تأثیر سطوح نیتروژن و قطع آبیاری در مراحل شیری و خمیری شدن دانه بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی استفاده از آب در ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.)

حسین غدیری و مجید مجیدیان[۱]

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کود نیتروژن و تنش خشکی در مراحل شیری و خمیری شدن دانه بر عملکرد و اجزای عملکرد و کارایی استفاده از آب ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰٤ (دیررس- تک بلال و دندان اسبی)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در چارچوب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با چهار تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل چهار سطح کود نیتروژن صفر، ۹۲، ۱۸٤ و ۲۷٦ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و سه سطح آبیاری (تیمار اول: قطع آبیاری در آغاز مرحله شیری شدن دانه، تیمار دوم: قطع آبیاری در آغاز مرحله خمیری شدن دانه و تیمار سوم: آبیاری برابر نیاز آبی گیاه تا پایان فصل رشد) بود.

نتایج نشان داد که تنش خشکی در مرحله شیری و خمیری شدن دانه باعث کاهش معنی‌دار عملکرد نهایی دانه و وزن هزار دانه گردید. هم‌چنین، تأثیر کود نیتروژن بر عملکرد دانه، شمار دانه در بلال، وزن دانه در بلال و وزن هزار دانه معنی‌دار بود. حداکثر این صفات در تیمار ۲۷٦ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به دست آمد، اگرچه بین تیمارهای ۹۲، ۱۸٤ و ۲۷٦ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. حداکثر کارایی استفاده از آب در بین تیمارهای آبیاری، در قطع آبیاری در مرحله شیری شدن دانه بود، و هرچه تنش خشکی کم شد کارایی استفاده از آب کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: *ذرت، نیتروژن، تنش خشکی، عملکرد، کارایی استفاده از آب*

---

۱. به ترتیب دانشیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.8.4]

مقدمه

دنمید و شاو (۷) گزارش کردند تنش خشکی از طریق ایجاد تغییرات آناتومیک، مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بر جنبه‌های مختلف رشد ذرت تأثیر می‌گذارد. شدت خسارت خشکی بر عملکرد بسته به طول مدت تنش و مرحله رشد گیاه متفاوت است، به طوری که تنش خشکی پیش از کاکل‌دهی عملکرد دانه را تا ۲۵ درصد، در هنگام کاکل‌دهی تا ۵۰ درصد و پس از کاکل‌دهی تا ۲۱ درصد کاهش می‌دهد (۱).

هریرو و جانسون (۱۶) دریافتند که بیشترین حساسیت خشکی در چرخه زندگی گیاه ذرت در مرحله نمو گلچه‌ها و باروری گلچه‌ها است، و تنش خشکی حتی در زمانی کوتاه باعث کاهش عملکرد می‌شود. هم‌چنین، تنش خشکی در طول گل‌دهی باعث غیر هم‌زمان شدن پیدایش اندام‌های نر و ماده ذرت می‌شود و فاصله آغاز گل‌دهی گل‌تاجی تا فاصله کاکل‌دهی افزایش پیدا می‌کند، و در نتیجه باعث کاهش عملکرد ذرت می‌شود. تنش خشکی، که هم‌زمان با تقسیم میوز در گل‌تاجی رخ می‌دهد، باعث سترون شدن گرده و کاهش شدید عملکرد می‌شود.

اویاتار و همکاران (۲۴) گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه در ذرت می‌شود و این کاهش عملکرد دانه بیشتر به سبب کاهش شمار دانه نسبت به وزن دانه‌هاست. هم‌چنین، گزارش شده که تنش خشکی در طول مدت پر شدن دانه اغلب باعث کاهش شمار دانه و وزن دانه‌ها می‌شود، چون تنش آب ۱۰ روزه در مرحله تأخیر (۲ تا ۱۲ روز پس از رسیدن گرده به کاکل) باعث کاهش معنی‌دار، ولی موقت انباشته شدن ماده خشک در دانه شد، اما وزن نهایی دانه تحت تأثیر قرار نگرفت. در تیمار تنش خشکی، از دو روز پس از رسیدن گرده به کاکل تا رسیدن، آهنگ پر شدن دانه احتمالاً از طریق افزایش در دسترس بودن ذخایر ساقه تا ۲۴ روز ثابت ماند، ولی پس از آن پر شدن دانه متوقف شد. بنابراین، به دلیل کاهش طول دوره پر شدن دانه، وزن نهایی دانه ۵۰ درصد کاهش یافت (۲۴ و ۲۵).

اک (۹) بیان می‌کند که تنش خشکی دو تا سه هفته پس از گرده افشانی تنها وزن خشک دانه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و تأثیری بر شمار دانه در هر بوته ندارد.

گرانت و همکاران (۱۲) معتقدند بیشترین اثر تنش خشکی بر وزن دانه در خلال پر شدن دانه‌هاست و اصولاً تنش‌هایی که پس از کاکل‌دهی به وقوع می‌پیوندد باعث کوچک شدن دانه‌ها می‌شود، و بر شمار دانه‌ها اثری نمی‌گذارد. هم‌چنین، وزن دانه بر اثر تنش خشکی در طی پر شدن دانه کاهش یافت، و کمترین وزن یعنی ۵۱ درصد شاهد، مربوط به تنشی بود که ۱۲ تا ۱۶ روز پس از پیدایش کاکل رخ داد.

بر پایهٔ پژوهشی که میرهادی و کوباياشی (۲۱) انجام دادند، کمبود رطوبت خاک در مرحله خوشه‌دهی از طویل شدن گل‌آذین در گیاه ذرت خوشه‌ای جلوگیری می‌کند. هم‌چنین، کمبود رطوبت خاک در آغاز مرحله پر شدن دانه‌ها، وزن خوشه، شمار دانه در خوشه، وزن خشک خوشه و وزن هزار دانه را کاهش می‌دهد.

وستگیت و بویر (۳۲) گزارش کردند تلفات عملکرد در تیمار تنش خشکی، که در اواسط پر شدن دانه رخ می‌دهد، مربوط به کاهش اندازه دانه است. هم‌چنین، در تیمار تنش خشکی، که در اوایل پر شدن دانه ایجاد شد، بخشی از کاهش عملکرد مربوط به کاهش اندازه دانه بود.

تی‌یر و پیت (۱) معتقدند حداکثر مصرف آب به وسیله ذرت حدود زمان کاکل‌دهی یا بلافاصله پس از آن است. پژوهش‌ها گویای آن است که کمبود آب در هنگام پیدایش گل‌تاجی و کاکل‌دهی باعث بیشترین کاهش در عملکرد می‌شود.

نیتروژن عنصری کلیدی در تغذیه گیاهان به حساب می‌آید (۲۶) و گیاهان به آن پاسخ‌های متفاوت می‌دهند. نیاز ذرت به نیتروژن با توجه به شرایط آب و هوایی، نوع خاک و تناوب زراعی متفاوت است (۵ و ۱۳).

هی و واکر (۱۵) بیان می‌کنند که از برخی تجزیه و تحلیل‌ها مشخص می‌شود که وزن هر دانه ممکن است با

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.8.4]

عواملی مانند کود نیتروژن، تراکم جمعیت دانه تولید شده و میزان تنش محیطی (خشکی، بیماری، خوابیدگی و ...)، که تعیین کننده طول دوره پر شدن دانه پس از گل‌دهی هستند، افزایش یابد، کم شود یا بی‌تأثیر باقی بماند. به نظر می‌رسد زمان مصرف نیتروژن به طور نسبی تأثیر اندکی بر وزن دانه داشته، ولی تأثیری بسیار چشم‌گیر بر محتوای نیتروژن دانه دارد.

براندا و بیلو (٤) دریافتند که کمبود نیتروژن باعث کاهش معنی‌داری در شمار دانه در بلال، و در نتیجه باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود. بیشترین میزان جذب نیتروژن در ذرت در مراحل پیدایش اندام‌های نر و ماده صورت می‌گیرد.

اویکه و همکاران (٢٢) پنج واریته ذرت را تحت چهار تیمار کود نیتروژن قرار دادند و مشاهده کردند که با افزایش تیمار کودی عملکرد دانه و وزن دانه برای همه واریته‌ها افزایش پیدا کرد.

چیزویکس و بیلو (٦) گزارش کردند که ژنوتیپ‌های ذرت نسبت به سطوح مختلف کود نیتروژن تفاوت وزن دانه نشان می‌دهند، که ممکن است به علت بهره‌برداری نیتروژن برای ذخیره نشاسته یا برای رشد باشد.

هانوی (١٤) گزارش کرد که اثر اصلی نیتروژن در افزایش عملکرد از طریق افزایش شمار دانه است. هم‌چنین، در بسیاری از داده‌های آزمایش در پژوهش فوق، وزن دانه در اثر کود نیتروژن افزایش پیدا کرده بود.

یوهارت و آندرید (٣٠ و ٣١) اظهار داشتند کمبود نیتروژن عملکرد دانه را کم می‌کند، زیرا کمبود نیتروژن هم شمار دانه و هم وزن دانه را کاهش می‌دهد. در اثر کمبود نیتروژن، وزن دانه ٩ تا ٢٥ درصد، و عملکرد دانه بین ١٤ تا ٨٠ درصد نسبت به گیاهان شاهد کاهش پیدا کرد.

گیراردین و همکاران (١١) گزارش کردند که کمبود نیتروژن در طول مرحله جوانه‌زنی تا گسترش برگ‌های شش و هفت، شمار دانه در بلال را کاهش می‌دهد. هم‌چنین، نشان داده شده است که کربوهیدرات و نیتروژن ذخیره شده در طول دوره گل‌دهی تعیین کننده میزان دانه نشینی در بلال است، و کمبود نیتروژن شمار دانه را از طریق کاهش مواد پرورده کاهش می‌دهد. این گزارش هم‌چنین گویای آن است که کمبود نیتروژن عملکرد دانه را از طریق کاهش شمار و وزن دانه کم می‌کند.

یوهارت و آندرید (٣١) گزارش دادند که در تیمارهای کمبود نیتروژن، عملکرد دانه و شمار دانه به طور معنی‌دار کاهش پیدا کرد. علت از بین رفتن دانه‌ها ممکن است ناباروری یا افزایش سقط و یا تکامل نیافتن آنها باشد. خات و عمرانی (١٩) اعلام کردند که عملکرد ذرت دانه‌ای با کاربرد نیتروژن به میزان ٨٠، ١٢٠، ١٦٠ و ٢٠٠ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب ٢/٥٧، ٣/١١، ٤/٨١ و ٤/٤٥ تن در هکتار بوده است. آنها هم‌چنین دریافتند که درصد شاخص قدرت جوانه‌زنی و وزن خشک دانه‌ها تحت تأثیر تیمار نیتروژن قرار نگرفت.

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر کود نیتروژن و قطع آبیاری در مراحل شیری و خمیری شدن دانه بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش مزرعه‌ای در بهار و تابستان ١٣٧٨ در مرکز تحقیقات دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، واقع در کوشکک (طول جغرافیایی ٥٢ درجه و ٣٤ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ٣٠ درجه و ٧ دقیقه شمالی، و ارتفاع ١٦٥٠ متر از سطح دریا)، با استفاده از ذرت دانه‌ای سینگل کراس ٧٠٤ انجام شد. طرح آزمایشی به صورت فاکتوریل در چارچوب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با چهار تکرار اجرا شد. خاک مزرعه از نوع رامجرد (Fine, mixed, Calcixerollic Xerochrepts)، و میزان نیتروژن کل خاک ٠/١٨٥ درصد بود.

فاکتورهای مورد بررسی عبارت بود از مقادیر مختلف کود نیتروژن در چهار سطح صفر، ٩٢، ١٨٤ و ٢٧٦ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره، و سه سطح آبیاری (تیمار اول: قطع آبیاری در آغاز مرحله شیری شدن دانه، تیمار دوم:

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.8.4]

قطع آبیاری در آغاز مرحله خمیری شدن دانه و تیمار سوم: آبیاری برابر نیاز آبی گیاه تا پایان فصل رشد).

آبیاری گیاه بر اساس داده‌های تشتک تبخیر کلاس A، هر هفت روز یک بار صورت گرفت. بدین منظور، تبخیر روزانه از تشتک تبخیر اندازه‌گیری، و بر اساس ضریب تشتک و ضریب گیاهی، که با استفاده از روش FAO محاسبه شده بود (۲)، تبخیر- تعرق گیاه مرجع و تبخیر- تعرق ذرت در شرایط مزرعه تعیین شد. سپس با در نظر گرفتن کارایی ۸۰ درصد برای آبیاری در مزرعه، میزان آب آبیاری برای دور هفت روز تعیین و اجرا گردید. آب مورد نیاز هر کرت به وسیلهٔ سیفون، و با توجه به ارتفاع سطح آب در جوی اصلی و در هر کرت تأمین شد.

تیمار کود نیتروژن در دو مرحله (یک سوم پیش از کاشت و دو سوم در مرحله شش برگی) در واحدهای آزمایشی اعمال شد. فسفر به میزان ۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار به صورت پیش‌کاشت استفاده گردید. زمین محل آزمایش در سال قبل زیر کشت گندم بود. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم در پاییز و دو دیسک عمود بر هم در اردیبهشت، ایجاد جوی و پشته، ایجاد نهرها و کرت‌بندی بود. کرت‌ها پنج ردیف ۸ متری داشتند. کاشت با فاصله ۲۰ سانتی‌متر در هر ردیف و با فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر صورت گرفت، و هر کرت توسط دو ردیف نکاشت از کرت بعدی جدا می‌شد.

کاشت در هشتم خرداد ۱۳۷۸ با قرار دادن سه بذر در هر کپه با عمق کاشت ۵-٦ سانتی‌متر با دست انجام پذیرفت. میزان بذر مصرفی ٤۹ کیلوگرم در هکتار بود. بوته‌ها پس از سبز شدن، در مرحله ۲-٤ برگی به یک بوته در هر کپه تنک شدند. مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز بر اساس نسبت ترکیبی آترازین (با ماده مؤثر ۸۰ درصد به میزان یک کیلوگرم در هکتار) و لاسو یا آلاکلر (با ماده مؤثر ٤۸ درصد به میزان ۲/۵ کیلوگرم در هکتار) به صورت پیش از کاشت، و در زمان شش برگی با استفاده از ترکیب آترازین (یک کیلوگرم در هکتار) و 2,4-D (۲/۵ لیتر در هکتار) صورت گرفت. در مراحل بعدی، وجین دستی در طول رشد گیاه به طور مرتب انجام شد.

برداشت نهایی در تاریخ هفتم مهرماه به هنگام رسیدن فیزیولوژیک دانه‌ها، که با تشکیل لایه سیاه در قاعده هر دانه مشخص می‌شد، صورت گرفت. در برداشت نهایی، ۲۰ بوته از وسط هر کرت از سطح خاک بریده شد. شمار دانه در هر ردیف بلال، وزن کل دانه، وزن هزار دانه، طول بلال، قطر بلال، شمار دانه در بلال، شمار ردیف در هر بلال، وزن نهایی بلال، وزن چوب بلال، عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک تعیین شد. برای تعیین وزن هزار دانه، پنج نمونه صد تایی به صورت تصادفی از دانه‌های جدا شده از بلال انتخاب و وزن آنها اندازه گرفته شد. قطر بلال نیز در بیشترین قسمت آن با کولیس اندازه‌گیری شد. عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و اجزای عملکرد دانه بر مبنای صفر درصد رطوبت محاسبه گردید.

کلیه تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام پذیرفت. برای رسم نمودارها و جداول از برنامه‌های گرافیکی WINWORD، HARVARD GRAPHIC و EXCEL استفاده گردید.

نتایج و بحث

وزن خشک بلال و اجزای تشکیل دهندهٔ آن

کود نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار وزن نهایی بلال، وزن چوب بلال، طول بلال، قطر بلال و شمار دانه در هر ردیف بلال گردید (جدول ۱). همان گونه که در جدول ۱ دیده می‌شود میان سطوح کودی از ۹۲ به ۱۸٤ و ۲۷٦ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص، اختلاف معنی‌دار بین وزن نهایی بلال وجود ندارد، اگرچه یک روند افزایشی با افزایش کود نیتروژن مشاهده می‌شود. در سطح صفر کود نیتروژن با بقیه سطوح کود نیتروژن اختلاف معنی‌داری در وزن نهایی بلال وجود دارد. این یافته تأییدی بر یافته‌های پژوهندگانی است که نشان داده‌اند کمبود نیتروژن و یا افزایش نیتروژن بر وزن نهایی بلال، وزن چوب بلال و شمار دانه در هر ردیف بلال اثر می‌گذارد (٤، ۸، ۳۰ و

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.8.4]

جدول ۱. اثر کود نیتروژن بر وزن نهایی بلال، وزن چوب بلال، طول بلال، قطر بلال، شمار دانه در هر ردیف بلال و شمار ردیف در هر بلال ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰٤

تیمار کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	وزن نهایی بلال (گرم در بلال)	وزن چوب بلال (گرم در بلال)	طول بلال (سانتی‌متر)	قطر بلال (سانتی‌متر)	شمار دانه در هر ردیف بلال	شمار ردیف در هر بلال
صفر	۱۲٦/۲ b	۱۹/۲۳ b	۱۹/۳۲ b	٤/۵۰ b	۳۹ c	۱۲ a
۹۲	۱۵٦/۹ a	۲۱/۹٤ ab	۲۰/۸۱ ab	٤/٦٦ ab	٤۲ bc	۱۳ a
۱۸٤	۱٦۸/۱ a	۲٦/۰۳ a	۲۱/٤۳ a	٤/۷۰ a	٤٤ ab	۱۳ a
۲۷٦	۱۸۱/۳ a	۲۷/۳۵ a	۲۲/۲۲ a	٤/۷٦ a	٤۸ a	۱۳ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی‌دار ندارند (دانکن ۵٪).

۳۱). هم‌چنین، در وزن چوب بلال، طول بلال، قطر بلال و شمار دانه در هر ردیف بلال، با افزایش کود نیتروژن روند افزایشی وجود دارد (جدول ۱).

تنش خشکی باعث اختلاف معنی‌داری در وزن نهایی بلال، وزن چوب بلال، طول بلال، قطر بلال، شمار دانه در هر ردیف بلال و تعداد ردیف در هر بلال نشد (جدول ۲). گرچه وزن نهایی بلال، وزن چوب بلال و طول بلال با افزایش تنش خشکی روند کاهشی داشت، ولی این کاهش معنی‌دار نبود (جدول ۲). می‌توان علت را این دانست که چون تنش خشکی در طول مدت پر شدن دانه بر گیاه اعمال شده و وزن خشک بلال و اجزای آن پیش از تنش خشکی تعیین می‌شود، بنابراین تنش خشکی بر آنها زیاد اثر نگذاشته است، و یا به دلیل این است که تنش خشکی اغلب در مزرعه آهسته‌تر از آزمایش‌های گلخانه‌ای صورت می‌گیرد. بنابراین، ممکن است در شرایط پژوهش حاضر، سازگاری گیاه با شرایط در حال تغییر، مانع از بروز تأثیر معنی‌دار تیمار خشکی بر وزن خشک بلال شده باشد.

از سوی دیگر، معنی‌دار نبودن تأثیر تنش خشکی بر شمار ردیف در هر بلال (جدول ۲) نشان دهندهٔ ثبات نسبی این جزء از عملکرد دانه است. از آن جا که شمار نهایی ردیف در هر بلال پیش از بقیه اجزای عملکرد روی ناحیه نموی (Shoot apex) بلال تعیین می‌شود (۱٤)، احتمالاً در مرحله تعیین تعداد ردیف دانه در بلال رقابت چندانی بین مقصدهای فیزیولوژیک برای مواد پرورده وجود نداشته است، و تنش خشکی زیاد باعث کاهش وزن دانه‌های بلال شده است.

اثر متقابل‌کود نیتروژن و قطع آبیاری بر وزن نهایی بلال، وزن چوب بلال و شمار ردیف در هر بلال معنی‌دار بود، ولی بر طول بلال، قطر بلال و شمار دانه در هر ردیف بلال معنی‌دار نبود (جدول ۳).

عملکرد و اجزای عملکرد

تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد نهایی دانه و وزن هزار دانه گردید (جدول ٤). هرچند کمبود رطوبت اجزای عملکرد دانه را به طور معنی‌دار تحت تأثیر قرار نداد (جدول ٤)، اثر کاهشی این پارامترها در شرایط تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه شد. از آن جا که شمار نهایی دانه در حدود دو یا سه هفته پس از گرده‌افشانی تعیین می‌شود (۱۰، ۱۸، ۲۰ و ۲۱) و تنش‌هایی که پس از کاکل‌دهی به وقوع می‌پیوندد باعث کوچک شدن دانه‌ها می‌شود و بر شمار دانه‌ها اثر نمی‌گذارد (۱۲)، در آزمایش حاضر چون تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه (پس از گرده‌افشانی) بوده است تأثیر معنی‌داری بر این جزء مهم از عملکرد دانه (شمار دانه) نداشته، ولی باعث کاهش وزن هزار دانه شده است. اویاتار و همکاران (۲۵) و گرانت و همکاران (۱۲) نیز نتایج مشابهی به دست آوردند.

تأثیر کود نیتروژن بر عملکرد دانه، شمار دانه در بلال، وزن دانه در بلال و وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول۵). با افزودن ۹۲ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص، عملکرد دانه، شمار دانه

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.8.4]

جدول ۲. اثر قطع آبیاری بر وزن نهایی بلال، طول بلال، قطر بلال، شمار دانه در هر ردیف بلال و شمار ردیف در هر بلال ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰٤

تیمار قطع آبیاری	وزن نهایی بلال (گرم در بلال)	وزن چوب بلال (گرم در بلال)	طول بلال (سانتی‌متر)	قطر بلال (سانتی‌متر)	شمار دانه در هر ردیف بلال	شمار ردیف در هر بلال
مرحله شیری شدن دانه	۱٤۹/۵ a	۲۲/۱٤ a	۲۲/۰٤ a	٤/۷۷ a	٤۳ a	۱۳ a
مرحله خمیری شدن دانه	۱۵۸/۸ a	۲۵/۵۷ a	۲۲/٦۱ a	٤/۸٦ a	٤٤ a	۱۲ a
مطلوب	۱٦٦/۰ a	۲۳/۲۰ a	۲۳/۷۷ a	٤/۷٤ a	٤٤ a	۱۳ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی‌دار ندارند (دانکن ۵٪).

جدول ۳. برهمکنش کود نیتروژن و قطع آبیاری بر وزن نهایی بلال، وزن چوب بلال، طول بلال، قطر بلال، شمار دانه در هر ردیف بلال و شمار ردیف در هر بلال ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰٤

تیمار قطع آبیاری	کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	وزن نهایی بلال (گرم در بلال)	وزن چوب بلال (گرم در بلال)	طول بلال (سانتی‌متر)	قطر بلال (سانتی‌متر)	شمار دانه در هر ردیف بلال	شمار ردیف در هر بلال
مرحله شیری	۰	۱۱٤/۵ c	۱۷/۱۸ d	۲۰/۲۵ a	٤/٦٤ a	۳۷ a	۱۱ cd
شدن دانه	۹۲	۱۳۲/۹۳ a	۲٦/۱۳ abc	۲۲/۸۹ a	٤/۹۱ a	٤٤ a	۱۱ cd
	۱۸٤	۱۳۱/۱ bc	۲۰/۳٤ cd	۲۱/۷٦ a	٤/۸۱ a	٤۲ a	۱۵ a
	۲۷٦	۱۵۹/۵ abc	۲٤/۸۹ bcd	۲۳/۲۵ a	٤/۷۲ a	٤۹ a	۱٤ ab
مرحله خمیری	۰	۱۱٦/۸ c	۱۸/۸۹ cd	۲۰/٦۹ a	٤/٦۵ a	۳۹ a	۱۱ cd
شدن دانه	۹۲	۱۲۸/۹ bc	۱۹/۵۸ cd	۲۲/۱۸ a	٤/۷۷ a	٤۲ a	۱۵ a
	۱۸٤	۱۹۳/۳ a	۳۳/۰٤ a	۲۳/٦۷ a	٤/۸۸ a	٤٦ a	۱۰ d
	۲۷٦	۱۹٦/۱ a	۳۰/۷٦ ab	۲۳/۸۸ a	۵/۱۳ a	۵۰ a	۱۱ cd
مطلوب	۰	۱٤۷/٤ abc	۲۱/٦۲ cd	۲۱/۹ a	٤/۲۱ a	٤۰ a	۱۲ bcd
	۹۲	۱٤۸/٦ abc	۲۰/۱۱ cd	۲۲/۸۱ a	٤/۲۹ a	٤۰ a	۱۲ bcd
	۱۸٤	۱۷۹/۷ ab	۲٤/٦۹ bcd	۲۳/۲۵ a	٤/٤۲ a	٤۵ a	۱۳ abc
	۲۷٦	۱۸۸/۲ a	۲٦/۳۹ abc	۲۳/۹۱ a	٤/٤۲ a	٤٦ a	۱۳ abc

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی‌دار ندارند (دانکن ۵٪).

جدول ٤. اثر قطع آبیاری بر عملکرد دانه، شمار دانه در بلال، وزن دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، کارایی استفاده از آب و شاخص برداشت ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰٤

تیمار قطع آبیاری	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شمار دانه در بلال	وزن دانه در بلال (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	کارایی استفاده از آب (گرم دانه در لیتر آب)	شاخص برداشت (درصد)
مرحله شیری شدن دانه	۸٤۹۳ b	۵۳۸ a	۱۲۷/٤ a	۲۲۹/۷ b	۱۷۹۷۱ ab	۱/٤٤۳ a	٤۷/۲٦ a
مرحله خمیری شدن دانه	۸۸۸۲ b	۵٦۵ a	۱۳۳/۲ a	۲۵۲/۱ a	۱۷٦۲۳ ab	۱/۲۷٤ b	۵۰/٤۰ a
مطلوب	۱۰٦۸۰ a	۵٤۵ a	۱٤۲/۸ a	۲۵۸/۸ a	۱۹۹۱٤ a	۱/۰۵۹ b	۵۳/٦۳ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی‌دار ندارند (دانکن ۵٪).

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.8.4]

در بلال، وزن دانه در بلال و وزن هزار دانه نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار داشت (جدول ۵)، ولی میان سطوح کود نیتروژن ۹۲، ۱۸٤ و ۲۷٦ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص اختلاف معنی‌داری دیده نشد. این موضوع به خوبی نشان می‌دهد که خاک محل اجرای آزمایش دارای نیتروژن قابل استفاده کافی برای تأمین عملکرد و اجزای عملکرد بوده است. بنابراین، با اعمال کود نیتروژن در سطوح ۹۲، ۱۸٤ و ۲۷٦ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص اختلاف معنی‌دار در عملکرد و اجزای عملکرد به وجود نیامد. هم‌چنین، حداکثر عملکرد دانه در تیمار ۲۷٦ کیلوگرم کود نیتروژن به دست آمد. با این حال، اثر افزایشی این پارامترها باعث افزایش عملکرد دانه شد. خات و عمرانی (۱۹) در سطوح صفر، ۸۰، ۱۲۰، ۱٦۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، اویکه و همکاران (۲۳) در سطوح صفر، ۳۰، ٦۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، شارما و میشرا (۲۸) در سطوح صفر، ٤۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، یوهارت و آندرید (۳۰ و ۳۱) در سطوح صفر، ٤٤ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، و اک (۸) در سطوح صفر، ۷۰، ۱٤۰، ۲۱۰، ۲۸۰ و ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نیز نتایج مشابهی به دست آوردند.

برهمکنش اثر نیتروژن و تنش خشکی بر عملکرد دانه، شمار دانه در بلال، وزن دانه در بلال و وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ٦). با افزایش کود نیتروژن، عملکرد دانه ذرت افزایش یافت، که این افزایش به دلیل افزایش شمار دانه در بلال و وزن دانه بود. عمده‌ترین اثر نیتروژن در افزایش عملکرد از طریق افزایش شمار دانه بود. چون تنش خشکی در طول مدت پر شدن دانه بوده است باعث کاهش در وزن دانه شده و کمتر باعث کاهش شمار دانه می‌شود (جدول ٦). در مورد برهمکنش اثر نیتروژن و تنش خشکی بر اجزای عملکرد، اک (۸) بیان می‌کند که عمده‌ترین اثر نیتروژن در افزایش عملکرد از طریق افزایش شمار دانه است. هم‌چنین، تنش خشکی ذرت در طول مرحله رشد رویشی، عملکرد را از طریق شمار دانه کاهش می‌دهد، و تنش خشکی در طول مدت پر شدن دانه باعث کاهش در وزن دانه می‌شود. اک (۸) نتیجه گرفت که کود نیتروژن کافی عملکرد دانه ذرت را تحت شرایط تنش خشکی به مقدار کم، ولی با آبیاری کامل آن را به مقدار زیاد افزایش می‌دهد. زمانی هم که تنش خشکی شدید است افزایش کود نیتروژن، عملکرد را کم نمی‌کند. بنابراین، دلیلی هم وجود ندارد که به خاطر کاهش اثر تنش آبی میزان کود نیتروژن کم شود.

شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و کارایی استفاده از آب

تأثیر تنش خشکی بر عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول٤). می‌توان نتیجه گرفت که عملاً شاخص برداشت ثابت است، زیرا همان طور که تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود، وزن خشک کل نیز کم می‌شود، مگر این که تنش شدید، عملکرد دانه را به میزان زیاد کاهش دهد، و در نتیجه شاخص برداشت کاهش پیدا کند. ولی چون در آزمایش حاضر تنش خشکی زیاد نبود، بنابراین شاخص برداشت در میان تیمارهای مختلف قطع آبیاری اختلاف معنی‌داری نداشت، اگرچه روند افزایشی به سمت آبیاری مطلوب باعث افزایش شاخص برداشت شد (جدول ٤). شایان ذکر است که سینکلر و همکاران (۲۹) نیز دریافتند شاخص برداشت در ذرت کمتر تحت تأثیر تنش خشکی واقع می‌شود.

کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک داشت، ولی بر شاخص برداشت اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۵). میان تیمارهای ۱۸٤ و ۲۷٦ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص، در عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌دار دیده نشد، ولی کمترین عملکرد بیولوژیک در تیمار صفر کود نیتروژن بود. کمبود نیتروژن احتمالاً به علت کاهش شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و نسبت فتوسنتز گیاه زراعی را کاهش می‌دهد. هم‌چنین، چون باعث کاهش در گرفتن نور و کاهش کارایی استفاده از نور می‌شود، در نتیجه هنگامی که میزان کود نیتروژن کم باشد عملکرد بیولوژیک گیاه کاهش می‌یابد. ولی، شاخص برداشت در بین سطوح کود نیتروژن تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.8.4]

جدول ۵. اثر کود نیتروژن بر عملکرد دانه، شمار دانه در بلال، وزن دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، کارایی استفاده از آب و شاخص برداشت ذرت هیرید سینگل کراس ۷۰٤

تیمار کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شمار دانه در بلال	وزن دانه در بلال (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	کارایی استفاده از آب (گرم دانه در لیتر آب)	شاخص برداشت (درصد)
صفر	۷۷٤۵ ^{b}	٤۵۲ ^{b}	۱۰۷ ^{b}	۲۳۳/٤ ^{b}	۱۵۷۳۹ ^{c}	۱/۰۸٦ ^{b}	٤۹/۲۱ ^{a}
۹۲	۹۵۹۸ ^{a}	۵٤۱ ^{a}	۱۳٤/۹ ^{a}	۲٤۸/٤ ^{a}	۱۸٤۵۸ ^{b}	۱/۳٦۲ ^{a}	۵۲ ^{a}
۱۸٤	۹۸۰٦ ^{a}	۵٦۹ ^{a}	۱٤۲ ^{a}	۲۵۰/۷ ^{a}	۲۰۱۹٤ ^{a}	۱/۲٤۵ ^{ab}	٤۸/۵٦ ^{a}
۲۷٦	۱۰۲۵۰ ^{a}	٦۰۷ ^{a}	۱۵۳/۹ ^{a}	۲۵۵/۰ ^{a}	۱۹۷۳۱ ^{a}	۱/۳۰۵ ^{ab}	۵۱/۹۵ ^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی‌دار ندارند (دانکن ۵٪).

جدول ٦. برهمکنش کود نیتروژن و قطع آبیاری بر عملکرد دانه، شمار دانه در بلال، وزن دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، کارایی استفاده از آب و شاخص برداشت ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰٤

تیمار قطع آبیاری	کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شمار دانه در بلال	وزن دانه در بلال (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	کارایی استفاده از آب (گرم دانه در لیتر آب)	شاخص برداشت (درصد)
مرحله	۰	٦٤۸۷ ^{c}	٤٤۹ ^{cde}	۹۷/۳ ^{c}	۲۱۷/۵ ^{e}	۱۳٦۵٤ ^{cd}	۱/۳۸ ^{a}	٤۷/۵۱ ^{a}
شیری شدن	۹۲	۸۹۷۵ ^{abc}	٤٦۹ ^{cde}	۱۰٦/۸ ^{bc}	۲۳۲/۸ ^{de}	۱۷۷۳۰ ^{abc}	۱/٤۱٦ ^{a}	۵۰/٦۲ ^{a}
دانه	۱۸٤	۷۳۸۷ ^{bc}	٦۹۰ ^{a}	۱۱۰/۸ ^{bc}	۲۳۲/٦ ^{de}	۱٦۹۰۰ ^{bc}	۱/۵۱۸ ^{a}	٤۳/۷۱ ^{a}
	۲۷٦	۸۹۷۵ ^{abc}	۷۰۱ ^{a}	۱۳٤/٦ ^{abc}	۲۳٦/۰ ^{cde}	۱۹۰۱۱ ^{ab}	۱/٤۵۹ ^{a}	٤۷/۲۱ ^{a}
مرحله	۰	٦۵۲۵ ^{c}	٤۰۹ ^{e}	۹۷/۸۷ ^{c}	۲۳۸/۲ ^{bcde}	۱۳۷۵۷ ^{cd}	۱/۰٦۹ ^{a}	٤۷/٤۳ ^{a}
خمیری شدن	۹۲	۷۲۹۱ ^{bc}	٦٦۱ ^{ab}	۱۰۹/٤ ^{bc}	۲۵۲/۵ ^{abcd}	۱٤۱۵۷ ^{bc}	۱/۲۸٤ ^{a}	۵۱/۵ ^{a}
دانه	۱۸٤	۱۰٦۹۰ ^{a}	٤۳٤ ^{de}	۱٦۰/۳ ^{a}	۲۵۵/۷ ^{abcd}	۲۱۱۲۲ ^{a}	۱/۲۹۷ ^{a}	۵۰/٦۱ ^{a}
	۲۷٦	۱۱۰۳۰ ^{a}	۵۱٦ ^{bcde}	۱٦۵/٤ ^{a}	۲٦۲/۰ ^{abc}	۲۱۱۸۳ ^{a}	۱/۳۳٦ ^{a}	۵۲/۰۷ ^{a}
مطلوب	۰	۱۰۲۲۰ ^{ab}	٤۹۷ ^{cde}	۱۲۵/۸ ^{abc}	۲٤٤/٤ ^{abcd}	۱۹۳۹۲ ^{ab}	۰/۸۰۸ ^{a}	۵۲/۷ ^{a}
	۹۲	۱۰۳۸۰ ^{a}	٤۹٤ ^{cde}	۱۲۸/۵ ^{abc}	۲۵۹/۹ ^{abc}	۱۹۲۷۲ ^{ab}	۱/۳۸٦ ^{a}	۵۳/۸٦ ^{a}
	۱۸٤	۱۱۳٤۰ ^{a}	۵۸۳ ^{abcd}	۱۵۵/۰ ^{ab}	۲٦۳/۹ ^{ab}	۲۲۰۸۳ ^{a}	۰/۹۲ ^{a}	۵۱/۳۵ ^{a}
	۲۷٦	۱۰۷٦۰ ^{a}	٦۰٦ ^{abc}	۱٦۱/۸ ^{a}	۲٦۷/۱ ^{a}	۱۹۰۱۷ ^{ab}	۱/۱۱۹ ^{a}	۵٦/۵۸ ^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی‌دار ندارند (دانکن ۵٪).

۵). هی و واکر (۱۵) بیان می‌کنند که به نظر می‌رسد در مدیریت نوین گیاه زراعی، شاخص برداشت یک رقم معین صفت ثابتی است که حتی در شرایط تنش تغییر اندکی می‌کند، که با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد.

اثر متقابل کود نیتروژن و قطع آبیاری بر عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ٦). تأثیر تنش خشکی بر کارایی استفاده از آب معنی‌دار بود (جدول ٤). اگر در مرحله شیری شدن دانه آبیاری قطع شود بیشترین کارایی استفاده از آب مشاهده می‌شود. ولی با قطع آبیاری در مرحله خمیری شدن و آبیاری مطلوب اختلاف معنی‌داری به وجود نمی‌آید (جدول ٤). پژوهندگان زیادی مانند اتیگویی و همکاران (۲۳)، آلن و مازیک (۳)، هوکر (۱۷)، سپاسخواه و کامگارحقیقی (۲۷) افزایش کارایی مصرف آب را در نتیجه اعمال تنش خشکی گزارش کرده‌اند.

اثر کود نیتروژن بر کارایی استفاده از آب معنی‌دار بود (جدول ۵). همان گونه که در جدول ۵ دیده می‌شود، با افزایش

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.8.4]

کود نیتروژن کارایی استفاده از آب روند افزایشی دارد، ولی روند خاصی ندارد. یوهارت و آندرید (۳۱) بیان می‌کنند با افزایش کودهای نیتروژن کارایی استفاده از آب بیشتر می‌شود. اثر متقابل کود نیتروژن و قطع آبیاری بر کارایی استفاده از آب معنی‌دار نبود (جدول ٦).

گیاهان چهارکربنه مانند ذرت، به دلیل کمتر بودن نسبت تعرق، بهترین واکنش را به آبیاری از خود نشان می‌دهند. آبیاری علاوه بر اطمینان بیشتر و سطح بالای عملکرد، استفاده از سایر نهاده‌های با ارزش را نیز ممکن می‌سازد. از جمله برهمکنش‌های مفید بین آب و نیتروژن می‌توان به رشد سریع‌تر برگ در سطوح بالای نیتروژن اشاره نمود، که سرعت بسته شدن کانوپی را افزایش داده، موجب به حداقل رساندن تبخیر آمونیوم و کاهش تلفات آب از سطح خاک می‌شود. هم‌چنین، کود نیتروژن کافی عملکرد دانه ذرت را تحت شرایط تنش خشکی به مقدار کم افزایش می‌دهد، ولی با آبیاری کامل، عملکرد دانه ذرت به مقدار زیاد افزایش می‌یابد. حداکثر عملکرد دانه ذرت در تیمار ۲۷٦ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به دست آمد، اگرچه بین تیمارهای ۹۲، ۱۸٤ و ۲۷٦ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. حداکثر عملکرد دانه ذرت در آبیاری مطلوب بود. حداکثر کارایی استفاده از آب نیز در میان تیمارهای آبیاری، در قطع آبیاری در مرحله شیری شدن دانه بود، و هرچه تنش خشکی کم شد کارایی استفاده از آب کاهش یافت.

منابع مورد استفاده

۱. تی‌یر، آی. دی. و ام. ام. پیت. ۱۳۷۲. *رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی*. (ترجمه ع. کوچکی، م. حسینی. و م. نصیری محلاتی). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۲. کونکا، ار. اچ. ۱۳۷۲. *اصول طراحی سیستم‌های آبیاری*. (ترجمه ا. علیزاده). انتشارات آستان قدس، دانشگاه امام رضا، مشهد.

3. Allen, R. R. and J. T. Musick. 1993. Planting date, water management, and maturity length relations for irrigated grain sorghum. Trans. ASAE 36(4): 1123-1129.
4. Brandau, P. S. and F. E. Below. 1992. Nitrogen supply and reproductive development of maize. Agron. Abst., ASA, Madison, WI.
5. Bundy, L. G., T. W. Andraski and R. P. Wolkowski. 1993. Nitrogen credits in soybean-corn crops: sequences on three soils. Agron. J. 85: 1061-1067.
6. Czyzewics, J. R. and F. E. Below. 1994. Genotypic variation for nitrogen uptake by maize kernels grown *In vitro*. Crop Sci. 34: 1003-1008.
7. Denmead, O. T. and R. H. Shaw. 1960. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. Agron. J. 52: 272-274.
8. Eck, H. V. 1984. Irrigated corn yield response to nitrogen and water. Agron. J. 76: 421-428.
9. Eck, H. V. 1986. Effects of water deficits on yield, yield components, and water use efficiency of irrigated corn. Agron. J. 78:1035-1040.
10. Frey, R. L. and J. Janick. 1971. Response of corn to population pressure. Crop Sci. 11: 220-224.
11. Girardin, P., M. Tollenaar, A. Deltour and J. Muldoon. 1978. Temporary N starvation in maize (*Zea mays* L.): effects on development, dry matter accumulation and grain yield. Agronomical (Paris) 7: 289-296.
12. Grant, R. F., B. C. Jackson, J. R. Kiniry and G. F. Arkin. 1989. Water deficit timing effects on yield components in maize. Agron. J. 81: 61-65.
13. Green, C. J. and A. M. Blackmer. 1995. Residue decomposition effects on nitrogen availability to corn following corn or soybean. Soil Sci. Soc. Am. J. 59: 1065-1070.
14. Hanway, J. J. 1992. How a corn plant develops. Iowa Coop. Ext. Serv. Spec. Rep.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.8.4]

15. Hay, R. K. M., and A. J. Walker. 1989. An Introduction to the Physiology of Crop Yield. John Wiley & Sons, Inc., New York.
16. Herrero, M. P. and R. R. Johnson. 1981. Drought stress and its effects on maize reproductive systems. Crop Sci. 21: 105-110.
17. Hooker, M. L. 1985. Grain sorghum yield and yield component response to timing and number of irrigations. Agron. J. 77: 810-812.
18. Johnson, D. R. and J. W. Tanner. 1972. Calculation of the rate and duration of grain filling in corn. Crop Sci. 12: 485-486.
19. Khot, R. B. and N. K. Umrani. 1992. Seed yield and quality parameters of Africa tall maize (*Zea mays* L.) as influenced by spacing and level of nitrogen. Indian J. Agric. Sci. 37: 183-184.
20. Ludlow, M. M. and R. C. Muchow. 1990. A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments. Adv. Agron. 43: 107-153.
21. Mirhadi, M. J. and Y. Kobayashi. 1979. Study on productivity of grain sorghum. 2. Effect on wilting treatment at different stages of growth on the development, nitrogen uptake and yield of irrigation sorghum. Jap. J. Crop Sci. 48(4): 531-542.
22. Oikeh, S. O., J. G. Kling and A. E. Okoruwa. 1998. Nitrogen fertilizer management effects on maize grain quality in the west African moist savanna. Crop Sci. 38: 1056-1061.
23. Otegui, M. E., F. H. Anderson and E. E. Suero. 1995. Growth, water use, and kernel abortion of maize subjected to drought at silking. Field Crop Res. 40: 87-94.
24. Ouattar, S., R. J. Jones and R. K. Crookston. 1987. Effect of water deficit during grain filling on the pattern of maize kernel growth and development. Crop Sci. 27: 726-730.
25. Ouattar, S., R. J. Jones, R. K. Crookston and M. Kajeiou. 1987. Effect of drought on water relations of development maize kernels. Crop Sci. 27: 730-735.
26. Salam, A. M. and S. Subramanian. 1988. Influence of nitrogen, zinc and interaction on the yield and nutrient uptake of 'IR 20' rice (*Oryza sativa* L.) in different seasons. Indian J. Agric. Sci. 58: 190-193.
27. Sepaskhah, A. R. and A. A. Kamgar-Haghighi. 1997. Water use and yield of sugar beet grown under every other furrow irrigation with different intervals. Agric. Water Manage. 34: 71-79.
28. Sharma, M. L. and V. K. Mishra. 1986. Effect of inoculation and levels of nitrogen on growth, yield and quality of wheat (T. Narmada). Madras Agric. J. 73: 69-100.
29. 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.
30. Uhart, S. A. and F. H. Andrade. 1995a. Nitrogen deficiency in maize. I. Effects on crop growth, development, dry matter-partitioning, and kernel sey. Crop Sci. 35: 1376-1383.
31. 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.
32. 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.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.8.4]