



تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن، کود دامی و آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

*مجید مجیدیان^۱، امیر قلاوند^۲، نجفعلی کریمیان^۳ و علی اکبر کامکار حقیقی^۴

^۱دانشجوی دکتری زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، ^۲دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، ^۳استاد بخش خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ^۴دانشیار بخش آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت: ۸۷/۴/۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۲۵

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مصرف بهینه کود دامی و کود شیمیایی نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در سطوح مختلف آب آبیاری، آزمایشی مزرعه‌ای در سال ۱۳۸۴ به صورت فاکتوریل با دو عامل کود و آب در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. عامل کودی شامل مقادیر صفر، ۹۲، ۱۸۴ و ۲۷۶ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار، ۴۶ کیلوگرم نیتروژن + ۲/۵ تن کود دامی، ۹۲ کیلوگرم نیتروژن + ۵ تن کود دامی و ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار + ۷/۵ تن در هکتار کود دامی و مقادیر ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار کود دامی و عامل آب شامل آبیاری به مقدار ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه تعیین و اعمال شدند. براساس نتایج آزمایش کاهش مقدار کود و آب آبیاری باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد در گیاه ذرت شد. بیشترین عملکرد و اجزای آن زمانی اتفاق افتاد که نیتروژن و آب به اندازه نیاز در اختیار گیاه قرار گرفت. شاخص مقدار کلروفیل با کاهش مقدار آب آبیاری افزایش یافت. شاخص مقدار کلروفیل با نیتروژن ارتباط مستقیم دارد و به طور خطی با میزان نیتروژن دانه افزایش یافت و این ارتباط تحت تأثیر تیمارهای مقدار آب قرار گرفت. بیشترین عملکرد دانه ذرت با عامل کودی در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار + ۷/۵ تن کود دامی در هکتار به میزان ۷۵۵۵ کیلوگرم در هکتار و عامل آب در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به میزان ۸۷۵۶ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. بیشترین عملکرد در برهمکنش کود و آب در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار + ۷/۵ تن کود دامی در هکتار و آبیاری معادل ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: ذرت، شاخص مقدار کلروفیل، کود دامی، نیاز آبی، نیتروژن

* - مسئول مکاتبه: ma_majidian@yahoo.com

مقدمه

نیاز ۶ میلیارد نفر از جمعیت کره زمین به نیتروژن، با مصرف سرانه حدود ۱۱ گرم در روز، حدود ۲۴ میلیون تن در سال بر آورد گردیده است (مانیون، ۱۹۸۸). هم چنین جمعیت کره زمین با رشد سالانه حدود ۱/۴ درصد، در سال ۲۰۲۵ بالغ بر ۸/۳ میلیارد نفر خواهد بود (ویسی، ۲۰۰۳). به عقیده محققین چنانچه بشر بخواد با برنامه (رژیم) غذایی حاضر خود، ادامه حیات دهد باید افزایش خارج از تصویری را در تولید محصولات کشاورزی در نظر بگیرد ولی این موضوع به علت فشار بیش از حد وارده به زمین و مصرف زیاد کودهای شیمیایی و غیره، نهایتاً موجب استهلاک زاید الوصف زمین‌های کشاورزی و کاهش کیفیت و باروری خاک‌ها و حتی هدر رفتن بسیاری از اراضی می‌گردد که احتمالاً تأمین نیاز غذایی بشر را دشوار نموده یا غیر ممکن می‌سازد (مانیون، ۱۹۸۸). از زمان‌های گذشته، مصرف کودهای دامی در فعالیتهای کشاورزی جایگاه خاصی داشته و امروزه نیز می‌تواند نقش مؤثر خود را در قالب کشاورزی پایدار و آلی ایفا نماید. نیتروژن بر همه اجزاء عملکرد دانه مانند تعداد و وزن دانه اثر می‌گذارد. کمبود نیتروژن در گیاه منجر به کاهش بازده اقتصادی محصول می‌گردد (لالور و همکاران، ۲۰۰۱). برطبق نظر مارشمر (۱۹۹۵) همچنین وجود مقادیر زیاد نیتروژن در گیاه حساسیت آن را نسبت به بیماری‌ها و ورس افزایش می‌دهد. کمبود نیتروژن، عملکرد را کاهش می‌دهد زیرا کاهش عملکرد هم از طریق کاهش تعداد دانه و هم وزن دانه می‌باشد. علت از بین رفتن دانه‌ها ممکن است عدم باروری یا افزایش سقط و یا عدم تکامل آن‌ها باشد (یوهارت و آندرید، ۱۹۹۵). با افزایش جمعیت نیاز به استفاده از آب بیشتر می‌شود و لذا منابع آب به‌طور فزاینده‌ای مورد تهدید قرار می‌گیرد. از آنجایی که در ایران بخش کشاورزی با مصرف بیش از ۹۰ درصد از منابع آب، عمده‌ترین مصرف کننده آب به شمار می‌آید، هر گونه صرفه‌جویی در این بخش کمک مؤثری به صرفه‌جویی در منابع آب تلقی می‌شود (فرهمنند و همکاران، ۲۰۰۶). در ایران به‌دلیل متعدد از جمله عدم ترویج مبنای صحیح تغذیه گیاهی و حاکمیت غلط نحوه مصرف کود نیتروژن، بازده مصرف کود نیتروژن بسیار پایین است (فرهمنند و همکاران، ۲۰۰۶). تنش آبی در طی گلدهی و اوایل نمو دانه، تعداد دانه در بلال ذرت را کاهش می‌دهد. تلفات دانه می‌تواند ناشی از عدم همزمانی نمو گل‌ها، نمو غیرعادی کیسه جنینی قبل از ظهور کاکل، و عدم نمو دانه پس از گرده افشانی و باروری باشد (شوسلر و وستگیت، ۱۹۹۱a). در تحقیقی که ایهرابید و همکاران (۱۹۹۷) در آرژانتین انجام دادند، نتیجه گرفتند که کم آبیاری در طول مرحله گل‌دهی باعث کاهش عملکرد ذرت می‌شود. همچنین کاترجی و همکاران

(۲۰۰۴) بیان می‌کنند که بیشترین حساسیت خشکی در چرخه زندگی گیاه ذرت در مرحله نمو گلچه‌ها و باروری گلچه‌ها می‌باشد و تنش آبی حتی در زمانی کوتاه باعث کاهش عملکرد می‌شود. کلروفیل و نیتروژن در گیاهان ارتباط نزدیکی با هم دارند و به همین علت با برآورد غلظت کلروفیل برگ به وسیله کلروفیل سنج می‌توان وضعیت نیتروژن در گیاه را ارزیابی کنیم (باراکولو و کیل، ۲۰۰۱؛ گیرینداس و پایپر، ۲۰۰۱؛ ماداکازی و همکاران، ۱۹۹۹). علاوه بر نیتروژن عوامل متعدد دیگری می‌تواند بر ارتباط بین رشد گیاه و کلروفیل برگ مؤثر باشد (باراکولو و کیل، ۲۰۰۱). مطالعات ماداکازی و همکاران (۱۹۹۹) نشان داده است که استفاده از کلروفیل سنج برای ارزیابی مقدار نیتروژن یا مدیریت استراتژی نیتروژن مفید است. آب و نیتروژن دو عامل مهم محدودکننده در رشد و عملکرد محصولات کشاورزی می‌باشند. تحقیقات متعددی در رابطه با اثر میزان آب و نیتروژن بر عملکرد محصولات مختلف کشاورزی از جمله ذرت انجام شده است اما به تأثیر متقابل این دو عامل و اثر کودهای آلی و تغذیه تلفیقی آنها با کودهای شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه و همچنین استفاده از کلروفیل سنج در مدیریت زراعی محصولات کشاورزی کمتر توجه شده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۸۴ در مزرعه‌ای واقع در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه اراک (عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۷۵۹ متر از سطح دریا) به اجرا در آمد. آزمایش به صورت فاکتوریل با دو عامل کود و آب در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بر روی ذرت سینگل کراس ۷۰۴ اجرا گردید. قبل از شروع آزمایش از عمق ۰-۲۵ سانتی‌متری خاک مزرعه (بافت خاک رس سیلتی) و از کود دامی (گاوی) برای تعیین بعضی از ویژگی‌های شیمیایی (نیتروژن کود دامی ۲/۰۶ درصد) نمونه‌گیری به عمل آمد (جدول ۱).

تیمارها شامل عامل کودی مقادیر صفر، ۹۲، ۱۸۴ و ۲۷۶ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار، ۴۶ کیلوگرم نیتروژن + ۲/۵ تن کود دامی، ۹۲ کیلوگرم نیتروژن + ۵ تن کود دامی و ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار + ۷/۵ تن در هکتار کود دامی و مقادیر ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار کود دامی و سه سطح آبیاری ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آب گیاه در نظر گرفته شد. تعیین نیاز آبی براساس داده‌های تشتک تبخیر کلاس A هر هفت روز یک بار صورت گرفت. بدین منظور تبخیر روزانه از تشتک تبخیر

جدول ۱- بعضی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش.

وزن مخصوص حقیقی	وزن مخصوص ظاهری	وزن قابل جذب	روی قابل جذب	منگنز قابل جذب	آهن قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	نیترژن	اسیدیته کل اشباع	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	درصد
۲/۳۲	۱/۲۲	۰/۳۶	۱۰/۷	۴/۶۲	۲۲۵	۶۰	۰/۱۴۸	۶/۹۲	۲/۴۳	۳۶	

میلی گرم در کیلوگرم

جدول ۲- مقدار آب مصرف شده در تیمارهای مختلف آب آبیاری.

آبیاری	مقدار آب آبیاری (میلی متر)																
	مراحل ۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	
۵۰	۷/۷۰	۱۰/۷۷	۱۰/۵۱	۱۳/۸۴	۱۷/۹۷	۲۱/۳	۳۴/۱۳	۳۵/۴۵	۴۱/۵۹	۵۷/۸۰	۳۵/۸۷	۳۶/۸۳	۷۰/۰۷	۲۲/۰۵	۳۰/۰۳	۶/۶۱	۲۱/۰۷
۷۵	۵۵/۱۱	۱۳/۳۱	۱۶/۵۱	۲۰/۷۳	۲۲/۹۷	۳۱/۵۵	۵۱/۰۵	۷۳/۱۸	۶۲/۳۹	۸۸/۵۰	۴۶/۶۳	۵۶/۵۵	۱۱/۱۲	۳۳/۱۳	۸۷/۵۳	۴۰/۳۵	۷۸/۷۸
۱۰۰	۱۵/۳۹	۱۷/۱۱	۱۶/۱۱	۱۶/۸۴	۱۳/۹۴	۱۶/۰۶	۲۸/۰۵	۷۰/۰۸	۷۳/۳۷	۱۰۷/۱۸	۳۵/۳۳	۳۸/۸۸	۴۴/۱۶	۶۱/۱۶	۱۶/۱۶	۵۲/۸۰	۵۳/۸۰

© سطح آبیاری (۵۰=آبیاری معادل ۵۰ درصد نیاز، ۷۵=آبیاری معادل ۷۵ درصد نیاز و ۱۰۰=آبیاری معادل نیاز آبی گیاه).

اندازه‌گیری شده و براساس ضریب تشنگ و ضریب گیاهی با استفاده از روش FAO محاسبه شد (کرامر و بویر، ۱۹۹۵). تبخیر و تعرق گیاه مرجع و ذرت محاسبه شد. سپس با در نظر گرفتن بازده ۸۰ درصد برای آبیاری در مزرعه میزان آبیاری هر هفت روز یک بار تعیین و اجرا شد. به‌منظور آبیاری صحیح و یکنواخت واحدهای آزمایش، یک شبکه لوله کشی پلی اتیلنی همراه با یک کنتور حجمی به کار رفت. تیمارهای آبیاری از مرحله دو برگی اعمال شد. میزان آب مصرف شده (جدول ۲) از معادله زیر به‌دست آمد (علیزاده و همکاران، ۲۰۰۷).

$$ET = I + P + GW - LO - DP$$

I = آبیاری (سانتی‌متر)، P = بارندگی (سانتی‌متر)، GW = مقدار آبی که از زیرزمین ممکن است وارد حجم خاک شود (سانتی‌متر)، LO = جریان آب زیرسطحی که از زمین خارج می‌شود (سانتی‌متر) و DP = نفوذ عمقی (جریان خروجی آب از خاک که مازاد بر نیاز آبتوی صورت می‌گیرد) (سانتی‌متر). همان‌طور که ملاحظه می‌شود در معادله بالا تمام عناصر دارای بعد طول بوده و از روی آنها می‌توان آب آبیاری را به‌دست آورد. در معادله فوق لزومی ندارد برای هر کدام از عناصر عدد مشخصی وجود داشته باشد و اگر برخی از پارامترها وجود نداشته باشد به جای آن صفر منظور می‌شود (علیزاده و همکاران، ۲۰۰۷).

عملیات تهیه زمین شامل شخم، دو دیسک عمود بر هم، ایجاد جوی و پشته، ایجاد نهرها و کرت‌بندی بود. قبل از مصرف کود دامی درصد نیتروژن کل آن اندازه‌گیری شد. مقدار کود دامی با فرض ۳۵ درصد (به عوامل مختلفی از قبیل خاک، اقلیم، نوع کود دامی و مرحله پوسیدگی کود بستگی دارد) کل نیتروژن آن در سال اول، قابل دسترس برای گیاه هست (اقبال و همکاران، ۲۰۰۱)، به‌صورت فرمول زیر برای هر تیمار مشخص شد.

درصد نیتروژن کود \times درصد نیتروژن قابل دسترس \times وزن خشک کود دامی = مقدار نیتروژن موردنیاز کود دامی کاربردی کمپوست جوان بود، که بلافاصله پس از پخش در سطح خاک به وسیله دیسک با خاک مخلوط شد تا از انتشار نیتروژن آن به‌صورت آمونیاک به اتمسفر جلوگیری شود. تمام کود دامی یک ماه قبل از کاشت مصرف شد. ابعاد کرت‌ها شامل پنج ردیف هشت متری با فاصله ۷۵ سانتی‌متر بود فاصله بین کرت‌ها ۱۵۰ سانتی‌متر بود. نصف کود نیتروژن در مرحله دو برگی و نصف دیگر آن در مرحله پنج برگی در کرت‌های آزمایشی افزوده شدند. کشت در اول خرداد ماه ۱۳۸۴ با فاصله ۲۰ سانتی‌متر در هر ردیف و فاصله بین ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر صورت گرفت. در طول اجرای

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تأثیر مقادیر مختلف کود و آب بر شاخص مقدار کلروفیل در کدهای مختلف رشد گیاه.

کد	میانگین										منابع تغییر
	کد	کد	کد	کد	کد	کد	کد	کد	کد	کد	
۸۳	۷۵	۷۳	۶۹	۶۱	۵۵	۳۸	۳۶	۳۳			
۴۲/۳۱۶ ^{NS}	۱۷/۲۲۹ ^{NS}	۸/۰۵۵ ^{NS}	۱۴/۳۳۸ ^{NS}	۳۷/۵۰۳ ^{NS}	۱۸/۳۲۰ ^{NS}	۳۰/۱۹۰ ^{NS}	۶۴/۳۱۲ ^{NS}	۱۰۵/۶۸۴ ^{NS}	تکرار ۲		
۱۸۴/۴۹۵ ^o	۲۰۴/۸۸۶ ^o	۳۴۴/۵۰۱ ^o	۲۸۷/۰۶۹ ^o	۱۱۳/۷۱۵ ^o	۳۷۰/۸۱۲ ^o	۳۰۷/۸۷۶ ^o	۲۸۶/۶۷۷ ^o	۱۷۵/۸۶۷ ^o	مقدار آبیاری (A) ۲		
۵۰۶/۶۸۸ ^o	۵۳۱/۰۲۹ ^o	۴۲۱/۰۷۷ ^o	۴۸۳/۴۶۹ ^o	۶۶۵/۹۳۳ ^o	۴۸۸/۸۲۵ ^o	۱۹۸/۱۰۲ ^o	۱۳۰/۶۱۸ ^o	۷۱/۵۶۵ ^o	مقدار کود (B) ۹		
۵/۰۲۹ ^{NS}	۵/۳۱۸ ^{NS}	۴/۵۹۳ ^{NS}	۱۲/۱۱۷ ^{NS}	۸/۸۱۷ ^{NS}	۳/۸۶۷ ^{NS}	۳/۶۹۴ ^{NS}	۱/۶۳۳ ^{NS}	۶/۹۵۹ ^{NS}	A×B ۱۸		
۲۵/۲۸۶	۱۹/۵۰۷	۲۳/۳۳۲	۱۶/۱۰۹	۲۱/۰۷۷	۲۶/۱۵۳	۲۶/۷۱۸	۲۴/۲۶۳	۲۶/۸۸۲	خطا ۵۸		
۱۰/۸۹	۱۱/۶۱	۱۲/۵	۱۰/۳۹	۱۱/۶۴	۱۲/۸	۱۲/۸۷	۱۱/۴۶	۱۲/۵۱	درصد ضریب تغییرات		

^{NS} و ^o: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح ۵ درصد.

آزمایش اندازه‌گیری کلروفیل برگ به وسیله کلروفیل سنج مدل (SPAD¹-502, Minolta Co.) و نمونه‌برداری براساس تقسیم‌بندی BBCH (مایر، ۲۰۰۱) در مراحل مختلف شامل کدهای ۳۳ (سه برگی)، ۳۶ (شش برگی)، ۳۸ (هشت برگی)، ۵۵ (پدیدار شدن نیمی از گل تاجی)، ۶۱ (پرچم‌ها در وسط گل تاجی ظاهر شده و رویش نوک بلال از غلاف برگ)، ۶۹ (پایان گلدهی و خشک شدن کامل کلاله)، ۷۳ (ابتدای شیری شدن دانه‌ها)، ۷۵ (دانه‌ها در وسط چوب بلال (سفید مایل به زرد شده‌اند) در مرحله شیری شدن) و ۸۳ (ابتدای خمیری شدن دانه: محتوای دانه‌ها نرم می‌باشد) انجام گرفت و شاخص مقدار کلروفیل برای بالاترین برگ کاملاً توسعه یافته بوته‌ها در کدهای ۳۳، ۳۶، ۳۸ و برگ بلال در کدهای ۵۵، ۶۱، ۶۹، ۷۳ و ۷۵ ثبت شد. برای این منظور برای هر برگ در قسمت وسط پهنک برگ در یک سوی رگبرگ اصلی و در ساعت‌های ۹/۳۰ الی ۱۰ شاخص مقدار کلروفیل اندازه‌گیری شد. برداشت نهایی به هنگام رسیدن فیزیولوژیک دانه‌های ذرت صورت گرفت. در برداشت نهایی ۱۵ بوته هر کرت، از خطوط میانی هر کرت، معادل ۲/۲۵ مترمربع، به روش دستی برداشت شد و عملکرد دانه با رطوبت ۱۵/۵ درصد، تعداد دانه در بلال، وزن ۱۰۰۰ دانه و عملکرد زیستی تعیین شد. برای تعیین وزن هزار دانه، از دستگاه بذر شمار، ۱۰ نمونه ۱۰۰ تایی به صورت تصادفی از دانه‌های جدا شده از بلال انتخاب و وزن آنها توسط ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۰۱ گرم تعیین شد. اندازه‌گیری شاخص برداشت با برداشت ۱۰ بوته از هر کرت انجام شد و از طریق معادله زیر محاسبه گردید.

$$۱۰۰ \times \text{عملکرد زیستی} / \text{عملکرد دانه} = \text{شاخص برداشت}$$

اندازه‌گیری نیتروژن نمونه‌ها با روش انجمن رسمی متخصصان شیمی تجزیه انجام گرفت که توسط (هلریچ، ۱۹۹۰) ارائه شده است. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از برنامه کامپیوتری SAS و مقایسه میانگین‌ها به وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد تأثیر معنی‌داری بر شاخص مقدار کلروفیل گذاشت (جدول ۳). کمترین و بیشترین شاخص مقدار کلروفیل در کل مراحل رشد گیاه به ترتیب در تیمار عدم کاربرد

کود و بالاترین سطوح آن به دست آمد (جدول ۴). بیشترین شاخص مقدار کلروفیل در کدهای ۳۳ (سه برگگی)، ۳۸ (هشت برگگی) و ۶۱ (پرچم‌ها در وسط گل تاجی ظاهر شده و رویش نوک بلال از غلاف برگ)، در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن کود دامی در هکتار، و در کدهای ۳۶ (شش برگگی)، ۵۵ (پدیدار شدن نیمی از گل تاجی)، ۶۹ (پایان گلدهی و خشک شدن کامل کلاله)، ۷۳ (ابتدای شیری شدن دانه‌ها)، ۷۵ (دانه‌ها در وسط چوب بلال (سفید مایل به زرد شده‌اند) در مرحله شیری شدن) و ۸۳ (ابتدای خمیری شدن دانه: محتوای دانه‌ها نرم می‌باشد) در تیمار ۲۷۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد (جدول ۴). در اثر کمبود نیتروژن در گیاه، سبزاکی^۱ به وجود می‌آید که باعث کاهش رشد گیاه و پیری زودرس برگ‌ها می‌شود. به همین دلیل کمترین شاخص مقدار کلروفیل در کل مراحل رشد در تیمار عدم کاربرد کود به دست آمد (جدول ۴)، با نظر ماجور و همکاران (۲۰۰۳) تطابق دارد. در جدول ۴ مشاهده می‌شود که در مرحله سه و هشت برگگی، بیشترین شاخص مقدار کلروفیل در تیمار تلفیقی ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن کود دامی در هکتار بود، زیرا کودهای دامی دارای مواد آلی می‌باشند که به راحتی تجزیه شده و حاوی مقادیر زیادی نیتروژن می‌باشند. هم چنین منابع آلی مانند کود دامی در تلفیق با کود شیمیایی می‌توانند به حاصلخیزی خاک و افزایش تولید محصول منجر شوند زیرا این سیستم اکثر نیازهای غذایی مورد نیاز گیاه را تأمین کرده و بازده جذب مواد غذایی توسط محصول را افزایش می‌دهد (بویر و بلک، ۱۹۹۴) هم چنین شاخص مقدار کلروفیل با نیتروژن ارتباط مستقیم دارد و با افزایش میزان نیتروژن شاخص مقدار کلروفیل هم افزایش می‌یابد. اما در کدهای ۵۵ (مراحل پدیدار شدن نیمی از گل تاجی: نیمی از گل تاجی‌ها شروع به جدا شدن نموده‌اند)، ۶۹ (پایان گلدهی)، ۷۳ (ابتدای شیری شدن دانه‌ها)، ۷۵ (در مرحله شیری شدن و حدود ۴۰ درصد ماده خشک در دانه تشکیل شده است) و ۸۳ (ابتدای خمیری شدن دانه) در تیمار کود شیمیایی ۲۷۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین شاخص مقدار کلروفیل به دست آمده است. دلیل آن تسهیم نیتروژن در گیاه می‌باشد، زیرا نیتروژن به عنوان یک عنصر متحرک از برگ‌های پایین به سمت برگ‌های بالاتر می‌رود، در گیاهان در یک شاخص سطح برگ و یا سایه انداز گیاه الگوی مطلوبی از اختصاص نیتروژن به برگ‌های بالاتر وجود دارد به خصوص در گیاه ذرت، برگ بلال به عنوان یک مقصد قوی عمل می‌نماید زیرا این برگ نقش مهمی در پر کردن دانه‌های بلال دارد.

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف کودی بر شاخص مقدار کلروفیل در کدهای مختلف رشد گیاه.

نیتروزن ^۵	۸۳ کد	۷۵ کد	۷۳ کد	۶۹ کد	۶۱ کد	۵۵ کد	۳۸ کد	۳۶ کد	۳۳ کد
۰	۲۷/۲۰f	۲۷/۰۹e	۲۹/۱۹c	۲۷/۳۲d	۲۶/۸۲c	۲۷/۷۷f	۳۳f	۳۵/۹۱d	۳۵/۲۰b
۹۲	۴۰/۰۱bc	۴۰/۳۳c	۴۳/۳۳ab	۴۲/۶۶b	۴۳/۸۵a	۴۲/۱۱bc	۴۰/۵۹b-d	۴۴/۷۵ab	۳۹/۸۵ab
۴۶+۷/۵	۳۵/۹۶cd	۳۸/۹۷c	۴۰/۲۹b	۴۰/۸۲b	۴۴/۲۵a	۴۲/۴۵bc	۴۲/۸۹a-c	۴۳/۵۵ab	۴۱/۳۶a
۵	۲۸/۰۱ef	۲۹/۳۱de	۲۹/۸c	۳۰/۵۹c	۲۷/۱۹c	۳۰/۴۵f	۳۴/۵۱ef	۳۸/۱۶cd	۳۹/۶۱ab
۱۸۴	۴۴/۰۵ab	۴۴/۷ab	۴۴/۴۵ab	۴۴/۷۹b	۴۵/۲۷a	۴۵/۸۵ab	۴۲/۵۳a-c	۴۵/۴a	۴۰/۹۵a
۹۲+۵	۴۰/۹۹ab	۴۳/۰۵bc	۴۲/۷۴ab	۴۱/۷۶b	۴۵/۶۳a	۴۴/۶۹ab	۴۵/۳۲ab	۴۶/۴a	۴۳/۶۷a
۱۰	۲۹/۱ef	۳۰/۸۲de	۳۱/۱۲c	۳۲/۱۵c	۳۱/۵۵b	۳۳/۳۲de	۳۶/۶۱d-f	۴۰b-d	۴۲/۷۶a
۲۷۶	۴۵/۸۶a	۴۸/۳۷a	۴۶/۳۶a	۴۹/۰۵a	۴۷/۵۸a	۴۷/۹۱a	۴۳/۶۹a-c	۴۶/۸۳a	۴۱/۸۷a
۱۳۸+۷/۵	۴۵/۵۳a	۴۵/۹۵ab	۴۴/۷۵ab	۴۴/۱۸b	۴۸/۵۲a	۴۷/۷۶a	۴۷/۱۲a	۴۶/۵۶a	۴۴/۷۱a
۱۵	۳۲/۵۱de	۳۱/۸۴d	۳۳/۶۸c	۳۳/۶۷c	۳۳/۸۹b	۳۷/۵۴cd	۳۸/۵۴c-e	۴۲/۱۵a-c	۴۴/۴۳a

۵: میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی دار نمی باشد.

۶: نیتروزن (۰ = عدم کاربرد نیتروزن، ۹۲ = ۹۲ کیلوگرم نیتروزن در هکتار، ۷/۵ + ۴۶ = ۴۶ کیلوگرم نیتروزن در هکتار + ۷/۵ تن کود دامی، ۵ = ۵ تن کود دامی، ۱۸۴ = ۱۸۴ کیلوگرم نیتروزن در هکتار، ۵ + ۹۲ = ۹۲ کیلوگرم نیتروزن در هکتار + ۵ تن کود دامی، ۱۰ = ۱۰ تن کود دامی، ۲۷۶ = ۲۷۶ کیلوگرم نیتروزن در هکتار، ۷/۵ + ۱۳۸ = ۱۳۸ کیلوگرم نیتروزن در هکتار + ۷/۵ تن کود دامی و ۱۵ = ۱۵ تن در هکتار کود دامی).

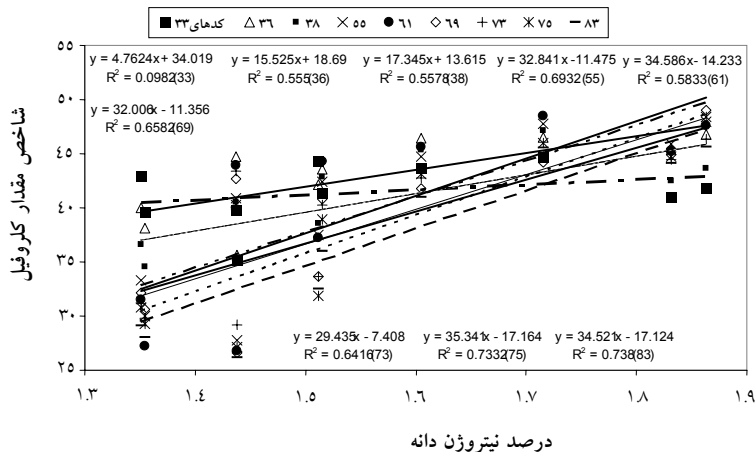
در این تحقیق مقدار آب آبیاری به طور معنی داری در مراحل مختلف رشد بر شاخص مقدار کلروفیل تأثیر گذاشت (جدول ۳). با کاهش مقدار آب، شاخص مقدار کلروفیل افزایش یافت و کمترین شاخص مقدار کلروفیل در تیمار شاهد بود (جدول ۵). لازم به ذکر است که چنین روندی برای تمام مراحل رشد مشاهده گردید. باراکولو و کیل (۲۰۰۱) بیان کرده‌اند با افزایش تنش رطوبتی، شاخص مقدار کلروفیل نیز افزایش می‌یابد. در اثر تنش آبی، به علت کاهش تعرق، جذب نیتروژن گیاه کاهش می‌یابد و بدین ترتیب جریان توده‌ای در محلول خاک و ریشه‌ها نیز کم می‌شود. همچنین بریدمایر (۲۰۰۵) گزارش کرده است که در اثر تنش آبی، غلظت نیتروژن در برگ‌های گیاه ذرت افزایش و تولید زیستی در اثر تنش آبی کاهش یافت، در نتیجه غلظت نهایی نیتروژن در گیاه وابسته به این می‌باشد که آیا زمانی که تنش آبی اتفاق می‌افتد، کاهش در جذب نیتروژن نقش مهم‌تری دارد یا کاهش در تجمع زیست توده. بریدمایر (۲۰۰۵) اظهار داشته است شاخص مقدار کلروفیل در تنش آبی نسبت به گیاه شاهد بیشتر بود و همچنین نتیجه گرفت که تجمع زیست توده در اثر تنش آبی نسبت به جذب نیتروژن بیشتر تحت تأثیر قرار گرفت و به همین علت، غلظت بیشتر نیتروژن و در نتیجه شاخص مقدار کلروفیل در برگ‌های گیاه در تیمار تنش آبی مقادیر بالاتری دارد که با نتیجه آزمایش اخیر مطابقت دارد. با توجه به اینکه برهمکنش در هیچ یک از مراحل رشد معنی دار نشد از مقایسه ترکیبات مختلف تیماری صرف‌نظر شد و مقایسات فقط در سطوح هر یک از تیمارها انجام گرفت (جدول ۳). روابط رگرسیونی بین درصد نیتروژن دانه و شاخص مقدار کلروفیل در سطوح متفاوت کود نیتروژن بیانگر آن است که بین این دو عامل یک رابطه خطی وجود دارد، همبستگی خوبی در بعضی از مراحل رشد گیاه مانند مراحل ۵۵، ۶۱، ۶۹، ۷۳، ۷۵ و ۸۳ بین درصد نیتروژن دانه و شاخص مقدار کلروفیل متر وجود دارد و در بعضی از مراحل رشد گیاه مانند مراحل ۳۳، ۳۶ و ۳۸ همبستگی کمتری وجود دارد، که با نتایج مطالعات لطیفی و قاسمی (۱۹۹۸) مطابقت دارد. آنها بیان می‌کنند مصرف کود نیتروژن در اوایل فصل در غلات عملکرد نهایی را افزایش می‌دهد ولی مقدار پروتئین دانه (نیتروژن دانه) را افزایش نمی‌دهد. همبستگی بین کود نیتروژن و عملکرد معمولاً بسیار متفاوت است و مصرف کود نیتروژن در اواخر فصل رشد می‌تواند باعث افزایش پروتئین دانه غلات شود. بنابراین در مراحل ۵۵، ۶۱، ۶۹، ۷۳، ۷۵ و ۸۳ که مراحل میانی تا انتهایی رشد گیاه ذرت می‌باشد با افزایش کود نیتروژن، شاخص مقدار کلروفیل متر و نیتروژن دانه افزایش می‌یابد (شکل ۱).

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین مقادیر مختلف آب آبیاری بر شاخص مقدار کلروفیل در کدهای مختلف رشد گیاه.

آبیاری ©	کد	کد	کد	کد	کد	کد	کد	کد	کد
۵۰	۳۳	۳۶	۳۸	۵۵	۶۱	۶۹	۷۳	۷۵	۸۳
	۴۳/۷۵a	۴۵/۹۳A	۴۳/۷۳a	۴۲/۹۴a	۴۱/۵a	۴۱/۴۶a	۴۱/۶۱a	۴۰/۶۴a	۳۹/۱۱a
۷۵	۴۱/۶۶a	۴۳/۲۴B	۴۰/۳۹b	۴۰/۸۲a	۳۹/۲۴ab	۳۹/۰۹b	۳۹/۲a	۳۸/۰۵b	۳۷/۱۷a
۱۰۰	۳۸/۹۲b	۳۹/۷۶c	۳۷/۳۲c	۳۷/۰۷b	۳۷/۶۲b	۳۵/۳۴c	۳۴/۹۲b	۳۵/۴۱c	۳۴/۱۹b

*: میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

© سطوح آبیاری (۵۰=آبیاری معادل ۵۰ درصد نیاز، ۷۵=آبیاری معادل ۷۵ درصد نیاز و ۱۰۰=آبیاری معادل نیاز آبی گیاه).



شکل ۱- ارتباط بین درصد نیتروژن دانه و شاخص مقدار کلروفیل در عامل کودی.

کدهای ۳۳ (سه برگگی)، ۳۶ (شش برگگی)، ۳۸ (هشت برگگی)، ۵۵ (پدیدار شدن نیمی از گل تاجی) (پرچم‌ها در وسط گل تاجی ظاهر شده و رویش نوک بلال از غلاف برگ)، ۶۹ (پایان گلدهی و خشک شدن کامل کلاله)، ۷۳ (ابتدای شیرگی شدن دانه‌ها)، ۷۵ (دانه‌ها در وسط چوب بلال در مرحله شیرگی شدن و حدود ۴۰ درصد ماده خشک در دانه تشکیل شده است) و ۸۳ (ابتدای خمیری شدن دانه: محتوای دانه‌ها نرم می‌باشد و حدود ۴۵ درصد ماده خشک در دانه تشکیل شده است). این تحقیق نشان داد تنش آبی به‌طور معنی‌دار منجر به کاهش عملکرد دانه شد (جدول‌های ۶ و ۷). علت اصلی این کاهش مربوط به کاهش تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه می‌باشد (جدول‌های

۶ و ۷). محققین دیگری نیز چنین نتیجه‌ای را گزارش کرده‌اند (چیونگ و همکاران، ۲۰۰۳؛ اسمالوود و همکاران، ۱۹۹۹؛ زیونگ و همکاران، ۲۰۰۲). کاهش تعداد دانه در بلال ممکن است بر اثر تأخیر در ظهور کاکل و یا سقط جنین در اثر کمبود هیدرات‌های کربن باشد (شوسلر و وستگیت، ۱۹۹۱). البته تنش‌های محیطی نظیر تنش آبی و شوری باعث کوتاه شدن دوره تمایز سنبلچه‌ها گردیده و این مسئله منجر به کاهش تعداد سنبلچه در سنبله می‌شود. بنابراین عرضه مواد پرورده تحت تأثیر تنش آبی کاهش می‌یابد و عملکرد دانه، وزن دانه هر بلال و وزن هزار دانه کاهش می‌یابد (فرانکوئیس و همکاران، ۱۹۸۴).

جدول ۶- درجه آزادی و میانگین مرجعات تأثیر مقادیر مختلف کود و آب بر عملکرد اجزای عملکرد دانه و شاخص برداشت ذرت.

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	وزن زیستی	شاخص برداشت
تکرار	۲	۳۲۲۰۸/۵۴۴ ^{ns}	۱۹۹/۷۳ ^{ns}	۱۸۹۱۱۱/۵۶۲ ^{ns}	۱۸۷۶/۸۷۱ ^{ns}	۱۲۸/۸۲۹ ^{ns}
آبیاری (A)	۲	۵۶۹۶۸/۰۷۸*	۲۵۳۴۴/۴۴*	۲۳۶۹۶۰۸۹۱/۶۳۹*	۶۹۱۷۹/۲۰۸*	۲۵۶۷/۰۳۳*
نیترژن (B)	۹	۵۷۹۱۰/۸۲۶*	۲۲۹۸/۶۷*	۱۷۵۷۹۴۳۰/۷۹۸*	۱۱۹۳۰/۸۸۱*	۱۸۷/۹۴۱*
A×B	۱۸	۴۲۶۴/۴۸۵*	۳۵۷/۰۱ ^{ns}	۲۷۶۶۱۷۶/۸۸۴*	۷۸۰/۹۳۵*	۳۲/۰۹۲ ^{ns}
خطا	۵۸	۳۴۸۰/۷۱۷	۳۰۳/۲۴	۷۹۳۷۷۰/۸۶۰	۳۹۳/۱۵۴	۳۵/۸۲۰
درصد ضریب تغییرات		۱۲/۰۶	۱۱/۴۸	۱۵/۶۱	۱۲/۱۵	۱۳/۷۸

^{ns} و * : به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح ۵ درصد.

جدول ۷- نتایج مقایسه میانگین مقادیر مختلف آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت.

آبیاری ©	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن زیستی (گرم در بوته)	شاخص برداشت (درصد)
۵۰	۳۶۸C	۱۲۳/۸c	۳۲۲۰c	۱۲۰/۷c	۳۴/۲۵c
۷۵	۴۷۴B	۱۴۹/۵b	۵۱۴۵b	۱۵۳/۵b	۴۳/۳۴b
۱۰۰	۶۲۶A	۱۸۱/۸a	۸۷۵۶a	۲۱۵/۳a	۵۲/۷۵a

*: میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند.

© سطوح آبیاری (۵۰=آبیاری معادل ۵۰ درصد نیاز، ۷۵=آبیاری معادل ۷۵ درصد نیاز و ۱۰۰=آبیاری معادل نیاز آبی گیاه).

کود نیتروژن و کود دامی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشته و باعث افزایش آن گردید (جدول‌های ۶ و ۸). بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن کود دامی در هکتار و کمترین آن در تیمار عدم کاربرد کود به‌دست آمد (جدول ۸). علت افزایش عملکرد دانه در تیمارهایی که کود نیتروژن دارند افزایش تعداد دانه در بلال و وزن دانه در بلال می‌باشد (جدول ۸). که با نتایج سایر محققان مثل بویر و بلک (۱۹۹۴) و شوسلر و وستگیت (۱۹۹۴) تطابق دارد. مقایسه میانگین برهمکنش مقدار آب آبیاری و کود، بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم کود نیتروژن + ۷/۵ تن کود دامی در هکتار و آبیاری معادل ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به‌دست آمد (جدول ۹). با کاهش مقدار آب آبیاری و عدم کاربرد کود عملکرد گیاه کاهش یافت و با افزایش کود به خصوص به‌صورت کود دامی باعث افزایش تحمل گیاه در برابر کم آبیاری شد (جدول ۹).

جدول ۸- نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت.

نیتروژن ©	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن زیستی (گرم در بوته)	شاخص برداشت (درصد)
۰	۳۲۴e	۱۱۸/۲e	۲۹۳۹e	۹۸/۱۲e	۳۶/۴۶d
۹۲	۴۱۹d	۱۴۷/۲cd	۴۲۴۲d	۱۳۲/۱d	۴۰/۱۸b-d
۴۶+۲/۵	۵۲۰bc	۱۵۱/۵b-d	۵۸۴۰c	۱۷۲/۳bc	۴۳/۰۹bc
۵	۴۲۱d	۱۳۷/۱d	۴۶۳۰d	۱۲۴/۸d	۴۶/۴۴ab
۱۸۴	۴۹۳c	۱۴۴/۹cd	۵۷۱۱c	۱۶۸/۱c	۴۱/۵۸b-d
۹۲+۵	۵۴۵a-c	۱۷۳/۹a	۶۹۱۸ab	۱۹۲/۵b	۴۵/۳۰ab
۱۰	۵۱۹bc	۱۶۰/۶a-c	۶۲۷۴bc	۱۵۷/۹c	۵۰/۳۷a
۲۷۶	۴۹۴c	۱۶۶/۱ab	۶۱۷۴bc	۱۹۲/۲b	۳۸/۵۳cd
۱۳۸+۷/۵	۵۸۸a	۱۶۱/۷a-c	۷۵۵۵a	۲۲۰/۹a	۴۲/۷۵bc
۱۵	۵۶۷ab	۱۵۶/۱a-c	۶۷۸۸ab	۱۷۲/۶c	۴۹/۷۷a

*: میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

© نیتروژن (۰ = عدم کاربرد نیتروژن، ۹۲ = ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، ۴۶ + ۲/۵ = ۴۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار + ۲/۵ تن کود دامی، ۵ = ۵ تن کود دامی، ۱۸۴ = ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، ۵ + ۹۲ = ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار + ۵ تن کود دامی، ۱۰ = ۱۰ تن کود دامی، ۲۷۶ = ۲۷۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، ۷/۵ + ۱۳۸ = ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار + ۷/۵ تن کود دامی و ۱۵ = ۱۵ تن در هکتار کود دامی).

جدول ۹- نتایج مقایسه میانگین برهمکنش مقادیر مختلف کود و آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت.

آبیاری®	نیترژن©	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن زیستی (گرم در بوته)	شاخص برداشت (درصد)
	۰	۲۱۴m	۸۳/۵۷n	۱۴۴۶۵	۶۷/۹۸l	۲۶/۴۸ij
	۹۲	۳۳۸kl	۱۱۳/۸l-n	۲۱۷۰no	۹۶/۵۱kl	۲۹/۶۴h-j
	۱۸۴	۳۴۶j-l	۱۱۴l-n	۲۸۷۶m-o	۱۱۵/۶i-k	۳۱/۳۱g-j
	۲۷۶	۳۲۸kl	۱۳۳/۸h-m	۲۳۳۵no	۱۳۰/۰h-k	۲۳/۸۶j
۵۰	۴۶+۲/۵	۴۳۳g-k	۱۲۳/۸j-m	۳۶۴۶l-n	۱۳۵/۳g-j	۳۵/۳۷f-i
	۹۲+۵	۴۰۸h-l	۱۵۰/۶d-k	۴۶۴۰i-l	۱۵۲/۲g-i	۴۰/۷۶c-h
	۱۳۸+۷/۵	۴۱۸g-l	۱۳۳/۹h-m	۲۸۵۱k-n	۱۶۰/۰f-h	۳۱/۳۳g-j
	۵	۳۳۶kl	۱۰۷/۱mn	۲۹۶۹m-o	۹۴/۱۸kl	۴۰/۵۱c-h
	۱۰	۴۱۴g-l	۱۴۰/۵f-m	۴۱۱۰k-m	۱۲۵/۴h-k	۴۲/۶۵c-g
	۱۵	۴۳۹g-k	۱۳۷g-m	۴۰۵۷k-m	۱۲۹/۷h-k	۴۰/۷۶c-h
	۰	۳۰۶lm	۱۱۷/۳k-m	۲۶۹۷m-o	۹۸/۷۸j-l	۳۵/۵۵f-i
	۹۲	۴۱۶g-l	۱۴۴e-l	۴۱۸۱k-m	۱۲۸/۶h-kl	۴۲/۷۷c-g
	۱۸۴	۴۹۱f-i	۱۳۳/۹h-m	۵۰۵۱h-l	۱۶۰/۵f-h	۴۱/۲۳c-h
	۲۷۶	۴۵۳g-j	۱۵۳/۸c-j	۵۱۲۳h-l	۱۷۰/۷e-g	۳۹/۴۰e-h
۷۵	۴۶+۲/۵	۵۰۵f-i	۱۵۶/۹c-j	۵۴۲۶g-k	۱۶۱/۴f-h	۴۴/۰۹b-f
	۹۲+۵	۵۲۳e-h	۱۸۳/۶a-d	۵۴۳۳g-k	۱۷۳/۶e-g	۴۰/۰۲d-h
	۱۳۸+۷/۵	۵۶۷c-f	۱۵۳/۸c-j	۷۰۲۸e-g	۲۰۵/۲de	۴۴/۰۹b-f
	۵	۳۹۷i-l	۱۲۷/۱i-m	۳۷۶۸k-n	۱۱۶/۸i-k	۴۱/۸۶c-g
	۱۰	۵۰۹f-i	۱۶۴/۱b-h	۶۲۰۱f-j	۱۵۶/۳f-h	۵۱/۵۴a-d
	۱۵	۵۶۹c-f	۱۶۰/۸c-i	۶۵۴۶f-h	۱۶۳/۰f-h	۵۲/۰۵a-c
	۰	۴۵۲g-j	۱۵۳/۷c-j	۴۶۷۳j-l	۱۲۷/۶h-k	۴۷/۳۵a-e
	۹۲	۵۰۴f-i	۱۸۳/۸a-d	۶۳۷۵f-i	۱۷۱/۰e-g	۴۸/۱۴a-e
	۱۸۴	۶۴۳bc	۱۸۶/۹a-c	۹۲۰۶cd	۲۲۸/۰cd	۵۲/۱۹a-c
	۲۷۶	۷۰۲ab	۲۱۰/۷a	۱۱۰۶۰ab	۲۷۵/۸ab	۵۲/۳۵a-c
	۴۶+۲/۵	۶۲۱b-e	۱۷۳/۷b-f	۸۴۴۸de	۲۲۰/۱cd	۴۹/۸۰a-e
	۹۲+۵	۷۰۴ab	۱۸۷/۹a-c	۱۰۵۸۸a-c	۲۵۱/۷bc	۵۵/۲۱ab
	۱۳۸+۷/۵	۷۸۰a	۱۹۷/۳ab	۱۱۷۹۰a	۲۹۷/۵a	۵۲/۰۲a-c
	۵	۵۲۹d-g	۱۷۷b-e	۷۱۵۲ef	۱۶۳/۴f-h	۵۶/۹۵a
	۱۰	۶۳۳b-d	۱۷۷b-e	۸۵۱۲de	۱۹۲/۲d-f	۵۶/۹a
	۱۵	۶۹۴ab	۱۷۰/۶b-g	۹۷۶۱b-d	۲۲۵/۲cd	۵۶/۵۹a

※ میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

® سطوح آبیاری (۵۰=آبیاری معادل ۵۰ درصد نیاز، ۷۵=آبیاری معادل ۷۵ درصد نیاز و ۱۰۰=آبیاری معادل نیاز آبی گیاه).
 © نیترژن (=عدم کاربرد نیترژن، ۹۲=۹۲ کیلوگرم نیترژن در هکتار، ۱۸۴=۱۸۴ کیلوگرم نیترژن در هکتار، ۲۷۶=۲۷۶ کیلوگرم نیترژن در هکتار، ۴۶+۲/۵=۴۶ کیلوگرم نیترژن در هکتار + ۲/۵ تن کود دامی، ۹۲+۵=۹۲ کیلوگرم نیترژن در هکتار + ۵ تن کود دامی، ۱۳۸+۷/۵=۱۳۸ کیلوگرم نیترژن در هکتار + ۷/۵ تن کود دامی در هکتار، ۵=۵ تن کود دامی، ۱۰=۱۰ تن کود دامی، و ۱۵=۱۵ تن در هکتار کود دامی).

همان‌طور که در جدول (۹) مشاهده می‌گردد سیستم تلفیقی مصرف کود شیمیایی و دامی با آبیاری معادل ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه دارای عملکرد قابل توجه‌ای در مقایسه با سایر تیمارهای مشابه بود. هم‌چنین با کاهش مقدار آب آبیاری، تیمارهای کودی به‌صورت مصرف تلفیقی و یا منحصراً دامی نتیجه بهتری دارد. بنابراین از این آزمایش نتیجه‌گیری می‌شود کود نیتروژن کافی از منابع شیمیایی عملکرد دانه ذرت را تحت شرایط تنش آبی به مقدار کم افزایش در حالی که نیتروژن به‌صورت تلفیقی (شیمیایی و دامی) عملکرد دانه را در شرایط تنش آبی بیشتر افزایش می‌دهد و با آبیاری کامل عملکرد دانه باز هم افزایش بیشتری نشان می‌دهد. در شرایط تنش آبی شدید کود نیتروژن به‌صورت تلفیقی و دامی توانست عملکرد دانه را افزایش داده و با مصرف توأم کودهای شیمیایی و دامی، علاوه بر کاهش میزان مصرف کودهای شیمیایی عملکرد دانه بهتر خواهد شد (جدول ۹).

نتایج این مطالعه نشان داد که مقدار آب آبیاری بر میزان زیست توده گیاه تأثیر گذاشته و با کاهش مقدار آب آبیاری وزن زیستی گیاه کاهش می‌یابد (جدول‌های ۶ و ۷). وزن زیستی گیاه بیانگر این است که گیاه زراعی چه مقدار فتوسنتز حقیقی خود را قادر است به‌صورت فتوسنتز خالص در آورد. (گرینوی و مانس، ۱۹۸۰). افزایش مقاومت مزوفیلی و روزنه‌ای در شرایط تنش آبی باعث کاهش ورود دی‌اکسید کربن به درون گیاه گردیده و تحت تأثیر این حالت فتوسنتز ظاهری گیاه کاهش می‌یابد. بنابراین وزن زیستی گیاه در اثر تنش آبی کاهش می‌یابد. مقدار کود نیز بر وزن زیستی گیاه تأثیر گذاشته و با افزایش مقدار آن، وزن زیستی گیاه افزایش یافت (جدول‌های ۶ و ۸). بیشترین وزن زیستی در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم کود نیتروژن + ۷/۵ تن کود دامی در هکتار به میزان ۲۲۰/۹ گرم در بوته به‌دست آمد. بیشترین زیست توده در سیستم تلفیقی کودهای شیمیایی و دامی به‌دست آمد و کمترین آن نیز در تیمار عدم کاربرد کود به‌دست آمد (جدول ۸). افزایش کود به‌خصوص کود دامی باعث افزایش تحمل گیاه در برابر تأثیر منفی کمبود آب بر وزن زیستی گیاه شد. کاهش مقدار آب آبیاری و عدم کاربرد کود کاهش نسبی در وزن زیستی مشاهده شد و با افزایش کود وزن زیستی گیاه افزایش یافت (جدول ۹). کاربرد کود، به‌خصوص به‌صورت تلفیقی می‌تواند مقابله با تنش آبی را در گیاه ذرت افزایش دهد در جدول (۹) مشاهده می‌شود که کمبود آب مانع از آن شده که وزن زیستی گیاه به حداکثر خود برسد که این کاهش می‌تواند به دلیل اثر تنش آبی بر فتوسنتز باشد.

شاخص برداشت به نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد زیستی اطلاق می‌شود (سینکلر و همکاران، ۱۹۹۰). کاهش مقدار آب آبیاری بر شاخص برداشت گیاه تأثیر گذاشت (جدول‌های ۶ و ۷).

شاخص برداشت بیانگر چگونگی تسهیم مواد پرورده بین سازه‌های رویشی گیاه و دانه می‌باشد. از آنجایی که یکی از اجزای محاسبه شاخص برداشت عملکرد دانه است، تغییرات شاخص برداشت وابستگی زیادی به تغییرات عملکرد دانه دارد. اما براساس فرمول شاخص برداشت هر عاملی که باعث شود عملکرد دانه بیشتر از وزن خشک کل تحت تأثیر قرار گیرد باعث تغییر شاخص برداشت می‌شود. در جدول ۷ مشاهده می‌شود که مقدار آب آبیاری تأثیر معنی دار بر شاخص برداشت دارد و بالاترین شاخص برداشت در تیمار آبیاری معادل ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به میزان ۵۲/۷۵ درصد بود. کود بر شاخص برداشت گیاه تأثیر گذاشت (جدول ۸) و بیشترین شاخص برداشت در تیمار ۱۰ تن کود دامی در هکتار به میزان ۵۰/۳۷ درصد و کمترین آن نیز در تیمار عدم کاربرد کود به دست آمد (جدول ۸). بهترین شاخص‌های برداشت در سیستم تلفیقی کود شیمیایی و دامی به دست آمد. در مورد برهمکنش کود و آب بر شاخص برداشت، اختلاف معنی دار مشاهده نشد (جدول ۶). بنابراین با توجه به این نتایج، مصرف کود دامی و تلفیق آن با کود شیمیایی می‌تواند به‌عنوان یک راه مؤثر جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه، حاصلخیزی خاک، بهبود جذب عناصر و افزایش عملکرد ذرت پیشنهاد شود.

فهرست منابع

- Alizadeh, A. 2007. Soil, water, plant relationship. Publisher Ferdowsi University Mashad. 303 P.
- Barraclough, P.B., and Kyle, J. 2001. Effect of water stress on chlorophyll meter reading in winter wheat. P. 722-723. Horst, W. J. (Ed.). *In: Plant nutrition-Food security and sustainability of agro-ecosystems*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands. P...
- Bauer, A. and Black, A.L. 1994. Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58:185-193.
- Bredemeier, C. 2005. Laser-induced chlorophyll fluorescence sensing as a tool for site-specific nitrogen fertilizer evaluation under controlled environmental and field conditions in wheat and maize. Ph.D. Thesis. Technical University, Munich. 219 P.
- Cheong, Y.H., Kim, K.N., Pandey, G.K., Gupta, R., Grant, J.J., and Luan, S. 2003. CBL₁, a calcium sensor that differentially regulates salt, drought, and cold responses in Arabidopsis. *The Plant Cell.* 15:1833-1845.

- Eghball, B., Wienhold, B., and Gilley, J. 2001. Comprehensive manure management for improved nutrient utilization and environment quality. *Soil and Water Conservation Res.* 1:128-135.
- Eyherabide, G.H., Guevara, E., and Totis-de-zeljkovich, L. 1997. Effect of the hydro stress in maize production in Argentina. Developing drought and low N-tolerant maize. Mexico. PDF (Mexico) CIMMYT. 41:889-895.
- Farahmand, A.R., Fardad, H., Liaghat, A., and Khashi, A. 2006. The effect of water and nitrogen amounts on quantity and quality of tomato under deficit irrigation. *Iranian J. Agri. Sci.* 37:273-279.
- Francois, L.E., Danvan, T.J. and Maas, E.V. 1984. Salinity effects on seed yield, growth and germination of grain sorghum. *Agron. J.* 76:741-744.
- Gerendas, J., and Pieper, I. 2001. Suitability of the SPAD meter and the petiole nitrate test for nitrogen management in nursery potatoes. P. 716-717. Horst, W. J. (Ed.). *In: Plant nutrition-Food security and sustainability of agro-ecosystems.* Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Greenway, H., and Munns, R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in no halophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 31:149-190.
- Helrich, K. 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 15 th Editions. Washington, DC. pp:514-515.
- Katerji, N., Hoorn, J.W., Hamdy, A., and Mastrorilli, M. 2004. Comparison of corn yield response to plant water stress caused by salinity and by drought. *Agri. Water. Management.* 65:95-101.
- Kramer, P.J., and Boyer, J.S. 1995. *Water relations of plants and soils* (2 nd ed.). Academic Press, UK. 495 P.
- Latiffi, N., and Ghasemi, M. 1998. *Seeds and their uses* (Translated). Publisher Gorgan University Science Natural Research GUSNR. 234 P.
- Lawlor, D.W., Lemaire, G., and Gastal, F. 2001. Nitrogen, plant growth and crop yield. Lea, P J., and Morot-Gaudry, J.F. (Eds). *In: Plant nutrition.* Berlin. Springer. P. 343-367.
- Madakadze, I.C., Stewart, K.A., Madakadze, R.M., Peterson, P.R., Coulman, B.E., and Smith, D.L. 1999. Field evaluation of the chlorophyll meter to predict yield and nitrogen concentration of switch grass. *J. Plant Nutr.* 22(6): 1001-1010.
- Major, D.J., Baumeister, R., Toure, A., and Zhao, S. 2003. Digital imaging and spectral techniques (Application to precision agriculture and crop physiology). ASA-CSSA-SSSA. Special Publication, Madison. USA. pp:81-93.
- Mannion, A.M. 1988. Future trends in agriculture: The role of biotechnology. *Outlook on Agriculture.* 27:213-218.
- Marshner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants.* Academic Press, London, England. 889 P.

- Meier, U. 2001. Growth stages of mono-and dicotyledonous plants. Berlin; Wien: Blackwell Wiss-Verlag. 158 p.
- Schussler, J.R., and Westgate, M.E. 1991a. Maize kernel set at low water potential: I. Sensitivity to reduce assimilates during early kernel growth. *Crop Sci.* 31:1189–1195.
- Schussler, J.R., and Westgate, M.E. 1991b. Maize kernel set at low water potential: II. Sensitivity to reduce assimilates at pollination. *Crop Sci.* 31:1196-1203.
- Sinclair, T.R., Bennett, J.M., and Muchow, R.C. 1990. Relative sensitivity of grain yield and biomass accumulation to drought in field grown maize. *Crop Sci.* 30:690-693.
- Smallwood, M.F., Calvert, C.M., and Bowles, D.J. 1999. Plant responses to environmental stress. BIOS Scientific publisher. Oxford. 224 p.
- Uhart, S.A., and Andrade, F.H. 1995. Nitrogen deficiency in maize. II. Effects on crop carbon-nitrogen interaction effects on kernel number and grain yield. *Crop Sci.* 35:1388–1389.
- Vessey, J.K. 2003. Benefits of inoculating legume crops with rhizobia in the Northern GreatPlains. Online: http://www.Umanitoba.ca/afs/agronomists_conf/2008/pdf/vessy_rhizobia.pdf.
- Xiong, L., Schumaker, K.S., and Zhu, J.K. 2002. Cell signaling during cold, drought, and salt stress. *The plant Cell.* 14:165-183.



Effects of nitrogen different amounts, manure and irrigation water on yield and yield components of corn

*M. Majidian¹, A. Ghalavand², N. Karimian³ and
A.A. Kamgar haghghi⁴

¹Ph.D. Candidate Dept. of Agronomy, College of Agriculture, Tarbiat Modares University,

²Associate Prof. Dept. of Agronomy, College of Agriculture, Tarbiat Modares University,

³Prof. Dept. of Soil Science, College of Agriculture, Shiraz University,

⁴Associate Prof. Dept. of Irrigation, College of Agriculture, Shiraz University

Abstract

In order to investigate effects of optimum use of manure and nitrogen fertilizer on yield and yield components of corn single cross 704 (late maturing, non-prolific and dent) in different levels of irrigation water. A field study was conducted in 2005 year in agriculture experiment station of college agriculture, Arak University (34° 32' N, 50° 31' E; 1759 m above mean sea level). Design of experiment was randomized complete block with factorial arrangement with three replications. Nitrogen treatments were include 0, 92, 184 and 276 kg N ha⁻¹, 46 kg N ha⁻¹ + 2.5 ton ha⁻¹ farm yard manure (FYM), 92 kg N ha⁻¹ + 5 ton ha⁻¹ FYM and 138 kg N ha⁻¹ + 7.5 ton ha⁻¹ FYM and amounts 5, 10 and 15 ton ha⁻¹ FYM and water factor include 50%, 75% and 100 crop water requirement. Results showed that with reducing nitrogen contents and irrigation water, yield and yield components reduced. Maximum yield and yield components was produced when nitrogen and water used for plants sufficiently. Chlorophyll content index increased when irrigation water amount was decreased. Chlorophyll content index has direct relation with nitrogen and increased linear by nitrogen amount and this relationship was affected by water amounts. Maximum grain yield of corn with nitrogen factor was produced with 138 kg N ha⁻¹ + 7.5 ton ha⁻¹ FYM and average of grain yield was 7555 kg ha⁻¹ and water factor at optimum irrigation was produced average of grain yield 8756 kg ha⁻¹. Maximum grain yield was produced with interaction effects of nitrogen and water in 138 kg N ha⁻¹ + 7.5 ton ha⁻¹ FYM and optimum irrigation.

Keywords: Corn; Chlorophyll content index; Manure; Water requirement; Nitrogen

*-Corresponding author, Email: ma_majidian@yahoo.com

