**پژوهش‌های حبوبات ایران**
**جلد۸ شمارهٔ۱، نیمهٔ اول ۱۳۹۶، صفحهٔ ۱۴۹-۱۳۸**

**Iranian Journal of Pulses Research**
**Vol. 8, No. 1, 2017, p. 138-149**
DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.43989

# اثر حذف مخزن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود (*Cicer arietinum* var. ILC 482) تحت تأثیر سطوح نیتروژن و آبیاری

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

**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 پژوهشکدهٔ علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد**

**۳و۴- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۸

## چکیده

به‌منظور بررسی اثر نیتروژن و رژیم‌های آبیاری و غلاف‌زدایی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود رقم (ILC482)، آزمایشی به‌صورت کرت‌های دوبارخُردشده 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 (۳۰، ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان عامل اصلی، رژیم‌های آبیاری (آبیاری کامل: آبیاری در تمام دورهٔ رشد به فاصلهٔ ۱۰روز؛ و آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و مراحل گلدهی و غلاف‌دهی) به‌عنوان عامل فرعی و غلاف‌زدایی (شاهد: (۰)، ۲۵ ، ۵۰ و ۷۵درصد) به‌عنوان 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 ۱۰۰دانه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که تیمار ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن باعث بهبود اکثر صفات مورد مطالعه شد. تیمار ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن با ۳/۸گرم دانه در بوته بیشترین وزن دانه در بوته را تولید کرد. بیشترین شاخص برداشت (۳۶درصد) به تیمار ۳۰کیلوگرم نیتروژن تعلق داشت. تیمار آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی با وزن دانه ۴/۴گرم در بوته نسبت به دو سطح دیگر آبیاری برتری داشت. بالاترین شاخص برداشت (۳۹درصد) نیز به همین سطح آبیاری تعلق داشت. در دو تیمار آبیاری کامل و آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی، ۷۵درصد غلاف‌زدایی وزن دانه را ۶۰درصد کاهش داد، اما این کاهش در تیمار آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی ۴۵درصد بود. در این برهم‌کنش، آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی همراه با غلاف‌زدایی جزئی(۲۵درصد) بیشترین شاخص برداشت (۴۵درصد) را داشت. بیشترین وزن خشک اندام هوایی از تیمارهای ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن (۱۲/۸گرم در بوته) و آبیاری کامل (۱۴/۳گرم در بوته) به‌دست آمد. غلاف‌زدایی تمام صفات فوق (به‌جز وزن برگ) را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. ۷۵درصد غلاف‌زدایی، وزن دانه و وزن خشک اندام هوایی را به‌ترتیب ۵۶ و ۳۰درصد نسبت به شاهد کاهش داد. کمترین شاخص برداشت نیز (۲۳درصد) به تیمار ۷۵درصد 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 ۳۰کیلوگرم نیتروژن به‌عنوان کود آغازگر، عملکرد قابل‌قبول (۱۶۶گرم دانه در مترمربع) را به‌دست آورد. به‌طور 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 (۷۵درصد) را با وزن دانه داشت.

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

## مقدمه

حبوبات از منابع مهم غذایی سرشار از پروتئین برای تغذیه انسان و دام به‌شمار می‌روند. حبوبات با دارابودن ۱۸ تا ۳۲درصد پروتئین در مقایسه با پروتئین‌های حیوانی در رژیم غذایی مردم به‌ویژه افراد کم‌درآمد، از نظر تغذیه‌ای به‌عنوان منبع پروتئین انسان اهمیت بسیار زیادی در سبد مصرف خانواده دارد. در بوم‌نظام‌های زراعی جهان، حبوبات به‌دلیل برخورداری از توانایی تثبیت نیتروژن اتمسفر در همزیستی با باکتری‌ها بخش عمده‌ای از نیتروژن موردنیاز گیاهان زراعی بعد از خود را فراهم می‌سازند (Hajikhani *et al*., 2011). نخود (*Cicer arietinum* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده

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

بقولات است که در اکثر نقاط دنیا کشت می‌شود (Ganjeali *et al.*, 2009). بذر نخود حاوی ۲۴/۶۳درصد پروتئین، ۶۴/۶۰درصد کربوهیدرات و ۵/۶۲درصد روغن می‌باشد. علاوه‌بَراین، 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 نتیجهٔ 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 ۱۴۱کیلوگرم در هکتار متفاوت است. بررسی ۳۱۴مزرعه در شرایط آب‌وهوایی هند نشان داد که تنها در ۳۶درصد مزارع گره‌بندی در سطح بسیارخوب و خوب بوده است. علاوه‌بَراین 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 راهبُردهای 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 کارآیی مصرف آب و جلوگیری از نوسان عملکرد و دستیابی به تولید پایدار در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. با توجه به‌این‌که حساس‌ترین مرحله تنش رطوبتی در نخود مرحله گلدهی و پُرشدن دانه می‌باشد، 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 ۵۶درصد 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 (۵۰،۴۰،۳۰،۲۰،۱۰) روی عملکرد سویا نشان داد که اکثر پارامترهای رشد، عملکرد و اجزای عملکرد با هر ۱۰درصد 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، همهٔ غلاف‌های توسعه‌یافته) دریافتند که درجه بزرگ‌تر، میزان فتوسنتز بیشتری داشت و منجر به افزایش اندازهٔ 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.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌صورت کرت‌های دوبارخُردشده در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کود نیتروژن به‌عنوان عامل اصلی بود که در سه سطح ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم در هکتار اعمال شد. مقدار کود نیتروژن موردنیاز (به‌صورت اوره ۴۶درصد) جهت دستیابی به هر یک از سطوح فوق، بر اساس آزمایش تجزیه شیمیایی خاک قبل از کاشت مشخص شد (جدول ۱).

**جدول۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی**

**Table 1. Soil physical and chemical properties of experimental field**

| عمق (سانتی‌متر) Depth (cm) | درصد نیتروژن کل %N | فسفر قابل‌دسترس Available P (PPM) | پتاسیم قابل‌دسترس Available K (PPM) | درصد موادآلی %OM | اسیدیته PH | هدایت‌الکتریکی EC (dS/m) | بافت Texture |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0-20 | 0.087 | 20 | 286 | 1.2% | 8.4 | 2.5 | سیلتی لوم |

حدود نیمی از کود نیتروژن سطح ۱۵۰کیلوگرم، به‌عنوان کود سرک همزمان با گلدهی توزیع شد. آبیاری نیز به‌عنوان عامل فرعی شامل سه سطح آبیاری کامل (آبیاری به فاصله ۱۰روزه 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 نمونه‌برداری 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 ۵۰سانتی‌متر و فاصله روی ردیف شش سانتی‌متر در عمق پنج سانتی‌متر در ۲۵اسفندماه 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 علف‌های‌هرز نیز به‌صورت دستی در یک مرحله انجام شد. در حدود سه هفته بعد از گلدهی (خردادماه) سطوح مربوط به تیمار غلاف‌زدایی شامل حذف ۲۵ ، ۵۰ و ۷۵درصد غلاف‌ها روی شش بوته از هر کرت اعمال شد؛ به‌طوری‌که بین بوته‌های تحت تیمار، دو بوته به‌عنوان حاشیه درنظرگرفته شد. عملیات برداشت سطح کل کرت‌ها به‌صورت دستی در دهم 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 غلاف‌زدایی نیز جداگانه برداشت و اجزای عملکرد آن‌ها تعیین شد. جهت اندازه‌گیری وزن خشک اندام هوایی، بوته‌های برداشت‌شده به‌مدت ۴۸ساعت 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.

## نتایج و بحث

### تعداد دانه در بوته

برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۲). در شرایط کمبود آب، مصرف بالای نیتروژن اثر سوء بر تعداد دانه در بوته ایجاد کرد، به‌طوری‌که در تیمارهای ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن، آبیاری در مرحله گلدهی تعداد دانه در بوته را به‌طور متوسط حدود ۴۶درصد نسبت به آبیاری کامل کاهش داد، درحالی‌که این کاهش در تیمار ۳۰کیلوگرم تنها هشت درصد بود (جدول ۳). برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی بر این صفت معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) بود ( جدول ۲).

در این مورد، بیشترین تعداد دانه (۸۳۸) از تیمار ۷۵کیلوگرم نیتروژن و بدون غلاف‌زدایی و کمترین آن با ۷۶درصد کاهش از همین سطح نیتروژن و ۷۵درصد غلاف‌زدایی حاصل شد. غلاف‌زدایی در تیمار ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن، کمترین کاهش را در تعداد دانه ایجاد کرد (جدول ۴). برهم‌کنش آبیاری و غلاف‌زدایی نیز بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) شد (جدول ۲)، به‌طوری‌که 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 ۷۵درصد 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، ۷۵درصد غلاف‌زدایی باعث کاهش حدود ۶۸درصد عملکرد نسبت به شاهد شد.

**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**

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

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

**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 (۵۷۲) مربوط به تیمار ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن و آبیاری کامل می‌باشد که با تیمار ۱۵۰کیلوگرم 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 ۷۵درصد غلاف‌زدایی با ۱۷۱غلاف، کمترین تعداد غلاف در بوته را تولید کردند (جدول۵). نتایج نشان داد در هر دو تیمار آبیاری کامل و 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 ۷۵درصد، تعداد غلاف در بوته در بین این دو رژیم آبیاری تفاوت کمی را نشان می‌دهد. به‌نظر می‌رسد تعداد دفعات آبیاری تأثیری بر خسارت ناشی از غلاف‌زدایی نداشت.

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

نیتروژن، ۷۵درصد غلاف‌زدایی تعداد غلاف را تنها ۳۳درصد کاهش داد. به‌نظر 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 ۱۰۰دانه**

برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر وزن ۱۰۰دانه معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) شد (جدول ۲). تیمار ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی با میزان ۳۱گرم بیشترین وزن صد دانه را تولید کرد، اما مصرف این مقدار نیتروژن در شرایط کمبود آب در مرحله غلاف‌دهی تأثیر منفی به‌دنبال داشت، به‌طوری‌که کمترین وزن صد دانه (۱۸/۶گرم) از تیمار ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن و آبیاری در مرحله گلدهی به‌دست آمد که با تیمار ۷۵کیلوگرم نیتروژن در همین سطح آبیاری تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). گرچه برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی بر وزن ۱۰۰دانه معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) شد (جدول۲)، اما در هر سه سطح نیتروژن، تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای بین سطوح مختلف غلاف‌زدایی از نظر وزن صد دانه مشاهده نشد. با این‌حال، بیشترین وزن ۱۰۰دانه (۲۸گرم) از تیمار ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن و ۲۵درصد غلاف‌زدایی و کمترین آن با ۱۹گرم از همین سطح نیتروژن و ۵۰درصد غلاف‌زدایی حاصل شد (جدول ۴). برهم‌کنش آبیاری و غلاف‌زدایی بر وزن ۱۰۰دانه معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) شد (جدول ۲).

نتایج نشان می‌دهد که در مقایسه با شاهد، حذف غلاف وزن ۱۰۰دانه را افزایش داده است و البته مقدار افزایش دقیقاً متناسب با افزایش درصد غلاف‌زدایی نبوده است.

بیشترین وزن ۱۰۰دانه در شرایط آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی و در سطح ۲۵درصد 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 اندازهٔ دانه شد (Kasai *et al.*, 2008).

**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**

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

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 α= 0.05 probability level- using Dancan 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**

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

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 Dancan Multiple Range Test.

**وزن خشک برگ**

برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر وزن خشک برگ معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) شد (جدول ۲). افزایش مقدار مصرف نیتروژن همراه با فراهمی رطوبت باعث افزایش وزن خشک برگ در بوته گردید. تیمار ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری کامل بیشترین (۱۱۷گرم) وزن خشک برگ را تولید کرد (جدول ۳). در شرایط مصرف بالای نیتروژن، تأثیر کمبود آب بر وزن خشک برگ شدیدتر بوده است، به‌طوری‌که کاهش وزن خشک برگ در تیمار یک‌بار آبیاری نسبت به آبیاری کامل در سطوح ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن، به‌ترتیب ۳۷، ۵۸ و ۶۰درصد بود (جدول ۳). برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی نیز بر وزن خشک برگ معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) شد (جدول ۲). در سطح ۳۰کیلوگرم نیتروژن، غلاف‌زدایی وزن خشک برگ را به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر قرار نداد، اما در سطوح بالاتر (۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم)، غلاف‌زدایی باعث افزایش وزن برگ نسبت به شاهد شد (جدول ۴). می‌توان گفت علاوه‌بَر 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 غلاف‌زدایی‌شده 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 غلاف‌زدایی وزن خشک برگ را تحت تأثیر قرار داد. در شرایط در دسترس‌بودن 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$۰/۰۵) بود (جدول ۲). با افزایش مقدار نیتروژن و همچنین فراهمی رطوبت، ماده خشک ساقه افزایش یافت، به‌طوری‌که در تیمار ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن و آبیاری کامل بیشترین ماده خشک ساقه (۲۵۹گرم در مترمربع) و در تیمار۳۰کیلوگرم نیتروژن و آبیاری در مرحله گلدهی کمترین ماده خشک ساقه (۸۱گرم در مترمربع) مشاهده شد (جدول ۳). در شرایط مصرف کم نیتروژن، تأثیر کمبود آب بر ماده خشک ساقه افزایش یافت، اما این افزایش نسبت به دو سطح دیگر نیتروژن قابل‌توجه نبود. به‌نظر می‌رسد در شرایط کمبود آب، مصرف نیتروژن تأثیر قابل‌توجهی بر ماده خشک ساقه نداشت. برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی نیز بر ماده خشک ساقه معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) شد (جدول ۲)، اما روند مشخصی بین تیمارها مشاهده نشد. با این‌حال بیشترین ماده خشک ساقه (۲۲۶گرم در مترمربع) از تیمار ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن در بوته‌های بدون غلاف‌زدایی و کمترین آن با ۵۳درصد کاهش از تیمار ۳۰کیلوگرم نیتروژن و ۲۵درصد غلاف‌زدایی به‌دست آمد (جدول ۴).

**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**

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

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر 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 level- using Dancan Multiple Range Test.

برهم‌کنش آبیاری و غلاف‌زدایی نیز بر ماده خشک ساقه معنی‌دار (P≤۰/۰۱) شد (جدول ۲). در هر سه رژیم آبیاری، غلاف‌زدایی اثر تقریباً یکسانی بر ماده خشک ساقه داشت، به‌طوری که غلاف‌زدایی تا سطح ۲۵درصد، 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≤۰/۰۱) شد (جدول ۲). در تیمار آبیاری کامل بین تیمار های ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن تفاوت معنی‌داری از نظر وزن دانه در مترمربع مشاهده نشد. در تیمارهای آبیاری تکمیلی نیز بین تیمار ۳۰ و ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. به‌نظر می‌رسد در شرایط تنش خشکی، مصرف بالای نیتروژن تأثیری بر وزن دانه نداشته است. در این شرایط می‌توان با مصرف ۳۰کیلوگرم کود نیتروژن به‌عنوان آغازگر، عملکرد قابل‌قبولی تولید کرد. در این برهم‌کنش بیشترین و کمترین وزن دانه با ۱۶۶ و ۵۲گرم در مترمربع به‌ترتیب به تیمار های ۳۰ و ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی و ۷۵کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری در مرحله گلدهی تعلق داشت (جدول۳).

برهم‌کنش آبیاری و غلاف‌زدایی بر وزن دانه معنی‌دار (P≤۰/۰۱) 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، به‌طوری‌که در هر دو، ۷۵درصد غلاف‌زدایی باعث کاهش حدود ۶۰درصد وزن دانه نسبت به شاهد شد، اما این کاهش برای آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی ۴۵درصد بود. این‌گونه به‌نظر 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 به‌دلیل کاهش میزان فتوسنتز نتوانسته حذف گل‌ها و غلاف‌ها را جبران کند. با این‌حال آبیاری کامل و بدون غلاف‌زدایی بیشترین (۱۹۵گرم در مترمربع) و آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی به‌همراه ۷۵درصد غلاف‌زدایی کمترین وزن دانه (۴۰گرم در مترمربع) را تولید کردند (جدول۵). در برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی، تیمار ۷۵کیلوگرم نیتروژن و بدون غلاف‌زدایی بیشترین وزن دانه (۱۷۷گرم در مترمربع) را به همراه داشت که با ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن در همین سطح غلاف‌زدایی تفاوت معنی‌دار نداشت. این تیمار همچنین کمترین وزن دانه (۴۶گرم در مترمربع) را در سطح ۷۵درصد غلاف‌زدایی داشت که نسبت به شاهد ۷۴درصد کاهش نشان می‌دهد و این مقدار کاهش در مقایسه با سایر سطوح نیتروژن، بیشتر است (جدول ۴).

**وزن خشک اندام هوایی**

در برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری، بالاترین سطح نیتروژن (۱۵۰کیلوگرم) همراه با آبیاری کامل، بیشترین وزن خشک اندام هوایی (۵۶۷گرم در مترمربع) را تولید کرد. تیمار ۳۰کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی نیز کمترین وزن خشک اندام هوایی (۲۰۵گرم در مترمربع) را داشت (جدول ۳). به‌نظر 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 moghadam *et al.*, 2009). برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی نیز بر وزن خشک اندام هوایی معنی‌دار ($P\leq۰/۰۵$) شد (جدول۲). در هر سطح از نیتروژن با افزایش شدت غلاف‌زدایی وزن خشک اندام هوایی کاهش یافت، به‌طوری که ۷۵درصد غلاف‌زدایی، وزن خشک اندام هوایی را در هر سه سطح نیتروژن حدود ۳۰درصد نسبت به شاهد کاهش داد. در گیاهان در جایی‌که نمو غلاف کاهش پیدا می‌کند یا منع می‌شود، مجموع ماده خشک تجمع‌یافته به‌وسیله گیاه کاهش پیدا می‌کند. این به‌علت کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی به‌خاطر کاهش تقاضای سینک می‌باشد (Pandy, 1984).

با این‌حال تیمار ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن به‌همراه بدون غلاف‌زدایی بیشترین (۵۰۰گرم در مترمربع) و تیمار ۳۰کیلوگرم نیتروژن و ۷۵درصد غلاف‌زدایی کمترین وزن خشک اندام هوایی (۲۷۴گرم در مترمربع) را داشتند (جدول۴). برهم‌کنش آبیاری و غلاف‌زدایی بر وزن خشک اندام هوایی معنی‌دار ($P\leq۰/۰۱$) شد (جدول ۲). تیمار آبیاری کامل و بدون غلاف‌زدایی بیشترین وزن خشک اندام هوایی (۵۱۵گرم در مترمربع) را تولید کرد. در این برهم‌کنش، کمترین وزن خشک اندام هوایی (۱۹۵گرم در مترمربع) به تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و ۷۵درصد غلاف‌زدایی اختصاص داشت (جدول۵). 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 ۷۵درصد غلاف‌زدایی وزن خشک اندام هوایی تنها ۱۵درصد نسبت به شاهد کاهش یابد، حال آن‌که این کاهش در شرایط یک‌بار آبیاری و دو بار آبیاری به‌ترتیب حدود ۳۶ و ۴۱درصد نسبت به شاهد بود.

**شاخص برداشت**

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر نیتروژن، آبیاری و غلاف‌زدایی بر شاخص برداشت معنی‌دار ($P\leq۰/۰۱$) شد (جدول۲). بیشترین شاخص برداشت (۳۶درصد) از تیمار ۳۰کیلوگرم نیتروژن به‌دست آمد. اما بین سطوح ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۳). به‌نظر 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 ۳۹درصد، نسبت به دو سطح دیگر برتری داشت. اما آبیاری کامل و آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی به‌ترتیب با ۲۶/۷ و ۲۷/۸درصد، 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، به‌دلیل کمبود رطوبت در مرحله پُرشدن 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 ۵۰درصد غلاف‌زدایی به‌ترتیب با شاخص برداشت ۴۵ و ۴۱/۷درصد، 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 ۷۵درصد غلاف‌زدایی نیز کمترین شاخص برداشت (۱۷درصد) را تولید کرد (جدول ۵). حذف غلاف‌ها و کاهش دانه‌ها و از طرفی فراهم‌بودن آب برای انجام فتوسنتز و انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی به شاخساره ها سبب شد تا شاخص برداشت کاهش یابد. برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی بر شاخص برداشت معنی‌دار ($P\leq۰/۰۱$) شد (جدول ۲). بیشترین و کمترین شاخص برداشت با مقادیر ۴۳ و ۲۳درصد به‌ترتیب به تیمارهای ۳۰کیلوگرم نیتروژن و ۲۵درصد غلاف‌زدایی و تیمار ۷۵کیلوگرم نیتروژن و ۷۵درصد غلاف‌زدایی تعلق داشت (جدول ۴).

**همبستگی صفات مورد مطالعه**

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، به‌ترتیب تعداد غلاف (۰/۷۵)، تعداد دانه و شاخص برداشت (۰/۷۱)، وزن خشک اندام هوایی ( ۰/۶۵) و وزن ۱۰۰دانه (۰/۳۳) بودند (جدول ۷). در مطالعه‌ای که توسط Ciftci *et al,* (2004) بر روی ۱۴رقم نخود صورت گرفت، همبستگی مثبت و بالایی برای صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و تعداد غلاف 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 ۱۰۰دانه همبستگی معنی‌دار مشاهده نشد.

**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 depoding**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تعداد دانه در مترمربع (1) Seeds $m^{-2}$ | 1 | | | | | |
| تعداد غلاف در مترمربع (2) Pods $m^{-2}$ | $0.86^{**}$ | 1 | | | | |
| وزن ۱۰۰دانه (3) 100- seed weight | $-0.24^{*}$ | $0.05^{ns}$ | 1 | | | |
| وزن دانه (گرم بر مترمربع) (۴) Seed weight (g $m^{-2}$) | $0.71^{**}$ | $0.75^{**}$ | $0.33^{**}$ | 1 | | |
| وزن خشک اندام هوایی (گرم بر مترمربع) (5) Shoot weight (g $m^{-2}$) | $0.55^{**}$ | $0.6^{**}$ | $0.21^{*}$ | $0.65^{**}$ | 1 | |
| شاخص برداشت (درصد) (6) Harvest index (%) | $0.43^{**}$ | $0.42^{**}$ | $0.28^{**}$ | $0.71^{**}$ | $-0.01^{ns}$ | 1 |

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns: Non-significant, *and **: Significant at α= 0.05 & α= 0.01, respectively

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 ۱۵۰کیلوگرم، 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. 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 (۱۵۰کیلوگرم) 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 علاوه‌بَر 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.

**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. Comprative effectivence 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 chickpae 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, phonological 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 4th International Crop Sience Congress, Brisbane, Australia, September 2004.

**Iranian Journal of Pulses Research**
**Vol. 8, No. 1, 2017, p. 138-149**

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

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

1- MSc. Student, Departmant of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2- Associate Professor, Departmant of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture; Departmant of Legumes, Research Center for Plant Sciences; Ferdowsi University of Mashhad
3&4- Professor, Departmant 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 sup 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 $g/m^2$). The lowest seed weight (40 $g/m^2$) 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$^2$) and lowest (46 g/m$^2$) 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