



به‌زراعی کشاورزی

دوره ۱۶ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۳
صفحه‌های ۵۹۸-۵۸۵

تأثیر آبیاری تکمیلی و روش‌های کاربرد کود نیتروژن بر عملکرد دانه و اجزای آن در زراعت نخود (*Cicer arietinum* L.)

مختار قبادی^{۱*}، حسین صلاحی^۲، محمدآقبال قبادی^۳ و سیروس منصوری^۴

۱. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۳. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۴. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۲۱

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۴/۲۳

چکیده

به منظور بررسی واکنش عملکرد گیاه نخود به تنش خشکی و روش‌های مصرف کود نیتروژن، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه و در دو سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ و ۱۳۸۹-۹۰ به اجرا درآمد. آبیاری تکمیلی در سه سطح (۱. بدون آبیاری، ۲. یک نوبت آبیاری در ابتدای گلدهی، و ۳. دو نوبت آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف بستن) به منزله عامل اصلی و ترکیب تیمارهای مقادیر و روش‌های مصرف کود نیتروژن در نه سطح به منزله عامل فرعی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که آبیاری تکمیلی منجر به افزایش معنادار تعداد دانه در بوته و وزن صدانه می‌شود و از این طریق عملکرد نهایی دانه افزایش می‌یابد. از نظر عملکرد دانه، بین تیمارهای یک نوبت و دو نوبت آبیاری تکمیلی (به ترتیب با ۱۶۴۶ و ۱۷۲۸ کیلوگرم در هکتار) اختلاف آماری معناداری مشاهده نشد. روش‌های کاربرد کود نیتروژن روی عملکرد دانه و برخی اجزای آن تأثیر معنادار داشت، اما بر وزن صدانه تأثیری نداشت. مصرف توأم خاک کاربرد و محلول‌پاشی کود نیتروژن با تأثیر مثبت بر تعداد دانه در بوته، موجب افزایش عملکرد دانه شد. در مجموع، به منظور حصول حداکثر عملکرد دانه در زراعت نخود، انجام یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی، همچنین استفاده از هر دو روش کاربرد کود نیتروژن (خاک کاربرد و محلول‌پاشی) توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: خشکی، کوددهی، محلول‌پاشی، مصرف در خاک، نخود.

۱. مقدمه

نخود^۱ جزء تیره بقولات است که بیشتر کشورهای تولیدکننده آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارند [۱۳]. ایران یکی از مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده این محصول، با میانگین بارندگی ۲۵۰ میلی‌متر در سال (کمتر از یک‌سوم بارندگی جهان) جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک طبقه‌بندی می‌شود. در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹، سطح زیرکشت نخود در ایران حدود ۵۰۸ هزار هکتار بوده است که ۴۹۹ هزار هکتار آن به صورت دیم و ۹ هزار هکتار به صورت آبی کشت شده است. به عبارت دیگر، در ایران حدود ۹۸ درصد از مزارع نخود به صورت دیم کشت می‌شود [۱].

از آنجا که سطح وسیعی از اراضی کشور ایران در اقلیم خشک و نیمه‌خشک قرار دارد، کمبود آب مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید گیاهان زراعی از جمله نخود است که بر عملکرد نخود در واحد سطح تأثیر می‌گذارد [۶]. عملکرد اقتصادی یک گیاه بازتاب بسیاری از فرایندهای رشد است که طی دوره رشد و نمو به وقوع می‌پیوندد. تنش خشکی از طریق تأثیرگذاری بر این فرایندها بر تولید محصول تأثیر دارد [۲۲]. تنش خشکی، رشد رویشی و عملکرد دانه را از طریق افت سطح برگ و فتوسنتز کاهش می‌دهد و این امر منجر به کاهش فتوسنتز جامعه گیاهی می‌شود که میزان این کاهش به شدت تنش و مرحله‌ای از نمو بستگی دارد که در آن تنش رخ می‌دهد [۱۲]. وقوع خشکی طی فصل رشد، به‌خصوص در مراحل زایشی گیاه، باعث محدودیت رشد گیاه می‌شود و علاوه بر پایین آوردن کل زیست‌توده تولیدی، عملکرد و اجزای عملکرد را نیز دستخوش تغییراتی می‌کند [۱۱].

عملکرد دانه نخود به شدت به میزان بارندگی در طول

دوره آیش، دوره گلدهی و دوره پرشدن دانه وابسته است و حداکثر عملکرد دانه (حدود ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) تقریباً با ۳۹۰ میلی‌متر بارندگی در این دوره‌ها به دست می‌آید. بارندگی بیشتر و متوالی به دلیل آثار منفی غرقابی باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود [۱۵]. با بررسی اثر سه رژیم آبیاری (بدون تنش، تنش در زمان گلدهی و تشکیل غلاف و تنش در زمان پر شدن دانه) بر سه لگوم دانه‌ای (لوبیای معمولی، لوبیا چشم بلبلی و نخود) مشخص شد که در هر سه گونه، بیشترین کاهش عملکرد با اعمال تنش خشکی در زمان گلدهی و تشکیل غلاف حاصل شد [۲۱]. تنش کمبود آب در دوره رشد زایشی نخود از طریق ریزش گل‌ها، کاهش تشکیل غلاف، افزایش تعداد غلاف‌های پوک و کاهش طول دوره پرشدن دانه، عملکرد اقتصادی را متأثر می‌سازد [۹]. در مطالعه‌ای، عملکرد نخود در شرایط تنش خشکی آخر فصل در مقایسه با گیاهان آبیاری شده به دلیل کاهش تعداد غلاف و نیز کاهش تعداد دانه ۴۲ تا ۵۳ درصد کاهش یافت [۱۴]. در بررسی واکنش پنج لاین نخود سیاه نسبت به شیب کاهش رطوبت در دوره رشد زایشی مشخص شد که عملکرد دانه در گیاهان در معرض تنش به طور معناداری کمتر از گیاهان شاهد بود [۳].

تنش خشکی به شدت بر فرایند تثبیت نیتروژن تأثیر می‌گذارد. افزایش شدت تنش خشکی باعث کاهش فراوانی تارهای کشنده، فراوانی باکتری، قدرت چسبندگی و نفوذ باکتری به تارهای کشنده، انتشار اکسیژن از سطح به داخل گره و کاهش فعالیت آنزیمی می‌شود. در نتیجه، بر تثبیت نیتروژن و رشد گیاه پیامد منفی دارد [۲۰]. اگرچه انتظار می‌رود قسمت عمده نیاز حبوبات به نیتروژن، از طریق تثبیت زیستی نیتروژن تأمین شود، نتایج تحقیقات

1. *Cicer arietinum* L.

باتوجه به اینکه گیاه نخود قادر است تا حدودی نیتروژن مورد نیاز خود را به کمک باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن تأمین کند، هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی واکنش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه نخود به مقادیر و روش‌های کاربرد کود نیتروژن در شرایط تنش و عدم تنش خشکی در مراحل انتهایی رشد بود. همچنین، در این آزمایش، روش‌های مختلف مصرف کود نیتروژن ارزیابی و امکان محلول‌پاشی کود نیتروژن در زراعت این گیاه بررسی شد. از دیگر اهداف این تحقیق، تعیین زمان مناسب محلول‌پاشی در زراعت نخود بود.

۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه آزمایشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه با طول و عرض جغرافیایی به ترتیب $34/21^{\circ}$ و $47/9^{\circ}$ درجه و ارتفاع 1351 متر از سطح دریا در دو سال زراعی $1388-89$ و $1389-90$ به اجرا درآمد. متوسط بارندگی، تبخیر و تعرق، رطوبت نسبی و دمای ماهانه در طول آزمایش در جدول آمده است. داده‌های هواشناسی از ایستگاه هواشناسی شهر کرمانشاه در فاصله 5 کیلومتری از محل آزمایش به‌دست آمد. پارامترهای هواشناسی در دو سال زراعی $1388-89$ و $1389-90$ مشابه هم، همچنین مشابه آمار بلندمدت منطقه بود. مشخصات خاک مزرعه در جدول ۲ آمده است. نتایج آزمون تجزیه خاک مزرعه نشان می‌دهد که درصد رس بالا و بافت سنگین دارد. همچنین، از نظر فسفر، پتاسیم، نیتروژن، کربن آلی و عناصر ریزمغذی در حد متوسط و معرف خاک‌های منطقه غرب ایران است. باتوجه به اینکه سطح زیر کشت نخود در ایران عمدتاً در غرب کشور واقع است [۱]، ویژگی خاک مزرعه محل آزمایش، معرف خاک اکثر مزارع زیرکشت نخود است.

نشان داده است که هر زمان میزان نیتروژن قابل استفاده خاک اندک باشد، مصرف کود نیتروژن به مقدار کم و برای تحریک رشد اولیه مطلوب خواهد بود. به این منظور، در زمان کاشت مقدار 15 تا 30 کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای مزارع حبوبات توصیه می‌شود [۲].

با وجودی که اثر تحریک‌کنندگی مقدار کم نیتروژن در تشکیل و توسعه گره‌ها گزارش شده است، اما گزارش‌هایی در مورد لگوم‌ها وجود دارد که با افزایش نیتروژن خاک در آن‌ها گره‌زایی کاهش یافته است [۱۰]. در آزمایشی با مصرف 200 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، میزان نیتروژن تولیدشده در اثر تثبیت نیتروژن در لوبیا چشم‌بلبلی از 125 کیلوگرم به 57 کیلوگرم در هکتار کاهش یافت [۲]. از آنجا که بروز تنش خشکی در کشت‌های دیم نخود معمولاً هم‌زمان با فعالیت‌های زایشی گیاه رخ می‌دهد و گیاه در این مراحل بیشترین نیاز را به مواد غذایی و عناصر معدنی پیدا می‌کند، فراهم کردن مواد غذایی برای گیاه در این شرایط یکی از ضروری‌ترین اقدام‌ها به شمار می‌آید که موجب بهبود در کیفیت و کمیت محصول می‌شود؛ به‌خصوص اینکه ریشه به علت کمبود رطوبت، ضعیف می‌شود و قدرت تأمین نیازهای گیاه را ندارد. همچنین، با کاهش رطوبت و کاهش فعالیت ریشه، باکتری‌های هم‌زیست تثبیت‌کننده نیتروژن نیز دچار رکود می‌شود و قادر به تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه نیست. در چنین شرایطی محلول‌پاشی عناصر غذایی، به‌ویژه اوره به منزله منبع نیتروژن روی شاخ و برگ گیاه عامل مؤثری در افزایش عملکرد و کیفیت محصول است [۵]. محلول‌پاشی در ابتدای گلدهی و 50 درصد گلدهی به افزایش عملکرد دانه نخود در مقایسه با تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی) می‌انجامد [۱۹].

جدول ۱. متوسط بارندگی، تبخیر و تعرق، رطوبت نسبی و دمای ماهانه در محل و زمان اجرای آزمایش

میانگین دما (°C)	رطوبت نسبی (%)			تبخیر و تعرق (mm)			بارندگی (mm)		ماه
	۹۰-۱۳۸۹	۸۹-۱۳۸۸	۹۰-۱۳۸۹	۸۹-۱۳۸۸	۹۰-۱۳۸۹	۸۹-۱۳۸۸	۹۰-۱۳۸۹	۸۹-۱۳۸۸	
۸/۰	۱۱/۲	۵۸	۵۶	۰	۰	۰	۲۰/۴	۵۷/۵	اسفند
۱۲/۵	۱۲/۳	۶۲	۵۳	۸۲/۲	۷۹/۶	۴۹/۶	۴۹/۶	۶۰/۹	فروردین
۱۶/۵	۱۶/۸	۵۹	۶۰	۱۲۰/۵	۱۴۶/۶	۱۲۳/۲	۱۲۳/۲	۷۹/۷	اردیبهشت
۲۴/۵	۲۴/۰	۳۱	۳۱	۳۰۴/۶	۲۸۴/۸	۰	۰	۲/۷	خرداد
۲۸/۸	۲۸/۷	۲۰	۲۰	۳۶۱/۲	۳۷۹/۲	۰	۰	۰	تیر
-	-	-	-	۸۶۸/۵	۸۹۰/۲	۱۹۳/۲	۲۰۰/۸	-	مجموع

جدول ۲. نتایج آزمون تجزیه خاک مزرعه

رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	مس (ppm)	روی (ppm)	آهن (ppm)	منگنز (ppm)	کربن آلی (%)	پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)	نیترژن (د)	اسیدیته (Ec×10 ³)	املاح محلول (Ec×10 ³)	عمق (cm)
۴۵/۴	۴۲/۹	۱۰/۷	۲/۵	۱/۸	۵/۴	۶/۰	۱/۵	۲۸۲	۲۰/۶	۰/۱۵	۷/۷۴	۰/۵۰	۰-۲۰
۴۶/۶	۳۶/۷	۱۶/۷	۳/۰	۱/۵	۵/۳	۸/۲	۱/۳	۲۴۶	۴/۶	۰/۱۳	۷/۷۶	۰/۷۵	۲۰-۶۰

قبل از اعمال تیمار محلول‌پاشی اوره در مرحله شاخه‌دهی، ابتدا به منظور تعیین بهترین غلظت از محلول اوره، درصدهای مختلف محلول‌پاشی اوره روی بوته‌هایی آزمایش شد که از قبل برای انجام این کار کشت شده بودند و مناسب‌ترین غلظت به دست آمده، ۳ درصد تشخیص داده شد، زیرا غلظت‌های بالاتر به سوختگی برگ‌ها می‌انجامد. برای اجرای تیمار محلول‌پاشی در مراحل تعیین شده، با توجه به مساحت کرت‌ها، محلول اوره تهیه و با استفاده از سمپاش الکتریکی MATABI ELEGANCE (ساخت ایتالیا) با فشار سه بار محلول‌پاشی انجام شد. در طول فصل رشد گیاه، مراقبت‌های زراعی لازم از قبیل مبارزه با علف‌های هرز در تمام تیمارهای آزمایشی به طور یکسان انجام گرفت. جهت مبارزه با آفت کرم پیله‌خوار نخود، از سم دلتامترین و در مرحله ابتدای رشد غلاف‌ها استفاده شد. برداشت نهایی از ردیف‌های میانی هر کرت فرعی پس از حذف ۰/۵ متر از هر دو سوی خطوط به منزله حاشیه انجام گرفت. برای تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها از نرم‌افزارهای SPSS و MSTAT-C استفاده شد. در تجزیه واریانس، سال فاکتور تصادفی و تیمارهای رطوبتی و نیتروژن فاکتور ثابت در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. تعداد شاخه فرعی در بوته

تعداد شاخه فرعی در بوته به طور معناداری تحت تأثیر تیمارهای رطوبتی قرارگرفت، اما تحت تأثیر اثر سال، همچنین اثر روش‌های کاربرد کود نیتروژن قرارنگرفت (جدول ۳). در بین سطوح مختلف رطوبتی بیشترین تعداد شاخه فرعی در تیمار دو بار آبیاری به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد حدود ۳۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴).

آزمایش به صورت کرت‌های خردشده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور آبیاری تکمیلی در سه سطح (۱. بدون آبیاری، ۲. یک‌بار آبیاری در ابتدای گلدهی، و ۳. دوبار آبیاری در مراحل ابتدای گلدهی و ابتدای غلاف بستن) به منزله عامل اصلی و روش‌های کاربرد کود نیتروژن در نه سطح (۱. شاهد (بدون کود نیتروژن)، ۲. مقدار ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به صورت خاک کاربرد هنگام کاشت، ۳. مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به صورت خاک کاربرد هنگام کاشت، ۴. محلول‌پاشی اوره در مرحله شاخه‌دهی، ۵. محلول‌پاشی اوره در ابتدای گلدهی، ۶. محلول‌پاشی اوره در ابتدای غلاف بستن، ۷. مقدار ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به صورت خاک کاربرد + محلول‌پاشی اوره در مرحله شاخه‌دهی، ۸. مقدار ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به صورت خاک کاربرد + محلول‌پاشی اوره در ابتدای گلدهی، و ۹. میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به صورت خاک کاربرد + محلول‌پاشی اوره در ابتدای غلاف بستن) به منزله عامل فرعی انتخاب شد.

کود نیتروژن جهت خاک کاربرد، همچنین محلول‌پاشی از منبع اوره (حاوی ۴۶ درصد نیتروژن) تأمین شد. رقم نخود مورد آزمایش ILC-482 بود که به صورت بهاره و در ۲۰ اسفند ماه کشت شد. تراکم مورد نظر پنجاه بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. هر واحد آزمایشی شش ردیف کاشت به طول ۴ متر داشت. فاصله بین دو ردیف کاشت ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بذور روی ردیف‌ها ۸ سانتی‌متر بود. در هر دو سال، زمین محل اجرای آزمایش در سال قبل از آن به صورت آیش بود. هم‌زمان با کاشت، تیمارهای کودی خاک کاربرد مربوط اعمال شد. در ابتدای کاشت با وقوع بارندگی در زمان مناسب نیاز به آبیاری مرتفع شد. بر حسب تیمارهای تنش، آبیاری‌های لازم در زمان مناسب خود انجام گرفت. در تیمارهای آبیاری تکمیلی، مقدار آب برای هر نوبت آبیاری یکسان در نظر گرفته شد.

مختار قبادی و همکاران

جدول ۳. تجزیه واریانس مرکب دوساله عملکرد و اجزای عملکرد گیاه نخود تحت تأثیر تیمارهای رطوبتی و کود نیتروژن (میانگین مربعات)

شاخص برداشت	عملکرد زیستی	عملکرد دانه	وزن صدادانه	تعداد دانه در بوته	تعداد غلاف غیربارور در بوته	تعداد غلاف بارور در			درجه آزادی	تیمار	
						تعداد شاخه	فرعی در بوته	بوته			
۱۱۴/۱۷ ^{ns}	۴۱۱۱۲۲ ^{ns}	۸۴۴۱۴ ^{ns}	۱۱/۹۱ ^{ns}	۷/۸۳۱ ^{ns}	۵/۰۵ ^{ns}	۱۶۸۸*	۲۰/۵۳**	۲/۱۴۵ ^{ns}	۱۴/۷۱ ^{ns}	۱	سال
۳۸/۲۵	۹۹۱۳۴	۸۹۶۸۷	۴/۱۳	۲۰/۹۱	۲/۳۱	۱۲/۵۶	۱/۹۴	۱۷/۹۳	۱۷/۵۶	۴	هخطای
۱۸۰۷/۹**	۳۵۶۸۷۴۰۶*	۵۹۴۳۰۱۵**	۲۳/۹**	۹۶۴۷۲**	۱۳۱/۱۵**	۳۸۶/۳**	۳۳/۱۵*	۵۰۷/۰۹*	۸۰/۹*	۲	تیمار رطوبتی
۷۹/۶۳*	۴۶۱۴۲۲ ^{ns}	۳۱۰۶۷۴۸*	۰/۴۵ ^{ns}	۴۹/۲۳*	۰/۸۳۸ ^{ns}	۶۲/۷۵*	۱/۳۸ ^{ns}	۲۲/۵ ^{ns}	۴/۱۷ ^{ns}	۲	تیمار رطوبتی × سال
۱۱/۳۹	۶۲۰۹۷۱	۵۸۹۱۸	۰/۹۸	۹/۳۳	۰/۵۶۵	۱۲/۴۱	۰/۸۱۲	۱۱/۱۱	۲/۰۶	۸	هخطای
۵۴/۷۳**	۲۳۵۶۵۲ ^{ns}	۱۷۴۷۴۹**	۱/۱۹ ^{ns}	۶۴/۵۲**	۰/۶۴ ^{ns}	۴۹/۵۹**	۴/۱۳*	۶۵/۴۶**	۱/۷۳ ^{ns}	۸	نیتروژن
۳/۳۵ ^{ns}	۱۵۵۸۱۰ ^{ns}	۵۷۹۱ ^{ns}	۲/۶۳ ^{ns}	۲/۹۹ ^{ns}	۰/۸۵۷*	۲/۷۹ ^{ns}	۱/۰۵ ^{ns}	۳/۰۷ ^{ns}	۱/۸۱ ^{ns}	۸	نیتروژن × سال
۴۷/۴ ^{ns}	۱۶۴۹۶۸ ^{ns}	۱۵۸۸۱**	۳/۱۵ ^{ns}	۱۲/۸۹*	۱/۲۴*	۱۲/۸۵*	۰/۶۶ ^{ns}	۱۲/۸۳*	۰/۷۰ ^{ns}	۱۶	نیتروژن × تیمار رطوبتی
۱/۵۴ ^{ns}	۴۱۴۶۹ ^{ns}	۶۵۱/۹ ^{ns}	۱/۹۶ ^{ns}	۵/۱۹ ^{ns}	۰/۴۵۷ ^{ns}	۵/۱۴ ^{ns}	۰/۶۸ ^{ns}	۴/۶۸ ^{ns}	۱/۲۲ ^{ns}	۱۶	نیتروژن × سال × رطوبت
۴/۷۲	۳۰۵۶۶۰	۳۹۹۹۰	۳/۲۸	۷/۰۸	۰/۳۸۸	۶/۰۵	۰/۹۹۲	۶/۸۹	۰/۹	۹۶	هخطای
۶/۱۷	۱۳/۰۷	۱۳/۳۶	۷/۴۶	۱۶/۲۸	۳۷/۱۱	۲۱/۹۰	۲۱/۹۸	۱۶/۶۶	۱۷/۱۳		ضریب تغییرات (%)

ns و **: به ترتیب غیرمعمادار و معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد (براساس آزمون دانکن).

تأثیر آبیاری تکمیلی و روش های کاربرد کود نیتروژن بر عملکرد دانه و اجزای آن در زراعت نخود (*Cicer arietinum* L.)

جدول ۴. مقایسه میانگین دو ساله عملکرد و اجزای عملکرد گیاه نخود در تیمارهای مختلف

شاخص برداشت (%)	عملکرد زیستی (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	وزن صد دانه (g)	تعداد دانه در بوته	تعداد غلاف های غیربارور در بوته	تعداد غلاف بارور در		تعداد شاخه فرعی در بوته	تیمارها
						شاخه های فرعی	ساقه اصلی		
۳۴/۴۳ ^a	۴۶۸۱ ^a	۱۴۷۴ ^a	۲۴/۰۲ ^a	۱۶/۱۳ ^a	۲/۱۲ ^a	۱۲/۲۴ ^a	۲/۳۹ ^b	۵/۸۵ ^b	۸۹-۱۳۸۸
۳۶/۰۹ ^a	۴۱۸۰ ^a	۱۵۱۹ ^a	۲۴/۵۷ ^a	۱۶/۵۶ ^a	۲/۴۸ ^a	۱۰/۲۰ ^b	۵/۶۷ ^a	۵/۲۵ ^a	۹۰-۱۳۸۹
۳۴/۵۲ ^c	۳۳۴۹ ^c	۱۱۱۷ ^b	۲۳/۵۳ ^b	۱۲/۵۴ ^b	۱/۳۶ ^b	۸/۴۶ ^c	۲/۸۵ ^c	۴/۳۹ ^c	بدون آبیاری
۳۷/۱۷ ^a	۴۴۲۶ ^b	۱۶۴۶ ^a	۲۴/۶۸ ^a	۱۷/۴۱ ^a	۱/۴۳ ^b	۱۱/۴۳ ^b	۵/۳۹ ^a	۱۶/۸۳ ^a	یک مرحله آبیاری
۳۵/۰۹ ^b	۴۹۲۹ ^a	۱۷۲۸ ^a	۲۴/۶۹ ^a	۱۹/۰۹ ^a	۴/۰۹ ^a	۱۳/۸ ^a	۴/۳۶ ^b	۱۸/۱۵ ^a	دو مرحله آبیاری
۳۴/۵۰ ^c	۴۰۱۸ ^a	۱۳۷۹ ^b	۲۴/۱۸ ^a	۱۴/۸۷ ^{bcd}	۲/۳۳ ^a	۱۰/۳۰ ^{de}	۴/۲۹ ^b	۱۴/۴۹ ^{bc}	N ₁
۳۵/۴۴ ^{bc}	۴۱۰۹ ^a	۱۴۶۲ ^b	۲۴/۱۰ ^a	۱۶/۶۷ ^{bc}	۲/۲۷ ^a	۱۱/۳۳ ^{cd}	۴/۸۳ ^b	۱۶/۰۷ ^b	N ₂
۳۴/۲۸ ^{cd}	۴۲۳۶ ^a	۱۴۵۴ ^b	۲۴/۳۱ ^a	۱۴/۵۸ ^{cd}	۲/۷۵ ^a	۹/۶۰ ^{de}	۴/۳ ^b	۱۳/۸۱ ^c	N ₃
۳۴/۴۴ ^c	۴۱۸۴ ^a	۱۴۴۱ ^b	۲۳/۹۹ ^a	۱۵/۵۸ ^{bcd}	۲/۳۶ ^a	۱۰/۸۱ ^{cd}	۴/۱۹ ^b	۱۵/۰۱ ^{bc}	N ₄
۳۴/۰۰ ^{cd}	۴۳۱۷ ^a	۱۴۷۷ ^b	۲۴/۳۰ ^a	۱۵/۷۱ ^{bcd}	۲/۱۴ ^a	۱۰/۹۰ ^{cd}	۴/۲۱ ^b	۱۵/۱۳ ^{bc}	N ₅
۳۲/۸۳ ^d	۴۲۸۹ ^a	۱۴۲۶ ^b	۲۴/۸۵ ^a	۱۴/۲۵ ^d	۲/۲۵ ^a	۸/۹۵ ^e	۴/۶۷ ^b	۱۳/۶۱ ^c	N ₆
۳۷/۶۱ ^a	۴۲۶۷ ^a	۱۶۵۲ ^a	۲۴/۵۰ ^a	۱۹/۴۰ ^a	۲/۲۵ ^a	۱۳/۹۹ ^a	۴/۹۲ ^b	۱۸/۹۲ ^a	N ₇
۳۸/۱۷ ^a	۴۳۴۳ ^a	۱۶۶۳ ^a	۲۴/۱۰ ^a	۱۹/۲۴ ^a	۲/۰۹ ^a	۱۳/۴۴ ^{ab}	۵/۱۱ ^b	۱۸/۵۳ ^a	N ₈
۳۶/۰۶ ^b	۴۲۱۳ ^a	۱۵۱۹ ^b	۲۴/۳۶ ^a	۱۶/۸۲ ^b	۲/۳۱ ^a	۱۱/۹ ^{bc}	۴/۴۶ ^{ab}	۱۶/۳۱ ^b	N ₉

در هر ستون و بین دو خط افقی میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد است (آزمون دانکن).
 N₁ شاهد (بدون کود)، N₂ مقدار ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به صورت خاک کاربرد هنگام کاشت، N₃ مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به صورت خاک کاربرد هنگام کاشت، N₄ مقدار ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به صورت خاک کاربرد + محلول پاشی دوره در مرحله شش همدهمی، N₅ مقدار ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به صورت خاک کاربرد + محلول پاشی دوره در ابتدای غلاف بستن، N₆ محلول پاشی دوره در ابتدای غلاف بستن، N₇ محلول پاشی دوره در ابتدای غلاف بستن، N₈ مقدار ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به صورت خاک کاربرد + محلول پاشی دوره در ابتدای غلاف بستن، N₉ محلول پاشی دوره در ابتدای غلاف بستن + محلول پاشی دوره در ابتدای غلاف بستن.

به نظر می‌رسد میزان کاهش شاخه فرعی با کاهش دفعات آبیاری از روند نسبتاً ثابتی پیروی می‌کند. این نتیجه با گزارش محققان دیگر مبنی بر افزایش تعداد شاخه فرعی در گیاه نخود با انجام آبیاری مطابقت دارد [۱۸].

۲.۳. تعداد غلاف بارور در بوته

تعداد غلاف در بوته یکی از مهم‌ترین اجزای مؤثر بر عملکرد به شمار می‌رود، لذا نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد دانه نخود دارد. نتایج به دست آمده از آزمایش اخیر نشان داد که اثر آبیاری تکمیلی روی تعداد غلاف در بوته معنادار بود (جدول ۳). بیشترین تعداد غلاف در بوته به طور مشترک در تیمارهای یک و دو مرحله آبیاری به دست آمد و اعمال تنش خشکی (تیمار بدون آبیاری تکمیلی) منجر به تولید کمترین تعداد غلاف در بوته شد (جدول ۴). یکی از دلایل مؤثر بر کاهش تعداد غلاف‌های بارور در تیمار دیم، کاهش طول دوره گرده‌افشانی و در نتیجه کاهش تعداد غلاف است [۱۷].

اثر تیمارهای مختلف کود نیتروژن نیز بر تعداد غلاف در بوته معنادار شد ($P < 0.01$). بیشترین تعداد غلاف مربوط به تیمارهایی بود که در آن‌ها از هر دو روش مصرف کود نیتروژن استفاده شده است. سایر تیمارها از جمله تیمارهایی که کود نیتروژن در آن‌ها فقط به روش

محلول‌پاشی اعمال شده بود، تعداد غلاف بارور کمتری داشت (جدول ۴). این نتایج نشان‌دهنده اهمیت بسیار زیاد ۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن در ابتدای کشت به عنوان کود آغازگر است، در حالی که برخی زارعان به دلیل عدم آگاهی، از مصرف کود آغازگر در مزرعه نخود خودداری می‌کنند. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که زمان محلول‌پاشی نیز برای دستیابی به بیشترین تعداد غلاف به دست آمده مهم است، به طوری که محلول‌پاشی در زمان شاخه‌دهی و گلدهی مناسب‌ترین زمان برای محلول‌پاشی بود. همچنین، نتایج نشان داد که اثر متقابل سطوح رطوبتی و تیمارهای کود نیتروژن بر تعداد غلاف بارور در بوته معنادار شد. بیشترین تعداد غلاف در بوته زمانی به دست آمد که علاوه بر استفاده از کود نیتروژن به هر دو روش محلول‌پاشی و آغازگر، حداقل یک مرحله آبیاری هم صورت گرفت (جدول ۵). نکته قابل توجه در جدول ۵ این است که احتمالاً انجام آبیاری بیشتر، از حساسیت زمان محلول‌پاشی کم می‌کند و کشاورز از آزادی عمل بیشتری برای تعیین زمان مناسب محلول‌پاشی برخوردار می‌شود، زیرا طبق نتایج موجود، با دوبر آبیاری، لزوماً نباید محلول‌پاشی را در مرحله شاخه‌دهی یا گلدهی انجام داد بلکه می‌توان این کار را تا مرحله غلاف‌دهی به تأخیر انداخت و به نتیجه دلخواه رسید.

جدول ۵. برهم‌کنش آبیاری تکمیلی و تیمارهای کود نیتروژن روی تعداد غلاف بارور در بوته در تجزیه مرکب دوساله

تیمارهای کود نیتروژن									تیمارهای رطوبتی
N ₉	N ₈	N ₇	N ₆	N ₅	N ₄	N ₃	N ₂	N ₁	
۱۰/۸۵ ^l	۱۲/۸۲ ^{i-l}	۱۵/۱۵ ^{e-j}	۱۰/۷۷ ^l	۱۲/۱۸ ^{ijkl}	۱۱/۰۵ ^{kl}	۱۰/۸۷ ^l	۱۳/۲۸ ^{h-l}	۱۳/۸ ^{g-l}	بدون آبیاری
۱۸/۰۷ ^{b-e}	۲۱/۰۲ ^{ab}	۲۰/۰۵ ^{abc}	۱۴/۸۷ ^{e-j}	۱۵/۵۷ ^{d-j}	۱۶/۸ ^{c-h}	۱۳/۷۲ ^{g-l}	۱۶/۱۰ ^{d-i}	۱۵/۲۵ ^{e-j}	یک‌بار آبیاری
۲۰/۰۲ ^{abc}	۲۱/۷۵ ^a	۲۱/۵۶ ^a	۱۵/۱۹ ^{e-j}	۱۷/۶۱ ^{c-f}	۱۷/۱۷ ^{c-g}	۱۶/۸۳ ^{c-h}	۱۸/۸۲ ^{a-d}	۱۴/۴۲ ^{f-k}	دو‌بار آبیاری

۳.۳. تعداد غلاف بارور در ساقه اصلی و شاخه‌های

فرعی

تعداد غلاف در ساقه اصلی و تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی در هر بوته به شکل بسیار معناداری ($P < 0/01$) تحت تأثیر سال و رژیم‌های آبیاری قرار گرفت. تعداد غلاف در ساقه اصلی در آزمایش سال دوم بیشتر بود، اما در همین سال تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی کمتر از سال اول به دست آمد. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که کمترین تعداد غلاف در ساقه اصلی و شاخه‌های فرعی در تیمار بدون آبیاری (شاهد) به دست آمد (جدول ۴). بیشترین تعداد غلاف به دست آمده در ساقه اصلی مربوط به تیمار یک مرحله آبیاری تکمیلی بود زیرا از آنجا که با انجام یک مرحله آبیاری در مقایسه با دو مرحله آبیاری تعداد شاخه فرعی کمتری تولید می‌شود، لذا در مورد تعداد غلاف، سهم ساقه اصلی در تیمار یک مرحله آبیاری بیشتر از دو مرحله آبیاری است. در مورد تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی، با افزایش دفعات آبیاری تعداد شاخه فرعی بیشتر می‌شود و در پی افزایش تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف بیشتری نیز شکل می‌گیرد. در نتیجه بیشترین تعداد غلاف در شاخه فرعی در تیمار دو مرحله آبیاری به دست آمده است.

به نظر می‌رسد هر چه میزان آب آبیاری و طول فصل رشد بیشتر شود، تعداد غلاف در گیاه بیشتر می‌شود.

افزایش آب در دسترس باعث توسعه کانوپی گیاه می‌شود که خود ضمن تولید مواد فتوسنتزی بیشتر، مخزن زایشی بزرگ‌تری را تغذیه می‌کند. مراحل گلدهی و تشکیل غلاف حساس‌ترین مراحل رشد گیاه نخود نسبت به تنش آب معرفی شده است [۱۶]. تعداد غلاف بارور به تفکیک ساقه اصلی و شاخه‌های فرعی تحت تأثیر تیمارهای مختلف کود نیتروژن نیز قرار گرفت. بیشترین تعداد غلاف به دست آمده در ساقه اصلی مربوط به تیمارهای نیتروژن شماره دو، شش، هفت، هشت و نه بود و در بقیه تیمارها تعداد غلاف در ساقه اصلی کمتر بود. در شاخه‌های فرعی نیز بیشترین تعداد غلاف به دست آمده مربوط به تیمارهای نیتروژن شماره هفت و هشت است. در این مورد نیز اهمیت کاربرد هر دو روش مصرف کود نیتروژن (محلول‌پاشی و خاک کاربرد) به خوبی خود را نشان می‌دهد. اثر متقابل رژیم‌های رطوبتی و تیمارهای کود نیتروژن بر تعداد غلاف در شاخه فرعی معنادار شد (جدول ۶). این امر نشان می‌دهد که محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله غلاف‌دهی زمانی منجر به افزایش تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی می‌شود که ریشه گیاه آب کافی در اختیار داشته باشد و این رطوبت در نتیجه انجام آبیاری در این مرحله به دست می‌آید، زیرا در این آزمایش، انجام محلول‌پاشی در مرحله غلاف‌دهی در تیمار یک مرحله آبیاری نتوانسته است به افزایش تعداد غلاف در شاخه فرعی بینجامد.

جدول ۶. برهم‌کنش آبیاری تکمیلی و تیمارهای کود نیتروژن روی تعداد غلاف بارور در شاخه‌های فرعی در تجزیه مرکب دو ساله

N ₉	N ₈	N ₇	N ₆	N ₅	N ₄	N ₃	N ₂	N ₁	
۶/۹۵ ^k	۸/۲۸ ^{ijk}	۱۰/۶۹ ^{e-j}	۷/۰۸ ^k	۸/۶ ^{ijkl}	۷/۶۸ ^{jk}	۷/۴۲ ^{jk}	۹/۳۱ ^{h-k}	۱۰/۰۷ ^{f-k}	بدون آبیاری
۱۲/۸۹ ^{b-g}	۱۴/۸۴ ^{abc}	۱۴/۵۷ ^{a-d}	۹/۵۶ ^{g-k}	۱۰/۱۴ ^{f-k}	۱۱/۵۶ ^{d-i}	۸/۸۹ ^{ijk}	۱۰/۷ ^{e-j}	۹/۷۵ ^{g-k}	یک‌بار آبیاری
۱۵/۷۵ ^{ab}	۱۷/۱۲ ^a	۱۶/۷۲ ^a	۱۰/۱۹ ^{e-k}	۱۳/۹۷ ^{a-e}	۱۳/۲۰ ^{b-f}	۱۲/۴۶ ^{c-h}	۱۳/۹۶ ^{a-e}	۱۰/۷۸ ^{e-j}	دو بار آبیاری

غلاف‌ها را نداشت. بنابراین، در شرایطی که رطوبت کافی در مراحل گلدهی و پرشدن غلاف‌ها در اختیار گیاه نخود بود، تعداد غلاف بیشتری تشکیل شد. همچنین، تعداد بیشتری از غلاف‌ها نیز پر نشد. با این حال، تعداد غلاف بارور در بوته افزایش نشان داد. تعداد غلاف غیربارور در بوته تحت تأثیر متقابل رژیم‌های رطوبتی و تیمارهای کود نیتروژن قرار گرفت (جدول‌های ۳ و ۷). نتایج نشان داد که اعمال تیمارهای کود نیتروژن در حالت بدون آبیاری و یک مرحله آبیاری تأثیری بر تعداد غلاف‌های غیربارور در بوته نداشت، اما در تیمار دو مرحله آبیاری این تأثیر را می‌توان تا حدودی مشاهده کرد، به‌خصوص در مورد تیمار نیتروژن شماره هشت (مقدار ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به صورت خاک کاربرد هنگام کاشت + محلول‌پاشی اوره در ابتدای گلدهی) می‌توان این گونه استنباط کرد که اعمال این تیمار توانسته تا حدودی از تأثیر منفی انجام دو مرحله آبیاری در افزایش تعداد غلاف‌های غیربارور بکاهد و بیشتر از سایر تیمارهای اعمال شده، این صفت منفی را تعدیل کند، زیرا محلول‌پاشی اوره همراه با رطوبت مناسب در خاک در این مرحله از رشد گیاه باعث تداوم بیشتر سطح سبز برگ و تقویت منبع فتوسنتزی می‌شود. بنابراین آسمیلات بیشتری در اختیار مخزن‌ها قرار می‌گیرد.

شایان ذکر است که با بررسی اطلاعات به‌دست آمده از مقایسه میانگین تیمارها، سهم شاخه‌های فرعی در تولید غلاف، بین ۷۰-۷۵ درصد محاسبه شد که رقم نسبتاً بالایی است و بر نقش بسیار مهم شاخه‌های فرعی در عملکرد نهایی بوته دلالت می‌کند.

۴.۳. تعداد غلاف‌های غیربارور

تعداد غلاف‌های غیربارور در بوته تحت تأثیر فاکتور سال قرارنگرفت (جدول ۳). اعمال تیمار رطوبتی روی این صفت اثر گذاشت و در تیمار دوبار آبیاری، تعداد غلاف‌های غیربارور به شکل معناداری ($P < 0.01$) بیشتر از تیمارهای یک نوبت آبیاری در مرحله گلدهی، همچنین بدون آبیاری تکمیلی بود. با توجه با نحوه رشد نامحدود گیاه نخود، در شرایطی که رطوبت در اختیار گیاه بود حتی در مرحله پرشدن دانه‌ها نیز تشکیل غلاف ادامه یافت. هرچند رطوبت کافی موجود در خاک، دوام سطح سبز برگ را افزایش داد اما دمای بالا در اواخر خرداد و اوایل تیر ماه اجازه تداوم سطح سبز برگ را نداد و برگ‌ها زرد شد (جدول ۱). بنابراین، گیاه فرصت کافی برای پرشدن غلاف‌ها را در اختیار نداشت.

از طرف دیگر، تشکیل تعداد زیاد غلاف باعث اختلال در تعادل بین منبع فتوسنتزی (برگ‌ها) و مخزن (دانه‌ها) شد. به عبارت بهتر، برگ‌های منبع توانایی پرکردن همه

جدول ۷. برهم‌کنش آبیاری تکمیلی و تیمارهای کود نیتروژن روی تعداد غلاف غیربارور در بوته در تجزیه مرکب دو ساله

N ₉	N ₈	N ₇	N ₆	N ₅	N ₄	N ₃	N ₂	N ₁	
۱/۳ ^e	۱/۴۵ ^e	۱/۱ ^e	۱/۲۳ ^e	۱/۳۵ ^e	۱/۸۵ ^e	۱/۴۵ ^e	۱/۲ ^e	۱/۳۳ ^e	بدون آبیاری
۱/۲۵ ^e	۱/۶ ^e	۱/۵۶ ^e	۱/۷۵ ^e	۱/۶ ^e	۱/۵۳ ^e	۱/۴۰ ^e	۱/۱۶ ^e	۱/۰۵ ^e	یک‌بار آبیاری
۴/۴ ^b	۳/۲۳ ^d	۴/۱ ^{bc}	۳/۷۶ ^{bcd}	۳/۴۸ ^{cd}	۳/۷۱ ^{bcd}	۵/۴ ^a	۴/۴۶ ^b	۴/۳۱ ^b	دوبار آبیاری

تأثیر آبیاری تکمیلی و روش‌های کاربرد کود نیتروژن بر عملکرد دانه و اجزای آن در زراعت نخود (*Cicer arietinum* L.)

جدول ۸. برهم کنش آبیاری تکمیلی و تیمارهای کود نیتروژن روی تعداد دانه در بوته در تجزیه مرکب دو ساله

N ₉	N ₈	N ₇	N ₆	N ₅	N ₄	N ₃	N ₂	N ₁	
۱۱/۰۸ ^j	۱۳/۲۰ ^{hij}	۱۵/۲۴ ^{e-i}	۱۱/۱۴ ^j	۱۲/۴۲ ^{ij}	۱۱/۲۵ ^j	۱۱/۰۷ ^j	۱۳/۴۸ ^{hij}	۱۴/۰ ^{g-j}	بدون آبیاری
۱۸/۵۷ ^{b-e}	۲۱/۵۶ ^{ab}	۲۰/۶۲ ^{abc}	۱۵/۵۱ ^{e-i}	۱۶/۱۸ ^{d-h}	۱۷/۴۸ ^{c-g}	۱۴/۵۰ ^{f-j}	۱۶/۸۸ ^{d-h}	۱۵/۳۹ ^{e-i}	یکبار آبیاری
۲۰/۸۲ ^{abc}	۲۲/۹۵ ^a	۲۲/۳۵ ^a	۱۶/۱۲ ^{d-i}	۱۸/۵۳ ^{b-e}	۱۸/۰۲ ^{b-f}	۱۸/۱۹ ^{b-f}	۱۹/۶۳ ^{a-d}	۱۵/۲۲ ^{e-i}	دوبار آبیاری

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد است (آزمون دانکن).

۵.۳. تعداد دانه در بوته

اثر تیمارهای رطوبتی، همچنین اثر تیمارهای مختلف کود نیتروژن روی صفت تعداد دانه در بوته بسیار معنادار بود (جدول ۳). در این مورد نیز بیشترین تعداد دانه در بوته به‌طور مشترک با اعمال یک مرحله آبیاری و دو مرحله آبیاری به‌دست آمد. به تبعیت از تعداد غلاف بارور در بوته، تعداد دانه در بوته نیز به شکل تقریباً مشابهی تحت تأثیر تیمارهای مختلف کود نیتروژن قرار گرفت و تعداد دانه در بوته بیشتر در تیمارهای شماره هفت و هشت به‌دست آمد که در آن‌ها از هر دو روش مصرف کود نیتروژن استفاده شده بود. در این تحقیق، اثر متقابل تیمارهای رطوبتی و تیمارهای مختلف کود نیتروژن نیز در مورد صفت تعداد دانه در بوته معنادار شد (جدول ۳). بیشترین تعداد دانه در بوته هنگامی به‌دست آمد که هم رطوبت کافی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی فراهم بود و هم از هر دو روش کاربرد کود نیتروژن استفاده شد. البته، در چنین شرایطی، محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله گلدهی مؤثرتر از مرحله شاخه‌دهی و مرحله غلاف‌دهی بود (جدول ۸). نتایج مشابهی نیز در یک گزارش وجود دارد [۱۹]، در حالی که در دیگر تحقیقات، تأثیر محلول‌پاشی اوره در مرحله اواسط غلاف‌دهی روی تعداد دانه در بوته بیشتر از محلول‌پاشی اوره در مرحله گلدهی گزارش شده است [۷].

۶.۳. وزن صدانه

وزن صدانه به شکل معناداری تحت تأثیر تیمار رطوبتی قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین وزن صدانه در رژیم‌های یک مرحله آبیاری و دو مرحله آبیاری به‌دست آمد و در تیمار بدون آبیاری با حدود ۴/۶ درصد کاهش نسبت به دو تیمار دیگر، وزن صدانه کمتری حاصل شد (جدول ۴). تیمار بدون آبیاری تکمیلی از تعداد دانه در بوته کمتری نسبت به شرایط یک و دو نوبت آبیاری تکمیلی برخوردار بود. بنابراین، انتظار می‌رفت که وزن صدانه در تیمار بدون آبیاری تکمیلی بیشتر باشد، اما چنین نتیجه‌ای تحقق نیافت، زیرا وقوع تنش خشکی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی سبب کاهش فتوسنتز جاری برگ‌ها و عدم توانایی آن‌ها در پر کردن دانه‌های موجود می‌شود. همچنین، نتایج نشان داد که اثر کود نیتروژن روی وزن صدانه از نظر آماری معنادار نبود. به عبارت بهتر، تیمارهای میزان و روش کاربرد کود نیتروژن تأثیر چندانی روی وزن صدانه نداشت (جدول ۴).

۷.۳. عملکرد دانه

اثر آبیاری تکمیلی روی عملکرد دانه معنادار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد دانه در تیمارهای یک‌بار آبیاری و دوبار آبیاری به‌دست آمد (جدول ۴). در این آزمایش در تیمار شاهد (دیم)، به دلیل محدودیت رطوبت خاک در مرحله پرشدن

۳.۸. عملکرد زیستی

اثر تیمارهای رطوبتی بر عملکرد زیستی بسیار معنادار بود (جدول ۳) و کمترین عملکرد زیستی در تیمار بدون آبیاری تکمیلی به دست آمد که با نتایج دیگر محققان مطابقت داشت [۸]. آن‌ها نیز در آزمایش خود گزارش کردند که تنش خشکی به شدت عملکرد زیستی گیاه را کاهش می‌دهد. همچنین، نتایج نشان داد که اعمال دو مرحله آبیاری نسبت به یک مرحله آبیاری به مقدار بیشتری منجر به افزایش عملکرد زیستی شد (جدول ۳). با توجه به اینکه انجام آبیاری بیشتر معمولاً منجر به رشد رویشی بیشتر می‌شود، دستیابی به این نتیجه چندان دور از انتظار نبود. اثر تیمارهای مختلف کود نیتروژن روی عملکرد زیستی معنادار نبود (جدول ۳).

۳.۹. شاخص برداشت

شاخص برداشت در سال اول و دوم از نظر آماری تفاوت معنادار نداشت. اما این صفت تحت تأثیر تیمارهای مختلف رطوبتی قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین میزان شاخص برداشت به دست آمده مربوط به تیمار یک مرحله آبیاری بود (جدول ۴). کاهش شاخص برداشت در تیمار دوبار آبیاری نسبت به یکبار آبیاری به این دلیل است که دو نوبت آبیاری (در گلدهی و غلاف‌دهی) میزان شاخ و برگ را بیش از عملکرد دانه افزایش می‌دهد و این عدم تعادل بین عملکرد شاخ و برگ و عملکرد دانه در تیمار دوبار آبیاری نسبت به تیمار یکبار آبیاری، باعث کاهش شاخص برداشت شده است. با انجام دو نوبت آبیاری، درصد غلاف‌های غیربارور افزایش می‌یابد که به کاهش عملکرد دانه می‌انجامد. این کاهش عملکرد دانه در مقایسه با افزایش شاخ و برگ گیاه احتمالاً خود دلیل دیگری بر کاهش شاخص برداشت در تیمار دوبار آبیاری نسبت به تیمار یکبار آبیاری بوده است. اعمال تیمارهای کود

دانه در نهایت به کاهش عملکرد دانه انجامید. این نتایج با نتایج آزمایش دیگر مطابقت داشت که کاهش عملکرد دانه و شاخص برداشت را در اثر تنش خشکی گزارش کرده بودند [۴].

به تبعیت از برخی اجزای عملکرد تحت تأثیر تیمارهای مختلف کود نیتروژن، عملکرد دانه نیز به شکل بسیار معناداری تحت تأثیر تیمارهای مختلف کود نیتروژن قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد به دست آمده مربوط به تیمارهای شماره ۷ (۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن به صورت خاک کاربرد + محلول‌پاشی اوره در مرحله شاخه‌دهی) و شماره ۸ (۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن به صورت خاک کاربرد + محلول‌پاشی اوره در ابتدای گلدهی) بود (جدول ۴). در این تیمارها به منظور اعمال کود نیتروژن از هر دو روش (محلول‌پاشی و خاک کاربرد) استفاده شد و چنانکه مشخص است عملکرد این تیمارها به شکل معناداری بیشتر از تیمارهایی است که کود نیتروژن در آن‌ها فقط به روش محلول‌پاشی یا به روش خاک کاربرد مصرف شده است. این نتیجه نیز بر اهمیت هر دو شکل استفاده از نیتروژن برای حصول حداکثر عملکرد دانه دلالت دارد. البته، در این بین نباید اهمیت زمان مناسب محلول‌پاشی را نادیده گرفت، زیرا طبق نتایج، در تیمار شماره ۷ نه که محلول‌پاشی در مرحله غلاف‌دهی به همراه استفاده خاک کاربرد کود نیتروژن صورت گرفته است، افزایش در عملکرد دانه مشاهده نشد. افزایش سن برگ‌ها و کاهش جذب کود نیتروژن در برگ‌ها در این مرحله دلیل احتمالی این امر است. افزایش در عملکرد دانه گیاه نخود در اثر محلول‌پاشی نیتروژن، در آزمایش‌های محققان دیگر نیز گزارش شده است [۷، ۱۹].

نیتروژن روی شاخص برداشت تأثیر گذاشت و در میان تیمارهای نیتروژن، بیشترین شاخص برداشت در تیمارهای شماره هفت و هشت به دست آمد (جدول ۴). همان‌طور که گفتیم این دو تیمار از عملکرد دانه بیشتری نیز برخوردار بود.

۴. نتیجه‌گیری

نزولات آسمانی در ایران از اواسط بهار به شدت کاهش می‌یابد و حتی در اکثر سال‌ها قطع می‌شود (جدول ۱). باتوجه به اینکه در ایران حدود ۹۸ درصد نخود به صورت دیم کشت می‌شود، بنابراین رطوبت مورد نیاز گیاه نخود در مرحله زایشی عمدتاً از رطوبت ذخیره شده در خاک تأمین می‌شود [۱]. بر این اساس، زراعت نخود در مراحل رشد زایشی با تنش خشکی مواجه است. نتایج این آزمایش نشان داد که عدم آبیاری در مقایسه با تیمارهای آبیاری تکمیلی منجر به کاهش معنادار اجزای عملکرد و از این طریق، سبب کاهش عملکرد نهایی دانه شد. این امر که به چه دلیل بین عملکرد دانه در تیمارهای دو نوبت آبیاری و یک نوبت آبیاری اختلاف معناداری از لحاظ آماری مشاهده نشد، احتمالاً به این دلیل است که آبیاری بیشتر به جای هزینه‌شدن در تولید دانه و افزایش عملکرد، بیشتر صرف تولید شاخ و برگ شده است. افزایش عملکرد زیستی و کاهش شاخص برداشت در این تیمار نسبت به سایر تیمارها دلیلی بر اثبات این گفته است. همچنین می‌توان نتیجه گرفت که اثر مثبت محلول‌پاشی یا مصرف خاک کاربرد نیتروژن اثری تجمعی است و دستیابی به بیشترین عملکرد دانه، حاصل به‌کارگیری هر دو روش ذکر شده است، زیرا اعمال هر یک از این روش‌ها به تنهایی عملکرد دانه کمتری تولید می‌کند.

منابع

۱. بی‌نام (۱۳۹۱) آمارنامه کشاورزی جلد اول محصولات زراعی سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹. دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصاد. (www.maj.ir)
۲. پارسا م و باقری ع (۱۳۸۷) حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۳. چایی‌چی م، رستم‌زاد م و اسمعیلان ک س (۱۳۸۲) بررسی مقاومت لاین‌های نخود سیاه به تنش خشکی تحت شرایط رژیم‌های مختلف آبیاری. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۰(۴): ۵۵-۶۴.
۴. رضوانی‌مقدم پ و صادقی ثمرجان ر (۱۳۸۷) بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت و رژیم‌های مختلف آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.) رقم ILC-۳۲۷۹ در شرایط آب و هوایی نیشابور. پژوهش‌های زراعی ایران. ۶(۲): ۳۱۵-۳۲۵.
۵. سالار دینی ع و مجتهدی م (۱۳۸۷) اصول تغذیه گیاه (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران.
۶. علیزاده ش و میرگوهر م (۱۳۷۸) زراعت نخود در شرایط دیم. نشر آموزش کشاورزی.
7. Bahr AA (2007) Effect of plant density and urea foliar application on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 3(4): 220-223.
8. Benjamin JG and Nielsen DC (2006) Water deficit effects on root distribution of soybean, field pea and chickpea. Field Crops Research. 97: 248-253.

9. Davies S, Turner NC, Siddique KHM, Leport L and Plummer J (1999) Seed growth of 'Desi' and 'Kabuli' chickpea (*Cicer arietinum* L.) in a short season Mediterranean-type environment. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 39: 181-188.
10. Franco CA (1977) Contribution of the legume *Rhizobium* symbiosis to the ecosystem and food production. In : *Exploiting Legume-Rhizobium Symbiosis in Tropical Agriculture* (Vincent, J.M., Whitney, A.S. and Bose J. eds) pp. 237-253. Univ. of Hawaii, USA.
11. Havlin JL, Beaton JD, Tisdale SL and Nelson WL (2005) *Soil Fertility and Nutrient Management: An Introduction to Nutrient Management*. 7th Edition. 515 p. Pearson/Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ.
12. Jongdee B, Fukai S and Cooper M (2002) Leaf water potential and osmotic adjustment as physiological traits to improve drought tolerance in rice. *Field Crops Research*. 76: 153-163.
13. Kumar J and Abbo S (2001) Genetics of flowering time in chickpea and its bearing on productivity in semi-arid environments. *Advances in Agronomy*. 72: 107-138.
14. Leport L, Turner NC, French RJ, Barr MD, Duda R, Davies SL, Tennant D and Siddique KHM (1999) Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in Mediterranean type environment. *European Journal of Agronomy*. 11: 279-291.
15. Lopez-Bellido L, Lopez-Bellido RJ, Castillo JE and Lopez-Bellido FJ (2004) Chickpea response to tillage and soil residual nitrogen in a continuous rotation with wheat I. Biomass and seed yield. *Field Crops Research*. 88(2-3): 191-200.
16. Nayyar H, Singh S, Kaur S, Kumar S and Upadhyaya HD (2006) Differential sensitivity of macrocarpa and microcarpa types of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to water stress: Association of contrasting stress response with oxidative injury. *Integrative Plant Biology*. 48: 1318-1329.
17. Pala M and Mazid A (1992) On-farm assessment of improved crop production practices in Northwest Syria. I. Chickpea. *Experimental Agriculture*. 28: 175-184.
18. Palled YB, Chandrashekharaiiah AM and Radder GD (1985) Response of bengal gram to moisture stress. *Indian Journal of Agronomy*. 30: 104-106.
19. Palta JA, Nandwal AS, Kumari S and Turner NC (2005) Foliar nitrogen applications increase the seed yield and protein content in chickpea (*Cicer arietinum* L.) subject to terminal drought. *Australian Journal of Agricultural research*. 56(2): 105-112.
20. Serraj R (2003) Effects of drought stress on legume symbiotic nitrogen fixation: physiological mechanisms. *Indian Journal of Experimental Biology*. 41: 1136-1141.
21. Tesfaye K, Walker S and Tsubo M (2006) Radiation interception and radiation use efficiency of three grain legumes under water deficit conditions in a semi-arid environment. *European Journal of Agronomy*. 25(1): 60-70.
22. Thomas Robertson MJ, Fukai S and Peoples MB (2004) The effect of timing and severity of water deficit on growth, development, yield accumulation and nitrogen fixation of mungbean. *Field Crops Research*. 86: 67-80.