

## اثر حذف مخزن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود (*Cicer arietinum* var. ILC 482) تحت تأثیر سطوح نیتروژن و 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 سابق کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد  
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی و گروه پژوهشی بقولات پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد  
۳- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۸

### چکیده

به منظور بررسی اثر نیتروژن و رژیم‌های آبیاری و غلاف‌زدایی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود رقم (ILC482)، آزمایشی به صورت کرت‌های دوبار خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل مقادیر کود نیتروژن (۰، ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان عامل اصلی، رژیم‌های آبیاری (آبیاری کامل: آبیاری در تمام دوره رشد به فاصله ۱۰ روز؛ و آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و مراحل گلدهی و غلاف‌دهی) به عنوان عامل فرعی و غلاف‌زدایی (شاهد: ۰)، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد) به عنوان عامل فرعی-فرعی بود. وزن خشک برگ و ساقه، وزن دانه در بوته، وزن خشک اندام هوایی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن ۱۰۰ دانه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن باعث بهبود اکثر صفات مورد مطالعه شد. تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن با ۳/۸ گرم دانه در بوته بیشترین وزن دانه در بوته را تولید کرد. بیشترین شاخص برداشت (۳۶ درصد) به تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن تعلق داشت. تیمار آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی با وزن دانه ۴/۴ گرم در بوته نسبت به دو سطح دیگر آبیاری برتری داشت. بالاترین شاخص برداشت (۳۹ درصد) نیز به همین سطح آبیاری تعلق داشت. در دو تیمار آبیاری کامل و آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی، ۷۵ درصد غلاف‌زدایی وزن دانه را ۶۰ درصد کاهش داد، اما این کاهش در تیمار آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی ۴۵ درصد بود. در این برهم‌کنش، آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی همراه با غلاف‌زدایی جزئی (۲۵ درصد) بیشترین شاخص برداشت (۴۵ درصد) را داشت. بیشترین وزن خشک اندام هوایی از تیمارهای ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن (۱۲/۸ گرم در بوته) و آبیاری کامل (۱۴/۳ گرم در بوته) به دست آمد. غلاف‌زدایی تمام صفات فوق (به جز وزن برگ) را به طور معنی‌داری کاهش داد. ۷۵ درصد غلاف‌زدایی، وزن دانه و وزن خشک اندام هوایی را به ترتیب ۵۶ و ۳۰ درصد نسبت به شاهد کاهش داد. کمترین شاخص برداشت نیز (۲۳ درصد) به تیمار ۷۵ درصد غلاف‌زدایی تعلق داشت. در شرایط تنش خشکی (یک نوبت آبیاری)، مصرف بالای کود نیتروژن تأثیری بر وزن دانه در بوته نداشت، لذا می‌توان با مصرف ۳۰ کیلوگرم نیتروژن به عنوان کود آغازگر، عملکرد قابل قبول (۱۶۶ گرم دانه در مترمربع) را به دست آورد. به طور کلی با مصرف نیتروژن، می‌توان خسارت ناشی از حذف غلاف‌ها را تا حدی بهبود بخشید. همچنین در شرایطی که محدودیت آب وجود دارد، می‌توان با آبیاری تکمیلی در مراحل زایشی با کمبود آب مقابله کرد. تمام صفات از جمله تعداد غلاف، تعداد دانه، شاخص برداشت و وزن خشک اندام هوایی همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن دانه داشتند. در این بین، تعداد غلاف در مترمربع بیشترین همبستگی (۷۵ درصد) را با وزن دانه داشت.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تکمیلی، تنش خشکی، غلاف‌زدایی، گل‌زدایی

### مقدمه

منبع پروتئین انسان اهمیت بسیار زیادی در سبب مصرف خانواده دارد. در بوم‌نظام‌های زراعی جهان، حبوبات به دلیل برخورداری از توانایی تثبیت نیتروژن اتمسفر در همزیستی با باکتری‌ها بخش عمده‌ای از نیتروژن مورد نیاز گیاهان زراعی بعد از خود را فراهم می‌سازند (Hajikhani et al., 2011). نخود (*Cicer arietinum* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده

حبوبات از منابع مهم غذایی سرشار از پروتئین برای تغذیه انسان و دام به شمار می‌روند. حبوبات با دارا بودن ۱۸ تا ۳۲ درصد پروتئین در مقایسه با پروتئین‌های حیوانی در رژیم غذایی مردم به ویژه افراد کم‌درآمد، از نظر تغذیه‌ای به عنوان

\* نویسنده مسئول: تلفن همراه: ۰۹۱۵۶۵۶۲۴۳۸، zohre2438@yahoo.com

بنابراین انتظار می‌رود با انجام آبیاری تکمیلی در این مراحل رشد گیاه، از شدت خسارت تنش کاسته شود و عملکرد افزایش یابد (Fallah *et al.*, 2005). در مطالعه‌ای تأثیر آبیاری تکمیلی در زراعت دیم نخود مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که آبیاری تکمیلی عملکرد دانه را افزایش داد. این افزایش از طریق افزایش رشد رویشی و وزن هزار دانه حاصل شد. افزایش عملکرد دانه ناشی از اثر آبیاری تکمیلی در مراحل غنچه‌دهی، غلاف‌بندی و پُرشدن دانه نسبت به شاهد به‌ترتیب ۲۸، ۴۰ و ۵۶ درصد بود. لذا آبیاری در مراحل آخر رشد موجب افزایش وزن هزار دانه و عملکرد دانه گردید (Ashraftaliai & Sayadian, 2000). (Ullah *et al.*, 2002) و (Fallah *et al.*, 2005) اظهار داشتند آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و پُرشدن غلاف‌ها عملکرد دانه را افزایش داد.

در طول تولید دانه، رشد گیاه، گلدهی و عملکرد دانه تحت تأثیر عوامل زیستی و غیرزیستی و عملیات مدیریتی قرار می‌گیرد. لوبیا چشم‌بلبلی تعداد زیادی سینک تشکیل می‌دهد که تعداد کمی از آن‌ها بارور می‌شود، به این خاطر که گیاه شاخ و برگش را به‌علت پیری برگ از دست می‌دهد. جدا از این عامل، برداشت غلاف‌های سبز جهت مصرف خوراکی یا حمله غلاف‌خوارها نیز باعث کاهش بار مخزن و تغییر نسبت منبع به مخزن می‌شود. غلاف‌زدایی یک تکنیک است که سرعت رشد را از طریق تغییر تعادل منبع و مخزن تغییر می‌دهد و به سرعت رشد بیشتر و در نهایت تولید بیشتر گل و دانه در گیاه منجر می‌شود (Rathod, 2009). مطالعه روی تأثیر سطوح حذف غلاف‌ها (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰) روی عملکرد سویا نشان داد که اکثر پارامترهای رشد، عملکرد و اجزای عملکرد با هر ۱۰ درصد افزایش در حذف غلاف به‌طور خطی کاهش یافت (Kurtakoti, 2001). (Kasai *et al.*, 2008) با اعمال دو درجه متفاوت از محدودیت مخزن روی سویا (نصف غلاف‌های توسعه‌یافته، همه غلاف‌های توسعه‌یافته) دریافتند که درجه بزرگ‌تر، میزان فتوسنتز بیشتری داشت و منجر به افزایش اندازه دانه شد. 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. تحقیق حاضر به‌منظور برآورد کاهش عملکرد ناشی از حذف اثر خسارت ناشی از حذف غلاف‌ها و تأثیر آن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و رژیم‌های آبیاری انجام گرفت.

بقولات است که در اکثر نقاط دنیا کشت می‌شود (Ganjeali *et al.*, 2009). بذر نخود حاوی ۲۴/۶۳ درصد پروتئین، ۶۴/۶۰ درصد کربوهیدرات و ۵/۶۲ درصد روغن می‌باشد. علاوه‌براین، منبع غنی معدنی نظیر کلسیم، منیزیم، پتاسیم، سدیم، روی، آهن، مس و ویتامین‌ها نیز به‌شمار می‌آید. همین‌طور قابلیت تثبیت نیتروژن از دیگر دلایل اهمیت این گیاه می‌باشد (Abu salem & Abu arab, 2001).

نیتروژن یکی از عناصر اصلی تعیین‌کننده در تغذیه، رشد گیاه و عملکرد آن محسوب می‌شود، به‌طوری‌که میزان نیتروژن قابل‌دسترس برای گیاه می‌تواند محتوی پروتئین دانه، کلروفیل برگ، اندازه و حجم پروتوپلاسم سلولی و همچنین سطح برگ و فرآیند فتوسنتزی را تحت تأثیر قرار دهد (Janmohamadi & *et al.*, 2010). فراهمی مواد غذایی به‌ویژه نیتروژن سبب بهبود وضعیت رشد رویشی می‌شود. در نتیجه گسترش اندام هوایی و توسعه برگ‌ها مواد فتوسنتزی بیشتری تولید و به مصرف اندام‌های زایشی می‌رسد (Ghosh *et al.*, 2004). مقادیر بالاتر کود نیتروژن در صورتی که بذور با باکتری تلقیح نشده باشند، باعث افزایش محصول شده است (Ashraftaliai & Sayadian, 2000). برآوردهای صورت‌گرفته از مقدار تثبیت نیتروژن توسط نخود بسیار متغیر بوده و از یک تا ۱۴۱ کیلوگرم در هکتار متفاوت است. بررسی ۳۱۴ مزرعه در شرایط آب‌وهوایی هند نشان داد که تنها در ۳۶ درصد مزارع گره‌بندی در سطح بسیار خوب و خوب بوده است. علاوه‌براین فعالیت همزیستی و تثبیت نیتروژن فقط تا شروع گلدهی ادامه دارد و پس از آن متوقف می‌شود، در صورتی‌که دوره زایشی آن طولانی است و بخشی از رشد رویشی نیز در مرحله زایشی اتفاق می‌افتد و دانه‌ها در این مرحله تشکیل می‌شوند که به‌تبع به نیتروژن زیادی نیاز دارند (Bagheri *et al.*, 1997). کمبود آب مهم‌ترین عامل غیرزیستی محدودکننده برای دستیابی به عملکرد پتانسیل گیاهان زراعی محسوب می‌شود. تغییر شرایط آب‌وهوایی در چند دهه اخیر منجر به کاهش میزان بارندگی و تغییر در توزیع آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک شده است. به‌نظر می‌رسد با توجه به تغییر الگوهای بروز خشکی، تغییر در راهبردهای مناسب برای کاهش اختلاف عملکرد واقعی و پتانسیل گیاهان زراعی در این مناطق ضروری است (Sasani *et al.*, 2004).

آبیاری تکمیلی یکی از جمله روش‌های مؤثر در جبران کمبود رطوبت خاک و بالابردن کارایی مصرف آب و جلوگیری از نوسان عملکرد و دستیابی به تولید پایدار در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. با توجه به این‌که حساس‌ترین مرحله تنش رطوبتی در نخود مرحله گلدهی و پُرشدن دانه می‌باشد،

## مواد و روش‌ها

و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اعمال شد. مقدار کود نیتروژن مورد نیاز (به صورت اوره ۴۶ درصد) جهت دستیابی به هر یک از سطوح فوق، بر اساس آزمایش تجزیه شیمیایی خاک قبل از کاشت مشخص شد (جدول ۱).

این تحقیق به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کود نیتروژن به عنوان عامل اصلی بود که در سه سطح ۳۰، ۷۵،

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1. Soil physical and chemical properties of experimental field

عمق (سانتی‌متر) Depth (cm)	درصد نیتروژن کل %N	فسفر قابل دسترس Available P (PPM)	پتاسیم قابل دسترس Available K (PPM)	درصد مواد آلی %OM	اسیدیته PH	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	بافت Texture
0-20	0.087	20	286	1.2%	8.4	2.5	سیلتی لوم

## نتایج و بحث

## تعداد دانه در بوته

برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) بود (جدول ۲). در شرایط کمبود آب، مصرف بالای نیتروژن اثر سوء بر تعداد دانه در بوته ایجاد کرد، به طوری که در تیمارهای ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، آبیاری در مرحله گلدهی تعداد دانه در بوته را به طور متوسط حدود ۴۶ درصد نسبت به آبیاری کامل کاهش داد، در حالی که این کاهش در تیمار ۳۰ کیلوگرم تنها هشت درصد بود (جدول ۳). برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی بر این صفت معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) بود (جدول ۲).

در این مورد، بیشترین تعداد دانه (۸۳۸) از تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و بدون غلاف‌زدایی و کمترین آن با ۷۶ درصد کاهش از همین سطح نیتروژن و ۷۵ درصد غلاف‌زدایی حاصل شد. غلاف‌زدایی در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، کمترین کاهش را در تعداد دانه ایجاد کرد (جدول ۴). برهم‌کنش آبیاری و غلاف‌زدایی نیز بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲)، به طوری که بیشترین تعداد دانه (۸۶۷) مربوط به تیمار آبیاری کامل و بدون غلاف‌زدایی بود که با تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و غلاف‌دهی و بدون غلاف‌زدایی تفاوت معنی‌دار نداشت. کمترین تعداد دانه (۲۱۸) نیز از تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و ۷۵ درصد غلاف‌زدایی حاصل شد (جدول ۵). تعداد دانه در بوته در تیمار آبیاری کامل بیش از دو سطح دیگر آبیاری، تحت تأثیر غلاف‌زدایی قرار گرفت. در این سطح آبیاری، ۷۵ درصد غلاف‌زدایی باعث کاهش حدود ۶۸ درصد عملکرد نسبت به شاهد شد.

حدود نیمی از کود نیتروژن سطح ۱۵۰ کیلوگرم، به عنوان کود سرک همزمان با گلدهی توزیع شد. آبیاری نیز به عنوان عامل فرعی شامل سه سطح آبیاری کامل (آبیاری به فاصله ۱۰ روزه در طول فصل رشد)، آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی بود. قبل از آماده‌سازی زمین، از خاک مزرعه نمونه برداری و سپس عملیات خاک‌ورزی و ایجاد جوی و پشته انجام شد. در هر کرت بذرهای نخود (رقم ILC482) در پنج ردیف به طول پنج متر، فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف شش سانتی‌متر در عمق پنج سانتی‌متر در ۲۵ اسفندماه ۱۳۹۰ کشت شد. جهت مبارزه با آفت *Heliothis armigera* دو مرتبه عملیات سم‌پاشی با سم متاسیستوکس با غلظت دو در هزار در خردادماه صورت گرفت. عملیات مبارزه با علف‌های هرز نیز به صورت دستی در یک مرحله انجام شد. در حدود سه هفته بعد از گلدهی (خردادماه) سطوح مربوط به تیمار غلاف‌زدایی شامل حذف ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد غلاف‌ها روی شش بوته از هر کرت اعمال شد؛ به طوری که بین بوته‌های تحت تیمار، دو بوته به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. عملیات برداشت سطح کل کرت‌ها به صورت دستی در دهم 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 غلاف‌زدایی نیز جداگانه برداشت و اجزای عملکرد آن‌ها تعیین شد. جهت اندازه‌گیری وزن خشک اندام هوایی، بوته‌های برداشت شده به مدت ۴۸ ساعت در آون قرار داده شده و سپس توزین شدند. آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار MSTAT-C انجام و جهت رسم نمودارها از Excel استفاده شد. مقایسات میانگین داده‌ها نیز با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات زراعی نخود تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، آبیاری و غلاف‌زدایی  
 Table 2. Analysis of variance (MSS) for some agronomic traits of chickpea affected by different levels of nitrogen, irrigation and depodding

شاخص برداشت Harvest index	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weigh	وزن دانه در بوته Seed weight	ماده خشک ساقه Stem dry weight	ماده خشک برگ Leaf dry weight	وزن صد دانه 100-seed weight	تعداد غلاف در بوته Pods/plant	تعداد دانه در بوته Seeds/Plant	درجه آزادی Df	منابع تغییر S.O.V
92.77 <sup>ns</sup>	0.24 <sup>ns</sup>	0.63 <sup>ns</sup>	1.21 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	90.70 <sup>ns</sup>	7.11 <sup>ns</sup>	10.93 <sup>ns</sup>	2	بلوک Block
642.0 <sup>**</sup>	98.54 <sup>**</sup>	5.84 <sup>**</sup>	21.12 <sup>**</sup>	7.93 <sup>**</sup>	13.27 <sup>ns</sup>	141.68 <sup>**</sup>	129.20 <sup>*</sup>	2	نیتروژن Nitrogen (N)
22.77	3.08	0.13	0.18	0.28	20.19	5.18	14.16	4	خطای اصلی error
1642 <sup>**</sup>	386.97 <sup>**</sup>	56.46 <sup>**</sup>	107.76 <sup>**</sup>	19.96 <sup>**</sup>	473.37 <sup>**</sup>	404.43 <sup>**</sup>	612.22 <sup>**</sup>	2	آبیاری Irrigation (I)
64.17 <sup>ns</sup>	44.09 <sup>**</sup>	7.52 <sup>**</sup>	5.52 <sup>**</sup>	3.32 <sup>**</sup>	142.67 <sup>**</sup>	70.51 <sup>*</sup>	221.26 <sup>**</sup>	4	نیتروژن*آبیاری N*I
23.97	4.16	0.57	0.90	0.10	19.05	14.10	11.60	12	خطای فرعی error
936.9 <sup>**</sup>	32.17 <sup>**</sup>	33.06 <sup>**</sup>	9.82 <sup>**</sup>	0.79 <sup>**</sup>	38.71 <sup>ns</sup>	553.49 <sup>**</sup>	741.62 <sup>**</sup>	3	غلاف‌زدایی Depodding (D)
243.3 <sup>**</sup>	2.76 <sup>*</sup>	3.67 <sup>**</sup>	3.78 <sup>**</sup>	1.67 <sup>**</sup>	78.30 <sup>**</sup>	75.06 <sup>**</sup>	129.36 <sup>**</sup>	6	نیتروژن*غلاف‌زدایی N*D
186 <sup>**</sup>	25.95 <sup>**</sup>	2.37 <sup>**</sup>	5.45 <sup>**</sup>	2.25 <sup>**</sup>	131.46 <sup>**</sup>	36.37 <sup>**</sup>	52.72 <sup>**</sup>	6	آبیاری*غلاف‌زدایی I*D
60.57 <sup>**</sup>	4.03 <sup>**</sup>	1.98 <sup>**</sup>	1.80 <sup>**</sup>	0.92 <sup>**</sup>	205.30 <sup>**</sup>	46.63 <sup>**</sup>	83.93 <sup>**</sup>	12	نیتروژن*آبیاری* غلاف‌زدایی N*I*D
17.62	1.17	0.15	0.40	0.08	15.70	4.84	4.66	54	خطای فرعی-فرعی (error)
13.47	10	11.4	13.5	17.64	16.66	17.46	14.7		%CV

ns: \* و \*\*: به ترتیب عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

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

### تعداد غلاف در بوته

آبیاری در مرحله گلدهی، غلاف‌زدایی تعداد غلاف در بوته را به یک میزان کاهش داد. مقایسه سطوح غلاف‌زدایی در بین رژیم‌های آبیاری کامل و آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی نشان می‌دهد که در هر سطح از غلاف‌زدایی از ۲۵ تا ۷۵ درصد، تعداد غلاف در بوته در بین این دو رژیم آبیاری تفاوت کمی را نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد تعداد دفعات آبیاری تأثیری بر خسارت ناشی از غلاف‌زدایی نداشت.

در برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی، تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و بدون غلاف‌زدایی بیشترین تعداد غلاف (۷۱۹) را تولید کرد. کمترین تعداد غلاف (۱۶۸) نیز از همین سطح نیتروژن و ۷۵ درصد غلاف‌زدایی حاصل شد (جدول ۴). در سطوح پایین نیتروژن، غلاف‌زدایی تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر تعداد غلاف داشت، به طوری که در سطوح ۳۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در تیمار ۷۵ درصد غلاف‌زدایی، تعداد غلاف نسبت به شاهد به ترتیب حدود ۵۶ و ۷۷ درصد کاهش نشان داد، اما در سطح ۱۵۰ کیلوگرم

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 (۵۷۲) مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری کامل می‌باشد که با تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی از نظر آماری تفاوت نداشت (جدول ۳). (Varughese & Gheetha (2001). دریافتند که کود نیتروژن بر عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی مؤثر بوده و باعث افزایش تعداد غلاف و دانه می‌شود. در برهم‌کنش بین رژیم‌های آبیاری و غلاف‌زدایی، تیمار آبیاری کامل و بدون غلاف‌زدایی بیشترین تعداد غلاف (۷۷۷) و تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی در سطح ۷۵ درصد غلاف‌زدایی با ۱۷۱ غلاف، کمترین تعداد غلاف در بوته را تولید کردند (جدول ۵). نتایج نشان داد در هر دو تیمار آبیاری کامل و

مختلف غلاف‌زدایی از نظر وزن صد دانه مشاهده نشد. با این‌حال، بیشترین وزن ۱۰۰ دانه (۲۸ گرم) از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۲۵ درصد غلاف‌زدایی و کمترین آن با ۱۹ گرم از همین سطح نیتروژن و ۵۰ درصد غلاف‌زدایی حاصل شد (جدول ۴). برهم‌کنش آبیاری و غلاف‌زدایی بر وزن ۱۰۰ دانه معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲).

نتایج نشان می‌دهد که در مقایسه با شاهد، حذف غلاف وزن ۱۰۰ دانه را افزایش داده است و البته مقدار افزایش دقیقاً متناسب با افزایش درصد غلاف‌زدایی نبوده است. بیشترین وزن ۱۰۰ دانه در شرایط آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی و در سطح ۲۵ درصد غلاف‌زدایی مشاهده شد. بقیه سطوح غلاف‌زدایی و شاهد در هر کدام از رژیم‌های آبیاری تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهند. در یک بررسی با اعمال محدودیت مخزن روی سویا در دو سطح حذف نصف غلاف‌ها و همه غلاف‌های توسعه‌یافته، نتایج نشان داد با حذف بیشتر غلاف میزان فتوسنتز افزایش یافت و منجر به افزایش اندازه دانه شد (Kasai et al., 2008).

نیتروژن، ۷۵ درصد غلاف‌زدایی تعداد غلاف را تنها ۳۳ درصد کاهش داد. به نظر می‌رسد مصرف بالای نیتروژن و همچنین استفاده از کود سرک در این سطح کودی، تا حدی توانسته با افزایش برگ‌ها و مواد فتوسنتزی و انتقال آن به گل‌ها و غلاف‌ها، کاهش تعداد غلاف از جبران کند (Ghosh et al., 2004).

#### وزن ۱۰۰ دانه

برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر وزن ۱۰۰ دانه معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲). تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی با میزان ۳۱ گرم بیشترین وزن صد دانه را تولید کرد، اما مصرف این مقدار نیتروژن در شرایط کمبود آب در مرحله غلاف‌دهی تأثیر منفی به دنبال داشت، به طوری که کمترین وزن صد دانه (۱۸/۶ گرم) از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری در مرحله گلدهی به دست آمد که با تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در همین سطح آبیاری تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). گرچه برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی بر وزن ۱۰۰ دانه معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲)، اما در هر سه سطح نیتروژن، تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین سطوح

جدول ۳- مقایسه میانگین برخی صفات مورد مطالعه در نخود تحت تأثیر نیتروژن و آبیاری

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

وزن خشک اندام هوایی (گرم در مترمربع)	وزن دانه (گرم در مترمربع)	وزن خشک ساقه (گرم در مترمربع)	وزن خشک برگ (گرم در مترمربع)	وزن ۱۰۰ دانه 100 seed weight	تعداد غلاف در مترمربع	تعداد دانه در مترمربع	آبیاری	نیتروژن (کیلوگرم)
Shoot dry weight (g m <sup>-2</sup> )	Seed weight (g m <sup>-2</sup> )	Stem dry weight (g m <sup>-2</sup> )	Leaf dry weight (g m <sup>-2</sup> )		Pods m <sup>-2</sup>	Seeds m <sup>-2</sup>	irrigation	Nitrogen (kg)
205f	73d	81f	31d	21.23de	292de	350e	گلدهی Flowering	
401c	168a	146d	43c	22.75d	532ab	772a	گلدهی، گلدهی، غلاف‌دهی Flowering, podding	30
345d	102c	174c	49c	26.87bc	363c	380de	کامل Full	
218f	52e	111e	31d	18.94e	248e	277f	گلدهی Flowering	
287e	104c	117e	29d	23.64cd	355c	437d	گلدهی، گلدهی، غلاف‌دهی Flowering, podding	75
505b	139b	220b	75b	27.27b	486b	534c	کامل Full	
279e	73d	124e	46c	18.64e	325cd	371e	گلدهی Flowering	
428c	164a	166c	46c	30.82a	570a	573c	گلدهی، گلدهی، غلاف‌دهی Flowering, podding	150
567a	138b	259a	117a	23.94bcd	572a	670b	کامل Full	

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دامنه‌ای دانکن دارند، 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.

جدول ۴- مقایسه میانگین برخی صفات مورد مطالعه در نخود تحت تأثیر نیتروژن و غلاف‌زدایی

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

شاخص برداشت	وزن خشک اندام هوایی (گرم در مترمربع)	وزن دانه (گرم در مترمربع)	ماده خشک ساقه (گرم در مترمربع)	ماده خشک برگ (گرم در مترمربع)	وزن صد دانه (گرم)	تعداد غلاف در مترمربع	تعداد دانه در مترمربع	غلاف‌زدایی	نیتروژن (کیلوگرم)
Harvest index (%)	Shoot dry weight (g m <sup>-2</sup> )	Seed weight (g m <sup>-2</sup> )	Stem dry weight (g m <sup>-2</sup> )	Leaf dry weight (g m <sup>-2</sup> )	100 seed weight (g)	Pods/m <sup>2</sup>	Seeds/m <sup>2</sup>	Depodding	Nitrogen (kg)
26.79e	274g	74.73g	146de	47d	20.68de	245g	351e	75%	30
39.1ab	300fg	117.6d	133e	44de	25.78ab	362ef	422de	50%	
42.82a	312f	136b	106f	28f	23.57bcd	428de	582c	25%	
35.27bc	380cd	132.7bc	150de	47d	24.42a-d	548b	647bc	0	
16.74f	293fg	46.02h	179bc	48d	22.5b-e	168h	200f	75%	75
23.76e	295fg	71.39g	137e	35ef	24.53a-d	213gh	251f	50%	
31.95c	330ef	103.7e	130e	62c	25.11abc	352f	375e	25%	
40.03a	428.5b	177a	152de	36ef	21.01cde	719a	838a	0	
26.33e	355de	90.41f	160cd	71b	25.43ab	388ef	391e	75%	150
27.36de	435b	120.3cd	197b	88a	19.27e	466cd	606c	50%	
31.23cd	407bc	128bcd	149de	71b	27.93a	524bc	469d	25%	
32.72c	500a	166.1a	226a	49d	25.22abc	578b	686b	0	

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای 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.

#### وزن خشک برگ

غلاف‌زدایی وزن خشک برگ را تحت تأثیر قرار داد. در شرایط در دسترس بودن رطوبت (آبیاری کامل)، غلاف‌زدایی سبب افزایش وزن خشک برگ نسبت به شاهد شد، اما در شرایط تنش خشکی (آبیاری تکمیلی)، غلاف‌زدایی تأثیر منفی بر ماده خشک برگ داشت و باعث کاهش آن شد (جدول ۵).

#### وزن خشک ساقه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر ماده خشک ساقه معنی‌دار ( $P \leq 0.05$ ) بود (جدول ۲). با افزایش مقدار نیتروژن و همچنین فراهمی رطوبت، ماده خشک ساقه افزایش یافت، به طوری که در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری کامل بیشترین ماده خشک ساقه (۲۵۹ گرم در مترمربع) و در تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری در مرحله گلدهی کمترین ماده خشک ساقه (۸۱ گرم در مترمربع) مشاهده شد (جدول ۳). در شرایط مصرف کم نیتروژن، تأثیر کمبود آب بر ماده خشک ساقه افزایش یافت، اما این افزایش نسبت به دو سطح دیگر نیتروژن قابل توجه نبود. به نظر می‌رسد در شرایط کمبود آب، مصرف نیتروژن تأثیر قابل توجهی بر ماده خشک ساقه نداشت. برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی نیز بر ماده خشک ساقه معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲)، اما روند مشخصی بین تیمارها مشاهده نشد. با این حال بیشترین ماده خشک ساقه (۲۲۶ گرم در مترمربع) از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در بوته‌های بدون غلاف‌زدایی و کمترین آن با ۵۳ درصد کاهش از تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و ۲۵ درصد غلاف‌زدایی به‌دست آمد (جدول ۴).

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 وزن خشک برگ در بوته گردید. تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری کامل بیشترین (۱۱۷ گرم) وزن خشک برگ را تولید کرد (جدول ۳). در شرایط مصرف بالای نیتروژن، تأثیر کمبود آب بر وزن خشک برگ شدیدتر بوده است، به طوری که کاهش وزن خشک برگ در تیمار یک‌بار آبیاری نسبت به آبیاری کامل در سطوح ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، به ترتیب ۳۷، ۵۸ و ۶۰ درصد بود (جدول ۳). برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی نیز بر وزن خشک برگ معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲). در سطح ۳۰ کیلوگرم نیتروژن، غلاف‌زدایی وزن خشک برگ را به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر قرار نداد، اما در سطوح بالاتر (۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم)، غلاف‌زدایی باعث افزایش وزن برگ نسبت به شاهد شد (جدول ۴). می‌توان گفت علاوه‌بر حذف گل‌ها و غلاف‌ها، مصرف بالای نیتروژن، پیری و در نتیجه ریزش برگ‌ها را به تأخیر انداخته است. در نتیجه در شرایطی که غلاف‌ها از دست رفته‌اند می‌توان با مصرف کود نیتروژن، تعداد و دوام سطح برگ را افزایش و از این طریق به تولید گل و غلاف بیشتر کمک کرد. در بررسی (Crafts et al., 1984) روی سویا حذف غلاف الگوی تخصیص ترکیبات گیاهی را تحت تأثیر قرار داد و برگ‌ها و ساقه گیاهان غلاف‌زدایی شده به‌عنوان یک مخزن جایگزین برای تجمع ماده خشک بود و افتادن برگ در این گیاهان به تأخیر افتاد. این گیاهان حتی دو هفته بعد از بلوغ نیز برگ سبز داشتند. رژیم‌های آبیاری همراه با

جدول ۵- مقایسه میانگین برخی صفات مورد مطالعه در نخود تحت تأثیر آبیاری و غلاف‌زدایی  
Table 5. Mean comparison of chickpea traits affected by irrigation and depodding

شاخص برداشت Harvest index (%)	وزن خشک اندام هوایی (گرم در مترمربع) Shoot dry weight (g m <sup>-2</sup> )	وزن دانه گرم در مترمربع Seed weight (g m <sup>-2</sup> )	وزن خشک ساقه (گرم در مترمربع) Stem dry weight (g m <sup>-2</sup> )	وزن خشک برگ (گرم در مترمربع) Leaf dry weight (g m <sup>-2</sup> )	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100- seed weight (g)	تعداد غلاف در مترمربع Pods/m <sup>2</sup>	تعداد دانه در مترمربع Seeds/plant	غلاف‌زدایی depodding	آبیاری Irrigation
20.57gh	195g	40g	107d	29e	18.51g	171g	218f	75%	گلدهی Flowering
24.76f	201g	48g	95d	47c	20.01fg	259f	242f	50%	
31.67de	235f	74f	90d	31de	18.37g	310ef	387e	25%	
34.26bcd	305e	102e	129c	38cd	21.52efg	414d	482cd	0	گلدهی، غلاف‌دهی Flowering, podding
32.32cde	289e	96e	132c	43c	21.76efg	322ef	448de	75%	
41.68a	357d	150c	139c	39cd	26.03bcd	445d	575b	50%	
45.3a	352d	161c	104d	32de	32.98a	523c	533bc	25%	کامل Full
36.5bc	490ab	174b	197b	46c	22.17d-g	653b	821a	0	
16.96h	438c	74f	245a	94a	28.34b	308ef	275f	75%	
23.78fg	473bc	108e	233a	82b	23.55c-f	338e	462cd	50%	کامل Full
29.03e	463bc	129d	191b	99a	25.26b-e	471cd	507cd	25%	
37.27b	515a	195a	201b	47c	26.96bc	777a	867a	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.

برهم‌کنش آبیاری و غلاف‌زدایی بر وزن دانه معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲). در تمام سطوح آبیاری، غلاف‌زدایی باعث کاهش وزن دانه شد. غلاف‌زدایی در دو تیمار آبیاری کامل و آبیاری در مرحله گلدهی تأثیر یکسانی بر وزن دانه داشت. به طوری که در هر دو، ۷۵ درصد غلاف‌زدایی باعث کاهش حدود ۶۰ درصد وزن دانه نسبت به شاهد شد، اما این کاهش برای آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی ۴۵ درصد بود. این‌گونه به نظر می‌رسد که در شرایط فراهمی رطوبت (آبیاری کامل) حذف غلاف‌ها سبب شده است که سایر اندام‌ها به‌عنوان مخزن جایگزین برای مواد فتوسنتزی عمل کنند. در شرایط تنش خشکی نیز گیاه به دلیل کاهش میزان فتوسنتز نتوانسته حذف گل‌ها و غلاف‌ها را جبران کند. با این حال آبیاری کامل و بدون غلاف‌زدایی بیشترین (۱۹۵ گرم در مترمربع) و آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی به‌همراه ۷۵ درصد غلاف‌زدایی کمترین وزن دانه (۴۰ گرم در مترمربع) را تولید کردند (جدول ۵). در برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی، تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و بدون غلاف‌زدایی بیشترین وزن دانه (۱۷۷ گرم در مترمربع) را به همراه داشت که با ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در همین سطح غلاف‌زدایی تفاوت معنی‌دار نداشت. این تیمار همچنین کمترین وزن دانه (۴۶ گرم در مترمربع) را در سطح ۷۵ درصد غلاف‌زدایی داشت که نسبت به شاهد ۷۴ درصد کاهش نشان می‌دهد و این مقدار کاهش در مقایسه با سایر سطوح نیتروژن، بیشتر است (جدول ۴).

برهم‌کنش آبیاری و غلاف‌زدایی نیز بر ماده خشک ساقه معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲). در هر سه رژیم آبیاری، غلاف‌زدایی اثر تقریباً یکسانی بر ماده خشک ساقه داشت، به طوری که غلاف‌زدایی تا سطح ۲۵ درصد، وزن ساقه را کاهش و سپس افزایش داد (جدول ۵). این می‌تواند به این علت باشد که با حذف گل‌ها و غلاف‌ها، الگوی تخصیص مواد به سمت ساقه تغییر کرده است. در مطالعه انجام‌شده روی سویا، با حذف گل‌ها و غلاف‌ها ماده خشک ساقه افزایش پیدا کرد (Kofi Amuti, 1983).

#### وزن دانه در مترمربع

برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر وزن دانه در مترمربع معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲). در تیمار آبیاری کامل بین تیمارهای ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن تفاوت معنی‌داری از نظر وزن دانه در مترمربع مشاهده نشد. در تیمارهای آبیاری تکمیلی نیز بین تیمار ۳۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. به نظر می‌رسد در شرایط تنش خشکی، مصرف بالای نیتروژن تأثیری بر وزن دانه نداشته است. در این شرایط می‌توان با مصرف ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژن به‌عنوان آغازگر، عملکرد قابل‌قبولی تولید کرد. در این برهم‌کنش بیشترین و کمترین وزن دانه با ۱۶۶ و ۵۲ گرم در مترمربع به ترتیب به تیمارهای ۳۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری در مرحله گلدهی تعلق داشت (جدول ۳).

## وزن خشک اندام هوایی

در برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری، بالاترین سطح نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم) همراه با آبیاری کامل، بیشترین وزن خشک اندام هوایی (۵۶۷ گرم در مترمربع) را تولید کرد. تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی نیز کمترین وزن خشک اندام هوایی (۲۰۵ گرم در مترمربع) را داشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد مصرف بالای نیتروژن همراه با فراهمی رطوبت در افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه مؤثر بوده است. مصرف کود نیتروژن بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی، فتوسنتز، افزایش طول دوره رویشی و تجمع ماده خشک بیشتر در شاخساره و اجزای عملکرد دانه مؤثر است (Rezvani *et al.*, 2009). برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی نیز بر وزن خشک اندام هوایی معنی‌دار ( $P \leq 0.05$ ) شد (جدول ۲). در هر سطح از نیتروژن با افزایش شدت غلاف‌زدایی وزن خشک اندام هوایی کاهش یافت، به طوری که ۷۵ درصد غلاف‌زدایی، وزن خشک اندام هوایی را در هر سه سطح نیتروژن حدود ۳۰ درصد نسبت به شاهد کاهش داد. در گیاهان در جایی که نمو غلاف کاهش پیدا می‌کند یا منع می‌شود، مجموع ماده خشک تجمع‌یافته به‌وسیله گیاه کاهش پیدا می‌کند. این به علت کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی به‌خاطر کاهش تقاضای سینک می‌باشد (Pandy, 1984).

با این حال تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن به‌همراه بدون غلاف‌زدایی بیشترین (۵۰۰ گرم در مترمربع) و تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و ۷۵ درصد غلاف‌زدایی کمترین وزن خشک اندام هوایی (۲۷۴ گرم در مترمربع) را داشتند (جدول ۴). برهم‌کنش آبیاری و غلاف‌زدایی بر وزن خشک اندام هوایی معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲). تیمار آبیاری کامل و بدون غلاف‌زدایی بیشترین وزن خشک اندام هوایی (۵۱۵ گرم در مترمربع) را تولید کرد. در این برهم‌کنش، کمترین وزن خشک اندام هوایی (۱۹۵ گرم در مترمربع) به تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و ۷۵ درصد غلاف‌زدایی اختصاص داشت (جدول ۵). با توجه به نتایج می‌توان گفت در شرایط فراهمی رطوبت (آبیاری کامل) با حذف غلاف‌ها، تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های رویشی افزایش یافته و این امر باعث شد که با اعمال ۷۵ درصد غلاف‌زدایی وزن خشک اندام هوایی تنها ۱۵ درصد نسبت به شاهد کاهش یابد، حال آن‌که این کاهش در شرایط یک‌بار آبیاری و دو بار آبیاری به ترتیب حدود ۳۶ و ۴۱ درصد نسبت به شاهد بود.

## شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر نیتروژن، آبیاری و غلاف‌زدایی بر شاخص برداشت معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲). بیشترین شاخص برداشت (۳۶ درصد) از تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن به‌دست آمد. اما بین سطوح ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). به نظر می‌رسد مصرف بالای نیتروژن رشد رویشی را تحریک نموده و باعث شده گیاه مواد فتوسنتزی بیشتری را به رشد شاخساره تخصیص دهد. در بین رژیم‌های آبیاری، آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی با شاخص برداشت ۳۹ درصد، نسبت به دو سطح دیگر برتری داشت. اما آبیاری کامل و آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی به ترتیب با ۲۶/۷ و ۲۷/۸ 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 اندام‌های رویشی تشدید شد، لذا شاخص برداشت کاهش یافت. در تیمار یک‌بار آبیاری در زمان گلدهی، به دلیل کمبود رطوبت در مرحله پُرسدن دانه و کاهش شدید فتوسنتز جاری و انتقال مواد فتوسنتزی به مخازن عملکرد دانه کاهش یافت و این امر به کم‌شدن شاخص برداشت منجر گردید. برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر شاخص برداشت معنی‌دار نشد (جدول ۲). در برهم‌کنش آبیاری و غلاف‌زدایی، آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی همراه با ۲۵ و ۵۰ درصد غلاف‌زدایی به ترتیب با شاخص برداشت ۴۵ و ۴۱/۷ درصد، بیشترین شاخص برداشت را به‌خود اختصاص دادند. بهبود فتوسنتز جاری و انتقال مجدد آن در شرایط بروز تنش خشکی متوسط (دو بار آبیاری تکمیلی در مرحله زایشی) و همچنین غلاف‌زدایی با شدت متوسط که منجر به تخصیص بیشتر مواد به غلاف‌های باقی‌مانده می‌شود، به افزایش شاخص برداشت در این تیمارها کمک کرده است. آبیاری کامل و ۷۵ درصد غلاف‌زدایی نیز کمترین شاخص برداشت (۱۷ درصد) را تولید کرد (جدول ۵). حذف غلاف‌ها و کاهش دانه‌ها و از طرفی فراهم بودن آب برای انجام فتوسنتز و انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی به شاخساره‌ها سبب شد تا شاخص برداشت کاهش یابد. برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی بر شاخص برداشت معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲). بیشترین و کمترین شاخص برداشت با مقادیر ۴۳ و ۲۳ درصد به ترتیب به تیمارهای ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و ۲۵ درصد غلاف‌زدایی و تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و ۷۵ درصد غلاف‌زدایی تعلق داشت (جدول ۴).



## همبستگی صفات مورد مطالعه

در گیاه با عملکرد نهایی مشاهده شد. همچنین Guler *et al*, (2001) در مورد نخود و Ebadi *et al*, (2010) و Bangar *et al*, (2003) در مورد سویا نتایج مشابهی ارائه کردند. Sabokdast & khiyalparast (2007) نشان دادند که عملکرد دانه با تعداد غلاف و تعداد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد، ولی بین عملکرد و وزن ۱۰۰ دانه همبستگی معنی‌دار مشاهده نشد.

ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه نشان داد که کلیه صفات همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن دانه در بوته دارند. صفاتی که بیشترین همبستگی را با وزن دانه داشتند، به ترتیب تعداد غلاف (۰/۷۵)، تعداد دانه و شاخص برداشت (۰/۷۱)، وزن خشک اندام هوایی (۰/۶۵) و وزن ۱۰۰ دانه (۰/۳۳) بودند (جدول ۷). در مطالعه‌ای که توسط Ciftci *et al*, (2004) بر روی رقم نخود صورت گرفت، همبستگی مثبت و بالایی برای صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و تعداد غلاف

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در نخود تحت تأثیر نیتروژن، آبیاری و غلاف‌زدایی

Table 6. Correlation coefficients between traits in chickpea under nitrogen, irrigation and depodding

6	5	4	3	2	1
					1
				1	0.86**
			1	0.05 <sup>ns</sup>	-0.24*
		1	0.33**	0.75**	0.71**
	1	0.65**	0.21*	0.6**	0.55**
1	-0.01 <sup>ns</sup>	0.71**	0.28**	0.42**	0.43**

ns: \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

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

غلاف‌زدایی در تمام صفات مورد مطالعه اثر منفی داشت و تنها در مواردی مانند وزن برگ و ساقه، حذف گل‌ها و غلاف‌ها اثر افزایشی داشت. وجود مقدار بالای نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم) توانایی گیاه را در جهت جبران غلاف‌های ازدست‌داده تا حدی بهبود بخشید و باعث آغازش گل‌ها و غلاف‌های جدید شد، در نتیجه تعداد غلاف در بوته در این سطح نیتروژن کمتر تحت تأثیر غلاف‌زدایی قرار گرفت. همچنین مصرف این مقدار نیتروژن علاوه بر تولید برگ‌های جدید، با تخصیص مقدار بیشتری از مواد فتوسنتزی در شرایط کمبود مخازن زایشی باعث افزایش ماده خشک برگ نسبت به تیمار بدون غلاف‌زدایی شد. به‌طور کلی با افزایش شدت حذف غلاف‌ها، عملکرد نیز روندی کاهشی را طی کرد، اما مصرف نیتروژن در شدت‌های پایین‌تر غلاف‌زدایی افت عملکرد را جبران کرد. لذا می‌توان در شرایطی که غلاف‌ها از بین رفته‌اند، با مصرف کود نیتروژن، توانایی گیاه را در برابر جبران غلاف‌های ازدست‌داده بهبود بخشید.

در بین اجزای عملکرد، تعداد غلاف و دانه بیشترین همبستگی را با عملکرد داشتند، لذا فراهم‌نمودن شرایط مناسب (کود نیتروژن، رطوبت) جهت بالابردن تعداد غلاف‌ها و در نهایت تعداد دانه، در داشتن عملکرد مطلوب ضروری به‌نظر می‌رسد. همچنین این دو صفت می‌توانند به‌عنوان صفات انتخابی جهت اصلاح عملکرد دانه نخود مورد مطالعه قرار گیرند.

## نتیجه‌گیری

کاربرد کود نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم، اجزای عملکرد را در نخود بهبود بخشید و تنها اثر منفی آن بر شاخص برداشت بود. به‌نظر می‌رسد مصرف بالای نیتروژن الگوی تخصیص مواد را تاحدی به‌سمت اندام‌های رویشی سوق داده است. در بین رژیم‌های آبیاری، آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی از نظر عملکرد دانه، شاخص برداشت و تعداد دانه در بوته نسبت به دو تیمار دیگر برتری داشت و در سایر صفات نیز با آبیاری کامل مشابه بود. لذا می‌توان در شرایطی که محدودیت منابع آب وجود دارد، با آبیاری تکمیلی در مراحل زایشی (گلدهی و غلاف‌دهی) نسبت به کمبود آب مقابله کرد.

## منابع

1. Abu Salem, F.M., and Abou Arab, E.A. 2011. Physico- chemical properties of tempeh produced from chickpea seeds. *Journal of American Science* 7: 107-118.
2. Ashraf T.A., and Sayadian, K. 2000. Effect of supplementary irrigation and nutrition requirement of chickpea in dryland conditions. *Iranian Journal of Agronomic Science* 2(3):63-70. (In Persian).
3. Bagheri, A., Nezami, A., Ganjali, A., and Parsa, M. 1997. *Agronomy and Breeding of Chickpea*. Jihad Daneshgahi Pub. Mashhad. 444 pages. (In Persian).
4. Crafts Brandner, S.J., Below, F.E., Harper, J.E., and Hageman, R.H., 1984, Effects of pod removal on metabolism and senescence of nodulating and nonnodulating soybean isolines. *Plant Physiology* 75 (2): 311-317.
5. Geetha, V., and Varughase, K. 2001. Response of vegetable cowpea to nitrogen and potassium under varying methods of irrigation. College of Agriculture, Vellayani 695522, rivandrum, India. *Journal of Tropical Agriculture* 39: 111-113.
6. Ghosh, P.K., Ajay, K.K., Bandyopadhyay, M.C., Manna, K.G., Mandal, A.K., and Hati, K.M. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer NPK on three cropping systems in vertisols of semi-arid tropics. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. *Bioresource Technology* 95: 85-93.
7. Hajikhani, S., Habibi, H., Shekari, F., and Fotokian, M.H. 2011. Effect of seed priming on yield and yield components of pinto bean cultivars under water stress. *Iranian Journal of Crops Science* (42)1: 191-197.
8. Jalilian, J., Modares Sanavi, A., and Sabaqpur, H. 2005. Effect of plant density and supplementary irrigation on yield, components yield and protein contents of four dryland chickpea cultivars. *Journal of Agriculture Science* 12(5):1-9. (In Persian).
9. 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).
10. Kasai, M., Naxata, H., Seino, H., Kamata, D., and Isukiyama, T. 2008. Effect of sink limitation on leaf photosynthetic rate and related characteristics in soybean plants. *Plant Production Science* 11(2): 223-227.
11. Kashfi, S.M.H., Majnoun Hosseini, N., and Zeinali Khaneghah, H. 2010. Effect of plant density and starter nitrogen fertilizer on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Kourosh) at Karaj conditions. *Iranian Journal of Pulses Research* (1)2: 11-20. (In Persian with English Summary).
12. Kofi, A. 1983. Effect of removal of flower buds, open flowers, young pods and shoot apex on growth and pod set in soybean. *Journal of Experimental Botany* 34(143): 719-725.
13. Kurtakoti, S.B., 2001. Influence of Source to Sink Relationship on Seed Yield and Quality in Soybean. MSc. Thesis, University of Agriculture Science, Dharwad.
14. Mousavi, S.K., Pezeshkpoor, P., Khorgami, A., and Noori, M.N. 2009. Effects of supplementary 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).
15. Pandey, R.K. 1984. Influence of source and sink removal on seed yield of chickpea (*Cicer arietinum*). *Field Crops Research* 8: 159-168.
16. Rathod, V.D. 2009. Influence of source-sink relationship on seed yield and quality of cowpea varieties. MSc Thesis. University of Agriculture Sciences, Dharwad.
17. Rezvani Moghaddam, P., and Sadeghi Samarjan, R. 2009. Effect of sowing dates and different irrigation regimes on morphological characteristics and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) (cultivar ILC3279). *Iranian Journal of Agronomic Research* 6(2): 315-325. (In Persian with English Summary).
18. Sabokdast, M., and Khiyalparast, F. 2007. Study the relationship between yield and yield components in 30 varieties of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 4(2): 123-133. (In Persian).
19. 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).
20. Sasani, S.H., Jahansooz, M.R., and Ahmadi, A. 2004. The effects of deficit irrigation on water use efficiency, yield and quality of forage pearl millet. *Proceeding of 4<sup>th</sup> International Crop Science Congress, Brisbane, Australia, September 2004.*

---

---

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

Amiri<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; Department of Legumes, Research Center for Plant Sciences; Ferdowsi University of Mashhad

3&4- Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi university of Mashhad

Received: 01 February 2015

Accepted: 18 January 2016

DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.43989

### Introduction

Chickpea (*Cicer arietinum* L.), an annual with indeterminate growth, is one of the most important food legumes. Loss of seeds due to pod borer (*Heliothis armigera*) attack is prevalent. Such loss of pods may affect the yield and yield components. The source-sink relationship changes during growth stages. Some factors influence this relationship including nitrogen fertilizer and water. This experiment was conducted in order to study the effects of nitrogen fertilizer, supplementary irrigation and depodding on yield and yield components of chickpea (var. ILC482).

### Materials & Methods

The experiment was conducted as split-split plot based on a randomized complete block design with three replications at Agricultural Research Station of Ferdowsi University of Mashhad, during growing season of 2012. Main plot was nitrogen fertilizer including 30, 75 and 150 kg N/ha and sub plot was irrigation regimes including full irrigation, supplementary irrigation at flowering and supplementary irrigation at flowering, seed podding and depodding including 0, 25%, 50% and 75% as sub subplot. Leaf and stem dry weight, seed weight per plant, shoot weight, pod number per plant, grain number per plant, 100-seed weight and harvest index of chickpea were all recorded.

### Results & Discussion

The results indicated that all traits excluded of harvest index were higher in 150 kg N/ha treatment than other treatments. Nitrogen rate of 150 kg/ha produced the highest seed weight (3.8 g/plant). The highest harvest index (36%) was obtained from 30 kg/ha N treatment. Supplementary irrigation at flowering and podding stages with grain yield 4.4 g/plant was higher than full and supplementary irrigation at flowering. Supplementary irrigation at flowering and podding stages produced the highest harvest index (39%). In irrigation regimes including full irrigation and supplementary irrigation at flowering stage, 75% depodding decreased seed weight to 60%, but this was 45% in Supplementary irrigation at flowering and podding stages. In this interaction, full irrigation and 0% depodding (control), produced the highest seed weight (195 g/m<sup>2</sup>). The lowest seed weight (40 g/m<sup>2</sup>) was obtained from supplementary irrigation at flowering stage and 75% depodding. Supplementary irrigation at flowering and podding stages with 25% depodding produced the highest harvest index (45%) too. Increase of harvest index mostly was related to improve photosynthesis and remobilization in mid drought stress and also low depodding (by devotion photosynthetic assimilates to un-removed pods). The highest shoot weight was obtained from 150 kg N/ha (12.8 g/plant) and full irrigation (14.3 g/plant). Depodding decreased the most of mentioned traits significantly. 75% depodding decreased seed weight and shoot dry weight to 56% and 30% respectively compared to control. The lowest harvest

---

\*Corresponding Author: zohre2438@yahoo.com; Mobile: 09156562438

index (23%) was obtained from 75% depodding. In nitrogen rate of 75 kg/ha, the highest (177 g/m<sup>2</sup>) and lowest (46 g/m<sup>2</sup>) seed weight was obtained from 0% and 75% depodding, respectively. This result also was observed in traits of seed number and pod number in this interaction. High N application improved the ability of plant to compensate the pods that removed. All of traits including pod number, seed number, harvest index and shoot dry weight had positive and significantly correlation with seed weight. Pod number (75%) had highest correlation with yield.

**Conclusion**

Generally, increasing depodding intensity decreased grain yield. But nitrogen fertilizer application decreased the negative effects of depodding in low levels. Among irrigation regimes, supplementary irrigation at flowering and depodding stages was best treatment, therefore under water deficit condition, supplementary irrigation at flowering and podding stages recommend. Under severe stress condition (supplementary irrigation at flowering stage), high nitrogen application did not effect on seed weight. In this condition, favorite yield will obtain by 30 kg nitrogen fertilizer application as starter.

**Key words:** Deflowering, Depodding, Drought stress, Supplementary irrigation