پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۸ شمارهٔ۱، نیمهٔ اول ۱۳۹۶، صفحهٔ ۲۱-۹

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 8, No. 1, 2017, p. 9-21
DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.30759

اثر حذف برگ بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.) تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و رژیم‌های آبیاری

زهره امینی[1*]، مهدی پارسا[2]، مهدی نصیری محلاتی[3] و محمد بنایان اول[3]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- عضو هیئت علمی (دانشیار) گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی و گروه پژوهشی بقولات پژوهشکدهٔ علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- اعضای هیئت علمی (استاد) گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۴

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کود نیتروژن، رژیم آبیاری و برگ‌زدایی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود رقم (ILC482)، آزمایشی به‌صورت اسپلیت اسپلیت پلات با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا گردید. کود نیتروژن شامل سه سطح ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم در هکتار به‌عنوان عامل اصلی، تیمار آبیاری شامل آبیاری کامل، آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی به‌عنوان عامل فرعی و برگ‌زدایی شامل پنج سطح صفر، ۲۵،۵۰، ۷۵ و ۱۰۰درصد برگ‌زدایی به‌عنوان عامل فرعی-فرعی درنظرگرفته شد. وزن خشک برگ و ساقه، عملکرد دانه در واحد سطح، عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن صددانه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد تیمار ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن باعث بهبود اکثر صفات فوق (به‌جز شاخص برداشت) شد. این تیمار با عملکرد ۱۳۵/۷گرم دانه در متر مربع بیشترین میزان عملکرد و کمترین شاخص برداشت (۳۲/۳درصد) را تولید کرد. با افزایش مقدار کود نیتروژن مصرفی، اثرات منفی ناشی از برگ‌زدایی در برخی صفات مانند تعداد دانه، تعداد غلاف و وزن برگ بهبود یافت. آبیاری کامل و آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی با متوسط عملکرد دانه ۱۴۶گرم در متر مربع نسبت به آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی برتری داشتند. آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی بیشترین شاخص برداشت (۴۱/۲درصد) را تولید کرد. بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمارهای ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن (۴۱۳/۴گرم در متر مربع) و آبیاری کامل (۴۱۵/۷گرم در متر مربع) به‌دست آمد. برگ‌زدایی کامل، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را به‌ترتیب ۵۴ و ۴۲درصد نسبت به شاهد کاهش داد. کمترین شاخص برداشت نیز به تیمار برگ‌زدایی کامل تعلق داشت. با مصرف نیتروژن می‌توان خسارت ناشی از برگ‌زدایی را کاهش داد و همچنین می‌توان در شرایطی‌که محدودیت منابع آب وجود دارد، با آبیاری تکمیلی در مراحل حساس رشدی نسبت به کمبود آب مقابله کرد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تکمیلی، برگ‌زدایی، تنش خشکی، کود نیتروژن

مقدمه

در ایران سطح زیرکشت نخود (*Cicer arietinum* L.) در حدود ۶۵۰هزار هکتار و نسبت به سایر حبوبات از اهمیت بیشتری برخوردار است. نخود با دارابودن حدود ۲۰درصد پروتئین خام و ۶۰-۵۰درصد کربوهیدرات به‌عنوان یک جزء غذایی مهم در کشورهای توسعه‌یافته مطرح است (Gupta, 1977). این گیاه با داشتن مقدار بالای پروتئین نیاز به نیتروژن زیادی دارد که در شرایط مطلوب تا ۸۰درصد آن از طریق همزیستی تأمین می‌گردد. با وجود این، میزان همزیستی به‌شدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد؛ از این‌رو برآوردهای صورت‌گرفته از مقدار تثبیت نیتروژن توسط نخود بسیار متغیر بوده و از یک تا ۱۴۱کیلوگرم در هکتار متفاوت است. بررسی ۳۱۴مزرعه در هند نشان داد که تنها در ۳۶درصد مزارع گره‌بندی در سطح بسیارخوب و خوب بوده است. همچنین مطالعات انجام شده در ترکیه حاکی از این است که جمعیت ریزوبیوم با قابلیت ایجاد گره در بسیاری از خاک‌های مناطق زیر کشت نخود، کم است. علاوه‌براین، فعالیت همزیستی و تثبیت نیتروژن فقط تا شروع گلدهی ادامه دارد و پس از آن متوقف می‌شود؛ درصورتی‌که دوره زایشی آن طولانی است و بخشی از رشد رویشی نیز در مرحله زایشی اتفاق

*نویسنده مسئول: نیشابور، بلوار شهیدبهشتی، بهشتی۱۳، پلاک۲
تلفن: ۰۹۱۵۶۵۶۲۴۳۸- ۰۵۵۱۳۳۵۷۹۲۲، zohreh.amini@stu.um.ac.ir

می‌افتد و دانه‌ها در این مرحله تشکیل می‌شوند که در نتیجه، به نیتروژن زیادی نیاز دارند (Bagherri *et al.*, 1997).

بررسی ۱۲۳آزمایش کودی در هند نشان داد که مصرف ۳۰ تا ۴۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای نخود دیم به‌خصوص در خاک‌های رسوبی مفید بوده است (Rajendran *et al.*, 1982). در آزمایش Bilsborrow(1993)، عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی با افزایش سطح نیتروژن افزایش یافت و اجزای عملکرد دانه مانند تعداد و وزن غلاف، وزن دانه و وزن هزار دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کاربرد نیتروژن قرار گرفت. در بسیاری از مناطق، علاوه‌بَر دانه، برگ‌های سبز نخود نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. ازدست‌دادن برگ‌ها به‌علت بیماری‌های برگی یا خطرات محیطی و از دست‌دادن دانه‌ها به‌علت حمله آفاتی چون *Heliothis armigera* در کشت نخود رایج است (Pandy, 1984). بنابراین، برآورد کاهش عملکرد ناشی از حذف برگ‌ها می‌تواند در پیش‌بینی عملکرد مؤثر باشد. برگ‌زدایی عملکرد را از طریق کاهش فتوسنتز گیاه کاهش می‌دهد. کاهش سطح برگ و کاهش دورهٔ پُرشدن دانه ماده خشک ذخیره‌شده را کاهش می‌دهد (Ingram *et al.*, 1981; Hinson *et al.*, 1978).

سطوح برگ‌زدایی ۶۷ و ۱۰۰درصد در مرحله رویشی عملکرد سویا (*Glaysine max*) را کاهش نداد؛ اما در مرحله زایشی کاهش عملکرد را به‌دنبال داشت (Gazzoni & Moscardi, 1997). تنش خشکی در مناطق غرب آسیا و شمال آفریقا از جمله عوامل کاهش عملکرد نخود است. میزان کاهش عملکرد بر اثر تنش خشکی به زمان وقوع تنش، شدت تنش و میزان تحمل رقم زراعی بستگی دارد (Gazzoni & Moscardi, 1997). وقوع تنش خشکی در برخی مراحل رشد گیاهان می‌تواند خسارت جبران‌ناپذیری بر عملکرد آن‌ها وارد سازد. از این‌رو شناخت مراحل حساس به خشکی در گیاهان و تأمین به موقع نیاز آن‌ها می‌تواند ما را در جهت حصول حداکثر عملکرد یاری رساند. حساس‌ترین مرحله تنش رطوبت در نخود مراحل گلدهی و پُرشدن غلاف‌هاست. آبیاری تکمیلی در مراحل بحرانی رشد گیاه می‌تواند از شدت خسارت تنش بکاهد و عملکرد را افزایش دهد (Mousavi *et al.*, 2009). در یک بررسی اثر سه رژیم آبیاری (یک‌بار در شروع رشد غلاف، دوبار در شروع رشد غلاف و گلدهی و آبیاری کامل) و کشت دیم بر تولید و عملکرد نخود مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد در زمان بین گلدهی و شروع رشد غلاف، تنش خشکی اثر معنی‌داری بر عملکرد نخود نشان داد، به‌طوری‌که تنش خشکی عملکرد را از ۲۷۶۶کیلوگرم در هکتار تحت شرایط فاریاب به ۹۰۹کیلوگرم در شرایط دیم کاهش داد (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2009). این پرسش که آیا در عملکرد یک گیاه زراعی، مبدأ، محدودکننده است یا مقصد، بسیار پیچیده است، چون بی‌شک در طول رشد و نمو، رابطه بین مقصد و منبع تغییر می‌کند. از جمله عوامل تأثیرگذار روی رابطه منبع و مقصد، مقدار رطوبت در دسترس و نیتروژن خاک می‌باشد (Borras *et al.*, 2004). تحقیق حاضر به‌منظور شبیه‌سازی خسارت عوامل از بین‌برنده برگ‌ها از طریق برگ‌زدایی و تأثیر آن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و رژیم‌های آبیاری در شرایط آب‌وهوایی مشهد انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با هدف شبیه‌سازی خسارت عوامل ازبین‌برنده برگ‌ها به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سه تکرار در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. قبل از آماده‌سازی زمین، از عمق ۲۰سانتی‌متری، نمونه‌برداری (جدول ۱) و سپس عملیات خاک‌ورزی و ایجاد جوی‌وپشته انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل کود نیتروژن به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم در هکتار بود. مقدار کود نیتروژن موردنیاز به‌صورت اوره جهت دست‌یابی به هر یک از سطوح فوق، بر اساس آزمایش تجزیه شیمیایی خاک قبل از کاشت مشخص شد (جدول ۱). سطوح ۳۰ و ۷۵کیلوگرم نیتروژن و حدود نیمی از سطح ۱۵۰کیلوگرم در هنگام کاشت توزیع شد. باقی‌مانده کود نیتروژن سطح ۱۵۰کیلوگرم به‌عنوان کود سرک، هم‌زمان با گلدهی توزیع شد. آبیاری نیز به‌عنوان عامل فرعی شامل سه سطح آبیاری کامل (آبیاری در تمام طول دوره‌ی رشد به‌فاصله ۱۰روز)، آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی بود.

در هر کرت، بذرهای نخود (رقم ILC482) در پنج ردیف به‌طول پنج متر، فاصله بین ردیف ۵۰سانتی‌متر و فاصله روی ردیف شش سانتی‌متر در عمق پنج سانتی‌متر در ۲۵اسفندماه کشت شد. جهت مبارزه با آفت *Heliothis armigera* دومرتبه عملیات سم‌پاشی با سم متاسیستوکس با غلظت دو در هزار صورت گرفت. عملیات مبارزه با علف‌های‌هرز نیز به‌صورت دستی در یک مرحله انجام شد. در زمان ۵۰درصد گلدهی (اواخر اردیبهشت ماه) سطوح مربوط به تیمار برگ‌زدایی شامل حذف ۲۵درصد (حذف یک برگ از چهار برگ)، ۵۰درصد (حذف برگ به‌صورت یک‌درمیان)، ۷۵درصد (حذف سه برگ از چهار برگ) و ۱۰۰درصد برگ‌ها روی شش بوته از هر کرت

اعمال شد؛ به‌طوری‌که بین بوته‌های تحت تیمار، دو بوته به‌عنوان حاشیه درنظرگرفته شد. عملیات برداشت در تیرماه انجام گرفت. همزمان با برداشت، تعداد پنج بوته از هر کرت به‌منظور اندازه‌گیری اجزای عملکرد برداشت شد. بوته‌های مربوط به هر کدام از سطوح تیمار برگ‌زدایی نیز جداگانه برداشت و اجزای عملکرد آن‌ها تعیین شد. جهت اندازه‌گیری وزن خشک اندام هوایی، بوته‌های برداشت‌شده به‌مدت ۴۸ساعت درآون قرار داده شده و سپس توزین شدند. آنالیز داده‌ها به‌وسیله نرم‌افزارMSTAT-C انجام گرفت و جهت رسم شکل‌ها از Excel استفاده شد. مقایسات میانگین داده‌ها نیز با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

جدول۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1. Physico- chemical soil properties of experimental field

عمق (سانتی‌متر) Depth (cm)	درصد نیتروژن %N	فسفر قابل‌دسترس P available (PPM)	پتاسیم قابل‌دسترس K available (PPM)	درصد مواد آلی OM%	اسیدیته PH	هدایت الکتریکی EC (Ds/m)	بافت خاک Soil texture
0-20	0.087	20	286	1.2	8.4	2.5	سیلتی لوم

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثرات ساده و متقابل تیمارها بر اکثر صفات مورد مطالعه معنی‌دار شد، لذا در ادامه تنها به بررسی اثرات متقابل پرداخته شده است.

اجزای عملکرد

تعداد دانه در بوته: نیتروژن اثر معنی‌داری (P≤۰/۰۱) بر تعداد دانه در بوته داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۲۰/۷دانه در بوته در مقایسه با دو سطح دیگر (۳۰ و ۷۵کیلوگرم)، از تعداد دانه در بوته بیشتری برخوردار بود (جدول ۳). وجود نیتروژن، ریزش گل و غلاف را کاهش داده و باعث افزایش تعداد دانه در گیاه و نهایتاً بالارفتن عملکرد می‌شود (Brevendan *et al.*, 1978). در بین سطوح مختلف آبیاری، آبیاری در مرحله گلدهی و غلاف‌دهی بیشترین تعداد دانه در بوته (۲۰/۷) و آبیاری در مرحله گلدهی کمترین تعداد دانه در بوته (۱۲) را تولید کرد (جدول ۳).

تنش خشکی مهم‌ترین عامل کاهش عملکرد نخود است که این کاهش از ریزش غلاف‌ها ناشی می‌شود (Jalota *et al.*, 2006) . در این مورد غلاف‌ها زمانی شروع به ریزش می‌کنند که پیری برگ‌ها در اثر کمبود آب آغاز شده باشد. مطالعات نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد نخود تحت شرایط آبیاری به‌دست می‌آید و در این ارتباط اجتناب از تنش خشکی بعد از مرحله گلدهی به‌ویژه در مرحله غلاف‌دهی تا دانه‌بستن ضروری است (Jalota *et al.*, 2006). برگ‌زدایی اثر منفی معنی‌داری (P≤۰/۰۱) بر تعداد دانه در بوته داشت (جدول ۲)، به‌طوری‌که بیشترین تعداد دانه (۲۱/۹دانه در بوته) مربوط به تیمار بدون برگ‌زدایی و کمترین آن (۱۲/۷دانه در بوته) مربوط به تیمار ۱۰۰درصد برگ‌زدایی می‌باشد (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار نشد (جدول۲). برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی بر این صفت معنی‌دار (P≤۰/۰۱) بود (جدول۲). در این مورد بیشترین تعداد دانه (۲۵/۴دانه در بوته) و کمترین آن (۹/۴دانه در بوته) به‌ترتیب مربوط به تیمار ۷۵کیلوگرم نیتروژن و بدون برگ‌زدایی و تیمار ۳۰کیلوگرم نیتروژن و ۱۰۰درصد برگ‌زدایی بود (جدول ۵). با کاهش میزان نیتروژن، برگ‌زدایی تعداد دانه در بوته را به‌طور قابل‌توجهی کاهش داد، به‌نحوی‌که در مقادیر ۳۰ و ۷۵کیلوگرم نیتروژن، ۱۰۰درصد برگ‌زدایی نسبت به شاهد تعداد دانه در بوته را حدود ۵۲درصد کاهش داد، اما این کاهش برای ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن فقط ۱۹درصد بود. بنابراین به‌نظر می‌رسد که افزایش نیتروژن توانسته با افزایش سطح برگ و فتوسنتز و اختصاص مواد فتوسنتزی به مخزن‌ها (Kouchaki *et al.*, 1997) کاهش منبع را در شرایط برگ‌زدایی جبران کند و ریزش گل و غلاف را کاهش دهد (Brevendan *et al.*, 1978).

برهم‌کنش آبیاری و برگ‌زدایی نیز بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار (P≤۰/۰۱) شد (جدول ۲)، به‌طوری‌که بیشترین تعداد دانه (۲۶/۳دانه در بوته) مربوط به تیمار آبیاری کامل و بدون برگ‌زدایی بود که با تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و غلاف‌دهی و بدون برگ‌زدایی مشابه بود. کمترین تعداد دانه (۱۰/۲دانه در بوته) در تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و ۱۰۰درصد برگ‌زدایی حاصل شد که با تیمارهای ۷۵ و ۲۵درصد برگ‌زدایی در همان سطح آبیاری مشابه بود

(جدول۶). تأثیر برگ‌زدایی بر کاهش تعداد دانه در بوته با افزایش دفعات آبیاری بیشتر شد، به‌طوری‌که شدت کاهش دانه در بوته در تیمار ۱۰۰درصد برگ‌زدایی نسبت به شاهد برای آبیاری در زمان گلدهی ۳۰درصد، دوبار آبیاری (گلدهی، غلاف‌دهی) ۳۸درصد و برای آبیاری کامل ۵۳درصد بود. به‌نظر می‌رسد با تأمین رطوبت بیشتر برای گیاه، شرایط برای تقویت منبع که شامل سطح برگ و فتوسنتز برگ‌ها می‌باشد، بیشتر فراهم شده است؛ به‌طوری‌که قطع برگ‌ها در آبیاری کامل خسارت بیشتری به منبع وارد کرده است و در نتیجه مواد فتوسنتزی و به‌دنبال آن تعداد دانه در بوته با شدت بیشتری تحت تأثیر برگ‌زدایی قرار گرفته است.

تعداد غلاف در بوته: با توجه به نتایج تجزیه واریانس، برهم‌کنش کلیه تیمارها بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری نشان داد بیشترین تعداد غلاف در بوته (۲۰/۲) مربوط به تیمار ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن و آبیاری کامل بود که با تیمارهای ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن و آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی و تیمار ۷۵کیلوگرم نیتروژن و آبیاری کامل از نظر آماری تفاوت نداشت (جدول ۴). در برهم‌کنش بین رژیم‌های آبیاری و برگ‌زدایی، تیمار آبیاری کامل و بدون برگ‌زدایی بیشترین تعداد غلاف (۲۳/۵) و تیمارهای آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی در سطح ۱۰۰ و ۷۵درصد برگ‌زدایی به‌ترتیب با ۸/۲ و ۸/۴غلاف، کمترین تعداد غلاف در بوته را تولید کردند (جدول ۶). در تمام سطوح آبیاری، برگ‌زدایی تأثیر منفی بر تعداد غلاف داشت، اما این اثرات منفی با آبیاری کامل تشدید شد، به‌طوری‌که آبیاری کامل باعث کاهش حدود ۵۰درصد در تعداد غلاف شد. در برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی، تیمار ۷۵کیلوگرم نیتروژن و بدون برگ‌زدایی بیشترین تعداد غلاف (۲۱/۸) را تولید کرد.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات زراعی نخود تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، آبیاری و برگ‌زدایی

Table 2. Analysis of variance (MSS) for some agronomic traits of chickpea affected by different levels of nitrogen, irrigation and defoliation

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	دانه در بوته Seeds/plant	غلاف در بوته Pods/plant	وزن صد دانه 100seed weight	وزن برگ Leaf weight	ماده خشک ساقه Stem weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Bio. Yield	شاخص برداشت Harvest index
بلوک Block	2	12.94 ns	5.57 ns	30.83 ns	5.86 ns	4194.7 ns	109.9 ns	9703.6 ns	51.85 ns
نیتروژن Nitrogen	2	379.25 **	185.55 *	202.10 ns	1667.2 **	41311**	4453**	160139.6**	841.39 **
خطا error	4	16.12	17.47	62.86	6.97	1035	147.7	3201.3	34.02
آبیاری Irrigation	2	996.34 **	891.80 **	173.39 ns	3461.6**	58612 **	59953.3**	311099.5**	937.26 **
نیتروژن*آبیاری N*I	4	105.03 ns	73.47 *	216.80 ns	514.0 **	4937 *	10316.8**	32553.2**	119.75 ns
خطا error	12	33.05	14.91	120.73	4.8	1102	445.9	3445.3	61.45
برگزدایی Defoliation	4	330.75 **	229.57 **	192.25 **	1128.6**	12475 **	30700.1**	127075.9**	424.30 **
نیتروژن*برگزدایی N*D	8	122.45 **	73.68 **	220.04 **	363.6 **	3616 **	2274.2 **	5306.66**	149.74 **
آبیاری* برگزدایی I*D	8	31.82 **	22.65 **	127.15 **	296.0**	5086 **	3239.7 **	12324.8**	131.99 **
نیتروژن*آبیاری* برگزدایی N*I*D	16	117.14 **	52.87 **	271.64 **	326.6 **	2395 **	3682.7 **	12374.5**	106.45 **
خطا(error)	72	7.82	5.89	18.88	8.3	546	111	1432.5	22.94
(CV%)		16.09	15.95	18.72	8.64	15.99	8.41	10.99	13.31

ns، * و ** به‌ترتیب عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns :Non-significant, *and **: Significant at $\alpha = 0.05$ & $\alpha = 0.01$, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات زراعی نخود تحت تأثیر سطوح نیتروژن، آبیاری و برگ‌زدایی

Table 3. Mean comparison of chickpea agronomic traits affected by nitrogen, irrigation and defoliation

تیمار Treatment	تعداد دانه در بوته Seeds/plant	تعداد غلاف در بوته Pods no./plant	وزن صد دانه (گرم) 100seed weight (g)	وزن برگ (گرم در مترمربع) Leaf weight ($g\ m^{-2}$)	وزن خشک ساقه (گرم در مترمربع) Stem weight ($g\ m^{-2}$)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield ($g\ m^{-2}$)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Bio. yield ($g\ m^{-2}$)	شاخص برداشت Harvest index
نیتروژن nitrogen								
30	16.11b	14.21b	25.18	28.94c	126.3b	124.5b	308b	40.75a
75	15.32b	13.88b	23.46	30.95b	131.4b	115.8c	311b	34.84b
150	20.7a	17.55a	21	40.33a	181.1a	135.7a	413a	32.33c
آبیاری irrigation								
گلدهی flowering	12c	10.11c	21.6	24.0c	115.1c	83.2b	253c	33.21b
گلدهی و غلاف‌دهی Flowering and podding	20.73a	17.23b	22.61	34.8b	137.9b	147.8a	364b	41.24a
کامل Full	19.4b	18.3a	25.4	41.4a	185.8a	145a	415.7a	33.47b
برگ‌زدایی (%) Defoliation								
100	12.72d	11.17d	19.71c	28.4d	130.6c	73e	255d	29.26c
75	15.31c	13.45c	22.5b	27.9d	120.8c	112.4d	302c	37.91ab
50	18.58b	16.52b	23.11b	31.9c	153.6b	137.8c	366b	37.16ab
25	18.33b	16.29b	27.16a	34.8b	150.4b	144.8b	361b	39.52ab
0	21.93a	18.64a	23.55b	43.8a	176.0a	158.6a	436a	36.01b

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک درهر ستون، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at α= 0.05 using Dancan Multiple Range Test.

همچنین در تیمار ۳۰کیلوگرم نیتروژن و سطح ۱۰۰درصد برگ‌زدایی کمترین تعداد غلاف در بوته (۸/۶) مشاهده شد (جدول ۵). در سطوح پایین نیتروژن (۳۰ و ۷۵کیلوگرم) برگ‌زدایی تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر تعداد غلاف داشت، به‌طوری‌که در تیمارهای ۱۰۰درصد برگ‌زدایی تعداد غلاف نسبت به شاهد حدود ۵۰درصد کاهش نشان داد، اما در سطح ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن، برگ‌زدایی تا سطح ۷۵درصد تأثیری بر تعداد غلاف نداشت و ۱۰۰درصد برگ‌زدایی فقط ۲۰درصد تعداد غلاف را کاهش داد. به‌نظر می‌رسد مقدار بالای نیتروژن در گیاه تا حدی توانسته با افزایش برگ‌ها و مواد فتوسنتزی و انتقال آن به گل‌ها و غلاف‌ها، کاهش مواد فتوسنتزی ناشی از برگ‌زدایی را جبران کرده و ریزش گل و غلاف را کاهش دهد.

وزن صد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین سطوح مختلف نیتروژن، رژیم‌های آبیاری و برهم‌کنش این‌دو از نظر وزن صد دانه تفاوت معنی‌دار وجود ندارد (جدول ۲). برگ‌زدایی اثر معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) بر وزن صد دانه داشت (جدول ۲). این تیمار تا سطح ۲۵درصد سبب افزایش وزن صد دانه شد و با افزایش شدت برگ‌زدایی صفت مذکور را کاهش داد، به‌طوری‌که این کاهش در برگ‌زدایی کامل نسبت به شاهد ۱۷درصد بود (جدول ۳). برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی بر وزن صد دانه معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) شد (جدول ۲)؛ اما روند مشخصی بین تیمارها مشاهده نشد. با وجود این، تیمار ۷۵کیلوگرم نیتروژن در سطح ۲۵درصد برگ‌زدایی بیشترین وزن صد دانه (۳۳گرم) را تولید کرد و کمترین وزن صد دانه (۱۵ گرم) به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و برگ‌زدایی ۱۰۰درصد اختصاص داشت (جدول ۵). با توجه به همبستگی منفی و معنی‌داری که بین تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه بر قرار است، می‌توان گفت تیمارهایی که تعداد دانه در بوته را بهبود داده‌اند، در مقابل اثر منفی بر وزن صد دانه داشته‌اند. در این برهم‌کنش، مصرف بالای نیتروژن باعث بهبود تعداد دانه در شرایط برگ‌زدایی و در مقابل، کاهش ۴۰درصدی وزن صد دانه شد، درحالی‌که این کاهش برای سطح ۷۵کیلوگرم نیتروژن ۲۰درصد بود.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات زراعی نخود تحت تأثیر نیتروژن و آبیاری

Table 4. Mean comparison of chickpea agronomic traits affected by nitrogen and irrigation

نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen(kg ha^{-1})	آبیاری irrigation	غلاف در بوته Pods/plant	وزن برگ (گرم درمترمربع) Leaf weight(g m^{-2})	ماده خشک ساقه (گرم در مترمربع) Stem weight(g m^{-2})	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seeds yield(g m^{-2})	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Bio. Yield(g m^{-2})
30	گلدهی Flowering	9.91 e	21.25g	82.2f	79.32 e	209.6 e
	گلدهی و غلاف‌دهی Flowering&podding	17.66 b	30.93d	135.1d	171.2 a	370.8 c
	کامل Full	15.06 c	34.62c	161.6c	123 c	344.6 c
75	گلدهی Flowering	7.82 f	22.13g	94.4f	60.95 f	196.5 e
	گلدهی و غلاف‌دهی Flowering&podding	14.13 cd	25.91f	114.6e	121.3 c	303.5 d
	کامل Full	19.70 a	44.78b	185.1b	165.1 a	435.5 b
150	گلدهی Flowering	12.61 d	28.67e	168.7bc	109.4 d	353.3 c
	گلدهی و غلاف‌دهی Flowering&podding	19.90 a	47.62a	164.0c	150.8 b	419.7 b
	کامل Full	20.15 a	44.75b	210.6a	146.8 b	467.1 a

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون هستند، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at $\alpha = 0.05$ probability level using Dancan Multiple Range Test.

برهم‌کنش آبیاری و برگ‌زدایی بر وزن صد دانه معنی‌دار (P≤۰/۰۱) شد (جدول ۲). بیشترین وزن صد دانه با مقدار ۳۳گرم به تیمار آبیاری کامل و برگ‌زدایی ۲۵درصد و کمترین وزن صد دانه (۱۷گرم) به تیمار آبیاری کامل و ۱۰۰درصد برگ‌زدایی مربوط بود. در تیمارهای آبیاری تکمیلی حذف کامل برگ‌ها وزن صد دانه را به‌طور معنی‌داری کاهش نداد، اما این کاهش برای آبیاری کامل به‌میزان ۴۰درصد و معنی‌دار بود (جدول ۶). به‌نظر می‌رسد در دسترس‌بودن رطوبت در شرایطی‌که تمامی برگ‌ها حذف شده‌اند، تمایل گیاه را به تولید اندام‌های ازدست‌رفته سوق داده است. در این‌صورت ماده خشک کمتری به دانه‌های در حال رشد اختصاص یافته و لذا دانه‌ها از سایز کوچکتری برخوردار شده‌اند.

وزن خشک برگ: برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر وزن خشک برگ معنی‌دار (P≤۰/۰۱) شد (جدول۲). افزایش مقدار مصرف نیتروژن همراه با فراهمی رطوبت باعث افزایش ماده خشک برگ در بوته گردید. تیمار ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی بیشترین (۴۷/۶گرم) و تیمار ۳۰کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی کمترین وزن خشک برگ (۲۱/۲گرم) را تولید کرد (جدول ۴). برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی نیز بر وزن خشک برگ معنی‌دار (P≤۰/۰۱) شد (جدول۲). بیشترین و کمترین وزن خشک برگ با ۴۸/۵ و ۱۸/۱گرم در بوته به‌ترتیب مربوط به تیمارهای ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن و بدون برگ‌زدایی و تیمار ۳۰کیلوگرم نیتروژن و برگ‌زدایی کامل بود (جدول۵). به‌نظر می‌رسد هرچه مقدار نیتروژن مصرفی افزایش یافته، توانایی گیاه برای جبران برگ‌های حذف‌شده نیز افزایش یافته است؛ به‌طوری‌که برگ‌زدایی کامل باعث کاهش تقریباً ۶۰، ۳۰ و ۱۶درصد وزن خشک برگ نسبت به شاهد به‌ترتیب در تیمارهای ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن شد. رژیم‌های آبیاری همراه با برگ‌زدایی وزن خشک برگ را تحت تأثیر قرار داد. اگرچه روند مشخصی بین تیمارها مشاهده نشد اما اینچنین به‌نظر می‌رسد که در شرایط در دسترس‌بودن رطوبت (آبیاری کامل)، بوته‌های برگ‌زدایی‌شده از قابلیت جبران بیشتری نسبت به دو سطح دیگر آبیاری برخوردار بودند. بنابراین بوته‌ها وزن برگ بیشتری نسبت به شرایط آبیاری تکمیلی داشتند، به‌طوری‌که برگ‌زدایی کامل باعث کاهش تقریبا ۵۵، ۴۵ و ۱۲درصد وزن خشک برگ نسبت به شاهد به‌ترتیب در تیمارهای یک‌بار آبیاری، دوبار آبیاری و آبیاری کامل شد (جدول ۶).

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات زراعی نخود تحت تأثیر نیتروژن و برگ‌زدایی

Table 5. Mean comparison of chickpea agronomic traits affected by nitrogen and defoliation

نیتروژن nitrogen	برگ‌زدایی defoliation	دانه در بوته Seeds/plant	غلاف دربوته Pods/plant	وزن صد دانه 100 seeds weight (g)	وزن برگ (گرم در مترمربع) Leaf weight (g/m^2)	وزن خشک ساقه (گرم در مترمربع) Stem weight (g/m^2)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع) Seed yield (g/m2)	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع) Bio. Yield (g/m^2)	شاخص برداشت Harvest index
30	100%	9.46g	8.58i	27.34bc	18.15g	94.05i	82.15 h	212.6h	38.99b-e
	75%	13f	11.38gh	27.81b	23.43f	115.1ghi	116.3g	270.1g	45.16a
	50%	13.96f	15.71def	23.49b-f	27.39de	122.4fgh	139de	317.7f	42.92ab
	25%	11.98fg	18.77bc	22.85c-g	29.04de	150.1b-e	152.6c	361.2e	41.41abc
	0	19.61de	16.61cde	24.42b-e	46.53a	150.1b-e	132.7ef	380.0de	35.27d-g
75	100%	11.79fg	10.21hi	16.73hi	26.40ef	131.6d-g	58.14i	240.8gh	23.7 h
	75%	13.88f	11.5gh	19.02f-i	33.99c	106.9hi	89.02h	259.2g	34.36 efg
	50%	17.54e	13.83fg	27.41bc	28.38de	126.0e-h	128.4ef	320.5f	37.03c-f
	25%	20.92cd	12.08gh	33.18a	29.37d	140.9c-f	126.5f	310.1f	39.07b-e
	0	25.39a	21.78a	21.01d-h	36.30c	151.8bcd	177a	428.5bc	40.03bcd
150	100%	16.92e	14.72ef	15.08i	40.59b	166.3b	78.7h	313.8f	25.09h
	75%	19.04de	17.49cd	20.66e-h	26.40ef	140.6c-f	131.9ef	378.8de	34.21efg
	50%	24.24ab	20.01ab	18.43ghi	39.93b	212.2a	146.2cd	461.8b	31.52g
	25%	22.5bc	18.01bcd	25.46bcd	46.20a	160.4b	155.3c	412.0cd	38.09b-e
	0	20.78cd	17.52cd	25.22b-e	48.51a	226.4a	166.1b	500.4a	32.72fg

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون هستند، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at $\alpha = 0.05$ probability level using Dancan Multiple Range Test.

وزن خشک ساقه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر وزن خشک ساقه معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۵) بود (جدول ۲). با افزایش مقدار نیتروژن و همچنین فراهمی رطوبت، وزن خشک ساقه افزایش یافت، به‌طوری‌که در تیمار ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن و آبیاری کامل بیشترین وزن خشک ساقه (۲۱۰/۶گرم در بوته) و در تیمار ۳۰کیلوگرم نیتروژن و آبیاری در مرحله گلدهی کمترین وزن خشک ساقه (۸۲/۲ گرم) مشاهده شد (جدول۴). به‌نظر می‌رسد در شرایط مصرف کم نیتروژن، تأثیر کمبود آب بر وزن خشک ساقه شدیدتر بوده است، به‌طوری‌که در سطح ۳۰کیلوگرم نیتروژن کمبود آب باعث کاهش ۵۰درصدی وزن ساقه نسبت به آبیاری کامل شد، در حالی‌که این کاهش برای ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن فقط ۲۰درصد بود.

مطالعات پژوهشگران نشان داده است که با افزایش نیتروژن مصرفی، تعداد و سطح برگ افزایش یافته که باعث بالارفتن ظرفیت فتوسنتزی می‌شود و به تبع آن سرعت رشد محصول و تولید ماده خشک افزایش می‌یابد (Sajadi Nik *et al.*, 2013; Yousefi *et al.*, 2010). برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی نیز بر وزن خشک ساقه معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) شد (جدول ۲)، در سطوح ۳۰ و ۷۵کیلوگرم نیتروژن، با افزایش برگ‌زدایی وزن خشک ساقه کاهش یافت، اما در سطح ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن روند مشخصی مشاهده نشد. با این‌حال بیشترین وزن خشک ساقه (۲۲۶/۴گرم) از تیمار ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن در بوته‌های بدون برگ‌زدایی و کمترین آن با ۶۰درصد کاهش از تیمار ۳۰کیلوگرم نیتروژن و برگ‌زدایی ۱۰۰درصد به‌دست آمد (جدول ۵). برهم‌کنش آبیاری و برگ‌زدایی نیز بر وزن خشک ساقه معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) شد (جدول۲). در بین رژیم‌های آبیاری، وزن خشک ساقه در تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی کمتر تحت تأثیر برگ‌زدایی قرار گرفت، به‌طوری‌که با افزایش برگ‌زدایی تا سطح ۵۰درصد تفاوت معنی‌داری در وزن خشک ساقه مشاهده نشد و در دفعات بیشتر آبیاری با افزایش مقدار برگ‌زدایی وزن خشک ساقه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. (جدول۶).

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات زراعی نخود تحت تأثیر آبیاری و برگ‌زدایی

Table 6. Mean comparison of chickpea agronomic traits affected by irrigation and defoliation

آبیاری Irrigation	برگ‌زدایی defoliation	دانه در بوته Seeds /plant	غلاف در بوته Pods /plant	وزن صد دانه (گرم) 100 seed weight(g)	وزن برگ (گرم بر مترمربع) Leaf weight (g/m^2)	ماده خشک ساقه (گرم بر متر مربع) Stem weight (g/m^2)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield (g/m^2)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Bio. Yield (g/m^2)	شاخص برداشت Harvest index
گلدهی Flowering stage	100%	10.25 i	8.20 h	19.06 fg	17.75 h	103.7 fg	56.64 i	194.7 g	30.32 c
	75%	10.38 i	8.418 h	19.89 efg	16.24 h	83.3 g	67.08 h	193.1 g	35.04 bc
	50%	13.11 ghi	11 g	19.62 efg	25.78 f	131.4 de	84.43 g	278.7 f	30.69 c
	25%	11.63 i	10.38 gh	27.96 b	21.85 g	127.8 de	104.5 f	294.5 ef	35.73 b
	0	14.61 fgh	12.56 fg	21.52 efg	38.48 cd	129.4 de	103.4 f	304.7 ef	34.26 bc
گلدهی و غلاف‌دهی Flowering & podding stage	100%	15.54 fg	13.63 ef	23.04 c-f	25.56 f	131.5 de	103.3 f	296.1 ef	35.99 b
	75%	18.71 de	15 de	24.14 b-e	24.90 f	115.5 ef	140.8 d	325.1 e	45.47 a
	50%	21.46 cd	18.17 bc	23.32 c-f	35.94 de	143.6 cd	163.4 c	381.1 d	43.2 a
	25%	23.04 bc	19.5 4b	20.4 efg	42.04 b	101.7 fg	155.7 c	331.7 e	45.04 a
	0	24.89 ab	19.8 b	22.17 def	45.64 a	197.4 b	175.7 b	489.2 ab	36.5 b
کامل Full	100%	12.38 hi	11.68 fg	17.05 g	41.94 b	156.6 c	59.06 hi	276.4 f	21.47 d
	75%	16.83 ef	16.94 cd	23.47 b-f	42.87 b	163.7 c	129.4 e	389.8 d	33.22 bc
	50%	21.17 cd	20.39 b	26.38 bcd	34.19 e	185.8 b	165.6 bc	440.3 c	37.57 b
	25%	20.33 cd	18.95 bc	33.13 a	40.72 bc	221.7 a	174.3 b	457.2 bc	37.8 b
	0	26.28 a	23.56 a	26.96 bc	47.22 a	201.2 b	196.6 a	515 a	37.27 b

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک درهر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می باشند

Means within each column with a letter in common are not significantly different at α= 0.05 Probability leve- using Dancan Multiple Range Test.

عملکرد دانه: بررسی برهم‌کنش آبیاری و برگ‌زدایی نشان داد در شرایط آبیاری کامل اثرات منفی ناشی از برگ‌زدایی تشدید شد، به‌طوری‌که برگ‌زدایی کامل باعث کاهش ۷۰درصدی عملکرد نسبت به بدون برگ‌زدایی شد. اما در شرایط کمبود آب (آبیاری در مرحله گلدهی و گلدهی، غلاف‌دهی) کاهش عملکرد نسبت به بدون برگ‌زدایی به‌ترتیب ۴۵ و ۴۰درصد بود. Yang & Midmore (2004) نیز نتایج مشابهی را در مورد ذرت و پنبه گزارش کردند. در پنبه در شرایط آبیاری مناسب با اعمال ۶۷درصد برگ‌زدایی عملکرد محصول نسبت به شاهد ۳۷درصد کاهش یافت؛ در حالی‌که در شرایط تنش آب با ۶۷درصد برگ‌زدایی عملکرد نسبت به شاهد ۱۰۰درصد افزایش داشت. این وضعیت احتمالاً بیانگر بهبود وضعیت آبی گیاه بعد از برگ‌زدایی و بهبود سرعت فتوسنتز گیاه می‌باشد. با این‌حال آبیاری کامل و بدون برگ‌زدایی بیشترین (۱۹۶/۶گرم در متر مربع) و آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی به‌همراه برگ‌زدایی کامل کمترین عملکرد دانه (۵۶/۶گرم در متر مربع) را تولید کردند (جدول ۶). در برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی، تیمار ۷۵کیلوگرم نیتروژن بدون برگ‌زدایی بیشترین عملکرد (۱۷۷گرم در متر مربع) را به‌همراه داشت. برگ‌زدایی کامل در همین سطح نیتروژن نیز کمترین عملکرد دانه (۵۸گرم در متر مربع) را تولید کرد (جدول۵).

عملکرد بیولوژیک: در برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری، بالاترین سطح نیتروژن (۱۵۰کیلوگرم) همراه با آبیاری کامل بیشترین عملکرد بیولوژیک (۴۶۷گرم در متر مربع) را تولید کرد. تیمار ۷۵کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی نیز کمترین عملکرد بیولوژیک را داشت که با تیمار ۳۰کیلوگرم نیتروژن در همین سطح آبیاری تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴). برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی نیز بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) شد (جدول ۲). تیمار بدون برگ‌زدایی همراه با سطح ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن بیشترین (۵۰۰گرم در متر مربع) و تیمار ۳۰کیلوگرم نیتروژن و برگ‌زدایی کامل کمترین عملکرد بیولوژیک (۲۱۲گرم در متر مربع) را داشتند. مصرف کود نیترون بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی، فتوسنتز، افزایش طول دوره رویشی و تجمع ماده خشک بیشتر در شاخساره مؤثر است (Rezvani Moghadam *et al.*, 2010). برهم‌کنش آبیاری و برگ‌زدایی بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) بود (جدول۲). تیمار بدون برگ‌زدایی و آبیاری کامل بیشترین عملکرد بیولوژیک را تولید کرد که از نظر آماری با تیمار آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی و همین سطح برگ‌زدایی تفاوت آماری نداشت. در این برهم‌کنش، کمترین عملکرد بیولوژیک (۱۹۳گرم بر متر مربع) متعلق به تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و ۷۵درصد و ۱۰۰درصد برگ‌زدایی بود (جدول ۶).

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر نیتروژن، آبیاری و برگ‌زدایی بر شاخص برداشت معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) شد (جدول۲). با افزایش مصرف کود نیتروژن،

شاخص برداشت روندی کاهشی را نشان داد، به‌طوری‌که بیشترین (۴۰/۷درصد) و کمترین شاخص برداشت (۳۲/۳درصد) به‌ترتیب به تیمارهای ۳۰ و ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعلق داشت (جدول۳). به‌نظر می‌رسد مصرف بالای نیتروژن رشد رویشی را تحریک نمود و باعث شد گیاه مواد فتوسنتزی بیشتری را به رشد شاخساره تخصیص دهد. نتایج سایر محققان نیز تأثیر مصرف نیتروژن بر افزایش رشد رویشی را نشان می‌دهد (Yousefi *et al.*, 2010; Sajadi Nik *et al.*, 2013). در بین رژیم‌های آبیاری، آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی با شاخص برداشت ۴۱/۲درصد، نسبت به دو سطح دیگر ۲۴درصد افزایش داشت. فراهمی رطوبت در مرحله پُرشدن دانه از طریق افزایش فتوسنتز جاری و سهولت در انتقال مواد فتوسنتزی به دانه سبب افزایش شاخص برداشت می‌شود. با افزایش رطوبت در مرحله غلاف‌دهی شاخص برداشت افزایش می‌یابد (Singh, 1998). اما آبیاری کامل و آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی به‌ترتیب با ۳۳/۵ و ۳۳/۲درصد، شاخص برداشت کمتری داشتند که از نظر آماری مشابه بودند. (جدول ۳). در آبیاری کامل، تأمین رطوبت به‌ویژه در مرحله زایشی رشد رویشی را تحریک کرده و رقابت بین اندام های زایشی و رویشی به نفع اندام رویشی تشدید شده و لذا شاخص برداشت کاهش یافت. در تیمار یک‌بار آبیاری در زمان گلدهی به‌دلیل کمبود رطوبت در مرحله پُرشدن دانه و کاهش شدید فتوسنتز جاری و انتقال مواد فتوسنتزی به مخازن عملکرد دانه به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش یافت و این امر به کم‌شدن شاخص برداشت منجر گردید.

برگ‌زدایی اثر معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) بر شاخص برداشت داشت (جدول ۲). کمترین شاخص برداشت از تیمار برگ‌زدایی کامل حاصل شد و با کاهش برگ‌زدایی، شاخص برداشت بین ۲۴ تا ۳۴درصد افزایش یافت (جدول ۳). در مقادیر کمتر برگ‌زدایی (بین ۲۵ تا ۷۵درصد) شاخص برداشت نسبت به شاهد به مقدار کم و غیر معنی‌دار افزایش نشان داد. به‌نظر می‌رسد افزایش سرعت فتوسنتز در برگ‌های باقیمانده و احتمالاً افزایش انتقال مجدد از ساقه تا حدودی نسبت ماده خشک مخازن به کل ماده خشک گیاه را افزایش داده است. کاهش سطح برگ باعث کاهش مواد فتوسنتزی در دسترس و جذب سریع‌تر ساکارز از برگ‌های باقیمانده توسط مخزن و افزایش شیب غلظت ساکارز بین منبع و مخزن می‌گردد. این امر باعث کاهش پس‌خوری منفی ساکارز بر آنزیم‌های کلیدی ساکارز فسفات سنتتاز شده و سرعت فتوسنتز برگ‌های باقی‌مانده افزایش می‌یابد (Siosemardeh *et al.*, 2011). برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر شاخص برداشت معنی‌دار نشد. در برهم‌کنش آبیاری و برگ‌زدایی، ترکیب آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی با برگ‌زدایی سطوح ۲۵ تا ۷۵درصد با متوسط شاخص برداشت ۴۴/۵درصد، بیشترین شاخص برداشت را به‌خود اختصاص دادند.

بهبود فتوسنتز جاری و انتقال مجدد آن در شرایط بروز تنش خشکی متوسط (دوبار آبیاری تکمیلی در مرحله زایشی) و همچنین برگ‌زدایی با شدت متوسط که منجر به افزایش میزان فتوسنتز برگ‌های باقیمانده شد، به افزایش شاخص برداشت در این تیمارها کمک کرده است. افزایش انتقال مجدد تحت شرایط خشکی و برگ‌زدایی در گندم نیز گزارش شده است (Janmohammadi *et al.*, 2010). آبیاری کامل و برگ‌زدایی ۱۰۰درصد کمترین شاخص برداشت (۲۱/۴درصد) را تولید کرد (جدول ۶)، اما بین سطوح متوسط برگ‌زدایی در هر تیمار آبیاری تفاوت چشمگیری از نظر شاخص برداشت ملاحظه نشد. برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی بر شاخص برداشت معنی‌دار ($P<$۰/۰۱) شد (جدول ۲). بیشترین و کمترین شاخص برداشت با مقادیر ۴۵ و ۲۳درصد به‌ترتیب به تیمارهای ۳۰کیلوگرم نیتروژن و ۷۵درصد برگ‌زدایی و تیمار ۷۵کیلوگرم نیتروژن و برگ‌زدایی کامل تعلق داشت (جدول۵).

همبستگی صفات مورد مطالعه

ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه نشان می‌دهد که کلیه صفات به جز تعداد دانه در غلاف همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه دارند. صفاتی که بیشترین همبستگی را با عملکرد داشتند به‌ترتیب عملکرد بیولوژیک (۰/۸۳)، تعداد غلاف در بوته (۰/۷۷)، تعداد دانه در بوته (۰/۷)، شاخص برداشت (۰/۵۳) و وزن صد دانه (۰/۳۵) بودند (جدول ۷). عملکرد بیولوژیک بالا باعث افزایش توان فتوسنتزی گیاه می‌شود و گیاه قادر خواهد بود که مواد فتوسنتزی لازم برای پُرشدن دانه‌ها را تولید نماید و در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه در واحد سطح شود. در بین اجزای عملکرد، تعداد غلاف در بوته بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه نشان داد. بر این اساس فراهم‌کردن شرایطی که توانایی گیاه را برای تولید حداکثر غلاف بالا ببرد، در بهبود عملکرد دانه ضروری به‌نظر می‌رسد.

جدول ۷- همبستگی بین صفات مورد مطالعه در نخود تحت تأثیر نیتروژن، آبیاری و برگ‌زدایی
Table 7. Correlation between traits in chickpea under nitrogen, irrigation and defoliation

	1	2	3	4	5	6
تعداد دانه در بوته Seeds/plant	1					
تعداد غلاف در بوته Pods/plant	0.88**	1				
وزن صد دانه 100- seed weight	-0.35**	-0.1ns	1			
عملکرد دانه Seed yield	0.7**	0.77**	0.35**	1		
عملکرد بیولوژیک Bio. Yield	0.75**	0.8**	0.12ns	0.83**	1	
شاخص برداشت Harvest index	0.13ns	0.17*	0.47**	0.53**	0.01ns	1

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.
ns :Non-significant, *and **: Significant at α= 0.05 & α= 0.01, respectively.

نتیجه‌گیری

کاربرد کود نیتروژن تا سطح ۱۵۰کیلوگرم، عملکرد، اجزای عملکرد و عملکرد بیولوژیک را در نخود بهبود بخشید و تنها اثر منفی آن بر شاخص برداشت بود. در بین رژیم‌های آبیاری نیز، آبیاری کامل در بسیاری از صفات به جز شاخص برداشت اثر افزایشی داشت، حال آن‌که تأثیر آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی در برخی صفات مانند عملکرد دانه مشابه آبیاری کامل بود. لذا می‌توان در شرایطی که محدودیت منابع آب وجود دارد با آبیاری تکمیلی در مراحل حساس رشد نسبت به کمبود آب مقابله کرد. در این شرایط می‌توان با کاربرد ۳۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌عنوان کود آغازگر عملکردهای قابل‌قبولی تولید کرد. برگ‌زدایی در تمام صفات مورد مطالعه اثر منفی داشت و تنها در مواردی مانند وزن صددانه و شاخص برداشت، حذف جزئی برگ‌ها اثر تعدیل‌کنندگی نسبت به شاهد داشت. شرایط محیطی، میزان خسارت حاصل از برگ‌زدایی را تحت تأثیر قرار داد، به‌نحوی‌که مصرف نیتروژن توانایی گیاه را در برابر جبران برگ‌های از دست‌رفته افزایش داد و همچنین حذف برگ‌ها در شرایط کمبود آب وضعیت آبی گیاه را بهبود بخشید و با انجام انتقال ذخایر ساقه به مخازن اقتصادی گیاه، مقدار اُفت عملکرد ناشی از برگ‌زدایی کاهش یافت. بنابراین با مصرف نیتروژن و محدودیت آبیاری می‌توان از کاهش چشمگیر عملکرد در شرایطی که برگ‌ها خسارت دیده‌اند جلوگیری کرد.

منابع

1. Bagheri, A., Nezami, A., Ganjali, A., and Parsa, M. 1997. Agronomy and Breeding of Chickpea. Jahad Daneshgahi Pub. Mashhad.
2. Bilsborrow, P.E., Evans, E.J., and Zhao, F.J. 1993. The influence of spring nitrogen on yield components. Agriculture Science 120: 219-224.
3. Brevendan, R.E., Egli, D.B., and Leggett, J.E. 1978. Influence of N nutrition on flower and pod abortion and yield of soybeans. Agronomy Journal 70: 81-84.
4. Gazzoni, D. L., and Moscardi, F. 1997. Effect of defoliation levels on recovery of leaf area, on yield and agronomic traits of soybeans. Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo).
5. Janmohammadi, M., Ahmadi, A., and Poustini, K. 2010. Effect of leaf area reduction and nitrogen application on stomatal characteristics of flag leaf and grain yield of wheat under deficit irrigation. Electronic Journal Crops Production 3(4): 177-194. (In Persian with English Summary).
6. Mousavi, S.K., Pezeshkpoor, P., Khorgami, A., and Noori, M. N. 2009. Effects of supplemental irrigation and crop density on yield, and yield components of Kabuli chickpea cultivars. Iranian Journal of Agronomic Research. 7(2): 657-672. (In Persian with English Summary).

7. Pandey, R.K. 1984. Influence of source and sink removal on seed yield of chickpea (*Cicer arietinum*). Field Crops Research 8: 159-168.
8. Rezvani Moghaddam, P., and Sadeghi Samarjan, R. 2008. Effect of sowing dates and different irrigation regimes on morphological characteristics and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) (cultivar 3279 ILC). Iranian Journal of Agronomic Research 6(2): 315-326. (In Persian with English Summary).
9. Sajadi Nik, R., and Yadavi, A.R. 2013. Effect of nitrogen fertilizer, vermicompost and nitroxin on growth indexes, phonological stages and grain yield of Sesame. Electronic Journal Crops Production 6(2): 73-99. (In Persian with English Summary).
10. Singh, S.K.S., and Ganapathy, P.S. 1998. Realisation of yield potential in chickpea (*Cicer arietinum* L.). PP: 318- 319. In: Proceeding of the International Worhshop of Chickpea Improvement. 15-20 Feb 1998, New Dehli, India.
11. Siosemardeh, A., Ranjbar B.H., Sohrabi, Y., and Bahram Nejad, B. 2011. Effect of drought stress and sink-source limitation on gaz exchange and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Iranian Journal of Crops Sciences 2(3): 585-596. (In Persian).
12. Yang, Z., and Midmore, D.J. 2004. Experimental assessment of impact of defoliation on growth and production of water-stressed maize and cotton plants. Experimental Agriculture 40: 189-199.
13. Yazdani Biouki, R., Rezvani Moghadam, P., Kouchaki, A., Amiri, M.B., Fallahi, J., and Deyhimfard, R. 2010. Effects of different nitrogen nutrition of wheat (*Triticum aestivum* L.) Sayonz cultivar on germination indices and seedling growth under levels of drought stress and biological fertilizer. Journal of Agroecology 2(2): 266-276. (In Persian).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 8, No. 1, 2017, p. 9-21

Effect of defoliation on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under different amount of nitrogen fertilizer and irrigation regimes

Amini[1*], Z., Parsa[2], M., Nasiri Mahallati[3], M. & Bannayan Aval[3], M.

1. MSc. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture & Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
3. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 7 January 2014
Accepted: 15 March 2015

DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.30759

Introduction

Chickpea (*Cicer arietinum* L.), an annual with indeterminate growth habit, is one of the most important food legumes. Loss of foliage due to leaf diseases or environmental hazards are prevalent for many crops. Such loss of foliage affects the yield and also the carbohydrate and protein status of leaves and seeds. The source-sink relationship change during growth stages. Few factors including nitrogen fertilizer and water influence this relationship. This experiment was conducted in order to study the effects of nitrogen fertilizer, supplementary irrigation and defoliation on yield and yield components of chickpea.

Materials & Methods

The experiment was conducted as split-split plot based on randomized complete block design with three replications in research farm of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran in 2012. Main plot was nitrogen fertilizer including 30, 75 and 150 kg N/ha and sub-plot was irrigation regimes including full irrigation, supplemental irrigation at flowering and supplemental irrigation at flowering and seed filling stages. Defoliation including 0, 25%, 50%, 75% and 100% was considered as sub-sub plot. Leaf and stem dry weight, seed yield, biological yield, pod number per plant, grain number per plant, 100 grain weight and harvest index were all recorded.

Results & Discussion

The results indicated that all traits excluding harvest index were higher in 150 kg $N.ha^{-1}$ treatment compared to other levels of nitrogen. Nitrogen rate of 150 $kg.ha^{-1}$ produced the highest grain yield (135.7 $g.m^{-2}$). The highest harvest index (40.7%) was obtained at 30 $kg.ha^{-1}$ N treatment. Full irrigation and supplemental irrigation at flowering and poding stages with average grain yield of 146 $g.m^{-2}$ were higher than supplemental irrigation at flowering (83 $g.m^{-2}$). Supplemental irrigation at flowering and poding stages showed the highest harvest index (41.2 %). The highest biological yield was obtained from 150 kg $N.ha^{-1}$ (413 $g.m^{-2}$) and full irrigation (415 $g.m^{-2}$). Nitrogen rate 75 $kg.ha^{-1}$ at 0% defoliation (control), resulted in the highest seed yield (177 $g.m^{-2}$). The lowest seed yield (58 $g.m^{-2}$) was obtained from 75 $kg.ha^{-1}$ nitrogen treatment and complete defoliation. By increasing of N fertilizer application, the negative effects of defoliation in some traits such as pod number and seed and leaf weight decreased. In 30 and 75 $kg.ha^{-1}$ nitrogen treatment, 100% defoliation decreased pod number to 50%, but this was 20% in 150 $kg.ha^{-1}$ nitrogen treatment. Full irrigation with 0% defoliation produced the highest (196 $g.m^{-2}$) and supplemental irrigation at flowering stage with complete defoliation the lowest (56 $g.m^{-2}$) grain yield. Defoliation decreased the most of mentioned traits significantly. Complete defoliation decreased grain and biological yield to 46% and 56%, respectively compared to the control. The lowest harvest index (29%) was obtained in complete defoliation. All of traits including pod number, seed number, harvest index and biological yield had

*Corresponding Author: zohreh.amini@stu.um.ac.ir; Tel: 05513357922, Mobile: 09156562438

positive and significant correlation with seed yield. Biological yield (83%) had highest correlation with yield.

Conclusion

Generally, defoliation decreased grain yield. However, application of nitrogen fertilizer at low levels could decrease the negative effects of defoliation. High N application improved the ability of plant to compensate the leaves that removed grain yield in treatments of full irrigation and supplementary irrigation at flowering and depoding stages was equivalent, therefore under water deficit condition, supplementary irrigation at flowering and podding stages recommend.

Keywords: Defoliation, Drought stress, Nitrogen fertilizer, Supplemental irrigation