	۸rs	۷qr	۰/۰۸no	۰/۰۸l	
	۹۰	۲۰۹z	۲۱۸l	۲۷/۱ d-i	۲۶/۱ d-k	۳۹ op	۳۷/۳ opq	۸qrs	۷qr	۰/۰۸no	۰/۰۹l	
%۶۰	۰	۶۳۵hi	۶۷۰ijk	۳۱/۳ def	۲۹/۹ def	۴۰/۳ nop	۳۸/۳ n-q	۹opqr	۸pqrs	۰/۱۹j-m	۰/۲۱j-k	
	۳۰	۷۱۸hi	۷۵۸ijk	۲۹/۹ def	۲۸/۸ d-g	۴۱/۹mno	۳۹/۵ m-p	۹opqr	۸opqr	۰/۲۲h-m	۰/۲۲h-k	
	۶۰	۷۵۳hi	۸۰۰ij	۳۱/۳ def	۲۹/۶ def	۴۲/۳ l-o	۳۹/۳ m-p	۹op-s	۸m-r	۰/۲۳g-l	۰/۲۳g-k	
	۹۰	۶۸۳hi	۷۱۵ijk	۲۹ d-g	۲۸ d-h	۴۲/۶ l-o	۴۰/۵ mno	۹opqr	۸m-r	۰/۲۰ i-m	۰/۲۱h-k	
%۸۰	۰	۱۱۲۵fg	۱۱۷۰fgh	۳۰/۴ def	۲۹/۴ def	۴۴/۱ lmn	۴۲/۴ mn	۱۰nop	۹opq	۰/۲۷ e-i	۰/۲۷fgh	
	۳۰	۱۲۴۰ef	۱۲۹۹ef	۳۱/۶ de	۳۰/۶ de	۴۴/۷ lmn	۴۲/۶ mn	۱۰nop	۹k-o	۰/۳۰ d-g	۰/۳۰efg	
	۶۰	۱۳۱۳de	۱۳۸۵def	۳۰/۶ def	۲۹/۴ def	۴۵/۵ lm	۴۲/۹ m	۱۰nop	۹k-n	۰/۳۱ c-f	۰/۳۲def	
	۹۰	۱۱۵۶fg	۱۲۳۷efg	۳۰/۷ def	۲۹/۴ def	۴۶/۲ l	۴۳ m	۱۰mno	۹k-n	۰/۲۸ d-h	۰/۲۸fgh	
%۱۰۰	۰	۱۴۹۵de	۱۵۶۱de	۴۵/۷ c	۴۳/۷ c	۶۲/۶ k	۶۰ l	۱۲hij	۱۱hi	۰/۲۹ d-g	۰/۳۰efg	
	۳۰	۲۶۵۷b	۲۷۸۴b	۵۲/۳ b	۴۹/۳ b	۶۴/۱ k	۶۰/۹ l	۱۲hij	۱۱hi	۰/۵۲ b	۰/۵۴b	
	۶۰	۳۴۸۶a	۳۶۴۶a	۶۶/۷ a	۶۴/۷ a	۷۸/۹ i	۷۵/۲ jk	۱۵c	۱۴cd	۰/۶۹ a	۰/۷۰ a	
	۹۰	۱۹۶۳c	۲۰۵۸c	۴۸/۶ bc	۴۷/۶ bc	۶۳/۳ k	۶۰/۱ l	۱۳ghi	۱۲gh	۰/۳۹ c	۰/۴۰ c	
%۴۰	۰	۴۶۲ij	۴۵۷kl	۲۶ e-j	۲۵/۸ d-l	۷۲/۷ j	۷۱/۳ k	۱۱jkl	۱۰r	۰/۱۹klm	۰/۲۱ h-k	
	۳۰	۵۷۹hi	۵۷۳jk	۱۹/۷ k	۱۹/۳ m	۹۱/۸ fg	۸۸/۶ gh	۱۰mno	۹klm	۰/۲۳ g-l	۰/۲۷ f-i	
	۶۰	۸۳۴gh	۸۲۵ij	۲۱/۷ ijk	۲۱/۱klm	۸۸/۵ g	۸۴/۱ i	۱۱klm	۱۰j-k	۰/۳۴ cd	۰/۳۸ cd	
	۹۰	۶۱۰hi	۶۰۴ijk	۲۳/۷ g-k	۲۲/۸h-m	۸۳/۲ h	۷۷/۸ j	۱۰lmn	۱۰k-l	۰/۲۵ f-k	۰/۲۸ fgh	
%۶۰	۰	۶۹۷hi	۶۸۳ijk	۲۵/۷ f-j	۲۵/۴ e-l	۹۱ fg	۸۸/۸ g	۱۱jkl	۱۱ij	۰/۲۱ i-m	۰/۲۴ g-k	
	۳۰	۷۵۴hi	۷۳۹ijk	۲۰/۸ jk	۲۰/۴klm	۹۶/۲ de	۹۲/۴ fg	۱۲ijk	۱۱hij	۰/۲۳ g-l	۰/۲۶ f-j	
	۶۰	۷۲۸hi	۷۱۳ijk	۲۱/۷ ijk	۲۱/۱klm	۹۴/۸ ef	۸۹/۵ g	۱۲g-j	۱۲ghi	۰/۲۲h-m	۰/۲۵ f-j	
	۹۰	۷۷۵hi	۷۶۰ijk	۲۲/۷ h-k	۲۱/۸ i-m	۹۰/۴ g	۸۴/۱ hi	۱۲hij	۱۲ghi	۰/۲۳ g-l	۰/۲۶ f-i	
%۸۰	۰	۶۴۴hi	۶۲۵ijk	۲۰/۹ jk	۲۰/۷klm	۱۰/۱۴ c	۹۸/۳ de	۱۴cde	۱۴de	۰/۱۵ mn	۰/۱۷ k	
	۳۰	۸۸۴gh	۸۵۷hij	۲۷/۹ d-h	۲۷/۴ d-i	۱۰/۱۶ c	۹۷ de	۱۴def	۱۴def	۰/۲۱ i-m	۰/۲۴ g-k	
	۶۰	۸۲۷gh	۸۰۲ij	۲۱/۲ jk	۲۰/۴klm	۱۰/۱۹ c	۹۵/۸ def	۱۳efg	۱۳efg	۰/۱۹ i-m	۰/۲۲ h-k	
	۹۰	۷۳۶hi	۷۱۴ijk	۲۱/۲ jk	۲۰/۲ lm	۱۰/۱۷ c	۹۴ ef	۱۳efg	۱۳efg	۰/۱۷ lm	۰/۲۰ ijk	
%۱۰۰	۰	۸۴۹gh	۸۷۵hij	۲۱/۲ jk	۲۱/۵ j-m	۹۵/۳ ef	۹۸/۲ d	۱۳fgh	۱۳ef	۰/۱۸klm	۰/۱۹ jk	
	۳۰	۱۵۸۰d	۱۶۴۳d	۲۹/۲ def	۳۰ def	۱۱۶/۵ a	۱۲۲/۲ a	۱۹a	۲۰a	۰/۳۳ cde	۰/۳۵cde	
	۶۰	۱۲۴۶ef	۱۲۹۶ef	۲۳/۲ g-k	۲۴/۲ f-m	۱۰۶/۳ b	۱۱۳/۲ b	۱۷b	۱۸b	۰/۲۶e-j	۰/۲۸ fgh	
	۹۰	۸۸۱gh	۹۱۶ghi	۲۲/۲ ijk	۲۳ g-m	۱۰۰/۳ cd	۱۰۸/۳c	۱۵cd	۱۵c	۰/۱۸klm	۰/۲۰ ijk	

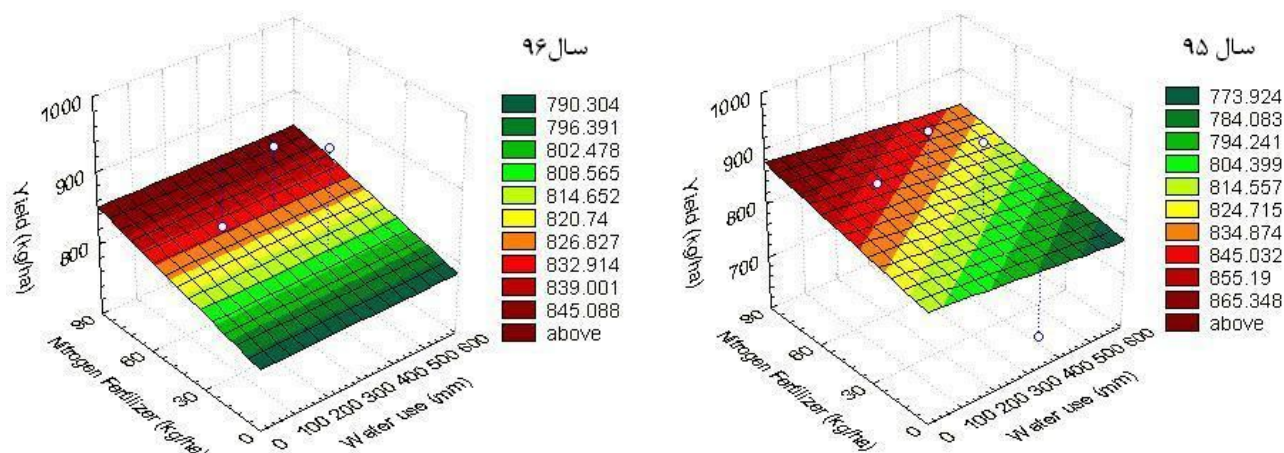
جدول ۶- توابع تولید مقدار آب مصرفی و سطوح کود نیتروژن بر عملکرد دانه در لوبیا معمولی و لوبیا چشم‌بلبلی

سال زراعی ۹۵	سال زراعی ۹۶
$Y_{\text{لوبیا معمولی}} = ۱۰۹۹/۵۸ - ۰/۲۱۹I + ۲/۳۰۵N$	$Y_{\text{لوبیا معمولی}} = ۹۹۳/۷۱۷ + ۰/۲۸۲I + ۱/۶۴۶N$
$Y_{\text{چشم بلبلی}} = ۸۰۷/۳۵۷ - ۰/۰۷۳I - ۰/۷۵۷N$	$Y_{\text{چشم بلبلی}} = ۷۸۴/۸۲۵ - ۰/۰۰۱I - ۰/۷۳۷N$

Y: عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)، I: میزان آب مصرفی (میلی‌متر) و N: کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)



شکل ۲۱- ارتباط میزان آب مصرفی و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه در لوبیا معمولی در سال‌های ۹۵ و ۹۶



شکل ۲۲- ارتباط میزان آب مصرفی و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه در لوبیا چشم‌بلبلی در سال‌های ۹۵ و ۹۶

نتیجه‌گیری

مقادیر ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بین ۰/۴۲ و ۰/۴۶ کیلوگرم در متر مربع، متغیر بود. در تخمین تابع تولید نیز، افزایش عملکرد دانه با مصرف کود نیتروژن تا ۳۰ کیلوگرم در هکتار بود؛ اما با افزایش تدریجی کود نیتروژن، مقدار عملکرد با کاهش مواجه شد. در نهایت، در پژوهش حاضر می‌توان، مقدار نیاز آبی ۱۰۰ درصد و میزان کود مصرفی ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در عملکرد لوبیا معمولی و مقدار نیاز آبی ۱۰۰ درصد و میزان کود مصرفی ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را برای لوبیا چشم‌بلبلی معرفی نمود.

نتایج پژوهش نشان داد که کمبود آب بر عملکرد ارقام لوبیا تاثیر منفی داشته و بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کمترین مقدار آن در ۴۰ درصد نیاز آبی در هر دو رقم بود. افت شدید عملکرد دانه در هر دو لوبیا تحت شرایط خشکی به خوبی مشخص می‌کند که تأمین آب کافی در این گیاه برای اطمینان از انتقال مواد فتوسنتزی کافی به دانه‌ها از طریق ایجاد سطح برگ بیشتر و پوشش سبز کافی، ضروری است. بهره‌وری مصرف آب در اثر متقابل نیتروژن و دو رقم لوبیا در سال‌های ۹۵ و ۹۶ در ۱۰۰ درصد نیاز آبی و

فهرست منابع

۱. اعظم‌زاده شورکی، م.، خلیلیان، ص. و ا. مرتضوی. (۱۳۹۰). انتخاب تابع تولید و برآورد ضریب اهمیت انرژی در بخش کشاورزی. اقتصاد کشاورزی و توسعه. شماره ۱۹. ۲۰۵-۲۳۰.
۲. امینی، ر. عادل دباغ محمدی نسب، الناز قلندرزاده (۱۳۹۴). اثر مالچ و تنش رطوبتی بر برخی صفات فیزیولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد دانه لوبیا قرمز. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۱۳. شماره ۴. ۶۸۷-۶۹۹.
۳. بابازاده، ح. عبدزادگوهری، ع و خنک آر.ا. (۱۳۹۷). اثر مقادیر مختلف آب و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد بادام زمینی. جلد ۳۱. شماره ۴. ۵۷۱-۵۸۴.
۴. پاکمهر، آ. راستگو، م. شکاری، ف. جلال صبا، ج. اسماعیل زنگانی، ا. (۱۳۹۰). تأثیر پیش‌تیمار بذر با سالیسیلیک‌اسید بر برخی از ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک و عملکرد تحت تنش کم آبی لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۹، شماره ۴. ۶۰۶-۶۱۴.
۵. حداد، م. ح. صادقی‌سقدل. ۱۳۹۴. آشنایی با مفهوم روند ضمنی و بکارگیری آن در مدل‌سازی تابع تولید کشاورزی با توجه به نهاده آب. نشریه آب و توسعه پایدار. سال دوم، شماره ۲. ۱۵-۲۶.
۶. حسندخت م ر (۱۳۸۶). مدیریت گلخانه. تهران: انتشارات سلسبیل. ۳۷۶ صفحه.
۷. رضایی، ع. و کامکار حقیقتی. ع. (۱۳۷۷). تعیین ضرایب حساسیت نسبی گیاه لوبیا چشم‌بلبلی به تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد. مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی، صفحات ۱۴۷-۱۵۸.
۸. سپاسخواه، ع.ر. توکلی، ع. و ف. موسوی. (۱۳۸۵). اصول و کاربرد کم آبیاری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۲۸۸ صفحه.
۹. عبدزادگوهری، ع و ابراهیم امیری. ا. (۱۳۹۷). تابع تولید و بهره‌وری مصرف آب گیاه بادام‌زمینی (رقم گیل) در شرایط آبیاری و افزودن کود نیتروژن. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. جلد ۲۳. شماره ۱. ۵۵-۶۶.
۱۰. قنبری، ع. ا. (۱۳۹۴). مطالعه مراحل رشد و نمو و فنولوژی ژنوتیپ‌های لوبیا در شرایط آبیاری نرمال و تنش کمبود آب. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی). شماره ۱۰۷. ۱۹۰-۱۹۹.
۱۱. مدنی، ح. شیرزادی، م.ح. و درینی، ف. (۱۳۸۷). تأثیر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی و لوبیا تپاری محلی جیرفت. سال سوم. شماره ۱. ۹۳-۱۰۴.
12. Ahmad, F.E., and Suliman, A.S.H. (2010). Effect of water stress applied at different stages of growth on seed yield and water-use efficiency of Cowpea. Agriculture and Biology Journal of North America 1(4): 534-540.
13. Bastos, E.A., Nascimento, S.P., Silva, E.M., Filho, F.R.F., and Gomide, R.L. (2011). Identification of cowpea genotypes for drought tolerance. Revista Ciência Agrônômica 42(1):100-107.
14. Beebe, S.E., Rao, I.M., Cajiao, C. and Grajales, M. (2008). Selection for drought resistance in common bean also improves yield in phosphorus limited and favorable environments. Crop Science, Vol. 48, pp: 582-592.
15. Fageria, N.K. and Santos, A.B. (2008). Yield physiology of dry bean. Journal of Plant Nutrition, Vol. 31, pp: 983-1004.
16. Jean-Martial Johnsona, Pascal Houngnandana, Aboubacry Kaneb, Kadidia B. Sanonc, Marc Neyrad. (2013). Diversity patterns of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi associated with rhizosphere of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) Walp.) in Benin, West Africa. Pedobiologia - International Journal of Soil Biology. 121-128.

17. Kiani, A.R., Mir-Latifi, S.M., Homaei, M., and Abyar, N.M. (2004). Economic Analysis of wheat production in salinity and water scarcity conditions. *Agricultural Economics and Development*, 43 & 44: 165-180.
18. Korir, P.C., Nyabundi, J.O. and Kimurto, P.K. (2006). Genotypic responses of common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) to moisture stress conditions in Kenya. *Asian Journal of Plant Sciences*, Vol. 5, pp: 24-32.
19. Kotchoni, S.O. and Bartels, D. (2003). Water stress induces the up-regulation of a specific set of genes in plants: Aldehyde dehydrogenases as an example. *Bulgarian Journal of Plant Physiology, Special Issue*, pp: 37-51.
20. Lizana, C., Wentworth, M., Martinez, J.P., Villegas, D., Meneses, R., Murchie, E.H. (2006). Differential adaptation of two varieties of common bean to abiotic stress. I. Effect of drought on yield and photosynthesis. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 57, pp: 685-697.
21. Singh, S.P. (2007). Drought resistance in the race Durango dry bean landraces and cultivars. *Agronomy Journal*, Vol.99, pp: 1219-1225.
22. Souza, R. P., E. C. Machado, J. A. B. Silva, A. M. M. A. Lagôa, and J. A. G. Silveira. (2004). Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and some associated metabolic changes in cowpea (*Vigna unguiculata*) during water stress and recovery. *Environ and Exp. Bot.* 51: 45-56.
23. Wakrim, R., Wahbi, S., Tahi, H., Aganchich, B., and Serraj, R. (2005). Comparative effects of partial root drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) on water relations and water use efficiency in common bean (*Phaseolus vulgaris L.*). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 106: 275-287.
24. Zwart, S.J. and Bastiaanssen, W.G.M. (2004). Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. *Agricultural Water Management* 69(2):115-133.

Determination of Production Function and Water Productivity for Bean under Condition of Nitrogen Use in Astaneh Ashrafiyeh Region

A. R Nouralinezhad, E. Amiri^{1*}, H. Babazadeh, and H. Sedghi

Ph. D. candidate, Department of Water Science and Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

alireza.nouralineghad@yahoo.com

Professor, Department of Water Engineering, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan Iran.

eamiri57@yahoo.com

Associate Professor, Department of Water Science and Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

h_babazadeh@hotmail.com

Professor, Department of Water Science and Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

h_sedghi@srbiau.ac.ir

Abstract

This research was conducted to determine the production function of common bean and cowpea and evaluation of water use efficiency in Astaneh Ashrafiyeh, in 2016 and 2017. The present study was conducted as split plot in a randomized complete block design with 3 replications. Main treatments consisted of irrigation of 40%, 60%, 80%, and 100% of water requirement of the plant, and nitrogen treatments in sub plots consisting of no fertilizer, 30, 60, and 90 kg N ha⁻¹ and two bean varieties (ordinary beans and cowpea). The results showed that the effects of irrigation and nitrogen fertilizer on seed yield and other agronomic traits were significant ($P < 5\%$), in 2016 and 2017. Two-year average seed yield in 100% water requirement and 60 kg N ha⁻¹ treatments in common bean and cowpea cultivars were 3446 and 3646 kg ha⁻¹, respectively. The highest water productivity in 2016 and 2017 was obtained for the interaction of cultivar and irrigation on seed yield, and was 0.48 and 0.47 kg m⁻³, respectively. Water use productivity of the interaction between nitrogen fertilizer and bean cultivars in 2016 and 2017 in 100% water requirement treatment and 30 and 60 kg N/ha was between 0.42 and 0.46 kg m⁻³. The results of the estimation of production function indicated that the seed yield increased with nitrogen fertilizer application up to 30 kg ha⁻¹, but with gradual increase in nitrogen fertilizer, the yield decreased. Based on the present study, 100% water requirement for seed yield can be recommended for both bean cultivars, however, the amount of fertilizer should be 60 kg N/ha for common bean and 30 kg N/ha for Cowpea.

Keywords: Agronomic traits, Irrigation, Water use, Water requirement

¹- Corresponding author: Water Engineering Department, Lahijan Branch, Islamic Azad University.

*- Received: May 2018, and Accepted: November 2018