نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۷۷-۶۶ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 66-77

اثر سطوح آبیاری و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد

سیدرضا امیری[1*]، مهدی پارسا[2]، محمد بنایان اول[3]، مهدی نصیری محلاتی[4] و رضا دیهیم‌فرد[5]

۱- استادیار مجتمع آموزش عالی سراوان، دانشکده کشاورزی، گروه تولیدات گیاهی

۲- دانشیار دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات و پژوهشکدهٔ علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات

۴- استاد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات

۵- استادیار، دانشگاه شهید بهشتی، پژوهشکده علوم محیطی، گروه کشاورزی اکولوژیک

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۴/۲۹

چکیده

به‌منظور مطالعه اثر سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود (ژنوتیپ ILC۴۸۲)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح نیتروژن ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت کود اوره و آبیاری در سه سطح: آبیاری کامل، یکبار آبیاری در مرحله گلدهی و دو مرتبه آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی بود. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف بود. نتایج آزمایش نشان داد که سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف، غلاف در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت داشتند. اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن به‌جز شاخص برداشت در تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. در این بررسی تیمار آبیاری کامل + ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با سایر تیمارها باعث افزایش معنی‌دار کلیه صفات (به‌جز عملکرد بیولوژیکی) شد. همچنین یکبار آبیاری در مرحله گلدهی به‌همراه ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث کاهش معنی‌دار کلیه صفات مورد مطالعه شد. تیمار آبیاری کامل و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین عملکرد بیولوژیکی (۸/۹ تن در هکتار) را داشت، در حالی‌که عملکرد دانه آن ۱۸۵۴ کیلوگرم در هکتار بود. بنابراین حفظ رطوبت طی دوران بحرانی رشد نخود و کاربرد سطوح متعادل تغذیه‌ای به‌ویژه نیتروژن در سطوح ۳۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد نخود خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: دوره بحرانی، رطوبت، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیکی، گلدهی

مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.) محصولی است که در سرتاسر دنیا کشت می‌شود و به شرایط آب و هوایی متفاوت از معتدل تا گرم و از مرطوب تا خشک سازگار است. خصوصیاتی همچون توانایی تثبیت نیتروژن، ریشه‌دهی عمیق و استفاده مؤثر از نزولات جوی سبب شده‌است که این گیاه نقش مهمی در ثبات تولید نظام‌های زراعی در کشاورزی پایدار ایفا نماید. در برخی نقاط دنیا نیز جایگزینی حبوبات به جای آیش در سیستم‌های زراعی گندم-آیش با موفقیت‌های مطلوبی همراه بوده‌است (Gangeali *et al.*, 2008). نخود به‌عنوان سومین محصول در بین حبوبات در جهان و اولین محصول در غرب آسیا و شمال آفریقا مطرح است این گیاه یک محصول دانه‌ای مهم در نظام‌های کشاورزی دیم این مناطق به‌شمار می‌رود (Soltani, 2001; Malhotra & Sexana, 2002). در ایران نیز نخود مهم‌ترین گیاه از گروه حبوبات است و بیش از ۵۰ درصد از سطح زیر کشت حبوبات را به‌خود اختصاص می‌دهد (Soltani, 2001). ایران در مقیاس جهانی با سطح زیر کشت ۵۶۰۱۹۱ هکتار پس از هند، پاکستان و ترکیه بیشترین سطح زیر کشت را داراست ولی از لحاظ عملکرد با متوسط عملکرد

* **نویسنده مسئول:** مجتمع آموزش عالی سراوان، دانشکده کشاورزی، گروه تولیدات گیاهی، صندوق پستی: ۹۹۵۱۶۳۴۱۴۵
همراه: ۰۹۱۳۹۹۵۸۳۱۱؛ seyedrezaamiri@yahoo.com

۴۶۳ کیلوگرم در هکتار در رتبه ۴۵ قرار دارد (FAO, 2012). هرچند که مقاومت نخود به خشکی بیشتر از سایر حبوبات سرما دوست است ولی تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل کاهش عملکرد در این گیاه محسوب می‌شود (Kashiwagi *et al.*, 2006)، که این کاهش از ریزش غلاف‌ها ناشی می‌شود. در این مورد غلاف‌ها زمانی شروع به ریزش می‌کنند که پیری برگ‌ها در اثر کمبود آب آغاز شده باشد. اصولاً کاهش عملکرد دانه ناشی از تنش خشکی، به‌علت اثرات منفی این تنش بر روی سطح برگ، فتوسنتز پوشش گیاهی، سرعت رشد محصول و اجزای عملکرد می‌باشد (Siddique *et al.*, 2000).

در نواحی خشک و نیمه‌خشک مهم‌ترین منبع محدودکننده برای افزایش عملکرد کمبود آب می‌باشد و افزایش بهره‌وری آب در مقایسه با محصول در واحد زمین بهترین راه‌کار برای زراعت دیم می‌باشد. در چنین شرایطی باید روش‌های مدیریت کارآمد آب به‌کار گرفته شود. آبیاری تکمیلی یکی از این گونه روش‌ها با کارایی بالا برای افزایش محصولات کشاورزی و بهبود قابل‌توجه و پایدار در بهره‌وری آب از طریق مدیریت یکپارچه و هماهنگ منابع مزرعه است (Oweis *et al.*, 2005). آبیاری تکمیلی به‌منظور رفع تنش در مراحل بحرانی رشد گیاه تأثیر جدی در افزایش عملکرد نخود داشته است. در هندوستان آبیاری تکمیلی در اوایل دوره رشد رویشی در خاک سبک با ظرفیت کم نگهداری آب، یا در اواخر رشد رویشی در اوایل مرحله پر شدن غلاف‌ها در خاک عمیق عملکرد نخود را افزایش داده است (Malhotra *et al.*, 1997). براساس گزارش‌های Tuba Bicer *et al*, (2004) و Ullah *et al*, (2002) عملکرد نخود با انجام آبیاری تکمیلی افزایش یافت. براساس گزارش بیشترین عملکرد دانه با انجام آبیاری در مرحله گلدهی حاصل شده است. با توجه به اینکه حساس‌ترین مرحله تنش رطوبتی در نخود مرحله گلدهی و شروع پر شدن دانه می‌باشد، بنابراین انتظار می‌رود با انجام آبیاری تکمیلی در این مراحل رشد گیاه از شدت خسارت تنش کاسته و عملکرد افزایش یابد (Amiri Dehahmadi *et al.*, 2010; Fallah *et al.*, 2005).

تحقیقات در غرب آسیا و هندوستان نشان داده است که برای دستیابی به عملکرد بالای گیاه نخود، کاربرد سطوح بالای نیتروژن ضروری است زیرا در این مناطق گره‌بندی ضعیف است و وضعیت مانند حالتی است که گیاه تلقیح نشده در منطقه‌ای که جمعیت ریزوبیوم‌های بومی آن کم است، کشت شده باشد و مصرف نیتروژن به دفعات مختلف بهتر از مصرف یکباره‌ی آن است. همچنین گیاه نخود در طی فصل رشد جذب کل عناصر غذایی آن ۶۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۵ تا ۱۵ کیلوگرم فسفر در هکتار و ۶۰ تا ۱۷۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار می‌باشد (Saxina & Singh, 1997 ; Oweis *et al.*, 2005). Ghalambaran *et al.* (1996) اعلام کردند که استفاده از کود آغازگر نیتروژن، موجب افزایش سطح برگ و افزایش تولید سویا شده است، همچنین تولید ماده خشک و عملکرد نهایی دانه در واحد سطح را افزایش داده است. در آزمایش Bilsborrow *et al.* (1993) عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی با افزایش سطح نیتروژن افزایش یافت. اجزای عملکرد مانند تعداد غلاف، وزن دانه در بوته و همچنین وزن هزار دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کاربرد نیتروژن قرار گرفت. آنها همچنین اظهار داشتند که این افزایش ممکن است به‌علت تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی برای قسمت‌های زایشی بوده باشد. افزایش مصرف نیتروژن ارتفاع گیاه، تعداد شاخه جانبی و عملکرد بیولوژیکی را به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاهد افزایش داد. در مطالعه دیگری، عملکرد دانه تا بالاترین مقدار نیتروژن مصرفی افزایش یافت. نیتروژن به‌طور معنی‌داری هم تعداد کل غلاف و هم تعداد غلاف‌های بارور را افزایش داد (Bahr, 2007). بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی عملکرد و اجزای عملکرد نخود در سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن در شرایط آب و هوایی مشهد اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با آرایش فاکتوریل در چهار تکرار در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی در سال زراعی ۹۱-۹۰ اجرا شد. مقدار کود نیتروژن خالص در سه سطح ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و آبیاری در سه سطح (آبیاری کامل، یکبار آبیاری در مرحله گلدهی، دو مرتبه آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی) به‌عنوان فاکتور مدنظر قرار گرفتند. آبیاری کامل طی فصل رشد، بعد از کاشت و به فواصل ۱۰ روز یکبار انجام گرفت. آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی زمانی انجام شد که ۵۰ درصد بوته‌های هر کرت وارد فاز گلدهی و غلاف‌دهی شده بودند. برای تعیین و کنترل مقدار آب آبیاری از لوله‌های مجهز به کنتور استفاده گردید. آبیاری به‌صورت نشتی انجام شد و مقدار آب توزیع شده بین کرت‌ها به‌صورت یکسان و به مقدار ۱/۵ متر مکعب در هر دور آبیاری بود به‌طوری‌که پس از خروج آب ثقلی، مقدار آب خاک کرت‌ها در حد ظرفیت مزرعه بود. بنابراین مقدار آب برای تیمار آبیاری کامل در هر کرت در طی فصل رشد حدود ۱۳/۵ متر مکعب بود. با توجه به اینکه گیاه نخود برای تولید هر تن عملکرد بین

۵۰ تا ۷۰ کیلوگرم نیتروژن از خاک برداشت می‌کند (Saxina & Singh, 1997) برای دستیابی به عملکرد پتانسیل، مقدار حداکثر کود نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. همچنین در این آزمایش تیمار عدم کاربرد نیتروژن استفاده نشد زیرا در این منطقه کشاورزان در هنگام کاشت از کود نیتروژن استفاده می‌کنند. بنابراین مقدار ۳۰ کیلوگرم کود آغازگر طبق عرف منطقه استفاده شد. تحقیقات گذشته نیز نشان می‌دهد که مصرف مقدار کمی نیتروژن برای شروع رشد گیاه (۱۵ تا ۲۵ کیلوگرم در هکتار)، در تحریک رشد و افزایش عملکرد در خاک‌های شنی و لومی شنی که از نظر نیتروژن فقیر هستند، مؤثر است. برای مثال، بررسی اقتصادی ۱۲۳ آزمایش کودی نشان داده است که مصرف ۳۰ تا ۳۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای نخود مفید است (Gangeali *et al.*, 2008). تیمار کودی بعدی نیز بینابین این دو سطح یعنی ۷۵ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. کود نیتروژن هم‌زمان با کاشت مطابق تیمارها و به‌صورت جایگذاری در داخل شیارهای موازی خطوط کشت در داغ‌آب پشته‌ها مورد استفاده قرار گرفت. خصوصیات خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک قبل از شروع آزمایش

Table 1. Physical and chemical characteristics of soil before the experiment

بافت خاک Soil texture	نیتروژن کل Total N (%)	فسفر قابل دسترس P (ppm)	پتاسیم قابل دسترس K (ppm)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH
لوم سیلتی Silty loam	0.087	20	286	2.5	7.40

هیچ نوع کودی به‌جز کود اوره (براساس تیمار کودی) به کرت‌های آزمایشی داده نشد. قبل از عملیات کاشت، برای حصول از درصد اطمینان از درصد مطلوب جوانه‌زنی بذر، آزمایش قوه نامیه استاندارد روی بذر (با ۹۸ درصد جوانه‌زنی) انجام گرفت. عملیات آماده‌سازی بستر بذر در اسفند ماه با انجام شخم، دیسک و سپس تسطیح انجام شد. کشت دستی در ۲۵ اسفندماه انجام شد. ابعاد کرت‌های آزمایش ۵×۲/۵ متر مربع و هر کرت دارای ۵ پشته بود. بدین صورت که بر روی هر پشته یک ردیف نخود با فاصله ۱۰ سانتی‌متر کاشته شد. تراکم کاشت برای تمام تیمارها ۳۳ بوته در متر مربع و عمق کاشت ۴ تا ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله‌ی بین بلوک‌ها به‌منظور جلوگیری از اثر اختلاط تیمارها ۳ متر در نظر گرفته شد. به‌منظور جلوگیری از نشت آب به کرت‌های مجاور، بین دو کرت مجاور دو پشته (۵۰ سانتی‌متر) به‌صورت کاشته نشده رها شد. برای دستیابی به تراکم مورد نظر، ۱۵ روز پس از سبز شدن بوته‌های اضافی حذف شدند. علف‌های هرز مزرعه در طول فصل رشد دو بار و در زمان ۲۵ و ۵۰ روز بعد از کاشت با دست وجین شدند.

در انتهای فصل رشد نخود، بوته‌های هر کرت پس از حذف نیم متر حاشیه از دو طرف به طول ۴ متر (مساحت ۶ متر مربع) با دست از خاک جدا شدند و جهت تعیین عملکرد دانه و بیولوژیک (برحسب کیلوگرم در هکتار) به آزمایش منتقل شدند. برای شمارش تعداد غلاف در بوته از هر تیمار در زمان رسیدگی ۱۰ بوته به‌طور تصادفی برداشت شد و تعداد غلاف و دانه‌های هر بوته شمارش و سپس میانگین تعداد غلاف و تعداد دانه‌های هر بوته تعیین گردید. داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ ٪ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس، اثرات ساده و متقابل کود نیتروژن و آبیاری بر کلیه صفات مورد مطالعه نخود (به‌غیر از شاخص برداشت) معنی‌دار بودند (جدول ۲). با توجه به معنی‌دار شدن اثرات متقابل تیمارهای مورد بررسی (سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن) بر صفات مورد مطالعه، لذا در ادامه تنها به بررسی اثرات متقابل تیمارهای مورد بررسی بر صفات مورد مطالعه پرداخته شده است.

عملکرد دانه

بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار آبیاری کامل و سطح نیتروژن ۳۰ کیلوگرم در هکتار (۲۶۴۵ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۱). بعد از این تیمار، بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمارهای آبیاری کامل و سطح نیتروژن ۷۵ کیلوگرم در هکتار بود. به‌نظر می‌رسد که در شرایط آبیاری کامل و کاربرد سطوح پایین نیتروژن در ابتدای فصل رشد سبب استقرار سریع‌تر نخود در مزرعه خواهد شد و این موضوع تا قبل از این‌که گیاه از نظر نیتروژن مورد نیاز خودکفا شود، بسیار حائز اهمیت است.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد نخود در سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن.

Table 2. Analysis of variance (MS) for yield and yield components of chickpea at different levels of irrigation and nitrogen fertilizer

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f.	دانه در غلاف Seeds per pod	غلاف در بوته Pods.plant^{-1}	وزن هزار دانه 1000- seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication	2	0.037^{ns}	3.2^{ns}	129.3^{ns}	7100^{ns}	210405^{ns}	2.7^{ns}
نیتروژن Nitrogen	2	1.382**	242.1**	20067**	1134471**	1214769**	34.5*
آبیاری Irrigation	2	0.531**	57.6**	44139**	510093**	1047804**	134.6**
آبیاری×نیتروژن	4	0.464**	63.0**	2865**	323807**	497712**	2.2^{ns}
خطا (Error)	16	0.018	0.854	267.5	33545	123216	7.2
ضریب تغییرات (C.V)		10.71	5.69	7.49	8.98	11.21	9.74

ns ، * و**: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح α= 0.05 و α= 0.01

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

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد نخود تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن

Table 3. Mean comparison of yield and yield components of chickpea as affected by different levels of irrigation and nitrogen fertilizer

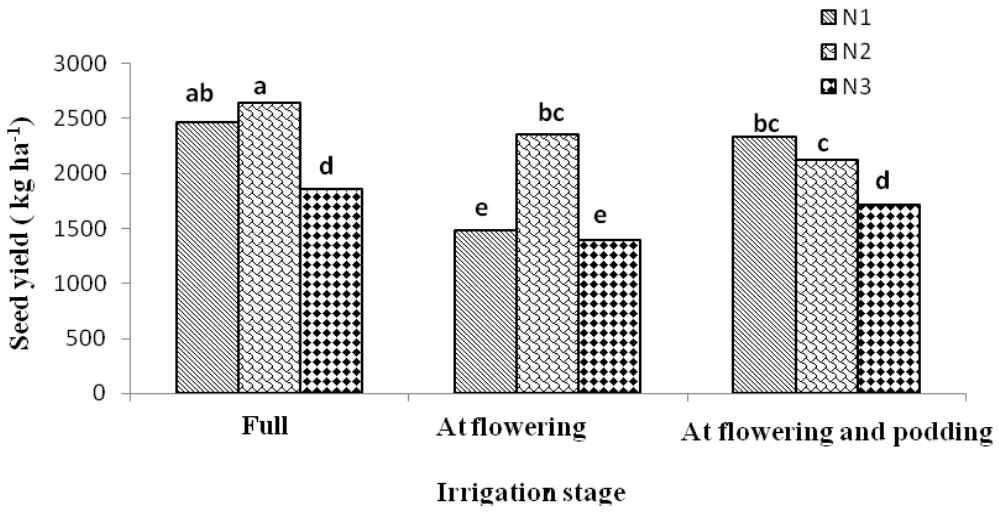
تیمارها Treatments	دانه در غلاف Seeds per pod	غلاف در بوته Pods.plant^{-1}	وزن هزار دانه (گرم) 1000- seed Weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) yield Seed (kg.ha^{-1})	عملکرد بیولوژیکی (تن در هکتار) Biological yield (t.ha^{-1})	شاخص برداشت (درصد) Harvest Index (%)
			سطوح آبیاری Irrigation level			
آبیاری کامل Full irrigation	1.61^{a}	21.56^{a}	338.06^{a}	2264^{a}	7.70^{a}	31.72^{a}
آبیاری در مرحله گلدهی Irrigation at flowering stage	1.17^{b}	17.10^{b}	199.46^{c}	1790^{c}	7.04^{b}	24.03^{c}
آبیاری در مرحله گلدهی و غلافدهی Irrigation at flowering & podding stages	1.21^{b}	21.39^{a}	251.25^{b}	2062^{b}	7.22^{b}	27.15^{b}
			سطوح نیتروژن(کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (kg.ha^{-1})			
30	1.18^{b}	22.00^{b}	261.3^{b}	2095^{b}	6.94^{b}	27.34^{ab}
75	1.77^{a}	23.92^{a}	310.9^{a}	2362^{a}	7.35^{a}	29.72^{a}
150	1.03^{c}	14.13^{c}	216.5^{c}	1659^{c}	7.67^{a}	25.84^{b}

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح α= 0.05 اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at α= 0.05.

همچنین تیمارهای آبیاری در مرحله گلدهی و سطح نیتروژن ۷۵ کیلوگرم در هکتار (۲۳۵۶ کیلوگرم در هکتار) و تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و غلاف‌دهی و سطح نیتروژن ۳۰ کیلوگرم در هکتار (۲۳۳۸ کیلوگرم در هکتار) در رتبه‌های بعدی بودند که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۵). با توجه به اینکه عمده نخود در این منطقه و حتی کشور به‌صورت دیم است و تنش خشکی در مرحله گلدهی باعث کاهش طول دوره گلدهی، تعداد گل و عملکرد دانه می‌شود (Ganjeali & Nezami, 2008). بنابراین با کاربرد یک یا دو دور آبیاری در مراحل بحرانی گیاه (گلدهی و غلاف‌دهی) و کاربرد ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌عنوان کود آغازگر می‌توان عملکردهای قابل قبولی تولید و در ضمن عملکردها را به شرایط آبیاری کامل نزدیک کرد که در این شرایط به افزایش کارایی مصرف آب که مشکل بزرگی در مناطق تحت کشت

نخود است کمک به‌سزایی می‌شود. در این آزمایش، کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و سطح نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (به‌ترتیب ۱۳۹۵ و ۱۴۸۱ کیلوگرم در هکتار) بود. بنابراین هر چه از میزان آبیاری کاسته می‌شود واکنش گیاه نسبت به نیتروژن نیز کاهش می‌یابد زیرا کاربرد سطوح بالای کود نیتروژن در مناطق خشک باعث افزایش رشد رویشی و برخورد گیاه با شرایط خشک آخر فصل رشد شده که این امر منجر به کاهش چشمگیر عملکرد می‌شود. تنش خشکی قادر است میزان تثبیت نیتروژن، تنفس گره‌ها و وزن خشک ساقه را کاهش دهد. یکی از دلایل کاهش عملکرد در شرایط خشکی برهم زدن تعادل تغذیه‌ای گیاه در این شرایط است. در شرایط تنش شدید اغلب پیری تسریع می‌شود و این به‌خصوص در مقادیر بالاتر نیتروژن شدیدتر است. بنابراین بین تنش خشکی و نیتروژن رابطه متقابل وجود دارد و مصرف نیتروژن در شرایط خشک اثر منفی بر عملکرد دانه دارد. تنش خشکی در بادام‌زمینی از مرحله گلدهی تا شروع مرحله رشد غلاف، عملکرد را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. همچنین تنش خشکی اعمال شده در مراحل انتهایی پر شدن دانه نسبت به مراحل آغازین این دوره از تأثیر سوء کمتری بر روی عملکرد برخوردار بود. زیرا در مراحل انتهایی، غلاف تشکیل شده و با پیر شدن برگ‌ها مصرف آب رو به کاهش می‌گذارد (Boote *et al.*, 1995).



شکل ۱- اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد دانه

N_1، N_2 و N_3 به‌ترتیب برابر با ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار.

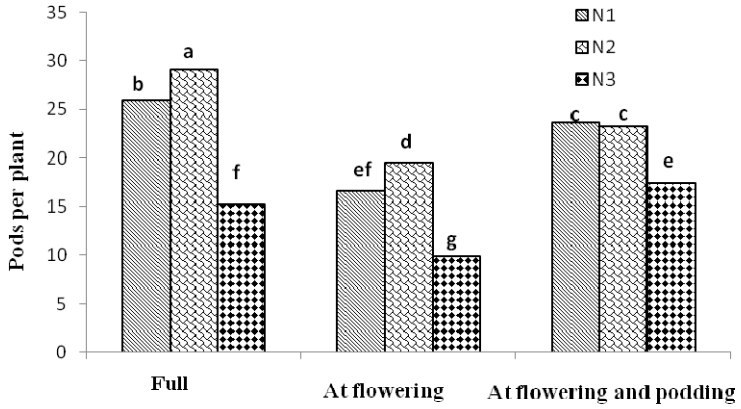
Fig. 1. Effect of irrigation and nitrogen interactions on seed yield (α= 0.05)

N_1, N_2 and N_3: 30, 75 and 150 kg N ha^{-1} respectively.

تعداد غلاف در بوته

در بررسی اثر متقابل بین کود نیتروژن و آبیاری نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به آبیاری کامل و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۲۹ غلاف در بوته) و کمترین تعداد مربوط به تیمار آبیاری گلدهی و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۹ غلاف در بوته) بود (شکل ۲)، زیرا کاربرد سطوح بالای نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی گیاه در ابتدای رشد و تخلیه رطوبتی سریع خاک شد و از طرفی کاربرد یک دور آبیاری کمک چندانی به افزایش تعداد غلاف نکرد. بنابراین هرچه آب آبیاری بیشتر شود و به‌همراه آن نیز سطوح متعادل کود نیتروژن به‌کار رود، گیاه دارای کانوپی بزرگتری می‌شود که قادر است مخزن زایشی بزرگتری را نیز تغذیه نماید و به‌میزان کافی ماده خشک به آن اختصاص دهد، در نتیجه تعداد غلاف در بوته افزایش می‌یابد (Goldani & Rezvani Moghaddam, 2007). همچنین یکی از دلایل مؤثر در کاهش تعداد غلاف در رژیم‌های کم آبیاری، کاهش دوره گرده‌افشانی و نتیجتاً کاهش تعداد غلاف می‌باشد. در واقع با کاهش رطوبت و تنش خشکی طی مراحل زایشی، جوانه‌های مولد گل تحت تأثیر خشکی قرار گرفته و ریزش گل‌ها باعث کاهش تولید غلاف می‌شود (Rezvani Moghaddam & Sadeghi Samarjan, 2008). از طرفی Kashfi *et al.* (2010) اعلام کردند گیاه نخود در آبیاری کامل و تیمار ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار بالاترین و تیمار عدم کاربرد نیتروژن پایین‌ترین تعداد غلاف در بوته را تولید کرد. فراهمی

رطوبت قابل دسترس و سطوح متعادل نیتروژن، سبب افـزایش توسعه کانوپی گیاه شده، در نتیجه انـرژی تشعشـعی بیشـتری جذب گیاه می‌شود که منجر به افزایش اجزای عملکرد از جمله تعداد غلاف در گیاه می‌گردد (Jalota *et al.*, 2006).



شکل ۲- اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن بر تعداد غلاف در بوته نخود

N_1، N_2 و N_3 به‌ترتیب برابر با ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار.

Fig. 2. Effect of irrigation and nitrogen on number of pods per plant (α= 0.05)

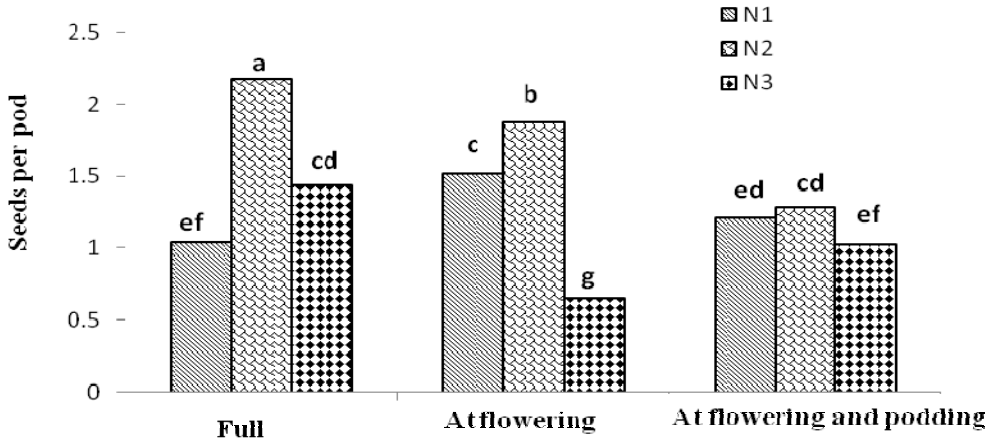
N_1, N_2 and N_3: 30, 75 and 150 kg N ha^{-1} respectively.

تعداد دانه در غلاف

در بررسی اثر متقابل بین کود نیتروژن و آبیاری مشـخص گردید که بیشترین تعداد دانه در غلاف مربوط به تیمار آبیـاری کامل و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۲/۱۷ دانـه در غـلاف و همچنین ۲۰۷۶ دانه در متر مربع) و کمترین مربوط بـه تیمـار آبیاری گلدهی و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتـار (۰/۶۵ دانـه در غلاف و همچنین ۱۹۳ دانه در متـر مربـع) بـود (شـکل ۳). به‌نظر می‌رسد که فراهمـی رطوبـت طـی دوره‌ی رشـد گیـاه و سطح متعادل نیتروژن که در این آزمایش ۷۵ کیلوگرم نیتروژن بود، باعث افزایش رشد رویشی و به‌دنبال آن افزایش تعداد دانـه در غلاف می‌شود و آبیاری در مرحلـه گلـدهی و سـطوح بـالای نیتروژن باعث افزایش بیش از حد رشد رویشی و برخـورد گیـاه به خشکی انتهای فصل و در نتیجه کاهش تعداد دانه در غـلاف می‌شود که با نتایج دیگر محققان نیز مطابقت دارد (Nezami *et al.*, 2009). با افزایش میزان آب آبیـاری، رشـد غـلاف‌هـا و بلوغ آنها در یک دوره طولانی‌تر انجـام مـی‌شـود و بـرگ‌هـا بـا سرعتی آهسته‌تر پیر می‌شوند، در نتیجه تعـداد دانـه در غـلاف افزایش می‌یابد. در مقابل، کاهش میزان آب آبیاری و همچنـین افزایش ناگهانی درجه حرارت سبب پیری زودرس گیاه می‌شود (Saxina & Singh, 1997). گیاه نخود در آغاز گلـدهی دارای رشد رویشی سریعی است که در شـرایط فـراهم بـودن رطوبـت قابل دسترس، طول دوره رشد زایشی و میزان فتوسـنتز جـاری آن افزایش می‌یابد. که نتیجه افزایش فتوسنتز جـاری، تشـکیل گل‌های بیشتر در گیاه خواهد بود که بر تشکیل غلاف‌های بارور و تولیـد دانـه مـؤثر اسـت (Amiri Dehahmadi *et al.*, 2010a). عدم تأمین مواد فتوسنتزی لازم برای رشـد جنـین و تکامل بذر، یکی از دلایل عمده کاهش تعـداد دانـه در بوتـه در شرایط تنش خشـکی مـی‌باشـد. Parsa *et al.* (2012) اعـلام کردند که آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی باعث افزایش تعداد دانه در بوته می‌شود. علت کاهش تعداد دانـه در شـرایط تـنش خشکی، کاهش تعداد غلاف در ساقه‌های اصلی و فرعی است.

وزن هزار دانه

در بررسی اثر متقابل بین کود نیتروژن و آبیاری مشـخص شد که بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار آبیاری کامـل و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۳۹۲ گرم) و کمترین مربوط به تیمار آبیاری در مرحلـه گلـدهی و ۱۵۰ کیلـوگرم نیتـروژن در هکتار (۱۵۰ گرم) بود (شـکل ۴). در واقـع در شـرایط آبیـاری کامل و سطح متعادل کود نیتروژن گیاه با رشد رویشی مناسبی وارد مرحله زایشی می‌شود که این امر موجب حمایـت مناسـب اندام‌های زایشی، خصوصاً غلاف‌های در حال پر شدن می‌شود و به‌دنبال آن وزن دانه افزایش می‌یابد. برخی مطالعات نشان داده است که غلاف‌های در حال پر شدن نسبت به غلاف‌های جـوان از نظـر دریافـت مـواد فتوسـنتزی در اولویـت هسـتند و مـواد فتوسنتزی بیشتر به سمت آنها اختصاص می‌یابـد (Gangeali & Nezami, 2008).



شکل ۳- اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن بر دانه در غلاف نخود

N_1، N_2 و N_3 به‌ترتیب برابر با ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار.

Fig. 3. Effect of irrigation and nitrogen on Seeds per pod (α= 0.05)

N_1, N_2 and N_3: 30,75 and 150 kg N ha^{-1} respectively.

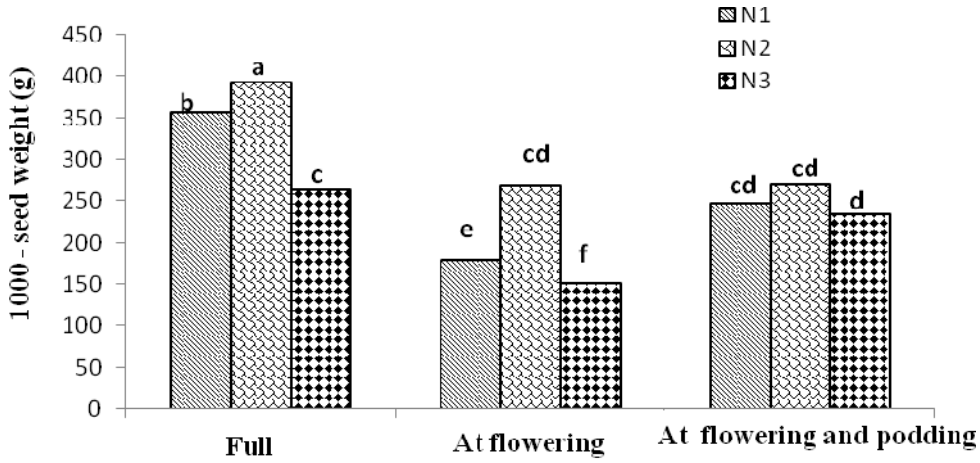
Ullah *et al.* (2002) با بررسی روی گیاه نخود نشان دادند که محدودیت رطوبت در زمان گلدهی و غلاف‌دهی موجب کاهش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه چروک شدن دانه می‌شود. فراهمی رطوبت در مرحله گلدهی باعث طولانی‌تر شدن دوره پر شدن دانه شده و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری برای اختصاص به دانه‌ها فراهم می‌شود.

تنش خشکی مهم‌ترین عامل کاهش عملکرد نخود است، این کاهش عمدتاً به ریزش غلاف‌ها مربوط می‌شود. در این مورد غلاف‌ها زمانی شروع به ریزش می‌کنند که پیری برگ‌ها به‌دلیل تنش خشکی آغاز شده باشد (Siddique *et al.*, 2006). مطالعات نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد نخود تحت شرایط فاریاب حاصل می‌شود و در این ارتباط اجتناب از تنش خشکی بعد از مرحله گلدهی به‌ویژه در مرحله غلاف‌دهی تا دانه‌بستن ضروری است (Jalota *et al.*, 2006). در مناطق خشک، فراهمی رطوبت طی دوره‌ی رشد نخود به‌همراه مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار که گره‌بندی ضعیف و به‌ندرت اتفاق می‌افتد باعث افزایش چشمگیر وزن دانه شد. در واقع مصرف مقدار کافی نیتروژن معدنی در خاک، زمانی اهمیت پیدا می‌کند که ریزوبیوم همزیست نخود در خاک وجود نداشته و یا کم و پراکنده باشد (Saxina & Singh, 1997). Oweis *et al*, (2005) اعلام کردند در مناطق خشک زود کاشتن باقلا و عدس نه تنها عملکرد را افزایش می‌دهد بلکه وقتی با آبیاری تکمیلی همراه می‌شود می‌تواند به گیاه کمک کند تا از خشکی انتهایی فصل اجتناب وثبات عملکرد را تضمین نماید.

عملکرد بیولوژیکی

بیشترین عملکرد بیولوژیکی مربوط به تیمار آبیاری کامل و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۸/۹ تن در هکتار) بود. با کاهش آبیاری و کود نیتروژن، عملکرد بیولوژیکی کاهش معنی‌داری یافت به‌طوری‌که تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و سطح نیتروژن ۳۰ کیلوگرم در هکتار (۶/۶ تن در هکتار) کمترین عملکرد بیولوژیکی را به‌خود اختصاص داد (شکل ۵).

کاربرد سطوح بالای نیتروژن و آبیاری کامل باعث افزایش ماده خشک رویشی در گیاه نخود شد که این نتایج با یافته‌های Ganjeali *et al,* (2011) مطابقت دارد. به‌نظر می‌رسد فراهمی رطوبت و نیتروژن با افزایش طول دوره رشد رویشی و افزایش عمق مؤثر کانوپی، جذب تشعشع فعال فتوسنتزی افزایش می‌یابد که منجر به افزایش وزن خشک اندام هوایی می‌شود (Goldani & Rezvani Moghaddam, 2007). اثر رطوبت بر کاهش عملکرد بیولوژیکی را می‌توان به کاهش طول دوره‌ی رشد، به‌خصوص گرده‌افشانی تا رسیدگی و نیز اثر آن بر کاهش سرعت رشد محصول نسبت داد. همچنین تنش خشکی در مرحله گلدهی و غلاف‌دهی باعث کاهش میزان ماده خشک می‌شود زیرا تنش باعث ریزش گل‌ها، غلاف‌ها و عدم تشکیل دانه می‌شود. (Amiri Dehahmadi *et al.*, 2010b). در گیاه نخود فراهمی رطوبت در مرحله گلدهی بسیار حائز اهمیت است چون در این زمان گیاه نخود دارای رشد رویشی فعال است.

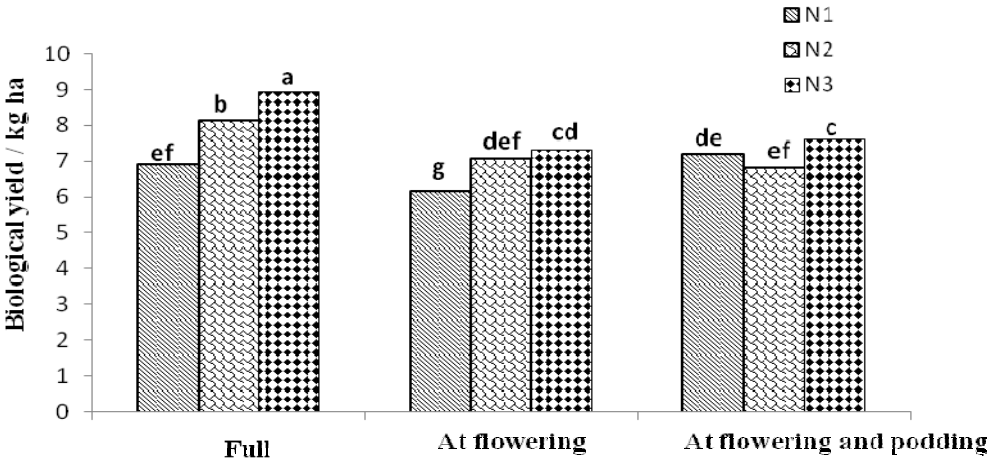


شکل ۴- اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن بر وزن هزار دانه

N_1، N_2 و N_3 به‌ترتیب برابر با ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار.

Fig. 4. Effect of irrigation and nitrogen on 1000 - seeds weight (g) (α= 0.05)

N_1, N_2 and N_3: 30, 75 and 150 kg N ha^{-1} respectively.



شکل ۵- اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد بیولوژیکی

N_1، N_2 و N_3 به‌ترتیب برابر با ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار.

Fig. 5. Effect of irrigation and nitrogen on biological yield (α= 0.05)

N_1, N_2 and N_3: 30, 75 and 150 kg N ha^{-1} respectively.

ضمن اینکه نخود گیاهی است رشد نامحدود و الگوی تجمع ماده خشک در نخود دارای یک مرحله رشد رویشی سریع بعد از گلدهی و سپس کاهش در مرحله غلاف‌دهی است (Gangeali & Nezami, 2008). نتایج بررسی‌های (Parsa *et al.*, 2012; Karimi & Farneya, 2009) در گیاه نخود نشان می‌دهد که در شرایط تنش خشکی کاهش بیوماس گیاهی به‌منزله‌ی کاهش تعرق گیاه است تا تعادل مناسبی بین تعرق و نگهداری سطح برگ بحرانی برای فتوسنتز وجود داشته باشد و در شرایط تنش کاهش سطح برگ یک روش سازگاری مهم است، چون اولین راه‌کاری است که گیاه هنگام کمبود آب آن‌را اتخاذ می‌کند. این موضوع در مورد باقلا هم صادق است، در این گیاه هنگامی که تنش خشکی حادث می‌شود، ارتفاع گیاه و گسترش سطح برگ کاهش یافت که

منجر به کاهش عملکرد بیولوژیکی نیز شد (Oweis *et al.*, 2005).

شاخص برداشت

سطوح مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت (جدول ۲). بیشترین شاخص برداشت مربوط به تیمار آبیاری کامل با ۳۱/۷ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار آبیاری در مرحله گلدهی با ۲۴ درصد بود (جدول ۳). با توجه به اینکه در مراحل تشکیل دانه‌ها کمبود رطوبت باعث کاهش فتوسنتز برای پر شدن دانه‌ها می‌شود. در نتیجه شاخص برداشت کاهش می‌یابد. مطالعات نشان می‌دهد که بیشترین شاخص برداشت نخود تحت شرایط فاریاب حاصل می‌شود، زیرا با رشد رویشی مناسبی وارد مرحله زایشی می‌شود که می‌تواند غلاف‌های در حال پر شدن را تغذیه کند. در این ارتباط اجتناب از تنش خشکی بعد از مرحله گلدهی به‌ویژه در مرحله غلاف‌دهی تا دانه بستن ضروری است (Jalota *et al.*, 2006). Liu *et al*, (2004) گزارش کردند تنش خشکی شدید در اوایل گسترش غلاف‌ها، رشد غلاف‌ها را کاهش می‌دهد و منجر به کاهش قابل ملاحظه در مجموع تعداد غلاف و در نتیجه کاهش شاخص برداشت می‌شود. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که فراهمی رطوبت در مرحله پر شدن دانه از طریق افزایش فتوسنتز جاری و سهولت در انتقال مواد فتوسنتزی به دانه سبب افزایش شاخص برداشت می‌شود. Siddique *et al*, (2000) نیز گزارش کردند که با افزایش رطوبت خاک در مرحله غلاف‌دهی نخود، شاخص برداشت افزایش یافت.

کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت (جدول ۳). بیشترین شاخص برداشت مربوط به تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار با ۲۹/۷ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار با ۲۵/۸ درصد بود. اگرچه کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد بیولوژیکی را افزایش داد (جدول ۳)، اما به همان نسبت عملکرد دانه را افزایش نداد که منجر به کاهش شاخص برداشت شد. اثر متقابل بین کود نیتروژن و آبیاری بر شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۲). Kashfi *et al*, (2010) اعلام کردند کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن نسبت به عدم مصرف آن باعث افزایش شاخص برداشت در گیاه نخود می‌شود. زیرا کود نیتروژن در ابتدای فصل رشد سبب استقرار سریع‌تر نخود در مزرعه، افزایش رشد رویشی و افزایش ارتفاع گیاه خواهد شد. همچنین، وجود نیتروژن در ابتدا و تا قبل از این‌که تثبیت نیتروژن توسط گرهک‌های ریشه‌ها در گیاه صورت گیرد نیتروژن مورد نیاز آن را تأمین می‌کند.

ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد

ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه در جدول۴ نشان داده شده است. صفاتی نظیر وزن هزار دانه (۰/۸۸)، تعداد غلاف در بوته (۰/۷۵) و شاخص برداشت (۰/۷۱) بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه نشان دادند. وجود همبستگی بالا بین عملکرد دانه و صفات ذکر شده حاکی از آن است که این صفات به‌طور مستقیم بر روی عملکرد تأثیر دارند.

جدول ۴- ضرایب همبستگی میان عملکرد و اجزای عملکرد

Table 4. Correlation coefficients between yield and yield components

	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	غلاف در بوته Pods.plant^{-1}	دانه‌در غلاف Seeds per pod	وزن هزار دانه 1000 seed weight
عملکرد در واحد سطح Seed yield	1					
عملکرد بیولوژیکی Biological yield	0.05^{ns}	1				
شاخص برداشت Harvest index	0.71^{**}	0.27^{ns}	1			
غلاف در بوته Pods/plant	0.75^{**}	-0.32^{ns}	0.53^{**}	1		
دانه در غلاف Seeds per pod	0.26^{ns}	-0.18^{ns}	-0.002^{ns}	0.40^{*}	1	
وزن هزار دانه 1000 seed weight	0.88^{**}	0.23^{ns}	0.87^{**}	0.68^{**}	0.14^{ns}	1

ns، * و**: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح $\alpha= 0.05$ و $\alpha= 0.01$

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

افزایش وزن هزار دانه و تعداد غلاف در بوته در شرایطی حاصل می‌شود که رقابت بین بوته‌ها و داخل بوته‌ها حداقل باشد (Siddique *et al.*, 2000). از طرف دیگر تولید ماده خشک بالا خصوصاً قبل از وقوع رشد زایشی باعث افزایش توان فتوسنتزی گیاه می‌شود و گیاه قادر خواهد بود که مواد فتوسنتزی لازم برای پر شدن دانه‌ها را تولید نماید و در نهایت عملکرد افزایش یابد.

در بین اجزای عملکرد، وزن هزار دانه بالاترین همبستگی را با عملکرد نشان می‌داد که این امر بیانگر نقش به‌سزای این صفت در تعیین عملکرد نهایی دانه است. نتایج حاصل با گزارشات سایر محققان (Amiri Dehahmadi *et al.*, 2010a ; Goldani & Rezvani Moghaddam, 2007; Fallah *et al.*, 2005) نیز مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که تیمار آبیاری کامل به‌همراه سطح ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش معنی‌دار کلیه صفات (به‌جز عملکرد بیولوژیکی) مورد اندازه‌گیری شد. کاربرد تنها یک دور آبیاری در مرحله گلدهی و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش رشد رویشی و برخورد گیاه به شرایط تنش خشکی در انتهای فصل رشد شد که منجر به کاهش عملکرد دانه شد. همچنین کاربرد آبیاری کامل و سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش عملکرد بیولوژیکی شد که بیشتر در بخش رویشی گیاه بود و کمتر عملکرد دانه را افزایش داد. از طرف دیگر، فراهمی رطوبت طی مراحل بحرانی رشد نخود (گلدهی و غلاف‌دهی) و کاربرد سطوح متعادل نیتروژن با تولید رشد رویش مناسب قبل از دوره رشد زایشی باعث افزایش عملکرد نخود در این مناطق خواهد شد زیرا اطلاع دقیقی از میزان تثبیت بیولوژیکی نیتروژن وجود ندارد.

منابع

1. Amiri Dehahmadi, S.R., Parsa, M., and Gangeali, A. 2010a. The effects of drought stress at different phenological stages on morphological traits and yield component of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in greenhouse conditions. Iranian Journal of Field Crops Research 8(1):157-166. (In Persian with English Summary).
2. Amiri Dehahmadi, S.R., Parsa, M., Nezami, A., and Gangeali, A. 2010b. The effects of drought stress at different phenological stages on growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in greenhouse conditions. Iranian Journal of Pulses Research 2(1): 69-84. (In Persian with English Summary).
3. Bahr, A.A. 2007. Effect of plant density and urea foliar application on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Res. J. Agri. and Biological Sci. 3: 220-223.
4. Bilsborrow, P.E., Evans, E.J., and Zhao, F.J. 1993. The influence of spring nitrogen on yield components. J Agric Sci. 120: 219-224.
5. Boote, K.J., Schubert, A.A., Stansell, J.R., and Stone, J.F. 1995. Irrigation, water use and water relation. In: H.E. Patte and Young C.T. (Ed.). Peanut Science and Technology. Am. Peanut. Res. Inc: Yoakum, Texas. PP: 164-205.
6. Fallah, S., Ehsanzadeh, P., and Daneshvar, M. 2005. Study of the effects of planting density and supplementary irrigation on yield and it's components using three chickpea cultivars in KhoramAbad, Loretan. Iranian J Agric Sci. 36: 719-731. (In Persian with English Summary).
7. Food and Agriculture Organization (FAO). 2006. The FAOSTAT Database. Available at Web site http://faostat.fao.org/default.aspx (verified 12 June 2012).
8. Gangeali, A., and Nezami, A., 2008. Ecophysiology and determinatives yield of pulses. In: M. Parsa and A.R. Bagheri (Eds.). Pulses. JDM Press. Iran. pp. 500. (In Persian).
9. Gangeali, A., Parsa, M., and Sabaghpour, S. 2008. Farming and agrosystems of pulses. In: M. Parsa and A.R. Bagheri (Eds.). Pulses. JDM Press. Iran. pp. 500. (In Persian).
10. Ganjeali, A., Joveynipour, S., Porsa, H., and Bagheri, A., 2011. Selection for drought tolerance in Kabuli chickpea genotypes in Nishabur region. Iranian. J. Pulses Res. 2: 27-38. (In Persian with English Summary).
11. Ghalambaran, M.R., Hashemi-Dezfuli, S.A., Siadat, S.A., and Fathi, G. 1996. Study the yield variation and morphological traits of soybean under the effects of starter nitrogen at different planting densities and patterns. In: Proc. of the 4th Iranian Crop Production and Breeding Congress, Aug. 26-29, 1996. Technical University of Isfahan, Isfahan-Iran. p. 157. (In Persian).

12. Goldani, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2007. The effects of different irrigation regims and planting dates on phenology and growth indices of tree chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars in mashhad.J. Agric. Sci. Natur. Resour. 14: 229-242. (In Persian with English Summary).
13. Jalota, S.K., Sood, A., and Harman, W.L. 2006. Assessing the response of chickpea (*Cicer aeritinum* L.) yield to irrigation water on two soils in Punjab (India): A simulation analysis using the CROPMAN model. Agricultural Water Management 79: 312-320.
14. Karimi, B., and Farneya, A., 2009. Evaluation of cultural traits, yield and yield components of rainfed chickpea cultivars with supplemental irrigation. Modern Agric. J. 17: 83-90. (In Persian with English Summary).
15. Kashiwagi. J., Krishnamurthy LCrouch, J.H., and Serraj, R. 2006. Variability of root length density and its contributions to seed yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought stress. Field Crops Res. 95:171-181.
16. Leport, L., Turner, N.C., French, R.J., Barr, M.D., Duda, R., Davies, S.L., Tennant, D., and Siddique, K.H.M. 1999. Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean-type environment. European Journal of Agronomy 11:279-291.
17. Liu, F., Jensen, C.R. and Andersen, M.N. 2004. Drought stress effect on carbohydrate concentration in soybean leaves and pods during early reproductive development: its implication in altering pod set. Field Crops Research 86: 1-13.
18. Malhotra, R.S., and Sexana, M.C. 2002. Strategies for overcoming drought stress in chickpea. Icarda 17: 20- 23.
19. Malhotra, R.S., Singh, K.B. and Saxena, M.C. 1997. Effect of irrigation on winter-sown chickpea in a Mediterranean environment. J Agron Crop Sci. 178: 237-243.
20. Nezami, A., Sedaghat Khahi, H., Porsa, H., Parsa, M., and Bagheri, A. 2009. Evaluation of fall sowing of cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes to cold under supplemental irrigation in Mashhad. Iranian Journal of Field Crops Research 8: 415-423. (In Persian with English Summary).
21. Oweis, T., Hachum, A., and Pala, M. 2005. Lentil production under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. Agricultural Water Management 68: 251-265.
22. Parsa, M., Ganjeali, A., Rezaeyanzadeh, E., and Nezami, A. 2012. Effects of supplemental irrigation on yield and growth indices of three chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.). Iranian Journal Crop Sci. 9: 1-14. (In Persian with English Summary).
23. 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 Field Crops Research 6: 315-325. (In Persian with English Summary).
24. Saxina, M.C., and Singh, K.B. 1997. The chickpea. C.A.B. International. 409 pp.
25. Siddique, K.H.M., Sedegly, R.H., and Marshal, C. 2000. Effects of plant density on growth and harvest index of branches in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Field Crops Res. 31: 193-203.
26. Silim, S.N., Saxana, M.C., and Singh, K.B. 1993. Adaptation of spring-sown chickpea to the Mediterranean basin.II.Factors influencing yield under drought. Field Crops Res. 34:137-141.
27. Soltani, A., Khooie, F.R., Khassemi_Golozani, K., and Moghaddam, M. 2001. A stimulation study of chickpea crop response to limited irrigation in a semiarid environment. Agric. Water Manage. 49: 225 - 237.
28. Tuba Bicer, B., Kalender, A.N., and Akar, D.A. 2004. The effect of irrigation on spring-sown chickpea. J. Agron. Asian Network for Scientific Infor. 2: 154-158.
29. Ullah, A., Bakht, J., Shafi, M., and Islam, W.A. 2002. Effect of various irrigations levels on different chickpea varieties. Asian J Plant Sci. 53: 355-357.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 66-77

Effect of irrigation and nitrogen fertilizer levels on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under Mashhad climatic conditions

Amiri[1]*, S.R., Parsa[2], M., Bannayan Aval[3], M., Nassiri Mahallati[4], M., & Deihimfard[5], R.

1. Assistant Professor, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Higher Educational Complex of Saravan, Iran
2. Associate professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture & Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
3. Associate professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
4. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
5. Assistant professor, Department of Agroecology, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University

Received: 25 September 2013
Accepted: 20 July 2014

Abstract

In order to study the effects of different irrigation regimes and nitrogen fertilizer levels on yield and yield components of chickpea (ILC482), a field experiment involving chickpea genotype ILC482 was conducted as factorial arrangement based on a randomized complete block design with four replications in the Agricultural Research Station, Ferdowsi University of Mashhad during growing season of 2012-2013. Experimental treatments were including nitrogen fertilizer (as urea) at three levels: 30, 75, 150 kg N ha^{-1} and irrigation regimes at three levels: full irrigation, irrigation at flowering, irrigations at both flowering and podding. Studied traits were included seed yield, biological yield, harvest index, 1000- seed weight, seeds per pod, pods per plant. The results showed that the different irrigation regimes and nitrogen fertilizer levels had significant effect on seeds per pod, pods per plant, 1000- seed weight, seed weight per plant, seed yield, biological yield and harvest index. Interaction between irrigation and nitrogen was significant except for harvest index. In this study, the highest values of the traits (except for biological yield) were obtained under full irrigation along with 75 kg N ha^{-1}. In addition, applying irrigation at flowering accompanied with 150 kg N ha^{-1} decreased yield and its components. Full irrigation plus 150 kg N ha^{-1} produced highest (8.9 t ha^{-1}) biological yield, while grain yield was 1854 kg ha^{-1}. Overall, full irrigation along with nutritive optimal levels, especially nitrogen at 30 and 75 kg ha^{-1} levels, during critical growth periods of chickpea could increase grain yield of chickpea.

Key words: Biological yield, Critical period, Flowering, Harvest index, Moisture

* **Corresponding Author:** seyedrezaamiri@yahoo.com, Mobile: 09139958311