"مجله علوم زراعی ایران"
جلد دهم، شماره ۳، پائیز ۱۳۸۷

اثر تنش خشکی، کود شیمیایی نیتروژن و کود آلی بر قرائت کلروفیل متر، عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت دانه ای سینگل کراس ۷۰٤

Effect of drought stress, nitrogen fertilizer and manure on chlorophyll meter reading, grain yield and yield components in grain maize *cv.* SC 704

مجید مجیدیان[۱]، امیر قلاوند[۲]، علی اکبر کامگار حقیقی[۳] و نجفعلی کریمیان[۴]

چکیده

مجیدیان، م.، ا. قلاوند، ع. ا. کامگار حقیقی و ن. کریمیان. ۱۳۸۷. اثر تنش خشکی، کود شیمیایی نیتروژن و کود آلی بر قرائت کلروفیل متر، عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت دانه ای سینگل کراس ۷۰۴. **مجله علوم زراعی ایران.** ۱۰ (۳): ۳۳۰-۳۰۳.

به منظور بررسی اثر تنش خشکی، کود شیمیایی نیتروژن، کود آلی و مخلوط کود نیتروژن و کود آلی بر قرائت کلروفیل متر، عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت دانه ای سینگل کراس ۷۰٤، آزمایشی مزرعه‌ای، در دو سال زراعی ۱۳۸٤ و ۱۳۸۵ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. عوامل مورد مطالعه شامل مقادیر و ترکیبات مختلف کود نیتروژن شیمیایی (صفر، ۹۲، ۱۸٤ و ۲۷٦ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، مخلوط کودهای شیمیایی و آلی (٤٦ کیلوگرم نیتروژن + ۲/۵ تن کود آلی، ۹۲ کیلوگرم نیتروژن + ۵ تن کود آلی و ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن کود آلی درهکتار) و کود آلی (۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) و سه سطح آبیاری (آبیاری معادل نیاز آبی گیاه (شاهد)، آبیاری معادل ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و آبیاری معادل ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه) بودند. نتایج حاصله نشان دادند که کاهش نیتروژن با تنش خشکی باعث کاهش رشد گیاه ذرت شدند. با افزایش شدت تنش خشکی و افزایش مقدار نیتروژن، اعداد کلروفیل متر افزایش یافت و یک رابطه خطی با درصد نیتروژن دانه نشان داد. این ارتباط تحت تأثیر تیمارهای تنش خشکی قرار داشت. بیشترین عملکرد دانه به ترتیب در سال اول و دوم در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن کود آلی به مقدار ۷۵۵۵ و۷۹۱۲ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. بیشترین عملکرد دانه به ترتیب در سال اول و دوم در آبیاری شاهد به مقدار ۸۷۵٦ و۹٤٦۲ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. تنش خشکی در آبیاری معادل ۵۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه، عملکرد دانه را به ترتیب ٦۳ و٤۱ درصد در سال اول و ٦٦ و ٤۱ درصد در سال دوم کاهش داد. بیشترین عملکرد دانه به ترتیب در سال اول و دوم در برهمکنش تیمار کودی ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن کود آلی در هکتار و آبیاری معادل نیاز آبی گیاه به مقدار ۱۱۷۹۰ و ۱۲۳٦۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. نتایج این پژوهش نشان داد که کود نیتروژن کافی از منابع شیمیایی، عملکرد دانه ذرت را در شرایط تنش خشکی به مقدار کم افزایش داد، در حالی که نیتروژن به صورت مخلوط (شیمیایی و آلی) عملکرد دانه را در شرایط تنش خشکی بیشتر افزایش می دهد و با آبیاری کامل عملکرد دانه افزایش بیشتری داشت. در شرایط تنش شدید خشکی، کود نیتروژن به صورت مخلوط با کود آلی توانست عملکرد دانه را افزایش دهد. بنابراین با مصرف توام کودهای شیمیایی و آلی، علاوه بر کاهش میزان مصرف کودهای شیمیایی، عملکرد دانه نیز افزایش یافت. نتایج این پژوهش نشان داد که با مصرف ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن کود آلی در هکتار و آبیاری معادل نیاز آبی گیاه، ضمن صرفه جویی نیمی از کود شیمیایی نیتروژن، عملکرد دانه و کارآیی مصرف آب به ترتیب ٦/۲ و ٦ درصد در سال اول و ٤/۱ و ٤/۲ درصد در سال دوم نسبت به تیمار ۲۷٦ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافت.

واژه های کلیدی: تنش خشکی، ذرت، عملکرد دانه، اجزای عملکرد، قرائت کلروفیل متر، کود آلی، کود نیتروژن.

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۱/۸

۱- دانشجوی دکتری زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس (مکاتبه کننده)
۲- دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
۳- دانشیار بخش آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
۴- استاد بخش خاک شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

مقدمه

نیتروژن چهارمین عنصر اصلی تشکیل دهنده وزن خشک گیاهان و یکی از اجزاء تشکیل دهنده بسیاری از مولکول های مهم از قبیل پروتئین ها، اسید های نوکلئیک، برخی هورمون ها، کلروفیل و انواع دیگری از مواد سازنده اولیه و ثانویه گیاهان است (Hopkins, 2004). کمبود نیتروژن عملکرد را کاهش می‌دهد و این کاهش عملکرد از طریق کاهش توام تعداد دانه و وزن دانه می‌باشد (Uhart and Andrade, 1995a; Uhart and Andrade, 1995b). علت کاهش دانه ممکن است عدم باروری یا افزایش سقط و یا عدم تکامل آن باشد (Uhart and Andrade, 1995b). در آزمایش یوهارت و آندراده (Uhart and Andrade, 1995a)، کمبود نیتروژن، وزن دانه را ۹ تا ۲۵ درصد و عملکرد دانه را بین ۱۴ تا ۸۰ درصد نسبت به شاهد، کاهش داد. تشخیص دقیق وضعیت نیتروژن در گیاهان زراعی بسیار مهم می باشد. اگر نیتروژن به میزان مطلوب در اختیار گیاه باشد، باعث افزایش عملکرد گیاه شده و آلودگی های کمتری نیز در محیط زیست به وجود می آید (Barraclough and Kyle, 2001; Ebertseder *et al*., 2003). کلروفیل و نیتروژن در گیاهان ارتباط نزدیکی با هم دارند و به همین دلیل از میزان کلروفیل برای تعیین وضعیت نیتروژن در گیاهان استفاده می شود، و می توان با اندازه گیری کلروفیل توسط وسیله ای به نام کلروفیل متر، وضعیت نیتروژن در گیاه را بدست آورد (Argenta *et al*., 2004; Scharf *et al*., 2006; Schlemmer *et al*., 2005; Zebarth *et al*., 2002). نتایج آزمایش های اسکارف و همکاران (Scharf *et al*., 2006) نشان داد که از مقادیر کلروفیل متر می توان برای تعیین غلظت نیتروژن و هم چنین قابلیت دسترسی به نیتروژن در گیاه ذرت استفاده نمود. مطالعات زیادی که بوسیله ماداکادزی و همکاران (Madakadze *et al*., 1999) نشان داده است که این روش مبتنی بر این موضوع است که در حدود ۷۰ درصد از نیتروژن برگ در کلروپلاست های آن انباشته می شوند و در نتیجه مقدار کلروفیل همبستگی زیادی با مقدار نیتروژن دارد. استفاده از این روش بوسیله تعدادی از دانشمندان در گیاهانی مانند ذرت (Ma *et al*., 1999; Piekielek and Fox, 1992)، برنج (Turner and Jund, 1991)، گندم، پنبه، چاودار، لوبیا و سیب زمینی گزارش شده است (Madakadze *et al*., 1999). در گیاهان زراعی کمبود نیتروژن باعث کاهش پروتئین و کلروفیل می شود. بریدمایر (Bredemeier, 2005) گزارش کرده است که بالاترین سطوح نیتروژن بالاترین اعداد کلروفیل متر و کمترین اعداد کلروفیل متر نیز در گیاهان شاهد مشاهده می شود. ماداکادزی و همکاران (Madakadze *et al*., 1999) در بررسی های خود نتیجه گرفتند اعداد کلروفیل متر تا ۸۰ روز پس از کاشت افزایش یافته و سپس کاهش می یابند. کلروفیل متر یک وسیله دستی می باشد و اعداد حاصل از آن ارتباط با مقدار کلروفیل برگ دارد که آن رابطه میان انتقال نور در طول موج ۹۶۰ و ۶۴۰ نانومتر می باشد (Major *et al*., 2003).

بررسی‌ها نشان داده‌اند که منابع زیستی (ارگانیک) مانند کود آلی مخلوط با کود شیمیایی می‌تواند به حاصلخیزی خاک و افزایش تولید محصول منجر شود، زیرا این نظام اکثر نیازهای غذایی گیاه را تأمین کرده و کارآیی جذب مواد غذایی توسط گیاه را افزایش می دهد (Bauer and Black, 1994; Eghbal *et al*., 1995; Parmar and Sharma, 1998). کودهای آلی علاوه بر اثر مثبت زیستی و اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به علت این که مواد غذایی موجود در آنها به آهستگی آزاد شده و در اختیار گیاه قرار می‌گیرند، آلودگی کمتری را در محیط زیست ایجاد می‌کنند (Roe *et al*., 1997). لائور (Lauer, 1975) اظهار داشته است که با مصرف کودهای آلی می توان حدود ۴۲ درصد نیتروژن، ۲۹ درصد فسفر و۵۷ درصد پتاسیم را در خاک های زراعی تأمین کرد. این موضوع

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

موجب به دست آمدن حداکثر عملکرد محصول شده و بازده مصرف کود شیمیایی را افزایش می‌دهد (Lauer, 1975).

گزارش شده است که تنش خشکی در طی مرحله گلدهی و اوایل نمو دانه، تعداد دانه در بلال ذرت را کاهش می‌دهد. تلفات دانه می‌تواند ناشی از عدم همزمانی نمو گل‌ها، نمو غیر عادی کیسه جنینی قبل از ظهور کاکل و عدم نمو دانه پس از گرده افشانی و باروری نیز باشد (Schussler and Westgate, 1991). امام و رنجبر (Emam and Ranjbar, 2000) به منظور بررسی کمبود آب بر عملکرد و دیگر صفات وابسته به عملکرد، تنش خشکی را در سه سطح آبیاری معادل ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه انجام دادند و نتایج حاصل از مطالعه آنها نشان داد که تنش خشکی، باعث کاهش معنی دار عملکرد دانه و وزن زیستی گیاه ذرت می شود. کلاسن و شاو (Classen and Shaw, 1970) عقیده دارند که رژیم رطوبتی مناسب در دوره قبل از ظهور کاکل، نه تنها برای ساختارهای رویشی، بلکه ظرفیت تولید ماده خشک گیاه را تعیین می کنند، و برای نمو اندام های زایشی گیاه نیز حائز اهمیت است. مجیدیان (Majidian, 2000) در آزمایشی به این نتیجه رسید که کود نیتروژن کافی عملکرد دانه ذرت را در شرایط تنش خشکی به مقدار کم افزایش می‌دهد اما با آبیاری کامل، عملکرد دانه ذرت را به مقدار زیاد افزایش می‌دهد. ایک (Eck, 1984) در مورد برهمکنش اثر نیتروژن و تنش خشکی بر روی اجزاء عملکرد گزارش کرده است که اگر تنش خشکی در طول مرحله رشد رویشی گیاه ذرت اتفاق بیفتد، باعث کاهش تعداد دانه می شود و اگر در مرحله پر شدن دانه اتفاق بیفتد باعث کاهش وزن دانه می شود و بر روی تعداد دانه اثر نمی گذارد. بیشترین تأثیر نیتروژن در گیاه ذرت از طریق افزایش تعداد دانه نسبت به وزن دانه می‌باشد.

این تحقیق با اهداف زیر به اجرا در آمد: ۱- مطالعه اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد و تأثیر آن بر روی اعداد کلروفیل متر و صفات زراعی ذرت ۲- مطالعه اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن و کود آلی بر روی اعداد کلروفیل متر و صفات زراعی ذرت ۳- مطالعه برهمکنش تنش خشکی، کود نیتروژن و کود آلی بر روی اعداد کلروفیل متر و صفات زراعی ذرت

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال زراعی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس (عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۸ دقیقه شرقی، با ارتفاع ۱۱۶۰ متر از سطح دریا) به اجرا در آمد. رقم مورد استفاده ذرت سینگل کراس ۷۰۴، (دیررس، تک بلال، دندان اسبی، دو منظوره (دانه ای و علوفه ای)، دوره رسیدگی ۱۳۸ تا ۱۴۴ روز بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. قبل از شروع آزمایش و اعمال تیمارها، از خاک مزرعه چهار نمونه برای تعیین بعضی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه نمونه گیری به عمل آمد (جدول ۱). عوامل مورد مطالعه شامل مقادیر و ترکیبات مختلف کود نیتروژن شیمیایی (صفر، ۹۲، ۱۸۴ و ۲۷۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن)، مخلوط کودهای شیمیایی و آلی (۴۶ کیلوگرم نیتروژن + ۲/۵ تن کود آلی، ۹۲ کیلوگرم نیتروژن + ۵ تن کود آلی و ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن کود آلی درهکتار) و کود آلی (۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) و سه سطح آبیاری (آبیاری معادل نیاز آبی گیاه (شاهد)، آبیاری معادل ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و آبیاری معادل ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه) بودند. در طول اجرای آزمایش عملیات قرائت کلروفیل متر و نمونه برداری برای تمام تیمارها و تکرارها (۱۰ بوته در هر کرت) در مراحل مختلف رشد گیاه بر اساس کد بندی BBCH در سال اول مراحل ۳۳ (سه برگی)، ۳۶ (شش برگی)، ۳۸ (هشت برگی)، ۵۵ (پدیدار شدن نیمی از گل های تاجی: نیمی از گل های

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه محل آزمایش

Table 1. Soil properties of the experimental field

عمق (سانتی متر) Depth (cm)	درصد اشباع S.P.	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (ds/m)	اسیدیته کل اشباع pH	درصد کربن آلی OC (%)	درصد نیتروژن کل TN(%)	فسفر قابل دسترس Pava. ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل دسترس Kava. ($mg.kg^{-1}$)	آهن قابل دسترس Feava. ($mg.kg^{-1}$)	منگنز قابل دسترس Mnava. ($mg.kg^{-1}$)	روی قابل دسترس Znava. ($mg.kg^{-1}$)	مس قابل دسترس Cuava. ($mg.kg^{-1}$)	وزن مخصوص ظاهری حقیقی (گرم بر سانتی متر مکعب) B.D. ($g.cm^{-3}$)	وزن مخصوص حقیقی (گرم بر سانتی متر مکعب) P.D. ($g.cm^{-3}$)	درصد تخلخل Porosity (%)
							First year (2005) سال اول							
0-25	36	2.43	6.92	0.86	0.148	6	225	4.62	10.8	0.36	0.96	1.22	2.32	47.41
							Second×Year (2006) سال دوم							
5 T/ha FYM	30.4	1.55	7.57	0.94	0.162	18.2	270	5.24	8.38	0.64	0.96	1.15	2.33	50.64
10 T/ha FYM	33.5	2.67	7.54	1.16	0.199	32.4	315	6.38	11.04	0.98	1.08	1.18	2.45	52.00
15 T/ha FYM	38.9	2.83	7.74	1.16	0.199	38.8	362	6.18	11.46	0.96	0.92	1.04	2.20	52.73
Nitrogen fertilizer	37.3	1.23	7.92	0.64	0.110	2.8	170	4.20	8.16	0.36	1.10	1.13	2.22	49.10

FYM = Form Yard Manure

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

جدول ۲- خصوصیات کود آلی(گاوی) مورد استفاده

Table 2. Composition of applied manure

سال Year	pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس در متر) EC(ds/m)	درصد نیتروژن کل TN (%)	درصد فسفر کل TP (%)	درصد پتاسیم کل TK (%)	درصد کربن آلی OC (%)	درصد منگنز Mn (%)	آهن (میلی گرم بر کیلوگرم) Fe ($mg.kg^{-1}$)	روی (میلی گرم بر کیلوگرم) Zn ($mg.kg^{-1}$)	مس (میلی گرم بر کیلوگرم) Cu ($mg.kg^{-1}$)
2005	1:5	1: 5								
	7.46	26.2	2.06	0.81	3.87	42	1.54	4203	5087	1321
2006	1:2.5	1:2.5								
	7.53	16.68	1.66	0.98	1.17	23.08	1.44	1530	1690	470

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

تاجی شروع به جدا شدن نموده اند)، ۶۱ (پرچم ها 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 دانه ها) و ۷۵ (دانه ها در وسط چوب بلال به رنگ سفید مایل به زرد و در مرحله شیری بوده و حدود ۴۰ درصد ماده خشک در دانه تشکیل شده است) و در سال دوم مراحل ۳۳، ۳۵ (پنج برگی)، ۳۷ (هفت برگی)، ۳۸، ۵۳ (مرحله ظهور گل تاجی)، ۶۱، ۶۹ و۷۵ انجام گرفت و اعداد کلروفیل متر برای بالاترین برگ کاملاً توسعه یافته بوته ها در مراحل ۳۳، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸ و برگ بلال در مراحل ۵۳، ۵۵، ۶۱، ۶۹، ۷۳، ۷۵ ثبت شدند (Meier, 2001). برای این منظور برای هر برگ در قسمت وسط پهنک برگ در یک سوی رگبرگ اصلی اعداد کلروفیل با استفاده از دستگاه کلروفیل متر دستی (SPAD-502, Minolta Co. Japan) انجام گرفت.

تعیین نیاز آبی بر اساس داده‌های تشتک تبخیر کلاس A هر هفت روز یک بار صورت گرفت. بدین منظور تبخیر روزانه از تشتک تبخیر (V) اندازه‌گیری شد و با توجه به مساحت تشتک تبخیر (S) از رابطه V= S × H میزان آب تبخیر شده (H) بدست آمد. همچنین از حاصلضرب ضریب تشتک و آب تبخیر شده، تبخیر و تعرق پتانسیل بدست آمد. سپس از رابطه (۱) میزان آب ورودی به هر کرت محاسبه شد (Alizadeh, 2002).

(رابطه ۱): حجم آب = مساحت کرت × کارآیی آبیاری مزرعه (۸۰ درصد) × ضریب گیاهی × تبخیر و تعرق پتانسیل

میزان آب ورودی به هر کرت با استفاده از سیفون (قطر ۲ سانتی متر) و با توجه به ارتفاع سطح آب در جوی اصلی و در کرت تعیین گردید. برای محاسبه دبی سیفون ها از رابطه ۲ استفاده شد (Alizadeh, 2002).

(رابطه ۲):
$$Q = \frac{C \times A}{1000}\sqrt{2gh}$$

Q: دبی ورودی به هر کرت

C: دهانه ورودی سیفون

A= مساحت سیفون ($\pi d^2/4$)

h = اختلاف ارتفاع سطح آب بالا دست و پایین دست می باشد

g= ۹/۸ متر بر مجذور ثانیه

(رابطه ۳):
$$C = c_0\sqrt{\frac{0.29d^{4/3}}{166.8n^2c_0^2L + 0.29d^{4/3}}}$$

c_0 = ضریب دهانه ورودی سیفون که برابر ۰/۸۳ می باشد.

d = قطر داخلی لوله بر حسب سانتی متر

n = ضریب زبری

L = طول لوله بر حسب سانتی متر

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

با تقسیم میزان آب ورودی بر دبی محاسبه شده برای سیفون ها، زمان آبیاری مطلوب بدست آمد و با توجه به سطوح تنش ۵۰ و ۷۵ درصد از زمان آبیاری مطلوب کاسته شد (Alizadeh, 2002). تیمارهای آبیاری از مرحله دو برگی به بعد اعمال گردید.

زمین محل آزمایش در سال قبل زیر کشت آفتابگردان و در سال های قبل به صورت آیش بود. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دو دیسک عمود بر هم، ایجاد جوی و پشته، ایجاد نهرها و کرت بندی بود.

همچنین کود آلی از نوع گاوی (تهیه شده از یک گاوداری با یک رژیم غذایی مشخص در طی دو سال) بود که خصوصیات آن در جدول (۲) نشان داده شده است. کود آلی مصرف شده نسبتاً تازه و کمپوست شده بود. قبل از مصرف کود آلی درصد نیتروژن کل آن اندازه گیری شد. مقدار کود آلی با فرض ۳۵ و ۲۰ درصد کل نیتروژن قابل دسترس (به ترتیب در سال اول و دوم)، بر اساس رابطه شماره (۴) برای هر تیمار مشخص شد (Eghbal *et al*., 2001).

(رابطه ۴): درصد نیتروژن کود × درصد نیتروژن قابل دسترس × وزن خشک کود آلی = مقدار نیتروژن مورد نیاز

در سال دوم ابتدا میزان نیتروژن باقی مانده در خاک، از کود آلی سال قبل (۲۰ درصد) محاسبه شد و باقی مانده به صورت کود جدید به خاک داده شد. کود آلی پس از پخش در سطح خاک به وسیله دیسک با خاک مخلوط شد تا از انتشار نیتروژن آن به صورت آمونیاک به اتمسفر جلوگیری شود. تمام کود آلی در اول کاشت مصرف شد. فسفر خالص (از منبع سوپر فسفات تریپل) به میزان ۳۲ کیلوگرم در هکتار به صورت پیش کاشت استفاده گردید. کرت‌ها شامل پنج ردیف هشت متری با فاصله ۷۵ سانتی‌متر بود و هر کرت با دو ردیف نکاشت از کرت مجاور جدا شد و بین تکرارها نیز سه متر فاصله در نظر گرفته شدند. مقادیر مربوط به تیمارهای کود نیتروژن در دو مرحله (۱/۳ قبل از کاشت و ۲/۳ در مرحله سه برگی) مصرف شدند. کاشت با فاصله ۲۰ سانتی متر در هر ردیف و فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی متر صورت گرفت. تاریخ کاشت اول خرداد ماه ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ بود. در مرحله ۲ تا ۴ برگی بوته های نهایی تنک شده و تراکم نهایی به ۶/۷ بوته در متر مربع رسانده شد. مبارزه با علف های به صورت وجین دستی در طول رشد گیاه به طور مرتب انجام گرفت. در طی دوره رشد و نمو گیاه، هیچ نوع آفت و بیماری مشاهده نشد. برداشت نهایی در زمان رسیدگی فیزیولوژیک دانه‌های ذرت صورت گرفت. در برداشت نهایی ۱۵ بوته از هر کرت به صورت تصادفی و با رعایت اثر حاشیه ای از خطوط میانی هر کرت معادل ۲/۲۵ متر مربع، به روش دستی برداشت شد. وزن کل دانه در بلال، وزن هزار دانه، تعداد دانه در بلال، وزن کل بلال، عملکرد دانه، شاخص برداشت تعیین گردید. برای تعیین بهره وری آب مصرفی (Water productivity) از رابطه (۵) استفاده شد (Uhart and Andrade, 1995b):

(رابطه ۵) متر مکعب آب آبیاری مصرفی در یک متر مربع / کیلوگرم دانه تولید شده در یک متر مربع = بهره وری آب مصرفی

داده‌های بدست آمده از مطالعات زراعی با استفاده از برنامه کامپیوتری SAS تجزیه واریانس شد و میانگین‌ها به وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن درسطح احتمال ۵ و ۱ درصد مقایسه گردیدند. برای رسم نمودارها و جداول از برنامه های گرافیکی WinWord و Excel استفاده گردید.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

نتایج و بحث

اعداد کلروفیل متر

در این آزمایش تنش خشکی در مراحل مختلف رشد به طور معنی داری بر اعداد کلروفیل متر تأثیر گذاشت (جدول ۳). با افزایش شدت تنش خشکی، اعداد کلروفیل متر افزایش یافت و کمترین عدد کلروفیل متر مربوط به تیمار آبیاری مطلوب (شاهد) بود (جدول ۴)، و چنین روندی برای تمام مراحل رشد مشاهده گردید. بیشترین اعداد کلروفیل متر در سال اول ۴۵/۹۳ در مرحله شش برگی مرحله (۳۶) و در تیمار ۵۰ درصد آبیاری مطلوب و کمترین مقدار آن هم به میزان ۳۴/۹۲ در مرحله ۷۳ و در تیمار آبیاری مطلوب بدست آمد. در سال دوم نیز بیشترین مقدار آن ۴۶/۲۹ در مراحل پایان گلدهی مرحله (۶۹) در تیمار ۵۰ درصد آبیاری مطلوب و کمترین مقدار آن هم به میزان ۳۰/۹۶ در مرحله پنج برگی مرحله (۳۵) و در تیمار آبیاری مطلوب بدست آمد (جدول ۴). بریدمایر (Bredemeier, 2005) اظهار داشته است اعداد کلروفیل متر در تنش خشکی نسبت به گیاه شاهد بیشتر بود، وی همچنین نتیجه گرفت که تجمع زیست توده توسط تنش خشکی نسبت به جذب نیتروژن بیشتر تحت تأثیر قرار گرفته است و به همین علت، غلظت بیشتر نیتروژن و در نتیجه کلروفیل در برگ های گیاه در تیمار تنش خشکی مقادیر بالاتری دارد که با نتیجه آزمایش اخیر مطابقت دارد. هم چنین در تحقیق آنها برگ های گیاهان تحت تیمار تنش خشکی نسبت به برگ های گیاهان تحت آبیاری مطلوب، دارای عدد کلروفیل متر بالاتری بود. با افزایش تنش خشکی بر روی گیاه ذرت مقدار کلروفیل a از ۱/۱۸ (در شرایط آبیاری مطلوب) به ۲/۲۵ (در تنش خشکی) میلی گرم در گرم ماده خشک افزایش یافت (Bredemeier, 2005).

کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد تأثیر معنی داری بر اعداد کلروفیل متر گذاشت (جدول ۳). کمترین و بیشترین اعداد کلروفیل متر در کل مراحل رشد گیاه به ترتیب در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن (۲۶/۶۳ در سال اول در مرحله ۶۹) و بالاترین سطوح نیتروژن (۵۰/۷۴ در سال دوم در مرحله ۶۹ در تیمار ۲۷۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بدست آمد (جدول ۵). بیشترین اعداد کلروفیل متر در سال اول در مراحل سه برگی گیاه مرحله (۳۳)، هشت برگی مرحله (۳۸) و مرحله ظهور پرچم ها در وسط گل تاجی مرحله (۶۱) در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن در هکتار کود آلی به دست آمد. بالاترین اعداد کلروفیل متر در مراحل شش برگی مرحله (۳۶)، پدیدار شدن نیمی از گل تاجی مرحله (۵۵)، پایان گلدهی مرحله (۶۹)، ابتدای شیری شدن دانه ها مرحله (۷۳)، شیری شدن دانه ها مرحله (۷۵) در تیمار ۲۷۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد (جدول ۵). در سال دوم بیشترین اعداد کلروفیل متر در مرحله سه برگی گیاه مرحله (۳۳) در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن در هکتار کود آلی به دست آمد. در مرحله پنج برگی مرحله (۳۵) و هفت برگی مرحله (۳۷) در تیمار ۱۵ تن کود آلی در هکتار به دست آمد و در مراحل هشت برگی مرحله (۳۸) و ظهور گل تاجی مرحله (۵۳) در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن در هکتار کود آلی به دست آمد، و در مراحل ظهور پرچم ها در وسط گل تاجی مرحله (۶۱)، پایان گلدهی مرحله (۶۹) و شیری شدن دانه ها مرحله (۷۵) در تیمار ۲۷۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد (جدول ۵).

در اثر کمبود نیتروژن در گیاه، زرد شدن (کلروزیس) به وجود می آید که باعث کاهش رشد گیاه و پیری زودرس برگ ها می شود به همین دلیل کمترین اعداد کلروفیل متر در کل مراحل رشد در تیمار عدم مصرف نیتروژن به دست آمد (جدول ۵). این یافته مطابق با نظر گیرینداس و پایپر (Gerendas and Pieper, 2001) می باشد. دامنه کلی تغییرات اعداد کلروفیل متر در تیمار کود نیتروژن ۲۶/۲۰ الی ۴۹/۰۵ و ۲۷/۵۸ الی ۵۰/۷۴ به ترتیب سال

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

جدول ۳- تجزیه واریانس برای اثر سطوح آبیاری و کود نیتروژن بر اعداد کلروفیل متر در مراحل مختلف رشد گیاه ذرت در سال های زراعی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵

Table 3. Analysis of variance for effects of irrigation and nitrogen on chlorophyll meter reading (SPAD values) at different growth stages in maize in 2005 and 2006 cropping seasons

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	Stage 33	Stage 36	Stage 38	Mean square Stage 55	میانگین مربعات Stage 61	Stage 69	Stage 73	Stage 75
						First year (2005)	سال اول			
Replication	تکرار	2	105.684^{ns}	64.312^{ns}	30.190^{ns}	18.320^{ns}	36.503^{ns}	14.238^{ns}	8.055^{ns}	17.629^{ns}
Irrigation (A)	آبیاری	2	175.867**	286.677**	307.776**	370.812**	113.715**	286.069**	344.501**	204.786**
Nitrogen (B)	نیتروژن	9	71.565*	130.618**	198.102**	488.825**	665.933**	483.469**	421.077**	531.029**
A×B	آبیاری × نیتروژن	18	6.959^{ns}	1.633^{ns}	3.694^{ns}	3.867^{ns}	8.827^{ns}	12.117^{ns}	4.592^{ns}	5.318^{ns}
Error	اشتباه	58	26.882	24.263	26.718	26.153	21.077	16.109	23.232	19.507

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	Stage 33	Stage 36	Stage 37	Stage 38	Stage 53	Stage 61	Stage 69	Stage 75
						Second Year (2006)	سال دوم			
Replication	تکرار	2	29.607^{ns}	19.837^{ns}	46.679^{ns}	55.798^{ns}	96.837^{ns}	7.302^{ns}	38.074^{ns}	20.822^{ns}
Irrigation(A)	آبیاری	2	377.967**	492.420**	356.034**	215.970**	309.036**	244.842**	327.696**	315.819**
Nitrogen(B)	نیتروژن	9	35.175*	50.021**	141.108**	122.139**	154.768**	361.035**	395.456**	332.486**
A×B	آبیاری × نیتروژن	18	4.379^{ns}	3.605^{ns}	4.935^{ns}	2.398^{ns}	3.161^{ns}	3.536^{ns}	2.949^{ns}	5.532^{ns}
Error	اشتباه	58	13.090	8.328	22.687	18.397	13.979	11.330	11.881	15.406

* and **: Significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively.

ns: Non-Significant

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns: غیر معنی دار

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

جدول ۴- مقایسه میانگین عدد کلروفیل متر در مراحل مختلف رشد گیاه ذرت در سال های زراعی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری

Table 4. Mean comparison of chlorophyll meter reading (SPAD values) at different growth stages in maize in 2005 and 2006 cropping seasons under different levels of irrigation

سال Year	آبیاری Irrigation	Stage 33	Stage 36	Stage 38	Stage 55	Stage 61	Stage 69	Stage 73	Stage 75
2005	I_1	43.75a	45.93a	43.73a	42.94a	41.50a	41.46a	41.61a	40.64a
	I_2	41.66a	43.24b	40.39b	40.82a	39.24b	39.09b	39.2a	38.05b
	I_3	38.92b	39.76c	37.32c	36.07b	37.62b	35.34c	34.92b	35.41c
	آبیاری Irrigation	Stage 33	Stage 35	Stage 37	Stage 38	Stage 53	Stage 61	Stage 69	Stage 75
2006	I_1	42.92a	39.04a	40.60a	36.75a	40.44a	45.50a	46.29a	46.06a
	I_2	38.36b	35.57b	36.68b	34.33b	37.44b	42.31b	42.96b	42.12b
	I_3	35.93c	30.96c	33.74c	31.39c	34.03c	39.80c	39.68c	39.63c

میانگین هایی، در هر ستون و هر سال، که دارای حرف مشابه می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column and for each year, followed by the same letter are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

I_1= Irrigation of 50% of the plant water requirement, I_2= Irrigation of 75% of the plant water requirement,

I_3= Irrigation of 100% of the plant water requirement

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

جدول ۵- مقایسه میانگین عدد کلروفیل متر در مراحل مختلف رشد گیاه ذرت در سال های زراعی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن

Table 5. Mean comparison chlorophyll meter reading (SPAD values) at different growth stages in maize in 2005 and 2006 cropping seasons under different levels of nitrogen

سال Year	نیتروژن Nitrogen	Stage 33	Stage 36	Stage 38	Stage 55	Stage 61	Stage 69	Stage 73	Stage 75
2005	N_0	35.20b	35.96d	33f	27.77f	26.82c	26.63d	29.19c	27.09e
	N_1	39.85ab	44.75ab	40.59b-d	42.11bc	43.85a	42.66b	43.36ab	40.23c
	N_2	40.95a	45.4a	42.53a-c	45.85ab	45.27a	44.79b	44.45ab	44.7ab
	N_3	41.87a	46.83a	43.69a-c	47.91a	47.58a	49.05a	46.36a	48.37a
	$½N_1$+ $½M_1$	41.36a	43.55ab	42.89a-c	42.45bc	44.25a	40.83b	40.29b	38.97c
	N_1+ M_1	43.67a	46.4a	45.32ab	44.69ab	45.63a	41.76b	42.74ab	43.05bc
	$½N_3$+ $½M_3$	44.71a	46.56a	47.12a	47.76a	48.52a	44.18b	44.75ab	45.95ab
	M_1	39.61ab	38.16cd	34.51e-f	30.04ef	27.19c	30.59c	29.8c	29.31de
	M_2	42.76a	40b-d	36.61d-f	33.32de	31.54b	32.15c	31.13c	30.83de
	M_3	44.43a	42.15a-c	38.54c-e	37.54cd	33.89b	33.67c	33.68c	31.84d

	نیتروژن Nitrogen	Stage 33	Stage 35	Stage 37	Stage 38	Stage 53	Stage 61	Stage 69	Stage 75
2006	N_0	36.38b	31.50e	30.79c	27.58e	28.94d	30.52f	31.03e	31f
	N_1	37.24b	33.26de	32.11c	29.47de	35.48bc	44.05bc	44.39b	44.86bc
	N_2	37.96b	34.30c-e	32.98c	31.93cd	40.55a	46.64b	48.99a	47.83ab
	N_3	39.28b	36.66a-c	38.21ab	34.47bc	41.22a	50.41a	50.74a	49.60a
	$½N_1$+ $½M_1$	39.46b	33.21de	35.28bc	34.14bc	38.63ab	42.84cd	41.15bc	40.08de
	N_1+ M_1	39.20b	33.88c-e	39.66ab	37.57ab	40.58a	46.12bc	47.87a	47.50ab
	$½N_3$+ $½M_3$	43.60a	37.70ab	40.49a	39.28a	41.72a	49.98a	50.55a	48.33ab
	M_1	37.88b	35.10b-d	38.26ab	33.78bc	33.15c	35.40e	36.61d	36.88e
	M_2	39.93b	37.76ab	39.97ab	35.93a-c	34.68bc	39.58d	38.53cd	38.14de
	M_3	39.74b	38.53a	42.33a	37.42ab	37.89ab	39.82d	39.87cd	41.79cd

میانگین هایی، در هر ستون و هر سال، که دارای حرف مشابه می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column and for each year, followed by the same letter are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

N_0= 0 kg/ha nitrogen, N_1- 92 kg/ha nitrogen, N_2=184kg/ha nitrogen, N_3=276kg/ha nitrogen

M_1=5 tons/ha farm yard manure, M_2=10tons/ha farm yard manure, M_3=15 tons/ha farm yard manure

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

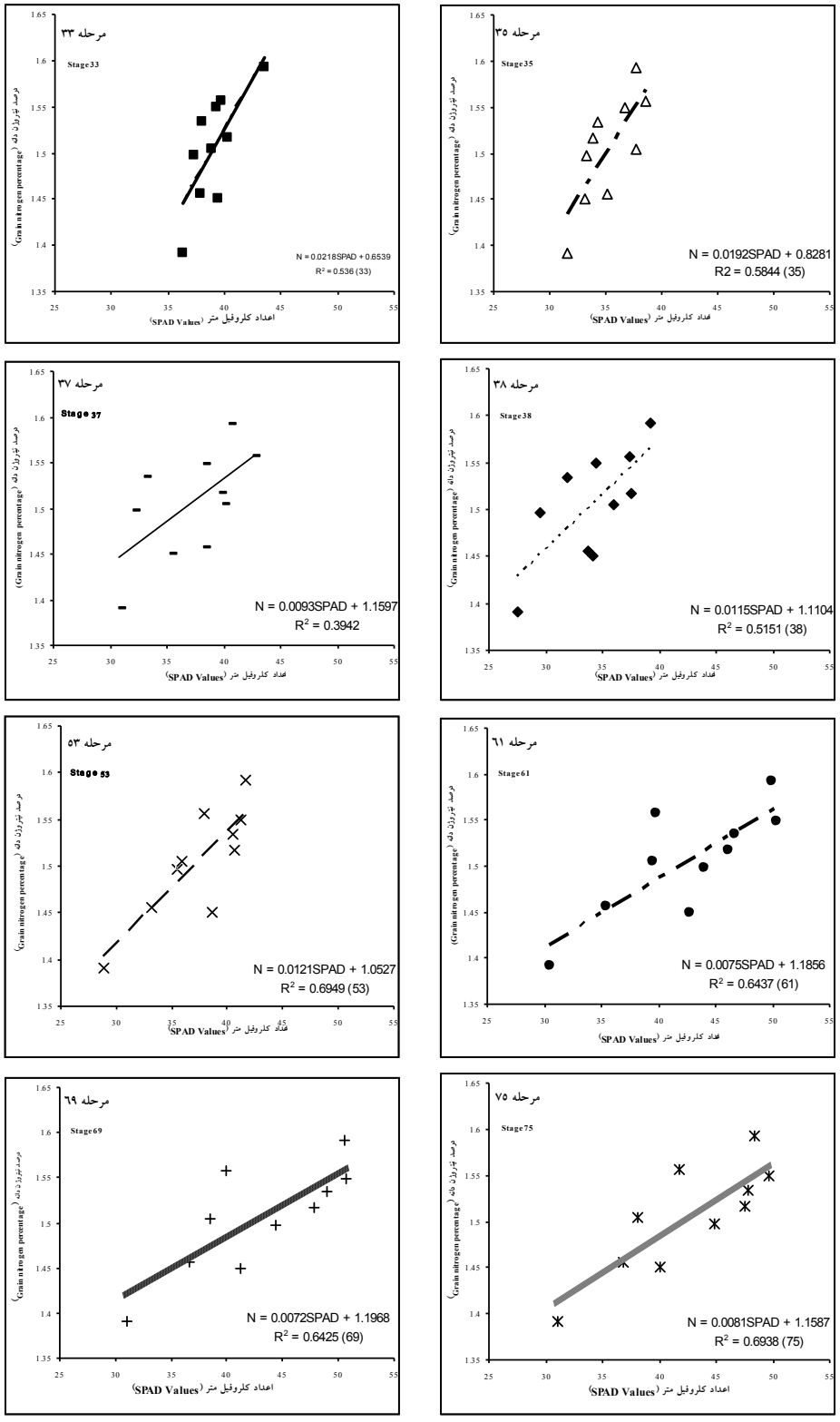
[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

اول و دوم بود (جدول ۵) در جدول ۵ در سال اول مشاهده می شود که در مرحله سه و هشت برگی که بالاترین برگ کاملاً توسعه یافته در هر بوته اندازه گیری شده بیشترین اعداد کلروفیل متر مربوط به تیمار کود مخلوط ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن کود آلی بود، و در سال دوم در مرحله های سه، پنج، هفت و هشت برگی بیشترین اعداد کلروفیل متر مربوط به تیمار کود مخلوط یا کود آلی در بالاترین مقادیر نیتروژن می باشد (جدول ۵). زیرا کود های آلی مقادیر زیادی مواد آلی تولید می کنند که به راحتی تجزیه شده و حاوی مقادیر زیادی نیتروژن هستند. منابع زیستی مانند کود آلی در مخلوط با کود شیمیایی نیز می توانند به حاصلخیزی خاک و تولید محصول منجر شوند، زیرا این نظام اکثر نیازهای غذایی مورد نیاز گیاه را تأمین کرده و بازده جذب مواد غذایی توسط محصول را افزایش می دهد (Bauer and Black, 1994; Eghbal *et al*., 1995; Parmar and Sharma, 1998) و به همین دلیل اعداد کلروفیل متر دارای مقادیر بالاتری بودند. این مقادیر با محتوی نیتروژن برگ ارتباط مستقیم دارند و با افزایش میزان نیتروژن برگ اعداد کلروفیل متر هم افزایش می یابد. اما در مراحل ظهور گل تاجی مرحله (۵۳)، ظهور پرچم ها در وسط گل تاجی مرحله (۶۱)، پایان گلدهی مرحله (۶۹) و شیری شدن دانه ها مرحله (۷۵) در سال دوم مشاهده شد که بیشترین اعداد کلروفیل متر با تیمار کود مخلوط ۱۳۸ کیلو گرم نیتروژن + ۷/۵ تن در هکتار کود آلی و کود شیمیایی ۲۷۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد (جدول ۵). استنباط می شود دلیل این موضوع تسهیم نیتروژن در گیاه باشد، زیرا نیتروژن به عنوان یک عنصر متحرک از برگ های پایین به سمت برگ های بالاتر می رود. در گیاهان در یک شاخص سطح برگ و یا سایه انداز گیاه الگوی مطلوبی از اختصاص نیتروژن به برگ های بالاتر وجود دارد به خصوص در گیاه ذرت، برگ بلال به عنوان یک مخزن قوی عمل می نماید، زیرا این برگ نقش مهمی در پر کردن دانه های بلال دارد (Uhart and Andrade, 1995a). در انتهای مراحل رشد نیز بیشترین اعداد کلروفیل متر در تیمار کود شیمیایی ۲۷۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمد (جدول ۵). زیرا در تیمارهای کود شیمیایی نیتروژن زرد شدن و ریزش برگ های انتهایی گیاهان زودتر اتفاق می افتد و بنابراین می توان نتیجه گرفت نیتروژن از برگ های پایینی به برگ های بالایی به خصوص برگ بلال منتقل می شود اما در تیمارهای کود آلی نسبت به کود شیمیایی برگ ها کمتر زرد و دچار ریزش می شوند و به همین علت تیمارهای کود آلی دارای اعداد کمتر کلروفیل متر می باشند.

نتایج این آزمایش نشان داد که اعداد کلروفیل متر به زمان نمونه گیری و مراحل رشد گیاه و سطوح کود نیتروژن نیز بستگی دارد (جدول ۵). در مورد برهم کنش تنش خشکی و نیتروژن بر مقادیر کلروفیل متر در کل مراحل رشد اثر معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳). بنابراین چنین نتیجه گیری می شود که این دو عامل به طور مستقل و جداگانه بر اعداد کلروفیل متر در مراحل مختلف رشد تأثیر گذاشتند. روابط رگرسیونی بین درصد نیتروژن دانه و اعداد کلروفیل متر در سطوح متفاوت کود نیتروژن بیانگر آن است که بین این دو عامل یک رابطه خطی وجود دارد (شکل ۱)، همبستگی معنی دار، در بعضی از مراحل رشد گیاه مانند مراحل ۵۳، ۶۱، ۶۹ و ۷۵، بین درصد نیتروژن دانه و اعداد کلروفیل متر وجود داشت و در بعضی از مراحل رشد گیاه مانند مراحل ۳۳، ۳۵، ۳۷ و ۳۸ ضعیف تر بود. یافته های این تحقیق با نتایج آزمایش های دافیوس و سلاتر (Duffus and Slaughter, 1997) مطابقت دارد. آنها گزارش کرده اند که مصرف کود نیتروژن در اوایل فصل در غلات عملکرد نهایی را افزایش می دهد ولی مقدار پروتئین دانه (نیتروژن دانه) را افزایش نمی دهد. همبستگی بین کود نیتروژن و عملکرد معمولاً بسیار متفاوت است و مصرف کود نیتروژن در اواخر فصل

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]



شکل ۱- ارتباط بین درصد نیتروژن دانه و اعداد کلروفیل متر در سطوح کود نیتروژن

Fig. 1. Relationship between grain nitrogen content (%) and chlorophyll meter reading (SPAD value) in different nitrogen levels

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

جدول ۶- تجزیه واریانس برای عملکرد و اجزای عملکرد دانه و بهره وری مصرف آب گیاه در ذرت در سال های زراعی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن

Table 6. Analysis of variance for grain yield, yield components and water productivity in maize in 2005 and 2006 cropping seasons as affected by different levels of irrigation and nitrogen

			Mean square میانگین مربعات						
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	تعداد دانه در بلال KNE^{-1}	وزن صد دانه HKW	وزن کل بلال TEW	عملکرد دانه GY	عملکرد زیستی BY	شاخص برداشت HI	بهره وری مصرف آب WP
						2005			
Replication	تکرار	2	32208.544^{ns}	2.52^{ns}	46.88^{ns}	189111.562^{ns}	1876.871^{*}	128.829^{ns}	0.022^{ns}
Irrigation (A)	آبیاری	2	56968.078^{**}	253.882^{**}	62123.857^{**}	236960891.639^{**}	69179.208^{**}	2567.03^{**}	0.704^{**}
Nitrogen(B)	نیتروژن	9	57910.826^{**}	24.245^{**}	4520.875^{**}	17579430.798^{**}	11930.881^{**}	187.941^{**}	0.465^{**}
A×B	آبیاری × نیتروژن	18	4264.485^{*}	3.508^{ns}	663.761^{**}	2766176.884^{**}	780.935^{*}	32.092^{ns}	0.051^{*}
Error	اشتباه	58	3480.717	2.979	245.049	793770.860	393.154	35.820	0.024
						2006			
Replication	تکرار	2	4149.633^{ns}	8.124^{ns}	877.457^{ns}	3258270.224^{ns}	3234.735^{*}	42.207^{ns}	0.105^{ns}
Irrigation (A)	آبیاری	2	668640.4^{**}	275.628^{**}	82376.385^{**}	296147470.428^{**}	90226.276^{**}	2031.01^{**}	1.192^{**}
Nitrogen (B)	نیتروژن	9	70298.277^{**}	20.972^{**}	5404.383^{**}	20003387.418^{**}	8656.266^{**}	262.416^{**}	0.604^{**}
A×B	آبیاری × نیتروژن	18	3485.684^{*}	3^{ns}	841.088^{**}	3058117.953^{**}	780.756^{*}	72.920^{*}	0.067^{**}
Error	اشتباه	58	2323.771	2.585	233.977	974173.286	401.88	34.883	0.030

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns: Non-significant

ns: غیر معنی دار

KNPE = Kernel number per ear HKW = 100 kernel weight TEW = Total ear weight GY = Grain yield BY = Biological yield HI = Harvest index WP = Water productivity

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

جدول ۷- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد دانه و بهره وری مصرف آب گیاه ذرت در سال های زراعی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری

Table 7. Mean comparison grain yield, yield components and water productivity in maize in 2005 and 2006 cropping seasons under different levels of irrigation

آبیاری Irrigation	تعداد دانه در بلال KNE^{-1}	وزن صد دانه (گرم) HKW (g)	وزن کل بلال (گرم) TEW (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) GY (kg/ha)	عملکرد زیستی (گرم در بوته) BY (g/plant)	شاخص برداشت (درصد) HI (%)	بهره وری مصرف آب (کیلوگرم بر هر متر مکعب آب) WP (kg/m^3)
				2005			
I_1	368c	12.81c	57.72c	3220c	120.7c	34.25c	0.7991b
I_2	474b	15.41b	88.10b	5145b	153.5b	43.34b	0.8512b
I_3	626a	18.62a	147.2a	8756a	215.3a	52.75a	1.087a
				2006			
I_1	342c	12.98c	56.50c	3241c	92.56c	44.32c	0.8496c
I_2	478b	16.03b	95.43b	5583b	135.4b	53.10b	0.9755b
I_3	640a	19.04a	160.2a	9462a	201.4a	60.77a	1.240a

میانگین هایی، در هر ستون و هر سال، که دارای حرف مشابه می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column and for each year, followed by the same letter are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

KNPE = Kernel number per ear HKW = 100 kernel weight TEW = Total ear weight GY = Grain yield
BY = Biological yield HI = Harvest index WUE = Water productivity
I_1= Irrigation of 50% of the plant water requirement, I_2= Irrigation of 75% of the plant water requirement
I_3= Irrigation of 100% of the plant water requirement

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

جدول ۸- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد دانه و بهره وری مصرف آب گیاه ذرت در سال های زراعی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن

Table 8. Mean comparison grain yield, yield components and water productivity in maize in 2005 and 2006 cropping seasons under different levels nitrogen

نیتروژن Nitrogen	تعداد دانه در بلال KNE^{-1}	وزن صد دانه (گرم) HKW (g)	وزن کل بلال (گرم) TEW (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) GY (kg/ha)	عملکرد زیستی (گرم در بوته) BY (g/plant)	شاخص برداشت (درصد) HI (%)	بهره وری مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب آب) WP (kg/m^3)
				2005			
N_0	324e	12.2e	53.22e	2939e	98.12e	36.46d	0.461f
N_1	419d	15.2cd	75.64d	4242d	132.1d	40.18b-d	0.673e
N_2	493c	14.94cd	98.99c	5711c	168.1c	41.58b-d	0.8972d
N_3	494c	17.1ab	105.9bc	6174bc	192.2b	38.53cd	0.9341d
$½N_1$+ $½M_1$	520bc	15.41b-d	103bc	5840c	172.3bc	43.09bc	0.9502cd
N_1+ M_1	545a-c	17.88a	116.1ab	6918ab	192.5b	45.30ab	1.129ab
$½N_3$+ $½M_3$	588a	16.66a-c	127.1a	7555a	220.9a	42.75bc	1.194a
M_1	421d	14.08d	77.21d	4630d	124.8d	46.44ab	0.7491e
M_2	519bc	16.55a-c	105.1bc	6274bc	157.9c	50.37a	1.034b-d
M_3	567ab	16.12a-c	114.5a-c	6788ab	172.6c	49.77a	1.1a-c
				2006			
N_0	319e	13.05e	58.15e	3244e	92.46f	41.74c	0.5272f
N_1	407d	14.71d	79.47d	4594d	118.5e	47.8b	0.7538e
N_2	481c	15.56cd	108.4c	6209c	143cd	51.72b	0.9998d
N_3	489c	17.46ab	116.5bc	6781bc	158.3bc	53.2b	1.099b-d
$½N_1$+ $½M_1$	487c	16.32b-d	101.1c	5948c	126.9de	59.59a	1.030cd
N_1+ M_1	553ab	18.35a	124.1ab	7394ab	172.4ab	52.92b	1.266ab
$½N_3$+ $½M_3$	594a	16.70bc	135.2a	7912a	187.9a	52.21b	1.319a
M_1	410d	14.98d	79.23d	4681d	110.5ef	53.51b	0.7890e
M_2	525bc	17.05a-c	113.5bc	6842bc	145.7cd	60.93a	1.180a-c
M_3	599a	15.96b-d	124.9ab	7350a	175.6ab	53.68b	1.253ab

*: میانگین های در هر ستون و هر سال، که دارای حرف مشابه می باشند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column and for each year, followed by the same letters are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

KNPE = Kernel number per ear HKW = 100 kernel weight TEW = Total ear weight GY = Grain yield BY = Biological yield HI = Harvest index WUE = Water productivity

N_0= 0kg/ha, N_1- 92 kg/ha nitrogen, N_2=184kg/ha nitrogen, N_3=276kg/ha nitrogen

M_1=5 tons/ha farm yard manure, M_2=10tons/ha farm yard manure, M_3=15 tons/ha farm yard manure

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

رشد می تواند باعث افزایش پروتئین دانه غلات شود. بنابراین در مراحل ۵۳، ۶۱، ۶۹ و ۷۵ که مراحل میانی تا انتهایی رشد گیاه ذرت می باشد. با افزایش کود نیتروژن، اعداد کلروفیل متر و نیتروژن دانه افزایش می یابد (شکل ۱). روند مشابهی برای سال اول نیز مشاهده گردید. (داده ها نشان داده نشده است).

عملکرد دانه

نتایج این تحقیق نشان داد تنش خشکی به طور معنی داری منجر به کاهش عملکرد دانه گردید (جداول ۶ و ۷). علت اصلی کاهش عملکرد دانه در تیمار خشکی کاهش تعداد دانه در بلال و وزن صد دانه بود (جداول ۶ و ۷). این یافته ها مطابق با یافته‌های سایر پژوهشگرانی است که نشان داده‌اند تنش خشکی تعداد دانه در بلال، وزن دانه در بلال و عملکرد دانه را کاهش می دهد (Cheong *et al*., 2003; Schussler and Westgate, 1991; Smallwood *et al*., 1999). کاهش تعداد دانه در بلال ممکن است بر اثر تأخیر در ظهور کاکل و یا سقط جنین در اثر کمبود هیدراتهای کربن باشد (Uhart and Andrade, 1995a). البته تنش‌های محیطی مانند تنش خشکی و شوری باعث کوتاه شدن دوره تمایز سنبلچه‌ها گردیده و این منجر به کاهش تعداد سنبلچه در سنبله می‌شود. مهم‌ترین عاملی که باعث کاهش وزن دانه در شرایط تنش خشکی می‌شود کوتاه شدن دوره پر شدن دانه است. بنابراین عرضه مواد پرورده تحت تأثیر تنش خشکی کاهش می یابد و عملکرد دانه، وزن دانه هر بلال و وزن هزار دانه نیز کاهش می یابد.

کود نیتروژن و کود آلی اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند و باعث افزایش عملکرد دانه گردیدند (جداول ۶ و ۸). بیشترین عملکرد دانه به ترتیب در سال اول و دوم در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن کود دامی در هکتار به مقدار ۷۵۵۵ و ۷۹۱۲ کیلوگرم در هکتار به دست آمد، و کمترین عملکرد دانه به ترتیب در سال اول و دوم در تیمار عدم کاربرد نیتروژن به مقدار ۲۹۳۹ و ۳۲۴۲ کیلوگرم در هکتار برداشت شد (جدول ۸). دسترسی بهتر به عناصر غذایی و وجود مواد آلی باعث فراهمی شرایط بهتری برای انجام فتوسنتز و در نتیجه رشد گیاه شد. علت افزایش عملکرد دانه در تیمارهای کود نیتروژن، افزایش تعداد دانه در بلال و وزن کل بلال بود (جدول ۸). در جدول ۸ در سال اول مشاهده گردید تیمار ۱۳۸ کیلوگرم کود نیتروژن + ۷/۵ تن کود دامی دارای بیشترین تعداد دانه در بلال می باشد. و در سال دوم نیز تیمار ۱۳۸ کیلوگرم کود نیتروژن + ۷/۵ تن کود دامی و ۱۵ تن کود آلی دارای بیشترین تعداد دانه در بلال بودند، ولی اختلاف معنی دار با هم نداشتند. این نتایج مشابه یافته های سایر محققینی است که نشان دادند کود نیتروژن باعث افزایش تعداد دانه در بلال می شود (Bauer and Black, 1994; Eghbal *et al*., 1995; Lauer, 1975; Parmer and Sharma, 1998). هی و واکر (Hay and Walker, 1989) گزارش کردند از آنجا که کود نیتروژن موجب افزایش تولید ماده خشک و دوام سطح برگ می شود انتظار می رود که عملکرد دانه غلات با افزایش مصرف نیتروژن افزایش یابد.

در مورد برهمکنش تنش خشکی و مقادیر و ترکیبات مختلف کود نیتروژن بر عملکرد دانه، بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم کود نیتروژن + ۷/۵ تن کود آلی در هکتار و آبیاری معادل نیاز آبی گیاه به دست آمد (جدول ۹). با اعمال تنش خشکی و عدم مصرف نیتروژن کاهش عملکرد گیاه مشاهده گردید و با افزایش کود نیتروژن به خصوص به صورت کود آلی باعث افزایش تحمل گیاه در برابر تنش خشکی شد و عملکرد آن افزایش یافت (جدول ۹). در جدول ۹ مشاهده می شود که نظام های مخلوط کود نیتروژن در آبیاری معادل نیاز آبی گیاه دارای برترین عملکرد دانه بطور قابل توجهی در مقایسه با سایر تیمارهای مشابه بودند. بنابراین از نتایج این آزمایش نتیجه گیری می شود که کود نیتروژن کافی به صورت شیمیایی،

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

جدول ۹- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد دانه و بهره وری مصرف آب گیاه ذرت در سال های زراعی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ تحت تأثیر اثر متقابل آبیاری × نیتروژن

Table 9. Mean comparison of grain yield, yield components and water productivity in maize in 2005 and 2006 cropping seasons as affected by interaction of irrigation × nitrogen

سطوح آبیاری Irrigation levels	سطوح نیتروژن Nitrogen levels	تعداد دانه در بلال KNE^{-1}	وزن صد دانه(گرم) HKW (g)	وزن کل بلال (گرم) TEW (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) GY (kg/ha)	عملکرد زیستی (گرم در بوته) BY (g/plant)	شاخص برداشت (درصد) HI (%)	بهره وری مصرف آب(کیلوگرم بر هر متر مکعب آب) WP (kg/m^3)
					2005			
	N_0	214m	8.576l	27.04l	1446o	67.98l	26.48ij	0.3588o
	N_1	338kl	11.82jk	42.54kl	2170no	96.51kl	29.64h-j	0.5385m-o
	N_2	346j-l	12.03jk	52.07i-l	2876m-o	115.6i-k	31.31g-j	0.7137i-n
	N_3	328kl	13.81g-k	45.19j-l	2335no	130h-k	23.86j	0.5793l-o
I_1	$½N_1$+ $½M_1$	433g-k	12.76h-k	70.30h-k	3646l-n	135.3g-j	35.37f-i	0.9048e-k
	N_1+ M_1	408h-l	15.56d-i	80.19f-i	4640i-l	152.2g-i	40.67c-h	1.176b-e
	$½N_3$+ $½M_3$	418g-l	13.9g-k	68.42h-k	3851k-n	160f-h	31.33g-j	0.9555d-j
	M_1	336kl	11.13kl	51i-l	2969m-o	94.18kl	40.51c-h	0.7369h-n
	M_2	414g-l	14.54f-j	68.78h-k	4110k-m	125.4h-k	42.65c-g	1.020c-h
	M_3	439g-k	14.02g-k	71.69h-k	4057k-m	129.7h-k	40.67c-h	1.007d-i
	N_0	306lm	12.28i-k	48.64j-l	2697m-o	98.78j-l	35.55f-i	0.4462 no
	N_1	416g-l	14.98e-j	75g-j	4181k-m	128.6h-k	42.77e-g	0.6913j-n
	N_2	491f-i	13.85g-k	88.59e-h	5051h-l	160.5f-h	41.23c-h	0.8357g-l
	N_3	453g-j	15.82d-h	87.93e-h	5123h-l	170.7e-g	39.40e-h	0.8477f-l
I_2	$½N_1$+ $½M_1$	505f-i	15.77d-h	93.64g-h	5426g-k	161.4f-h	44.09b-f	0.8977e-k
	N_1+ M_1	523e-h	18.64a-d	94.15e-h	5433g-k	173.6e-g	40.02d-h	0.8987e-k
	$½N_3$+ $½M_3$	567c-f	15.80d-h	116.8e	7028e-g	205.2de	44.90b-f	1.163b-e
	M_1	397i-l	13.07h-k	64.33h-k	3768k-n	116.8i-k	41.86c-g	0.6231k-o
	M_2	509f-i	17.13b-g	102e-g	6201f-j	156.3f-h	51.54a-d	1.026c-h
	M_3	569c-f	16.76c-g	109.9ef	6546f-h	163f-h	52.05a-c	1.083c-g
	N_0	452g-j	15.75d-h	83.97f-h	4673j-l	127.6h-k	47.35a-e	0.5798l-o
	N_1	504f-i	18.81a-d	109.4ef	6375f-i	171e-g	48.14a-e	0.791g-m
	N_2	643bc	18.95a-d	156.3cd	9206cd	228cd	52.19a-c	1.142b-f
	N_3	702ab	21.66a	184.6ab	11060ab	275.8ab	52.35a-c	1.375ab
I_3	$½N_1$+ $½M_1$	621b-e	17.71b-f	145d	8448de	220.1cd	49.80a-e	1.048c-g
	N_1+ M_1	704ab	19.44a-c	174a-c	10588a-c	251.7bc	55.21ab	1.313a-c
	$½N_3$+ $½M_3$	780a	20.28ab	196a	11790a	297.5a	52.02a-c	1.463a
	M_1	529d-g	18.03b-e	116.3e	7152ef	163.4f-h	56.95a	0.8874e-k
	M_2	633b-d	18.01b-e	144.6d	8512de	192.2d-f	56.9a	1.055c-g
	M_3	694ab	17.58b-f	161.8b-d	9761b-d	225.2cd	56.59a	1.211ab

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

Table 9. Continued

ادامه جدول ۹

سطوح آبیاری Irrigation levels	سطوح نیتروژن Nitrogen levels	تعداد دانه در بلال KNE^{-1}	وزن صد دانه(گرم) HKW (g)	وزن کل بلال (گرم) TEW (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) GY (kg/ha)	عملکرد زیستی (گرم در بوته) BY (g/plant)	شاخص برداشت (درصد) HI (%)	بهره وری مصرف آب(کیلوگرم بر هر متر مکعب آب) WP (kg/m^3)
					2006			
	N_0	176o	9.787l	24.67r	1285p	57.46p	27.05k	0.3366m
	N_1	255n	11.32kl	35.80qr	1912op	66.34op	37.88ij	0.5012lm
	N_2	289n	11.21kl	44.49p-r	2373n-p	87.65l-p	34.28jk	0.622k-m
	N_3	308l-n	14.02h-k	52.79n-q	2972l-p	85.55m-p	44.67g-j	0.7793i-l
I_1	$½N_1$+ $½M_1$	380k-m	14.08h-k	66.30m-p	3819k-n	93.8j-p	52.60b-h	1.001e-j
	N_1+ M_1	426i-k	15.74e-j	81.33j-n	4857i-l	131f-j	48.19e-i	1.273b-g
	$½N_3$+ $½M_3$	429h-k	12.78jk	69.54l-p	4008j-n	126.3f-k	41.20h-j	1.05d-i
	M_1	296mn	13.26i-k	46.50o-r	2714m-p	70.72n-p	49.74d-h	0.7114j-l
	M_2	419i-k	14.66g-j	73.85k-o	4387i-m	98.77i-o	58.45a-e	1.150c-h
	M_3	440h-k	12.89jk	69.75l-p	4087j-n	108h-n	49.18d-h	1.071c-i
	N_0	331l-n	13.16i-k	56.80n-q	3163l-o	90.51k-p	45.04f-i	0.5523lm
	N_1	433h-k	15.28f-j	81.90j-n	4691i-l	124.5g-l	48.87d-i	0.8196h-l
	N_2	487f-i	15.47e-j	97.96h-l	5662g-k	133.7f-i	54.78a-g	0.9893f-j
	N_3	457g-k	16.51d-h	95.32h-m	5523h-k	142e-h	52.11b-h	0.965f-j
I_2	$½N_1$+ $½M_1$	473f-j	16.84d-h	95.21h-m	5742g-j	123.1g-m	60.51a-d	1.003e-j
	N_1+ M_1	519e-h	18.53b-e	100.6g-k	5831g-j	149.3d-g	47.69e-i	1.019d-j
	$½N_3$+ $½M_3$	589c-e	16.54d-h	126.5e-g	7368e-h	181cd	52.74b-g	1.288b-f
	M_1	385j-l	13.85h-k	67.65m-p	3922j-n	100.4i-o	50.80c-h	0.6853j-l
	M_2	488f-i	17.36c-g	103.4f-j	6269f-i	133.3f-i	62.06a-c	1.096c-i
	M_3	616cd	16.78d-h	129ef	7656ef	175.9c-e	56.38a-f	1.338a-e
	N_0	451g-k	16.21d-i	92.97i-m	5286i-k	129.4f-j	53.13b-g	0.6927j-l
	N_1	534d-g	17.53c-g	120.7e-i	7178e-h	164.6d-f	56.66a-f	0.9407g-k
	N_2	668bc	19.98a-c	182.8a-c	10590bc	207.8bc	66.09a	1.388a-c
	N_3	703ab	21.85a	201.4ab	11850ab	247.4a	62.81ab	1.553ab
I_3	$½N_1$+ $½M_1$	608cd	18.04b-f	141.8d-e	8283de	163.7d-f	65.66a	1.007c-i
	N_1+ M_1	713ab	20.79ab	190.5a-c	11490a-c	236.9ab	62.87ab	1.506ab
	$½N_3$+ $½M_3$	764a	20.79ab	209.5a	12360a	256.3a	62.70ab	1.62a
	M_1	548d-f	17.84b-f	123.5e-h	7406e-g	160.3d-g	60a-d	0.9703f-j
	M_2	667bc	19.14a-d	163.4cd	9870cd	205bc	62.27a-c	1.293b-f
	M_3	742ab	18.21b-f	175.8bc	10310c	242.9a	55.48a-g	1.35a-d

میانگین هایی، در هر ستون و هر سال و هر تیمار، که دارای حرف مشابه می باشند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column and for each year and treatment, followed by the same letters are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's multiple range tests.

KNPE = Kernel number per ear HKW = 100 kernel weight TEW = Total ear weight GY = Grain yield BY = Biological yield HI = Harvest index WUE = Water productivity

N_0= 0kg/ha, N_1- 92 kg/ha nitrogen, N_2=184kg/ha nitrogen, N_3=276kg/ha nitrogen

M_1=5 tons/ha farm yard manure, M_2=10tons/ha farm yard manure, M_3=15 tons/ha farm yard manure

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

عملکرد دانه ذرت را در شرایط تنش خشکی به مقدار کم افزایش می دهد ولی کود نیتروژن به صورت آلی و مخلوط (شیمیایی و آلی) عملکرد دانه را در شرایط تنش خشکی افزایش بیشتری می دهد. بنابراین مصرف کود نیتروژن به صورت مخلوط کود آلی و شیمیایی برای کاهش اثرهای تنش خشکی توصیه می شود.

روابط رگرسیونی بین عملکرد دانه و اعداد کلروفیل متر در سطوح متفاوت کود نیتروژن بیانگر آن است که روابط مثبتی بین این دو عامل بود (شکل ۲). چنین روندی برای سال اول نیز مشاهده گردید (داده ها نشان داده نشده است). همبستگی معنی دار در بعضی از مراحل رشد گیاه مانند مراحل ۳۳، ۳۷، ۳۸ و ۵۳ بین اعداد کلروفیل متر و عملکرد دانه وجود داشت و در بعضی از مراحل رشد گیاه مانند مراحل ۳۵، ۶۹ و ۷۵ همبستگی ضعیف تر بود، که ممکن است در نتیجه اثر عوامل دیگری غیر از اثر عوامل بررسی باشد. روابط رگرسیونی بین عملکرد دانه و مقادیر کلروفیل متر در سطوح مختلف آبیاری نشان داد که روابط منفی و شدیدی بین این دو عامل وجود داشت (شکل ۳). همانطور که در شکل ۳ ملاحظه می شود با افزایش تنش خشکی عملکرد دانه کاهش و اعداد کلروفیل متر افزایش پیدا کرد.

وزن کل بلال

تنش خشکی باعث کاهش معنی دار در وزن کل بلال شد (جداول ۶ و ۷). بیشترین وزن کل بلال در آبیاری معادل نیاز آبی گیاه به دست آمد و با بقیه سطوح آبیاری اختلاف معنی دار مشاهده گردید (جدول ۷). علت کاهش وزن کل بلال را می توان به دلیل کاهش تعداد دانه در بلال و کاهش آهنگ رشد بلال که مخزن قوی برای مواد فتوسنتزی می باشد دانست، زیرا عرضه مواد پرورده تحت تأثیر تنش خشکی کاهش می یابد که با یافته های سایر پژوهشگران در خصوص کاهش وزن کل بلال در اثر تنش خشکی مطابقت دارد (Schussler and Westgate, 1991; Sinclair *et al*., 1990; Smith *et al*., 2004).

افزایش نیتروژن باعث افزایش وزن کل بلال گردید (جداول ۶ و ۸). در جدول ۸ مشاهده می شود بیشترین مقادیر وزن کل بلال در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن کود آلی در هکتار به دست آمد. دسترسی بهتر به عناصر غذایی و وجود مواد آلی باعث فراهمی شرایط بهتری برای انجام فتوسنتز و در نتیجه رشد گیاه شده است. جاکوبز و پیرسون (Jacobs and Pearson, 1991) و یوهارت و آندرید (Uhart and Andrade, 1995a.b) نیز در یافته های خود نشان دادند کمبود و یا افزایش نیتروژن بر روی وزن کل بلال اثر می گذارد.

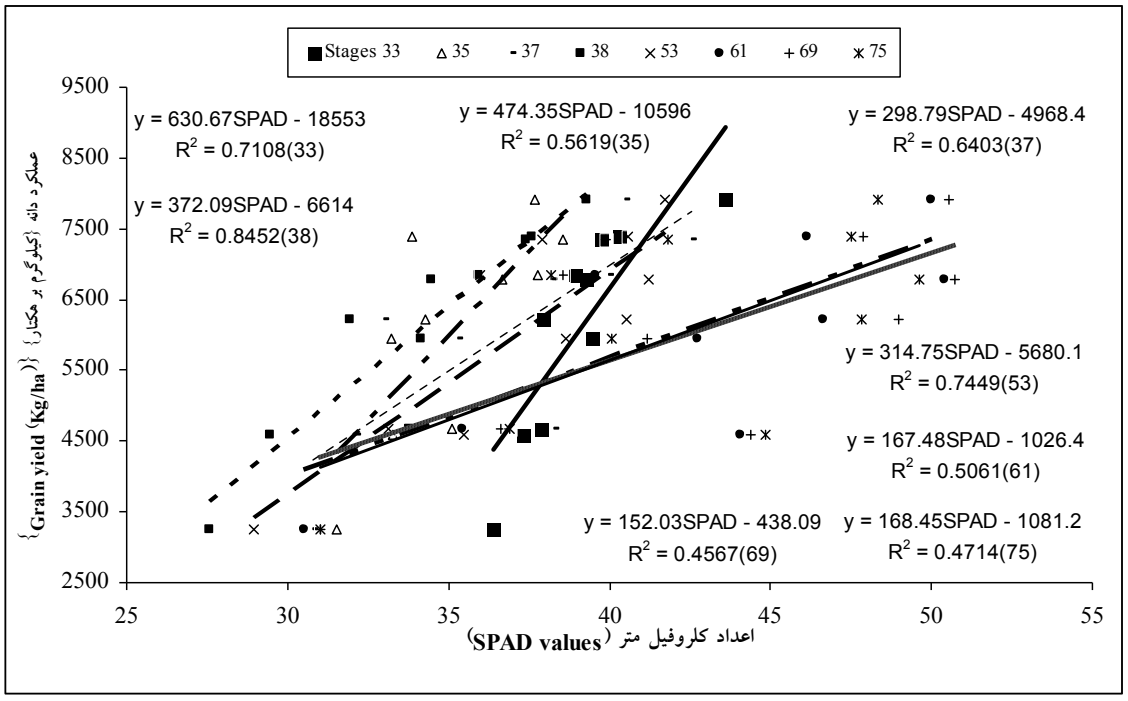
عملکرد زیستی

تنش خشکی در دو سال آزمایش بر عملکرد زیستی گیاه تأثیر گذاشت و با افزایش تنش خشکی عملکرد زیستی گیاه کاهش یافت (جداول ۶ و ۷). سپهری و همکاران (Sepehri *et al*., 2002) با اعمال تنش موقت خشکی طی دوره رشد رویشی و زایشی، کاهش معنی داری در عملکرد زیستی گیاه ذرت مشاهده کردند. امام و رنجبر (Emam and Ranjbar, 2000) نیز به منظور بررسی کمبود آب بر عملکرد و دیگر صفات وابسته به عملکرد دانه ذرت، تنش خشکی را در سه سطح آبیاری معادل ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه انجام دادند و نتایج حاصل از مطالعه آنها نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش معنی دار عملکرد زیستی گیاه ذرت شد. یافته های این تحقیق با نتایج ارائه شده بوسیله اوزبورن و همکاران (Osborne *et al*., 2002)، پاسکال (Pasqual, 1994) و کلاسین و شاو (Claaseen and Shaw, 1970) نیز مطابقت دارد.

مقادیر و ترکیبات مختلف نیتروژن در دو سال آزمایش بر عملکرد زیستی گیاه تأثیر گذاشت و با افزایش کود نیتروژن، عملکرد زیستی گیاه افزایش یافت (جداول ۶ و ۸). بیشترین عملکرد زیستی در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم کود نیتروژن + ۷/۵ تن کود آلی در دو

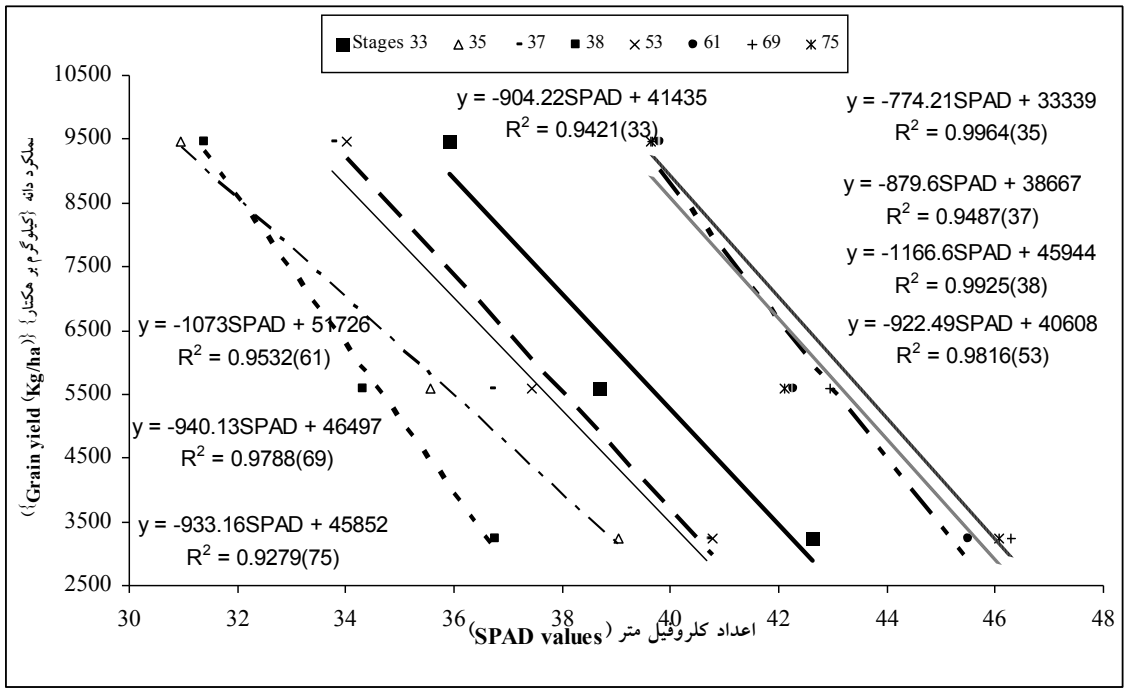
[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]



شکل ۲- ارتباط بین عملکرد دانه و اعداد کلروفیل متر در سطوح کود نیتروژن

Fig 2. Relationship between grain yield and chlorophyll meter reading (SPAD value) in different nitrogen levels



شکل ۳- ارتباط بین عملکرد دانه و اعداد کلروفیل متر در سطوح آبیاری

Figure 3. Relationship between grain yield and chlorophyll meter reading (SPAD value) in different irrigation levels

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

سال آزمایش به دست آمد. بیشترین عملکردهای زیستی در نظام مخلوط (شیمیایی و آلی) به دست آمد و کمترین عملکرد زیستی در تیمار عدم کاربرد نیتروژن به دست آمد (جدول ۸). علت بیشترین عملکرد زیستی در نظام مخلوط دسترسی بهتر گیاه ذرت به عناصر غذایی و وجود مواد آلی باعث فراهمی شرایط بهتری برای انجام فتوسنتز و در نتیجه رشد گیاه شده است، زیرا با تجزیه کود دامی رشد و توسعه ریشه بیشتر می گردد، و رشد اندام های هوایی نیز افزایش می یابد و در نهایت تقویت رشد رویشی به خصوص رشد زایشی تأثیر مستقیم بر افزایش عملکرد زیستی داشت. افزایش کود نیتروژن به خصوص کود آلی باعث افزایش تحمل گیاه در برابر تنش خشکی و افزایش عملکرد زیستی گیاه شد (جدول ۹). با اعمال تنش خشکی و عدم مصرف نیتروژن کاهش نسبی در عملکرد زیستی مشاهده شد و با افزایش کود نیتروژن عملکرد زیستی گیاه افزایش یافت به طوریکه در سطوح آبیاری مشابه در بعضی مقادیر کودی با هم اختلاف معنی دار نداشتند (جدول ۹). بیشترین عملکرد زیستی در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم کود نیتروژن + ۷/۵ تن کود آلی در هکتار و آبیاری معادل نیاز گیاه به دست آمد (جدول ۹). مصرف کود نیتروژن به خصوص به صورت مخلوط می تواند تحمل به تنش خشکی را در گیاه ذرت افزایش دهد. البته در شرایط تنش خشکی شدید بین اثر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد زیستی گیاه اختلافی وجود نداشت. در جدول ۹ مشاهده می شود که تنش خشکی مانع از آن شد که عملکرد زیستی گیاه به حداکثر خود برسد، که این کاهش می تواند به دلیل اثر تنش خشکی بر فتوسنتز باشد (Girardin *et al*., 1987; Novoa and Loomis, 1981; Uhart and Andrade, 1995). به عقیده یوهارت و آندراده (Uhart and Andrade, 1995b) این کاهش می تواند به دلیل تأثیر نسبت نیتروژن بر گسترش سطح برگ باشد. در مقادیر بیشتر نیتروژن سرمایه گذاری مواد فتوسنتزی در بخش های برگ و ساقه افزایش می یابد و در نهایت مواد تجمع یافته در دانه فزونی می یابد.

شاخص برداشت

تنش خشکی بر شاخص برداشت گیاه تأثیر گذاشت و بین سطوح آبیاری اختلاف معنی دار مشاهده شد (جداول ۶ و ۷). شاخص برداشت بیانگر چگونگی تسهیم مواد پرورده بین سازه های رویشی گیاه و دانه می باشد. از آنجائیکه یکی از اجزای محاسبه شاخص برداشت عملکرد دانه است، تغییرات شاخص برداشت وابستگی زیادی به تغییرات عملکرد دانه دارد. اما بر اساس فرمول شاخص برداشت (نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد زیستی) هر عاملی که باعث شود عملکرد دانه بیشتر از وزن خشک کل تحت تأثیر قرار گیرد، باعث تغییر شاخص برداشت می شود. در جدول ۷ مشاهده می شود که تنش خشکی تأثیر معنی دار بر شاخص برداشت دارد و بالاترین شاخص برداشت در تیمار آبیاری معادل نیاز گیاه به میزان های ۵۲/۷۵ و ۶۰/۷۷ درصد به ترتیب سال اول و دوم بود، که با یافته های (Ludlow and Muchow, 1990; Weatgate and Boyer, 1985;) مطابقت دارد. بنابراین حفظ شاخص برداشت در شرایط کمبود آب اهمیت بحرانی دارد. سینکلر و همکاران (Sinclair *et al*., 1990) نشان دادند که شاخص برداشت عملاً ثابت است زیرا همانطور که تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه می شود وزن خشک کل نیز کم می شود مگر اینکه تنش شدید باعث کاهش عملکرد دانه به میزان زیاد شود و در نتیجه شاخص برداشت کاهش پیدا کند.

کود نیتروژن بر شاخص برداشت گیاه تأثیر گذاشت (جدول ۸) و بیشترین شاخص برداشت در تیمار ۱۰ تن کود آلی در هکتار به دست آمد و کمترین شاخص برداشت در تیمار عدم کاربرد نیتروژن به دست آمد (جدول ۸). شاخص های برداشت مطلوب در نظام کود آلی و مخلوط به دست آمد.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

در مورد برهمکنش تنش خشکی و مقادیر و ترکیبات مختلف کود نیتروژن بر شاخص برداشت، اختلاف معنی دار در سال اول مشاهده نشد اما در سال دوم اختلاف معنی دار مشاهده شد (جدول ۶)، بیشترین شاخص برداشت در تیمار ۱۸۴ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار و آبیاری معادل نیاز آبی گیاه به دست آمد (جدول ۹).

بهره وری مصرف آب

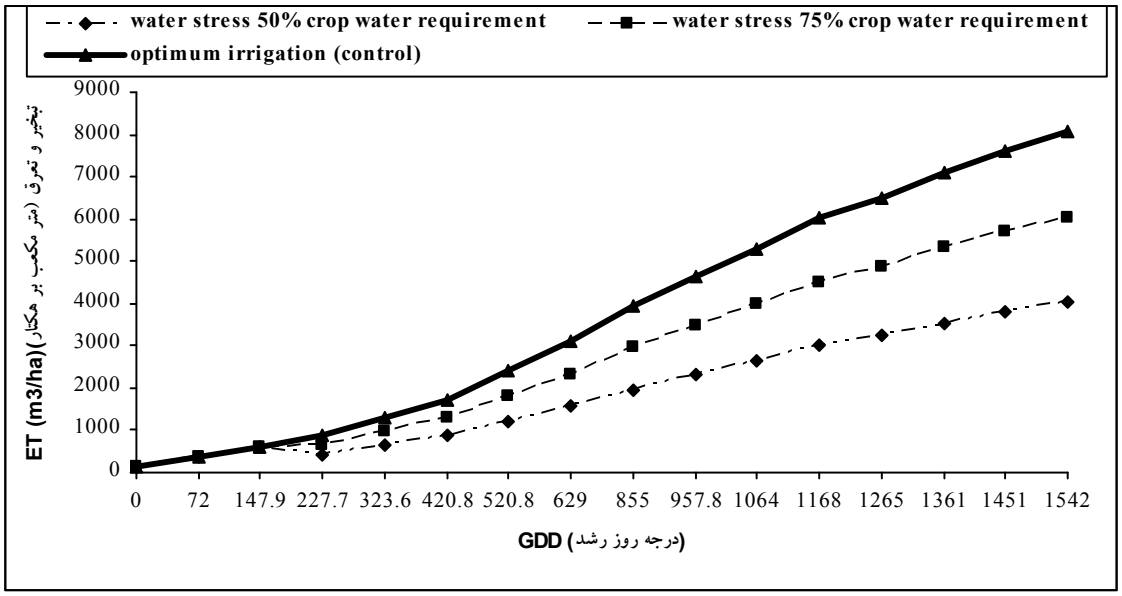
میزان تبخیر و تعرق در دو سال زراعی محاسبه شده و نتایج آن در شکل های ۴ و ۵ نشان داده شده است. همچنین مقدار آب در سطوح مختلف آبیاری در جدول ۱۰ ارائه شده است. بهره وری مصرف آب بر اساس نسبت عملکرد دانه تولید شده به میزان آب مصرف شده بدست آمد. تنش خشکی تأثیر معنی داری بر بهره وری مصرف آب داشت (جدول ۶). تیمار آبیاری معادل نیاز آبی گیاه دارای بیشترین بهره وری مصرف آب بود و اختلاف معنی داری با بقیه سطوح آبیاری داشت و با افزایش میزان تنش خشکی بهره وری مصرف آب نیز کاهش پیدا کرد (جدول ۷).

کود نیتروژن و آلی هم تأثیر معنی داری بر بهره وری مصرف آب داشت (جدول ۶). بیشترین بهره وری مصرف آب در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن کود آلی در هکتار به دست آمد (جدول ۸). یوهارت و آندراده (Uhart and Andrade, 1995b) نیز اظهار داشتند که با افزایش کود نیتروژن بهره وری مصرف آب بیشتر شد.

در مورد برهمکنش تنش خشکی و مقادیر و ترکیبات مختلف کود نیتروژن بر بهره وری مصرف آب، بیشترین بهره وری مصرف آب در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم کود نیتروژن + ۷/۵ تن کود دامی در هکتار و آبیاری معادل نیاز آبی گیاه به دست آمد (جدول ۹). بنابراین نتیجه گیری می شود مصرف نیتروژن به خصوص کود دامی به همراه کود شیمیایی نیتروژن باعث بالا رفتن بهره وری مصرف آب می گردد، زیرا این عامل مقدار عملکرد دانه را افزایش می دهد، بدون آن که بر مصرف آب تأثیر زیادی داشته باشد. همچنین نیتروژن باعث می شود سیستم ریشه ای عمیق تر و وسیع تری گیاه در طی رشد تولید نماید و چون بهره برداری از آب رابطه نزدیکی با رشد ریشه دارد، تغذیه گیاه در شرایطی که رطوبت خاک کمتر از حد مطلوب است اثر مثبتی بر کارآیی مصرف آب دارد و همچنین باعث افزایش عملکرد می شود. نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه به ترتیب در سال اول و دوم در برهمکنش تیمار کودی ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار + ۷/۵ تن کود آلی در هکتار و آبیاری معادل نیاز آبی گیاه به مقدار ۱۱۷۹۰ و ۱۲۳۶۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. تیمار ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار + ۷/۵ تن کود آلی در هکتار و آبیاری معادل نیاز آبی گیاه، ضمن صرفه جویی نیمی از کود شیمیایی نیتروژن، عملکرد دانه و کارآیی مصرف آب را به ترتیب ۶/۲ و ۶ درصد در سال اول و ۴/۱ و ۴/۲ درصد در سال دوم نسبت به تیمار ۲۷۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش داد. بنابراین با توجه به این نتایج، مصرف کود آلی و مخلوط (آلی و شیمیایی) می تواند به عنوان یک راهکار مدیریتی مؤثر جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن و افزایش عملکرد ذرت مد نظر قرار گیرد.

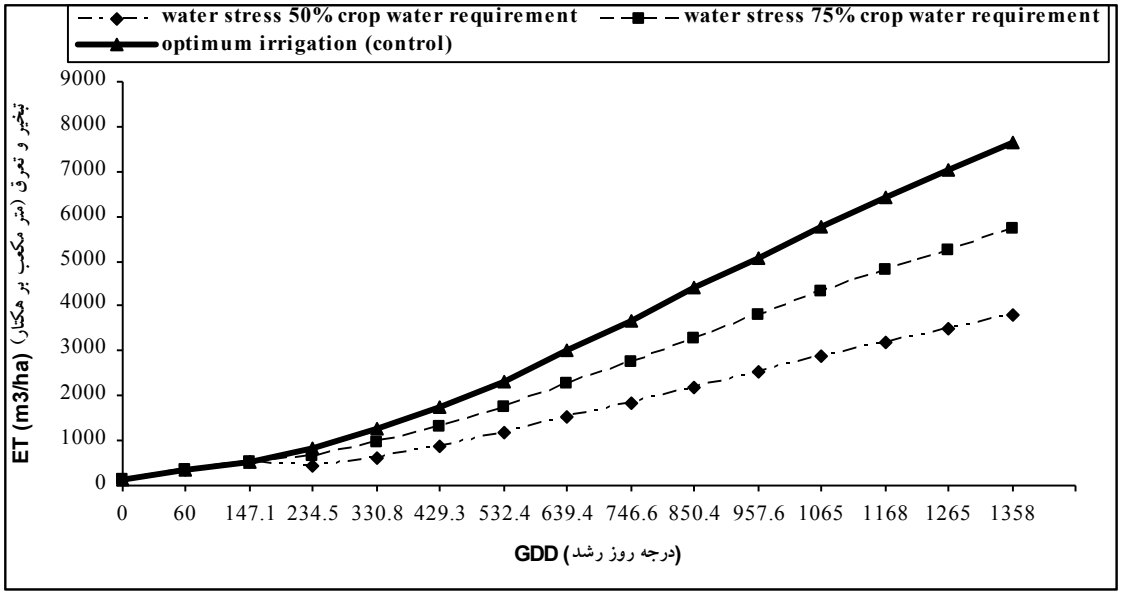
[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]



شکل ۴- میزان تبخیر و تعرق در مراحل رشد ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در سال زراعی ۱۳۸۴

Fig 4. Evapo-transpiration (ET) rate at different growth stages in maize *cv*. SC 704 in 2005 cropping season



شکل ۵- میزان تبخیر و تعرق در مراحل رشد ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در سال زراعی ۱۳۸۵

Fig 5. Evapo-transpiration (ET) rate at different growth stages in maize *cv*. SC 704 in 2006 cropping season.

جدول ۱۰- حجم آب در سطوح مختلف آبیاری

Table 10. Water volume at different irrigation levels

سال Year	سطوح آبیاری Irrigation levels	آب آبیاری (متر مکعب در هکتار) Irrigation water (m^3/ha)
2005	50	4029
	75	6044
	100	8059
2006	50	3815
	75	5723
	100	7631

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

References منابع مورد استفاده

Alizadeh, A. 2002. Designing of irrigation system. Ferdowsi University, Mashad, Iran. pp. 655.

Argenta, G., P. R. F. Da Silva and L. Sangoi. 2004. Leaf relative chlorophyll content as an indicator parameter predicts nitrogen fertilization in maize. Ciencia Rural. 34(5): 1379-1387.

Bauer, A. and A. L. Black. 1994. Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. Soil Sci. Soc. of Amer. 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 of Munich, Germany. pp 219.

Cheong, Y. H., K. N. Kim, G. K. Pandey, R. Gupta, J. J. Grant and S. Luan. 2003. CBL_1, a calcium sensor that differentially regulates salt, drought, and cold responses in Arabidopsis. The Plant Cell. 15: 1833-1845.

Claassen, M. M. and R. H. Show. 1970. Water deficit effects on corn. I. Vegetative components. Agron. J. 62: 649-652.

Duffus, K. and K. Slaughter. 1997. Seeds and Their Uses. John Wiley and Sons. New York. P 234.

Ebertseder, T., R. Guster, U. Hege, R. Brandhuber and U. Schmidhalter. 2003. Strategies for site-specific nitrogen fertilization with respect to long-term environmental demands. In: Proceeding of the 4th European Conference on Precision Agriculture. J. V. Stafford (Ed.). Wageningen Academic Publishers. The Netherlands.

Eck, H.V. 1984. Irrigated corn yield response to nitrogen and water. Agron. J. 76: 421-428.

Eghbal, B., B. Wienhold and J. Gilley. 2001. Comprehensive manure management for improved nutrient utilization and environment quality. Soil and Water Conservation Res. 1: 128-135

Eghbal, B., J. F. Binford, D. D. Baltenspreger and F. D. Anderson. 1995. Maize temporal yield variability under long term manure and fertilizer application: Fractal analysis. Soil Sci. 59: 1360-1364.

Emam, Y. and G. H. Ranjbar. 2000. Effect of plant density and water stress during vegetative phase on grain yield, yield components and water use efficiency of maize. Iranian Journal of Crop Sciences. 2(3): 51-62.

Gerendas, J. and I. Pieper. 2001. Suitability of the SPAD meter and the petiole nitrate test for nitrogen management in nursery potatoes. P. 716-717. In: Plant nutrition-food security and sustainability of agro-ecosystems. W. J. Horst (Ed.). Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.

Girardin, P., M. Tollenaar, A. Deltour and J. Muldon. 1987. Temporary N starvation in maize (*Zea mays* L.): Effects on development, dry matter accumulation and grain yield. Agronomies (Paris). 7: 289-296.

Hay, R. K. M. and A. J. Walker. 1989. An introduction to the physiology of crop yield. Published in the United States with John Willey & Sons. New York. PP. 292.

Hopkins, W. G. 2004. Introduction to plant physiology (3rd ed.). John Wiely & Sons. New York. PP. 557.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

Jacobs, B. C. and C. J. Pearson. 1991. Potential yield of maize determined by rates of growth and development of ears. Field Crops Res. 27: 281–298.

Lauer, D. A. 1975. Limitation of animal waste replacement of inorganic fertilizer. In: Energy Agriculture and waste Management proc. Agriculture Waste Management. W. J. Jewell (Ed.). Conference Annual Arbor, Sci., Ann., Arbor., MI. Pp. 409-432.

Ludlow, M. M. and R. C. Muchow. 1990. A critical evaluations of traits for improving crop yield in water-limited environment. Adv. Agron. 43: 107–153.

Ma, B. L., L. M. Dwyer and E. G. Gregorich. 1999. Soil nitrogen amendment effects on seasonal nitrogen mineralization and nitrogen cycling in maize production. Agron. J. 91: 1003-1009.

Madakadze, I. C., K. A. Stewart, R. M. Madakadze, P. R. Peterson, B. E. Coulman and D. L. Smith. 1999. Field evaluation of the chlorophyll meter to predict yield and nitrogen concentration of switch grass. J. Plant Nutrition. 22(6): 1001-1010.

Majidian, M. 2000. Effects of different levels of nitrogen fertilizer and moisture stress during different growth stages on physiological characteristics, yield, and yield components of corn (*Zea mays* L.) at Koushkak, Fars province. M.Sc. Thesis. Shiraz University, Iran. pp. 143.

Major, D. J., R. Baumeister, A. Toure and S. Zhao. 2003. Digital imaging and spectral techniques (Application to precision agriculture and crop physiology). ASA-CSSA-SSSA. Special Publication, Madison. USA.

Meier, U. 2001. Growth stages of mono-and dicotyledonous plants. Berlin; Wien: Blackwell Wiss-Verlag. pp. 158.

Novoa, R. and R. S. Loomis. 1981. Nitrogen and plant production. Plant & Soil. 58: 177-204.

Osborne, S. L., J. S. Schepers, D. D. Francis and M. R. Schlemmer. 2002. Use of spectral radiance to in-season biomass and grain yield in nitrogen and water stressed corn. Crop Sci. 42: 165-171.

Parmar, D. K. and T. R. Sharma. 1998. Integrated nutrient supply system for DPPG8, vegetable pea *(Pisum sativum* Var aravense*)* in dry temperate zone of Himachal Pradesh. Indian J. Agric. Sci. 68: 247-253.

Pasquale, S. 1994. Research – issues in water use efficiency. Mediterranean Agronomic Institute. P 19.

Piekielek, W. P. and R. H. Fox. 1992. Use of chlorophyll meter to predict side dress nitrogen requirements for maize. Agron. J. 84: 59-65.

Roe, N. E., J. Stoffella and D. Greatz. 1997. Compost from various municipal solid wastes feed stocks affect vegetable crops. II. Growth, yield and fruit quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122:433-437.

Scharf, P. C., S. M. Brouder and R. G. Hoeft. 2006. Chlorophyll meter reading can predict nitrogen need and yield response of corn in the north-central USA. Agron, J. 98: 655-665.

Schlemmer, M. R., D. D. Francis, J. F. Shanahan and J. S. Schepers. 2005. Remotely measuring chlorophyll content in corn leaves with differing nitrogen levels and relative water content. Agron. J. 97: 106-112.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

Schussler, J. R. and M. E. Westgate. 1991. Maize kernel set at low water potential: II. Sensitivity to reduce assimilates at pollination. Crop Sci. 31: 1196-1203.

Sepehri, A., S. A. Modareres Sanavi, B. Gharehyazi, and Y. Yamini. 2002. Effect of water deficit and different nitrogen rates on growth and development stages, yield and yield component of maize. Iranian Journal of Crop Sciences. 4(3): 184-201.

Sinclair, T. R., J. M. Bennett and R. C. Muchow. 1990. Relative sensitivity of grain yield and biomass accumulation to drought in field grown maize. Crop Sci. 30: 690-693.

Smallwood, M. F., C. M. Calvert and D. J. Bowles. 1999. Plant responses to environmental stress. BIOS Scientific publisher. Oxford. pp. 268.

Smith, C. W., J. Betran and E. C. A. Runge. 2004. Corn (origin, history, technology and production). John Wiley & Sons. New York. pp. 729.

Turner, F. T. and M. F. Jund. 1991. Chlorophyll meter to predict nitrogen top dress requirement for semi dwarf rice. Aust. J. Expt. Agric. 34: 1001-1005.

Uhart, S. A. and F. H. Andrade. 1995a. Nitrogen deficiency in maize. I. Effects on crop growth, development to dry matter-partitioning, and kernel set. Crop Sci. 35: 1376-1383.

Uhart, S. A. and F. H. Andrade. 1995b. Nitrogen deficiency in maize. II. Effects on crop carbon - nitrogen interaction effects on kernel number and grain yield. Crop Sci. 35: 1384-1389.

Westgate, M. E. and J. S. Boyer. 1985. Carbohydrate reserves and reproductive development at low leaf water potentials in maize. Crop Sci. 25: 762–769.

Zebarth, B. J., M. Younie, J. W. Paul and S. Bittman. 2002. Evaluation of leaf chlorophyll index for making fertilizer nitrogen recommendations for silage corn in a high fertility environment. Commun Soil Sci. Plant Analysis. 33: 665-684.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]

Effect of drought stress, nitrogen fertilizer and manure on chlorophyll meter reading, grain yield and yield components in grain maize *cv.* SC 704

Majidian, M[1]., A. Ghalavand[2], A. A. Kamgar Haghighi [3] and N. Karimian[4]

ABSTRACT

Majidian, M., A. Ghalavand, A. A. Kamgar Haghighi and N. Karimian, 2008. Effect of drought stress, nitrogen fertilizer and manure on chlorophyll meter reading, grain yield and yield components in grain maize *cv*. SC 704**. Iranian Journal of Crop Sciences. 10(3): 303-330 (in Persian).**

In order to investigate effects of water stress, nitrogen fertilizer and manure and mixed nitrogen fertilizer and manure on chlorophyll meter reading, grain yield and yield components of grain maize *cv*. SC 704, a field study was conducted in 2005 and 2006 cropping seasons. A randomized complete block design with factorial arrangement with three replications was used. Treatment consisted of four levels of nitrogen fertilizer (0, 92, 184 and 276 kg N ha^{-1}), mixed nitrogen fertilizer and manure (46 kg N ha^{-1} + 2.5 tons ha^{-1} farm yard manure (FYM), 92 kg N ha^{-1} + 5 tons ha^{-1} FYM and 138 kg N ha^{-1} +7.5 tons ha^{-1} FYM) and Farm Yard Manure (5, 10 and 15 tons ha^{-1} FYM) three levels of irrigation (optimum irrigation (control), water stress 75% crop water requirement and water stress 50% crop water requirement). Results showed that decreasing in nitrogen with water stress reduced plant growth. Maximum growth was observed when nitrogen and adequate water for maize crop was applied. Chlorophyll meter readings were significantly higher when water stress and nitrogen increased, and had a linear relationship with kernel nitrogen percentage and was affected by water supply. The results also showed the maximum grain yield was obtained in 138 kg N ha^{-1} + 7.5 tons ha^{-1} FYM with an average of 7555 and 7912 kg ha^{-1} in the first and second years, respectively. Maximum grain yield was observed when optimum irrigation was applied with an average grain yield of 8756 and 9462 kg ha^{-1} in the first and second years, respectively. When water stress was applied at 50 and 75% of optimum irrigation, grain yield was decreased by 63 and 41% in first year and by 66 and 41% in second year. The maximum grain yield was obtained in 138 kg N ha^{-1} + 7.5 tons ha^{-1} FYM and optimum irrigation with an average grain yield of 11790 and 12360 kg ha^{-1} in the first and second years, respectively. Results indicated that adequate nitrogen fertilizer slightly increased grain yield under water stress. Integrated nitrogen and FYM application increased grain yield under water stress but optimum irrigation increased grain yield. Under severe water stress condition nitrogen applied as integrated nitrogen fertilizer and manure increased grain yield. Integrated nitrogen fertilizers and manure, reduced the needs for chemical fertilizers and produced higher grain yield. It is concluded that application of 138 kg N ha^{-1} + 7.5 tons FYM ha^{-1} at optimum irrigation decreased the needs for chemical N fertilizer by 50%. It also increased the grain yield and water productivity by 6.2 and 6%, respectively in the first year and by 4.1 and 4.2% in the second years, as compared to the 276 kg N ha^{-1}.

Key words: Chlorophyll meter reading, Grain yield, Maize, Manure, Nitrogen fertilizer, Drought stress, Yield components.

Received; February, 2008

1- Ph. D. Student, Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Moddares University, Tehran, Iran (Corresponding author)
2- Associate Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Moddares University, Tehran, Iran
3- Associate Prof., Dept. of Irrigation, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
4- Prof. Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.7.4]