

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

زهره امینی<sup>۱\*</sup>، مهدی پارسا<sup>۲</sup>، مهدی نصیری محلاتی<sup>۳</sup> و محمد بنایان اول<sup>۳</sup>

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 پژوهشکده 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

به منظور بررسی اثر کود نیتروژن، رژیم آبیاری و برگ‌زدایی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود رقم (ILC482)، آزمایشی به صورت 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 ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان عامل اصلی، تیمار آبیاری شامل آبیاری کامل، آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی به عنوان عامل فرعی و برگ‌زدایی شامل پنج سطح صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی به عنوان عامل فرعی-فرعی در نظر گرفته شد. وزن خشک برگ و ساقه، عملکرد دانه در واحد سطح، عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن صدانه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن باعث بهبود اکثر صفات فوق (به جز شاخص برداشت) شد. این تیمار با عملکرد ۱۳۵/۷ گرم دانه در متر مربع بیشترین میزان عملکرد و کمترین شاخص برداشت (۳۲/۳ درصد) 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 ۱۴۶ گرم در متر مربع نسبت به آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی برتری داشتند. آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی بیشترین شاخص برداشت (۴۱/۲ درصد) را تولید کرد. بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمارهای ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن (۱۳/۴ گرم در متر مربع) و آبیاری کامل (۱۵/۷ گرم در متر مربع) به دست آمد. برگ‌زدایی کامل، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را به ترتیب ۵۴ و ۴۲ درصد 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 شرایطی که 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

به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد؛ از این رو برآوردهای صورت گرفته از مقدار تثبیت نیتروژن توسط نخود بسیار متغیر بوده و از یک تا ۱۴۱ کیلوگرم در هکتار متفاوت است. بررسی ۳۱۴ مزرعه در هند نشان داد که تنها در ۳۶ درصد مزارع گره‌بندی در سطح بسیار خوب 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. علاوه بر این، فعالیت همزیستی و تثبیت نیتروژن فقط تا شروع گلدهی ادامه دارد و پس از آن متوقف می‌شود؛ در صورتی که دوره زایشی آن طولانی است و بخشی از رشد رویشی نیز در مرحله زایشی اتفاق

در ایران سطح زیر کشت نخود (*Cicer arietinum* L.) در حدود ۶۵۰ هزار هکتار و نسبت به سایر حبوبات از اهمیت بیشتری برخوردار است. نخود با دارا بودن حدود ۲۰ درصد پروتئین خام و ۶۰-۵۰ درصد کربوهیدرات به عنوان یک جزء غذایی مهم در کشورهای توسعه یافته مطرح است (Gupta, 1977). این گیاه با داشتن مقدار بالای پروتئین نیاز به نیتروژن زیادی دارد که در شرایط مطلوب تا ۸۰ درصد آن از طریق همزیستی تأمین می‌گردد. با وجود این، میزان همزیستی

\* نویسنده مسئول: نیشابور، بلوار شهید بهشتی، بهشتی ۱۳، پلاک ۲،  
تلفن: ۰۹۱۵۶۵۲۲۴۳۸ - ۰۵۵۱۳۳۵۷۹۲۲ - zohreh.amini@stu.um.ac.ir

(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 از بین‌برنده برگ‌ها به‌صورت اسپلیت 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 ۲۰ سانتی‌متری، نمونه‌برداری (جدول ۱) و سپس عملیات خاک‌ورزی و ایجاد جوی‌پشته انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل کود نیتروژن به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم 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 ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و حدود نیمی از سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هنگام کاشت توزیع شد. باقی‌مانده کود نیتروژن سطح ۱۵۰ کیلوگرم 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 ۱۰ روز)، آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی بود.

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

می‌افتد و دانه‌ها در این مرحله تشکیل می‌شوند که در نتیجه، به نیتروژن زیادی نیاز دارند (Bagherri et al., 1997). بررسی ۱۲۳ آزمایش کودی در هند نشان داد که مصرف ۳۰ تا ۴۰ کیلوگرم 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 هزار دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کاربرد نیتروژن قرار گرفت. در بسیاری از مناطق، علاوه‌بر دانه، برگ‌های سبز نخود نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. از دست‌دادن برگ‌ها به‌علت بیماری‌های برگ‌گی یا خطرات محیطی و از دست‌دادن دانه‌ها به‌علت حمله آفاتى 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 دوره پُرشدن دانه ماده خشک ذخیره‌شده را کاهش می‌دهد (Ingram et al., 1981; Hinson et al., 1978).

سطوح برگ‌زدایی ۶۷ و ۱۰۰ درصد 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 به‌موقع 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 ۲۷۶۶ کیلوگرم در هکتار تحت شرایط فاریاب به ۹۰۹ کیلوگرم در شرایط دیم کاهش داد (Rezvani

وزن خشک اندام هوایی، بوته‌های برداشت‌شده به مدت ۴۸ ساعت در آون قرار داده شده و سپس توزین شدند. آنالیز داده‌ها به وسیله نرم‌افزار MSTAT-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.

اعمال شد؛ به طوری که بین بوته‌های تحت تیمار، دو بوته به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. عملیات برداشت در تیرماه انجام گرفت. همزمان با برداشت، تعداد پنج بوته از هر کرت به منظور 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

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1. Physico- chemical soil properties of experimental field

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

برگ‌زدایی و کمترین آن (۱۲/۷ دانه در بوته) مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی می‌باشد (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار نشد (جدول ۲). برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی بر این صفت معنی‌دار ( $P \leq 0/01$ ) بود (جدول ۲). در این مورد بیشترین تعداد دانه (۲۵/۴ دانه در بوته) و کمترین آن (۹/۴ دانه در بوته) به ترتیب مربوط به تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و بدون برگ‌زدایی و تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی بود (جدول ۵). با کاهش میزان نیتروژن، برگ‌زدایی تعداد دانه در بوته را به طور قابل توجهی کاهش داد، به نحوی که در مقادیر ۳۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن، ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی نسبت به شاهد تعداد دانه در بوته را حدود ۵۲ درصد کاهش داد، اما این کاهش برای ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن فقط ۱۹ درصد بود. بنابراین به نظر می‌رسد که افزایش نیتروژن توانسته با افزایش سطح برگ و فتوسنتز و اختصاص مواد فتوسنتزی به مخزن‌ها (1997 Kouchaki et al., 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 ( $P \leq 0/01$ ) شد (جدول ۲)، به طوری که بیشترین تعداد دانه (۲۶/۳ دانه 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 (۱۰/۲ دانه در بوته) در تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی حاصل شد که با تیمارهای ۷۵ و ۲۵ درصد برگ‌زدایی در همان سطح آبیاری مشابه بود

## 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 ( $P \leq 0/01$ ) بر تعداد دانه در بوته داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۲۰/۷ دانه در بوته در مقایسه با دو سطح دیگر (۳۰ و ۷۵ کیلوگرم)، 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 بالا رفتن 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 به دست 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 ( $P \leq 0/01$ ) بر تعداد دانه در بوته داشت (جدول ۲)، به طوری که بیشترین تعداد دانه (۲۱/۹ دانه در بوته) مربوط به تیمار بدون

۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری کامل بود که با تیمارهای ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی و تیمار ۷۵ کیلوگرم 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 ۷۵ درصد برگ‌زدایی به ترتیب با ۸/۲ و ۸/۴ غلاف، 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، به طوری که آبیاری کامل باعث کاهش حدود ۵۰ درصد در تعداد غلاف شد. در برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی، تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و بدون برگ‌زدایی بیشترین تعداد غلاف (۲۱/۸) را تولید کرد.

(جدول ۶). تأثیر برگ‌زدایی بر کاهش تعداد دانه در بوته با افزایش دفعات آبیاری بیشتر شد، به طوری که شدت کاهش دانه در بوته در تیمار ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی نسبت به شاهد برای آبیاری در زمان گلدهی ۳۰ درصد، دوبار آبیاری (گلدهی، غلاف‌دهی) ۳۸ درصد و برای آبیاری کامل ۵۳ درصد بود. به نظر می‌رسد با تأمین رطوبت بیشتر برای گیاه، شرایط برای تقویت منبع که شامل سطح برگ و فتوسنتز برگ‌ها می‌باشد، بیشتر فراهم شده است؛ به طوری که قطع برگ‌ها در آبیاری کامل خسارت بیشتری به منبع وارد کرده است و در نتیجه مواد فتوسنتزی و به دنبال 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

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

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

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

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

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر 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  $\alpha=0.05$  using Duncan Multiple Range Test.

این تیمار تا سطح ۲۵ درصد سبب افزایش وزن صد دانه شد و با افزایش شدت برگ‌زدایی صفت مذکور را کاهش داد، به طوری که این کاهش در برگ‌زدایی کامل نسبت به شاهد ۱۷ درصد بود (جدول ۳). برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی بر وزن صد دانه معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲)؛ اما روند مشخصی بین تیمارها مشاهده نشد. با وجود این، تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در سطح ۲۵ درصد برگ‌زدایی بیشترین وزن صد دانه (۳۳ گرم) را تولید کرد و کمترین وزن صد دانه (۱۵ گرم) به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و برگ‌زدایی ۱۰۰ درصد اختصاص داشت (جدول ۵). با توجه به همبستگی منفی و معنی‌داری که بین تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه برقرار 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 ۴۰ درصدی وزن صد دانه شد، در حالی که این کاهش برای سطح ۷۵ کیلوگرم نیتروژن ۲۰ درصد بود.

همچنین در تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و سطح ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی کمترین تعداد غلاف در بوته (۸/۶) مشاهده شد (جدول ۵). در سطوح پایین نیتروژن (۳۰ و ۷۵ کیلوگرم) برگ‌زدایی تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر تعداد غلاف داشت، به طوری که در تیمارهای ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی تعداد غلاف نسبت به شاهد حدود ۵۰ درصد کاهش نشان داد، اما در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، برگ‌زدایی تا سطح ۷۵ درصد تأثیری بر تعداد غلاف نداشت و ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی فقط ۲۰ درصد تعداد غلاف را کاهش داد. به نظر 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 این دو از نظر وزن صد دانه تفاوت معنی‌دار وجود ندارد (جدول ۲). برگ‌زدایی اثر معنی‌داری ( $P \leq 0.01$ ) بر وزن صد دانه داشت (جدول ۲).

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

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

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 Duncan Multiple Range Test.

(جدول ۲). بیشترین و کمترین وزن خشک برگ با ۴۸/۵ و ۱۸/۱ گرم در بوته به ترتیب مربوط به تیمارهای ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و بدون برگ‌زدایی و تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و برگ‌زدایی کامل بود (جدول ۵). به نظر می‌رسد هرچه مقدار نیتروژن مصرفی افزایش یافته، توانایی گیاه برای جبران برگ‌های حذف‌شده نیز افزایش یافته است؛ به طوری که برگ‌زدایی کامل باعث کاهش تقریباً ۶۰، ۳۰ و ۱۶ درصد وزن خشک برگ نسبت به شاهد به ترتیب در تیمارهای ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن شد. رژیم‌های آبیاری همراه با برگ‌زدایی وزن خشک برگ را تحت تأثیر قرار داد. اگرچه روند مشخصی بین تیمارها مشاهده نشد اما اینچنین به نظر می‌رسد که در شرایط در دسترس بودن 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، به طوری که برگ‌زدایی کامل باعث کاهش تقریباً ۵۵، ۴۵ و ۱۲ درصد وزن خشک برگ نسبت به شاهد به ترتیب در تیمارهای یک‌بار آبیاری، دوبار آبیاری و آبیاری کامل شد (جدول ۶).

برهم‌کنش آبیاری و برگ‌زدایی بر وزن صد دانه معنی‌دار شد ( $P \leq 0.01$ ). بیشترین وزن صد دانه با مقدار ۳۳ گرم به تیمار آبیاری کامل و برگ‌زدایی ۲۵ درصد و کمترین وزن صد دانه (۱۷ گرم) به تیمار آبیاری کامل و ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی مربوط بود. در تیمارهای آبیاری تکمیلی حذف کامل برگ‌ها وزن صد دانه را به طور معنی‌داری کاهش داد، اما این کاهش برای آبیاری کامل به میزان ۴۰ درصد و معنی‌دار بود (جدول ۶). به نظر می‌رسد در دسترس بودن رطوبت در شرایطی که تمامی برگ‌ها حذف شده‌اند، تمایل گیاه را به تولید اندام‌های از دست‌رفته سوق داده است. در این صورت 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 ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲). افزایش مقدار مصرف نیتروژن همراه با فراهمی رطوبت باعث افزایش ماده خشک برگ در بوته گردید. تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی بیشترین (۴۷/۶ گرم) و تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی کمترین وزن خشک برگ (۲۱/۲ گرم) را تولید کرد (جدول ۴). برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی نیز بر وزن خشک برگ معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد

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

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

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 Duncan Multiple Range Test.

برگ‌زدایی نیز بر وزن خشک ساقه معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲)، در سطوح ۳۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن، با افزایش برگ‌زدایی وزن خشک ساقه کاهش یافت، اما در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن روند مشخصی مشاهده نشد. با این حال بیشترین وزن خشک ساقه (۲۲۶/۴ گرم) از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در بوته‌های بدون برگ‌زدایی و کمترین آن با ۶۰ درصد کاهش از تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و برگ‌زدایی ۱۰۰ درصد به‌دست آمد (جدول ۵). برهم‌کنش آبیاری و برگ‌زدایی نیز بر وزن خشک ساقه معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲). 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 ۵۰ درصد تفاوت معنی‌داری در وزن خشک ساقه مشاهده نشد و در دفعات بیشتر آبیاری با افزایش مقدار برگ‌زدایی وزن خشک ساقه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. (جدول ۶).

**وزن خشک ساقه:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر وزن خشک ساقه معنی‌دار ( $P \leq 0.05$ ) بود (جدول ۲). با افزایش مقدار نیتروژن و همچنین فراهمی رطوبت، وزن خشک ساقه افزایش یافت، به‌طوری‌که در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری کامل بیشترین وزن خشک ساقه (۲۱۰/۶ گرم در بوته) و در تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری در مرحله گلدهی کمترین وزن خشک ساقه (۸۲/۲ گرم) مشاهده شد (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد در شرایط مصرف کم نیتروژن، تأثیر کمبود آب بر وزن خشک ساقه شدیدتر بوده است، به‌طوری‌که در سطح ۳۰ کیلوگرم نیتروژن کمبود آب باعث کاهش ۵۰ درصدی وزن ساقه نسبت به آبیاری کامل شد، در حالی‌که این کاهش برای ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن فقط ۲۰ درصد بود.

مطالعات پژوهشگران نشان داده است که با افزایش نیتروژن مصرفی، تعداد و سطح برگ افزایش یافته که باعث بالا رفتن 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

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

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

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

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

بیشترین عملکرد بیولوژیک (۴۶۷ گرم در متر مربع) را تولید کرد. تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی نیز کمترین عملکرد بیولوژیک را داشت که با تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در همین سطح آبیاری تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴). برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی نیز بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲). تیمار بدون برگ‌زدایی همراه با سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن بیشترین (۵۰۰ گرم در متر مربع) و تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و برگ‌زدایی کامل کمترین عملکرد بیولوژیک (۲۱۲ گرم در متر مربع) را داشتند. مصرف کود نیتروژن 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 ( $P \leq 0.01$ ) بود (جدول ۲). 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 (۱۹۳ گرم بر متر مربع) متعلق به تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و ۷۵ درصد و ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی بود (جدول ۶).

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر نیتروژن، آبیاری و برگ‌زدایی بر شاخص برداشت معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲). با افزایش مصرف کود نیتروژن،

عملکرد دانه: بررسی برهم‌کنش آبیاری و برگ‌زدایی نشان داد در شرایط آبیاری کامل اثرات منفی ناشی از برگ‌زدایی تشدید شد، به طوری که برگ‌زدایی کامل باعث کاهش ۷۰ درصدی عملکرد نسبت به بدون برگ‌زدایی شد. اما در شرایط کمبود آب (آبیاری در مرحله گلدهی و گلدهی، غلاف‌دهی) کاهش عملکرد نسبت به بدون برگ‌زدایی به ترتیب ۴۵ و ۴۰ درصد بود. (Yang & Midmore (2004) نیز نتایج مشابهی را در مورد ذرت و پنبه گزارش کردند. در پنبه در شرایط آبیاری مناسب با اعمال ۶۷ درصد برگ‌زدایی عملکرد محصول نسبت به شاهد ۳۷ درصد کاهش یافت؛ در حالی که در شرایط تنش آب با ۶۷ درصد برگ‌زدایی عملکرد نسبت به شاهد ۱۰۰ درصد افزایش داشت. این وضعیت احتمالاً بیانگر بهبود وضعیت آبی گیاه بعد از برگ‌زدایی و بهبود سرعت فتوسنتز گیاه می‌باشد. با این حال آبیاری کامل و بدون برگ‌زدایی بیشترین (۱۹۶/۶ گرم در متر مربع) و آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی به همراه برگ‌زدایی کامل کمترین عملکرد دانه (۵۶/۶ گرم در متر مربع) را تولید کردند (جدول ۶). در برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی، تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن بدون برگ‌زدایی بیشترین عملکرد (۱۷۷ گرم در متر مربع) را به همراه داشت. برگ‌زدایی کامل در همین سطح نیتروژن نیز کمترین عملکرد دانه (۵۸ گرم در متر مربع) را تولید کرد (جدول ۵).

عملکرد بیولوژیک: در برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری، بالاترین سطح نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم) همراه با آبیاری کامل



ساکارز فسفات سنتتاز شده و سرعت فتوسنتز برگ‌های باقی‌مانده افزایش می‌یابد (Siosemardeh *et al.*, 2011). برهم کنش نیتروژن و آبیاری بر شاخص برداشت معنی‌دار نشد. در برهم کنش آبیاری و برگ‌زدایی، ترکیب آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی با برگ‌زدایی سطوح ۲۵ تا ۷۵ درصد با متوسط شاخص برداشت ۴۴/۵ درصد، بیشترین شاخص برداشت را به خود 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 ۱۰۰ درصد کمترین شاخص برداشت (۲۱/۴ درصد) را تولید کرد (جدول ۶)، اما بین سطوح متوسط برگ‌زدایی در هر تیمار آبیاری تفاوت چشمگیری از نظر شاخص برداشت ملاحظه نشد. برهم کنش نیتروژن و برگ‌زدایی بر شاخص برداشت معنی‌دار ( $P < 0/01$ ) شد (جدول ۲). بیشترین کمترین شاخص برداشت با مقادیر ۴۵ و ۲۳ درصد به ترتیب به تیمارهای ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و ۷۵ درصد برگ‌زدایی و تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و برگ‌زدایی کامل تعلق داشت (جدول ۵).

#### 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 به ترتیب 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 فراهم کردن شرایطی که توانایی گیاه را برای تولید حداکثر غلاف بالا ببرد، در بهبود عملکرد دانه ضروری به نظر می‌رسد.

شاخص برداشت روندی کاهشی را نشان داد، به طوری که بیشترین (۴۰/۷ درصد) و کمترین شاخص برداشت (۳۲/۳ درصد) به ترتیب به تیمارهای ۳۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعلق داشت (جدول ۳). به نظر 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 ۴۱/۲ درصد، نسبت به دو سطح دیگر ۲۴ درصد 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 به ترتیب با ۳۳/۵ و ۳۳/۲ درصد، 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 اندام‌های زایشی و رویشی به نفع اندام رویشی تشدید شده و لذا شاخص برداشت کاهش یافت. در تیمار یک‌بار آبیاری در زمان گلدهی به دلیل کمبود رطوبت در مرحله پُرشدن دانه و کاهش شدید فتوسنتز جاری و انتقال مواد فتوسنتزی به مخازن عملکرد دانه به طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش یافت و این امر به کم‌شدن شاخص برداشت منجر گردید.

برگ‌زدایی اثر معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) بر شاخص برداشت داشت (جدول ۲). کمترین شاخص برداشت از تیمار برگ‌زدایی کامل حاصل شد و با کاهش برگ‌زدایی، شاخص برداشت بین ۲۴ تا ۳۴ درصد افزایش یافت (جدول ۳). در مقادیر کمتر برگ‌زدایی (بین ۲۵ تا ۷۵ درصد) شاخص برداشت نسبت به شاهد به مقدار کم و غیر معنی‌دار افزایش نشان داد. به نظر 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

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

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

ns, \* و \*\* به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.  
ns :Non-significant, \*and \*\*: Significant at  $\alpha=0.05$  &  $\alpha=0.01$ , respectively.

### نتیجه‌گیری

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، به نحوی که 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 افت 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.

کاربرد کود نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم، 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 ۳۰ کیلوگرم 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

### 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, phenological 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 Workshop 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 gas 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).

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

Amini<sup>1\*</sup>, Z., Parsa<sup>2</sup>, M., Nasiri Mahallati<sup>3</sup>, M. & Bannayan Aval<sup>3</sup>, 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<sup>-1</sup> treatment compared to other levels of nitrogen. Nitrogen rate of 150 kg.ha<sup>-1</sup> produced the highest grain yield (135.7 g.m<sup>-2</sup>). The highest harvest index (40.7%) was obtained at 30 kg.ha<sup>-1</sup> N treatment. Full irrigation and supplemental irrigation at flowering and podding stages with average grain yield of 146 g.m<sup>-2</sup> were higher than supplemental irrigation at flowering (83 g.m<sup>-2</sup>). Supplemental irrigation at flowering and podding stages showed the highest harvest index (41.2 %). The highest biological yield was obtained from 150 kg N.ha<sup>-1</sup> (413 g.m<sup>-2</sup>) and full irrigation (415 g.m<sup>-2</sup>). Nitrogen rate 75 kg.ha<sup>-1</sup> at 0% defoliation (control), resulted in the highest seed yield (177 g.m<sup>-2</sup>). The lowest seed yield (58 g.m<sup>-2</sup>) was obtained from 75 kg.ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> nitrogen treatment, 100% defoliation decreased pod number to 50%, but this was 20% in 150 kg.ha<sup>-1</sup> nitrogen treatment. Full irrigation with 0% defoliation produced the highest (196 g.m<sup>-2</sup>) and supplemental irrigation at flowering stage with complete defoliation the lowest (56 g.m<sup>-2</sup>) 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 podding stages was equivalent, therefore under water deficit condition, supplementary irrigation at flowering and podding stages recommend.

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