نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد هفدهم، شماره ۳(۶۷)، پاییز ۱۴۰۲، صفحه ۴۰۸-۳۸۹

مقاله پژوهشی DOI:

بررسی اثر دور آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (مطالعه موردی: استان گلستان)

یاسر کردکتولی[۱]، حسین عجم نوروزی[۲]، ابراهیم امیری[۳*]، افشین سلطانی[۴] و محمدرضا داداشی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۹/۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۱/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۱

چکیده

به‌منظور بررسی مدیریت آبیاری و اثرات مقادیر مختلف کود نیتروژنه بر روی ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی دو سال زراعی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در استان گلستان، در مزرعه‌ای واقع در شهر مزرعه کتول، انجام شد. عامل اصلی، دور آبیاری بر حسب روز در چهار سطح شامل ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز و عامل فرعی، کود نیتروژنه در چهار سطح شامل ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل دور آبیاری و نیتروژن بر وزن هزار دانه، عملکرد دانه، نیتروژن دانه و عملکرد زیست‌توده معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که آبیاری ۲۸ روزه نسبت به آبیاری ۷ تا ۱۴ روزه عملکرد دانه و میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم دانه را کاهش داد. افزایش کود نیتروژنه تا حد ۱۸۰و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیولوژیک، اجزای عملکرد، عملکرد دانه و میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه را افزایش داد. اما مصرف نیتروژن در مقادیر بیشتر در شرایط تنش (دور آبیاری ۲۱ تا ۲۸ روزه) نه تنها اثر مثبتی بر عملکرد نداشت بلکه در این شرایط عملکرد دانه نسبت به مصرف ۱۸۰ تا ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کاهش یافت. بیشترین عملکرد دانه در ترکیب تیمار آبیاری ۷ و ۱۴ روزه و سطح نیتروژن ۲۴۰ تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و به میزان ۱۲۲۰۹، ۱۱۴۱۶ و ۱۰۱۴۷ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. نتایج مقایسه میانگین بین دو سال نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بلال۵۸۳ عدد، تعداد دانه در ردیف ۴۰/۳ عدد، وزن هزار دانه ۱۳۸/۹ گرم و نیتروژن دانه ۳/۹۹۱ میکروگرم بر گرم و زن خشک مربوط به سال دوم بود.

واژگان کلیدی: هیبرید سینگل کراس ۷۰۴، گلستان، نیتروژن، فسفر، مدیریت آبیاری.

۱- دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران.
۲- استادیار فیزیولوژی گیاهان زراعی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران.
۳- استاد گروه مهندسی آب، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران (نگارنده مسئول) eamiri57@yahoo.com
۴- استاد فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان
۵- گروه کشاورزی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران

مقدمه

ذرت یکی از محصولات زراعی مهم متعلق به تیره گندمیان (*Poaceae*) می‌باشد که نقش مهمی در تامین غذای جوامع بشری دارد (Roozbahani *et al.*, 2009). در حدود ۴۰ درصد غذای جهان و ۲۵ درصد کالری مصرفی در کشورهای در حال توسعه توسط ذرت تامین می‌شود (Lenka *et al.*, 2009). ذرت بعد از گندم مقام دوم از لحاظ سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است (Anonymous, 2021). از نظر کشاورزی، خشکی به معنی عدم کفایت آب قابل دسترس گیاه شامل بارش نزولات، ظرفیت ذخیره رطوبت خاک، مقدار و پراکندگی آن طی دوره رشد گیاهان زراعی است که سبب محدود شدن پتانسیل ژنتیکی عملکرد گیاه زراعی می‌شود. این محدودیت همراه با سایر تنش‌های زنده و غیرزنده به مقدار قابل توجهی پتانسیل ژنتیکی گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد (Vinocure and Altman, 2005). تنش خشکی زمانی اتفاق می‌افتد که رطوبت خاک در اطراف ریشه کاهش پیدا کند و گیاه توانایی کافی برای جذب آب را نداشته باشد (Rostami *et al.*, 2019). کمبود آب، رشد، نمو، اختصاص ماده خشک و عملکرد دانه را در طول هر مرحله از رشد ذرت تحت تأثیر قرار می‌دهد، اما میزان خسارت، به مرحله رشد در زمان تنش، شدت و مدت زمان کمبود آب بستگی دارد. ایزدی و امام (Ezadi and Emam, 2010) گزارش کردند که وقتی گیاه دچار تنش‌های حاصل از مواد غذایی و رطوبت می‌شود، فتوسنتز کاهش پیدا کرده و به تبع آن میزان رشد و عملکرد گیاه کاهش پیدا می‌کند. علاوه بر فراهم بودن آب که برای جذب عناصر غذایی و افزایش عملکرد محصول ضروری است، تأمین و عرضه عناصر غذایی گیاه به‌صورت متعادل برای تبدیل به عملکرد و کیفیت مطلوب محصولات کشاورزی ضرورت کامل دارد (Karimi *et al.*, 2006). مطالعه و بررسی عملکرد گیاعان زراعی با توجه به منابع آب در دسترس می‌تواند نقش مهمی در افزایش عملکرد داشته باشد

شلگل و همکاران (Schlegel *et al.*, 2018) رطوبت خاک در زمان کاشت و بارش طی فصل رشد را دو عامل مؤثر بر میزان عملکرد دانه ذرت در شرایط دیم بیان نمودند. آنها در آزمایشی مشاهده نمودند در شرایطی که بارش طی فصل رشد کم باشد، آب در دسترس خاک در زمان کاشت تاثیر عمده‌ای روی میزان عملکرد ذرت و سورگوم دارد. آنها در بررسی تاثیر کم آبیاری بر عملکرد دانه ذرت، افزایش ۴۹ درصد در عملکرد دانه با ۲۵۴ میلی‌متر آبیاری نسبت به ۱۲۷ میلی متر آبیاری و کاهش ۱۹ درصد در عملکرد دانه نسبت به ۳۸۱ میلی‌متر آبیاری را گزارش نمودند. در این آزمایش، افزایش ۱۹، ۱۶ و ۳۳ درصد در عملکرد دانه به‌ترتیب در سورگوم، سویا و آفتابگردان با افزایش میزان آبیاری از ۱۲۷ میلی متر به ۲۵۴ میلی‌متر نیز گزارش شده است. مطالعات مختلفی برای انتخاب بهترین مدیریت آبیاری صورت گرفته است. دانگ و همکاران (Dong *et al.*, 2016) در پژوهشی مشاهده کردند علاوه بر میزان آبیاری، زمان آبیاری نیز می‌تواند با توجه به تاثیری که روی دمای خاک می‌گذارد، بر میزان عملکرد موثر باشد. احمدپور و همکاران (Ahmad pour *et al.*, 2016) در آزمایشی مشاهده کردند که اثرات کم آبیاری بر عملکرد دانه، زیست‌توده، وزن ساقه، وزن بلال، وزن برگ، شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال و عملکرد پروتئین و

روغن دانه معنی‌دار بود. به دلیل تنش کم آبی از وزن خشک گیاه به عنوان معیار رشد کاسته می شود و اولین نشانه تنش کم آبی در گیاهان کاهش فشار تورگر و در ادامه کاهش رشد سلول ها می باشد، کاهش رشد سلول منجر به کاهش ارتفاع گیاه و در نهایت باعث کاهش تولید ماده خشک می شود (Moeini *et al*,. 2022). میزان تاثیر تنش آبی بر خصوصیات ذرت در بازه‌های زمانی مختلف دوره رشد آن متفاوت و در اواخر دوره رشد (مرحله پرشدن دانه) تاثیر تنش آبی بیشتر بود. در مطالعه نصراله‌زاده و همکاران (Nasrolla zadeh *et al.*, 2017) تنش کم آبی باعث کاهش ۱۱/۷ درصدی ارتفاع بوته، ۲۲/۸ درصدی عملکرد دانه، ۱۵ درصدی وزن صد دانه، ۱۲ درصدی طول بلال و ۱۰ درصدی تعداد دانه در ردیف بلال گردید. در این مطالعه، همبستگی ساده صفات نشان داد که عملکرد دانه با ارتفاع بوته، وزن صد دانه، طول بلال و تعداد دانه در ردیف بلال ارتباط مثبت معنی‌داری دارد. با توجه به نتایج این پژوهش سینگل کراس ۶۴۰ و سینگل کراس ۷۰۴ از ثبات عملکرد بالایی در شرایط بدون تنش و تنش کم‌آبی برخوردار بودند.

امروزه مصرف بهینه آب، کود و سایر نهاده‌های کشاورزی علاوه بر کاهش هزینه‌های تولید و حفظ منابع، باعث کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه این منابع می‌شود (Alizadeh and Abbasi, 2016). تلفیق مدیریت مطلوب کود و آبیاری می‌تواند بر سلامت زیست محیطی کشت و کار مؤثر باشد. سیگوآ و همکاران (Sigua *et al.*, 2016) بیان کرده‌اند که روش آبیاری می‌تواند بر میزان آب‌شویی نیترات در مصرف کود نیتروژن تاثیرگذار باشد. در میان عناصر، نیتروژن نقش عمده‌ای در کنترل رشد گیاه دارد. ضرورت کاربرد کود نیتروژن برای افزایش عملکرد و کیفیت محصولات، به‌خصوص برای تضمین حداکثر عملکرد در غلات از گذشته شناخته شده است (Crews and Peoples, 2004). ری و داکس (Re and Dukes, 2017) دست‌یابی به حداکثر عملکرد با میزان بهینه کود و آب را یکی از چالش‌های عمده کشت آبی بیان نمودند. با توجه به مشکل تخلیه آب زیرزمینی و آب‌شویی نیترات در فلوریدای آمریکا، آزمایشی را برای تعیین برنامه مطلوب آبیاری با استفاده از سنسورهای رطوبت خاک و مدل‌سازی رشد تبیین نمودند. مقایسه عملکرد دانه در روش استفاده از سنسور سنجش رطوبت خاک و آبیاری بر اساس مدل‌سازی نشان داد که بین عملکرد دانه در دو روش تفاوتی وجود نداشت ولی میزان ۴۳ تا ۵۳ درصد ذخیره آب در آبیاری با روش تعیین زمان دقیق آبیاری با استفاده از سنسور سنجش رطوبت خاک گزارش گردید.

علیزاده و همکاران (Alizadeh and Abbasi, 2016) به‌منظور بهینه‌سازی مصرف آب و کود اوره در ذرت دانه‌ای آزمایشی در کرج انجام دادند که نتایج نشان داد سطح بهینه کود مصرفی به عمق آب آبیاری وابسته است به‌طوری که با افزایش مقدار آب آبیاری، سطح بهینه کود مصرفی افزایش می‌یابد. نتایج بهینه‌سازی توابع تولید نشان داد که در شرایط محدودیت زمین، سطوح بهینه آب و کود اوره مصرفی برای دست‌یابی به حداکثر سود خالص به‌ترتیب ۹۴۰ میلی‌متر و ۳۷۵ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. در شرایط محدودیت آب، مصرف ۷۷۴ میلی‌متر (۷۷ درصد آب مصرفی) و ۳۵۷ کیلوگرم کود اوره در هکتار (۹۰ درصد نیاز کودی) سطوح بهینه مصرف آب و کود اعلام شدند. ماهارجان و همکاران

(Maharjan *et al.*, 2016) در بررسی پاسخ ذرت به مدیریت نیتروژن در آبیاری کامل و تنش خشکی، مشاهده نمودند که نوع کود و زمان‌بندی مصرف کود نیتروژن در آبیاری کامل سبب افزایش عملکرد (۱۸ تا ۴۱ درصد) می‌شود اما عملکرد دانه با اعمال مدیریت‌های مختلف نیتروژن (تقسیط کود و استفاده از کودهای پوشش‌دار) در تنش خشکی تغییر نیافت. لزوم برقراری تناسب بین نیتروژن مصرفی و فراهمی رطوبت در خاک ضروری به نظر می‌رسد. در شرایطی که آب کافی در اختیار نباشد، مدیریت شرایط مطلوب کارساز نبوده و به هدر رفتن منابع تولید به‌ویژه آب و نیتروژن منجر می‌گردد. با توجه به برنامه‌ریزی‌ها آبیاری همراه با مدیریت مصرف کود نیتروژن اثرات مطلوبی بر عملکرد، بهبود کیفیت محصول و کاهش تلفات کودی ناشی از آب‌شویی نیترات دارد، لذا این پژوهش با هدف تعیین تاثیر سطوح کود نیتروژن در شرایط رطوبتی مختلف و مقایسه آنها طی دو سال بر روی ذرت دانه‌ای هیبرید سینگ‌کراس ۷۰۴ در شرایط آب و هوای استان گلستان، شهر مزرعه‌کتول انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی دو سال زراعی (سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵) در استان گلستان واقع در منطقه‌ی مزرعه‌کتول با مختصات جغرافیایی عرض شمالی۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه و طول شرقی ۵۴ درجه و ۵۳ دقیقه و ارتفاع ۱۸۴ متری از سطح دریا، اجرا گردید. آمار هواشناسی فصل رشد ذرت در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در جدول ۱ نشان داده شده است.

با هدف بررسی دور آبیاری و اثرات مقادیر مختلف کود نیتروژن‌دار بر روی ذرت هیبرید سینگل‌کراس ۷۰۴ در استان گلستان به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بر عملکرد و اجزای عملکرد انجام شد. در این آزمایش عامل اصلی آبیاری در چهار دوره آبیاری نوبتی ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز و عامل فرعی چهار سطح کود نیتروژن شامل مصرف ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار بودند. آبیاری در تحقیق حاضر به‌صورت غرقابی انجام شد. در این آزمایش در هر کرت چهار ردیف ذرت به طول پنج متر با فاصله بین ردیف ۷۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها یک متر در نظر گرفته شد. قبل از کاشت، نمونه‌برداری از خاک در عمق توسعه ریشه ذرت (۶۰ سانتی‌متر) با استفاده از اوگر انجام شد. سپس نمونه از مزرعه به آزمایشگاه منتقل شده تا از لحاظ خصوصیات فیزیکوشیمیایی مورد بررسی قرار گیرد. نتایج تجزیه خاک در جدول ۲ ارایه شده است. کاشت ذرت در دهم خرداد ماه هر سال صورت گرفت، در طول فصل زراعی عملیات نظیر کاشت و مراقبت‌های زراعی شامل کود فسفر، وجین علف هرز و مصرف علف‌کش‌ها و . . . مطابق با شرایط مزرعه انجام شد. کود اوره طی دوره رشد در دو مرحله به اندازه مساوی (یک‌بار در ۲۵ خرداد و یک‌بار به‌صورت سرک در مرحله ۱۰ تا ۱۲ برگی) استفاده شد و سوپر فسفات تریپل به میزان ۲۳۰ کیلوگرم در هکتار، قبل از کاشت و در تاریخ ۹ خرداد استفاده گردید. پس از اتمام دوره رشد، عملکرد دانه و عملکرد زیستی (بیولوژیک) در سطحی معادل یک متر مربع در هکتار بر اساس برداشت ۱۰ بوته از خطوط میانی کرت و با رعایت حذف اثرات حاشیه‌ای برداشت و شاخص برداشت (عملکرد دانه (اقتصادی) بر عملکرد زیستی یا بیولوژیک) نیز محاسبه شد. برای به دست آوردن اجزای عملکرد شامل وزن هزار دانه،

تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه در بلال، از هرکرت ۱۰ بوته انتخاب و اندازه‌گیری انجام شد. برای سنجش نیتروژن و فسفر به‌ترتیب از خاکستر خشک و خاکستر مرطوب گیاهی در اسید پرکلریک ۷۶ درصد برای نیتروژن و ۷۰ درصد برای فسفر استفاده شد (Thomas *et al*., 1967). پتاسیم دانه به روش هامادا و النای سنجش شد (Hamada and EL-Enany, 1994). تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام و مقایسه میانگین‌های مربوطه به روش آزمون LSD صورت گرفت.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، دور آبیاری و سطوح نیتروژن اثر معنی‌داری بر عملکرد، اجزای علمکرد و همچنین نیتروژن دانه ذرت داشت (جدول- ۳). اثر سال بر تمام صفات به‌جز تعداد دانه در ردیف، فسفر و پتاسیم دانه معنی‌دار بود. این موضوع می‌تواند به‌دلیل تفاوت شرایط محیطی، خصوصاً تفاوت در دما، دریافت نور و بارندگی باشد (جدول-۱). همچنین، اثر سال×آبیاری روی صفات تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، نیتروژن دانه، عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول-۳). اثر سال×سطوح نیتروژن روی وزن هزار دانه، پتاسیم دانه، عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). این موضوع بیانگر تاثیر غیریکسان دوره‌های آبیاری و سطوح کود نیتروژن روی این صفات طی دو سال متوالی است.

تعداد دانه در بلال: نتایج تجزیه واریانس مرکب تعداد دانه در بلال طی دو سال نشان داد که اثر سال بر این مولفه معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد در سال اول در دور آبیاری ۷ روزه تعداد دانه در بلال ۶۱۷ عدد و در دوره آبیاری ۲۸ روزه معادل ۳۴۴ عدد بود. در حالی‌که در سال دوم در دور آبیاری ۷ روزه، تعداد دانه در بلال برابر ۶۵۸ عدد و در دوره آبیاری ۲۸ روزه برابر ۴۸۹ عدد بود. در سال اول در شرایط مصرف کمترین میزان کود نیتروژن (۶۰ کیلوگرم در هکتار) تعداد ۴۲۸ عدد دانه در بلال و در سال دوم ۴۸۹ دانه در بلال مشاهده شد. در تیمار مصرف ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن تعداد ۵۶۱ دانه و در سال دوم تعداد ۶۶۱ دانه در بلال مشاهده گردید. بنابراین طبق این نتایج، شرایط بهتر سال دوم سبب افزایش مؤلفه تعداد دانه در شرایط مطلوب و تحت تنش خشکی و کمبود نیتروژن گردید. بین سطوح نیتروژن و دورهای آبیاری از نظر تعداد دانه در بلال تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۳). در بین دوره‌های آبیاری، بیشترین تعداد دانه در بلال در دوره آبیاری ۷ روزه (۶۳۷ عدد) مشاهده شد که با تیمار دوره آبیاری ۱۴ روزه (۶۱۷ عدد) تفاوت معنی‌دار نداشت و نسبت به کمترین تعداد دانه (۴۱۷ عدد) در دوره آبیاری ۲۸ روزه، ۴۰ درصد افزایش داشت (جدول ۶). رفیعی‌منش و همکاران (Rafiei Manesh *et al*, 2010) در بررسی اثر مقدار آب آبیاری و زمان قطع آبیاری بر عملکرد ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در اهواز مشاهده نمودند عدم آبیاری در مرحله هشت‌برگی بیشترین کاهش عملکرد دانه را در پی داشت. در آزمایش مذکور کاهش عملکرد به‌دلیل کاهش در تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه بود. در بین سطوح نیتروژن بیشترین تعداد دانه در بلال در تیمار مصرف ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به تعداد ۶۰۵ عدد به‌دست آمد

که با تیمار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۵۹۸ عدد) تفاوت معنی‌دار نداشت و نسبت به کمترین تعداد دانه در تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۴۵۹ عدد)، ۳۱ درصد افزایش نشان داد (جدول ۷). همتی و همکاران (Hemmati *et al.*, 2012) در بررسی مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت رقم سینگل‌کراس ۷۰۴ در کرج مشاهده نمودند که تعداد دانه در بلال تحت تاثیر سطوح نیتروژن قرار گرفته و با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بیشترین تعداد دانه در بلال (۴۰۲ عدد) به‌دست آمد.

تعداد ردیف در بلال: طبق نتایج تجزیه واریانس مرکب دو سال، تنش خشکی و کمبود نیتروژن بر تعداد ردیف در بلال اثر معنی‌دار داشت (جدول ۳). در بین تیمارهای آبیاری بیشترین تعداد ردیف در بلال در دور آبیاری ۷ روزه برابر ۱۴/۸ عدد که با تیمار دور آبیاری ۱۴ روزه (۱۴/۲ عدد) تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۶). در دوره‌های آبیاری کمترین تعداد ردیف در بلال در تیمار دوره آبیاری ۲۸ روزه و برابر ۱۳/۰۸ عدد به دست آمد (جدول ۶). ستوده و همکاران (Sotoodeh *et al.*, 2022) در بررسی اثر آبیاری و محلول پاشی منیزیم و پتاسیم در سطح احتمال ۱ درصد و همچنین اثر متقابل آبیاری در محلول پاشی منیزیم و پتاسیم بر تعداد دانه در بلال تاثیر معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد را گزارش نمودند. عزیزی و ماهرخ (Azizi and Mahrokh, 2011) در بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای هیبریدهای ذرت شیرین اثر معنی‌دار تنش خشکی بر صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ، طول بلال، قطر بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه را گزارش نمودند. در بین تیمارهای نیتروژن بیشترین تعداد ردیف در بلال در تیمار مصرف ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۱۴/۵ عدد) به دست آمد که با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۱۴/۳ عدد) تفاوت معنی‌دار نداشت ولی نسبت به مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۱۳/۳ عدد) ۷/۵ درصد افزایش در تعداد ردیف در بلال را سبب گردید (جدول ۷). غلام‌شاهی و همکاران (Gholami *et al.*, 2012) در بررسی اثر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در کرمان مشاهده نمودند با افزایش مقدار کود نیتروژن، عملکرد و اجزای عملکرد شامل طول و قطر بلال، تعداد ردیف و تعداد دانه در ردیف بلال و وزن صد دانه افزایش یافت. در این آزمایش بیشترین مقدار این صفت در سطح ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۱۴/۵۸ عدد) مشاهد شد که با تعداد ردیف تیمار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۱۴/۳۳ عدد) تفاوت معنی‌دار نداشت ولی نسبت به مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۱۳/۳۳ عدد) نه درصد افزایش نشان داد (جدول ۷).

تعداد دانه در ردیف: نتایج تجزیه واریانس مرکب تعداد دانه در ردیف طی دو سال نشان داد اثر سال بر این مؤلفه معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد در سال اول در دور آبیاری ۷ روزه تعداد دانه در ردیف در بلال برابر ۴۴/۱ عدد و در دور آبیاری ۲۸ روزه معادل ۲۸/۶ عدد بود. در حالی‌که در سال دوم در دور آبیاری ۷ روزه تعداد دانه در ردیف برابر ۴۴/۳ عدد و در دوره آبیاری ۲۸ روزه برابر ۳۴/۴ عدد بود. همچنین، در سال اول در شرایط مصرف کمترین میزان کود نیتروژن (۶۰ کیلوگرم در هکتار) تعداد ۳۳/۴ عدد تعداد دانه در ردیف و در سال دوم تعداد ۳۵/۸ دانه در ردیف مشاهده شد. همچنین، در تیمار مصرف

۲۴۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن تعداد ۴۰/۳ دانه در ردیف و در سال دوم تعداد ۴۵/۴ دانه در ردیف مشاهده گردید. بنابراین، طبق این نتایج مشاهده شرایط بهتر سال دوم سبب افزایش مؤلفه تعداد دانه در ردیف در شرایط مطلوب و تحت تنش خشکی و کمبود نیتروژن گردید. نتایج نشان داد که کاربرد کود نیتروژن و دوره‌های آبیاری بر تعداد دانه بر ردیف اثر معنی‌دار داشته است (جدول ۳). در دوره‌های آبیاری بیشترین تعداد دانه در ردیف در دوره آبیاری ۷ روزه (۴۳/۴ عدد) به‌دست آمد که با مقدار حاصل از در دور آبیاری ۱۴ روزه (۴۳/۳ عدد) تفاوت معنی‌دار نداشت و نسبت به کمترین تعداد ردیف در بلال به‌دست آمده در تیمار دور آبیاری ۲۸ روزه (۳۱/۵ عدد) ۳۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۶). شریفی و عادلی‌نسب (Sharifi and Adelinasab, 2016) در بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تحت تنش خشکی، مشاهده نمودند تنش خشکی در مرحله گل‌دهی باعث کاهش ۳۶ درصدی عملکرد دانه، ۱۶ درصدی تعداد دانه در ردیف و ۸ درصدی تعداد ردیف در بلال شد. در بین سطوح نیتروژن بیشترین تعداد دانه در ردیف در تیمار مصرف ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و برابر ۴۲/۸ عدد و کمترین مقدار دانه در ردیف در مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن درهکتار به‌دست (۳۴/۶ عدد) آمد (جدول ۷). طبق این نتایج تعداد دانه در ردیف با افزایش مصرف نیتروژن از ۶۰ کیلوگرم به ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار، ۲۳ درصد افزایش پیدا نمود. صوفی‌زاده و همکاران (Sufi Zadeh *et al.*, 2011) در بررسی اثر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، مشاهده نمودند که بیشترین تعداد دانه در ردیف (۳۳/۰۴ عدد) در تیمار مصرف ۲۳۰ کیلوگرم کود نیتروژن خالص در هکتار بود.

وزن هزار دانه: نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد کاربرد سطوح نیتروژن و دورهای آبیاری بر وزن هزار دانه ذرت اثر معنی‌دار داشت (جدول ۳). طبق نتایج به‌دست آمده بیشترین وزن هزار دانه مربوط به دور آبیاری هفت روزه با مقدار ۳۴۴/۱۴ گرم و کمترین وزن هزار دانه مربوط به دور آبیاری ۲۸ روزه با مقدار ۲۶۲/۲۷ گرم و همچنین بیشترین وزن هزار دانه در تیمار مصرف ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن به‌ترتیب ۳۲۶/۲۴ و ۳۳۰/۸۵ گرم و کمترین وزن هزار دانه در تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن به مقدار ۲۵۳/۸۹ گرم مشاهده شد (جدول ۶ و ۷). منعم و همکاران (Monem *et al.*, 2013) در بررسی اثر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در شهر ری مشاهده نمودند که کاربرد کود نیتروژن‌دار اثر معنی‌داری بر وزن هزار دانه ذرت دارد. افزایش وزن هزار دانه در این شرایط حاکی از این است که با افزایش دسترسی بوته‌ها به نیتروژن، در سطوح بالاتر مصرف نیتروژن سهم بیشتری از مواد پرورده به دانه‌ها اختصاص یافته و وزن هزار دانه افزایش می‌یابد (Bruns and Abbas, 2005). کامبوریس و همکاران (Cambouris *et al.*, 2016) در بررسی تاثیر نیتروژن تحت تاثیر بافت خاک بر اجزای عملکرد ذرت، تاثیر معنی‌دار کود نیتروژن بر وزن هزار دانه ذرت را گزارش نمودند. تاثیر آبیاری و نیتروژن در پژوهش‌های دیگری نیز گزارش شده است (Moser *et al.*, 2006; He *et al.*, 2013). نتایج تجزیه واریانس مرکب وزن هزار دانه طی دو سال نشان داد اثر سال بر تعداد بر این مؤلفه معنی‌دار بود (جدول ۳). در سال اول در دور آبیاری ۷ روزه، وزن هزار دانه ۱۶۰/۷ گرم و در

دوره آبیاری ۲۸ روزه معادل ۸۵/۳ گرم بود. در حالی‌که در سال دوم در دور آبیاری ۷ روزه وزن هزار دانه برابر ۱۶۷/۹ گرم و در دوره آبیاری ۲۸ روزه برابر ۱۰۴/۱ گرم بود. نتایج پژوهش سلطانی و همکاران (Soltani *et al*, 2012) در بررسی اثر رژیم‌های آبیاری بر روی خصوصیات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و عملکرد دانه هیبریدهای ذرت نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار در وزن هزار دانه شد. در سال اول در شرایط مصرف کمترین میزان کود نیتروژن (۶۰ کیلوگرم در هکتار) وزن هزار دانه ۹۷/۲ گرم و در سال دوم وزن هزار دانه ۱۰۸/۲ گرم مشاهده شد. در تیمار مصرف ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، وزن هزار دانه ۱۵۷/۲ و در سال دوم وزن هزار دانه ۱۶۹/۸ گرم مشاهده گردید. بنابراین طبق این نتایج مشاهده شرایط بهتر سال دوم سبب افزایش مؤلفه وزن هزار دانه در شرایط مطلوب و تحت تنش خشکی و کمبود نیتروژن گردید.

عناصر معدنی نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه: نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد کاربرد سطوح نیتروژن بر میزان نیتروژن و فسفر دانه و اثر دورهای آبیاری بر میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه و اثر متقابل این دو عامل تنها بر میزان نیتروژن دانه ذرت اثر معنی‌دار داشت (جدول ۳). نتایج اثر متقابل دور آبیاری و نیتروژن نشان داد که دوره‌های آبیاری ۷ و ۱۴ روزه در سطوح نیتروژن ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان نیتروژن دانه را به خود اختصاص داد. همچنین، کمترین میزان نیتروژن دانه در دور آبیاری ۲۸ روزه در سطوح نیتروژن ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلو گرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۵).

تنش کمبود آب منجر به هدر رفتن منابع تولید به ویژه نیتروژن می‌شود و بازده مصرف نیتروژن و دیگر عناصر غذایی کاهش می‌یابد. در صورت مواجه شدن گیاه با کمبود آب در خاک لازم است مدیریت زراعی به گونه‌ای تغییر کند تا ضمن تولید محصول قابل قبول بازده مصرف منابع تولید هم بالا نگه داشته شود. لک و همکاران (Lak *et al.*, 2008) در تحقیقی روی ذرت اظهار نمودند که کم آبی باعث کاهش کارایی مصرف نیتروژن گردید و دلیل این وضعیت را کاهش جذب و هدر روی عنصر نیتروژن گزارش کردند. کاربرد کود نیتروژن تا میزان مشخصی، مقدار واردات نیتروژن از قسمت‌های رویشی به دانه را در مقایسه با کربوهیدرات‌ها افزایش داده و موجب افزایش غلظت نیتروژن دانه و درصد پروتئین آن می‌گردد (Emam, 2011).

عملکرد زیست‌توده: نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب نشان داد که کاربرد کود نیتروژن و دوره‌های آبیاری طی دو سال زراعی اثر معنی‌داری بر عملکرد زیست‌توده ذرت داشت (جدول ۳). همچنین اثر متقابل دوره آبیاری و سطوح نیتروژن بر عملکرد زیست‌توده معنی‌دار بود. این بدین معنی است که در دوره‌های مختلف آبیاری، کارایی سطوح مختلف نیتروژن متفاوت بوده است. در سطوح آبیاری این آزمایش همواره با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن عملکرد زیست‌توده ذرت افزایش یافت و این افزایش در سطوح مختلف نیتروژن اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۵). پاک‌نژاد و همکاران (Paknezhad *et al.*, 2009) در بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد ذرت هیبرید SC704 و SC647 با اعمال آبیاری پس از ۴۰ درصد، ۶۰ درصد و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک، مشاهده نمودند که اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه و کلیه اجزای عملکرد و عملکرد زیست‌توده معنی‌دار بود.

صوفی‌زاده و همکاران (Sufi Zadeh *et al.*, 2011) در بررسی اثر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، بیشترین عملکرد زیست‌توده به‌ترتیب متعلق به تیمار کودی ۱۸۴ و ۲۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به مقادیر ۱۷۱۴ و ۱۲۹۹ گرم در متر مربع بودند. در تیمار خشکی شدید و با اعمال دوره آبیاری ۲۸ روزه، افزایش میزان کود نیتروژن تاثیر معنی‌داری بر افزایش عملکرد زیست‌توده نداشت (جدول ۵). محمدی و همکاران (Mohammadi *et al.*, 2017) دربررسی اثر کود سرک نیتروژن توسط کلروفیل‌متر بر عملکرد و اجزای عمکرد ذرت دانه‌ای در شرایط کم آبیاری، مشاهده نمودند که برهمکنش آبیاری و کود نیتروژن بر زیست‌توده و شاخص برداشت معنی‌دار بود. در این پژوهش شاخص نیتروژن ۹۵ درصد و سطح کود نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاخص نیتروژن ۹۰ درصد و سطح کود نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار، سبب ۱۸ درصد افزایش زیست‌توده شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد زیست‌توده طی دو سال نشان داد اثر سال بر تعداد بر این مؤلفه معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد در سال اول در دور آبیاری ۷ روزه عملکرد زیست‌توده ۲۲۲۷۷ کیلوگرم در هکتار و در دوره آبیاری ۲۸ روزه معادل ۱۱۸۰۸ کیلوگرم در هکتار بود. در حالی‌که در سال دوم در دور آبیاری ۷ روزه عملکرد زیست‌توده برابر ۲۳۱۸۴ کیلوگرم در هکتار و در دوره آبیاری ۲۸ روزه برابر ۱۵۵۸۷ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین، در سال اول در شرایط مصرف کمترین میزان کود نیتروژن (۶۰ کیلوگرم در هکتار) عملکرد زیست‌توده ۱۴۲۵۸ کیلوگرم در هکتار و در سال دوم عملکرد زیست‌توده ۱۶۰۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین در سال اول، در تیمار مصرف ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن عملکرد زیست‌توده ۲۱۳۹۳ کیلوگرم در هکتار و در سال دوم عملکرد زیست‌توده ۲۳۴۸۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید. بنابراین، طبق این نتایج مشاهده شرایط بهتر سال دوم سبب افزایش عملکرد زیست‌توده در شرایط مطلوب و تحت تنش خشکی و کمبود نیتروژن گردید.

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که کاربرد مقدار نیتروژن بیشتر، سبب افزایش شاخص برداشت شد و شرایطی را فراهم آورد تا شرایط مطلوب برای تولید دانه نسبت به وزن زیست‌توده فراهم آید (جدول ۳). در بین سطوح کود نیتروژن، بیشترین شاخص برداشت با مصرف ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به‌دست آمد که با تیمار مصرف ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن با شاخص برداشت ۴۳ درصد تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۷). کمترین شاخص برداشت در تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (۴۰ درصد) به‌دست آمد که نسبت به بالاترین شاخص برداشت ۷/۵ درصد کاهش نشان داد (جدول ۷). فوزی و جعفرزاده (Fozi and Jafarzadeh, 2010) در بررسی اثر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در ارومیه مشاهده نمودند که مصرف نیتروژن اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت و عملکرد دانه داشت. در این پژوهش مشاهده شد که بیشترین عملکرد دانه و شاخص برداشت در بالاترین سطح کودی به‌کار رفته حاصل گردید. در بین دورهای آبیاری تفاوت معنی‌داری در شاخص برداشت ذرت مشاهده نشد و افزایش فاصله دور آبیاری و تنش خشکی تغییر محسوسی در شاخص برداشت ایجاد نکرد (جدول ۳). منعم و همکاران (Monem *et al.*, 2013) در بررسی اثر نیتروژن بر عملکرد و

اجزای عملکرد ذرت در شهر ری مشاهده نمودند که کاربرد کود نیتروژن‌دار اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشت. نتایج نشان داد در سال اول در دور آبیاری ۷ روزه شاخص برداشت ۴۳/۲ درصد و در دوره آبیاری ۲۸ روزه معادل ۴۲/۲ بود. در حالی‌که در سال دوم در دور آبیاری ۷ روزه شاخص برداشت برابر ۴۳/۵ درصد و در دوره آبیاری ۲۸ روزه برابر ۴۰ درصد بود. همچنین در سال اول در شرایط مصرف کمترین میزان کود نیتروژن (۶۰ کیلوگرم در هکتار) شاخص برداشت ۴۱/۳ و در سال دوم شاخص برداشت ۴۰/۳ درصد مشاهده شد. همچنین در سال اول، در تیمار مصرف ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن شاخص برداشت ۴۴ درصد و در سال دوم شاخص برداشت ۴۳/۱ مشاهده گردید. بنابراین، طبق این نتایج مشاهده شرایط بهتر سال دوم سبب کاهش شاخص برداشت در شرایط مطلوب نیتروژن و تحت کمبود نیتروژن گردید.

عملکرد دانه: طبق نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های حاصل از سال اول و دوم اثر متقابل دورهای آبیاری و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۵ و ۳). بیشترین عملکرد دانه طی دو سال بررسی در دور آبیاری ۷ روزه و مصرف مقدار نیتروژن ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار (۱۲۲۰۹ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد که نسبت به کمترین عملکرد به‌دست آمده (تیمار دور آبیاری ۲۸ روزه و مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن با عملکرد ۴۸۷۴ کیلوگرم در هکتار) میزان ۷۳۳۹ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد نشان داد (جدول ۵). منصوری‌فر و همکاران (Mansoorifar *et al.*, 2014) در تعیین حساسیت هیبریدهای ذرت به خشکی، مشاهده نمودند که بیشترین کاهش در اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه در مرحله ظهور گل تاجی و پر شدن دانه بود. کوستا (Costa *et al.*, 2002) با اعمال مقادیر مختلف کود نیتروژن بر ذرت گزارش نمودند که مصرف کود نیتروژن تا ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد دانه شد. تربت و همکاران (Torbert *et al.*, 2001) نشان دادند با افزایش مقدار کود نیتروژن تا ۱۶۸ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه افزایش یافت. معنی‌دار شدن اثر سال نشان‌دهنده غیرهمسانی شرایط محیطی طی دو سال انجام آزمایش است (جدول ۳). به‌طوری که شرایط مساعد آب و هوایی سال دوم اجرای آزمایش باعث شد تا عملکرد در ترکیب دور آبیاری ۷ روزه (با عملکرد ۱۰۰۷۴ کیلوگرم در هکتار)، ۴/۴ درصد افزایش نسبت به عملکرد این تیمار در سال اول (۹۶۴۳ کیلوگرم در هکتار) داشت و در ترکیب تیمار دور آبیاری ۲۸ روزه در سال دوم (۶۲۴۹ کیلوگرم در هکتار) ۶۲ درصد افزایش عملکرد نسبت عملکرد این تیمار در سال اول (۳۸۳۹ کیلوگرم در هکتار) داشت. معنی‌دار نبودن اثر متقابل سال و مقادیر نیتروژن نشان‌دهنده روند یکسان تغییرات، کاهش عملکرد دانه با اعمال تیمارهای نیتروژن بود. در تنش خشکی شدید مشاهده گردید که با افزایش مصرف نیتروژن از ۱۸۰ کیلوگرم به ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار، افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه ایجاد نکرد (جدول ۷). سلاتون و همکاران (Slaton *et al.*, 2014) میزان مطلوب مصرف نیتروژن برای ذرت تحت آبیاری در آرکانزاس را بر اساس بافت خاک، برای بافت لومی و رسی به ترتیب ۲۴۶ و ۳۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن گزارش نمودند. روبرتز و همکاران (Roberts *et al.*, 2016) به بررسی عملکرد ذرت تحت آبیاری با تیمارهای میزان و زمان مصرف نیتروژن پرداختند.

نتایج نشان داد در در دور آبیاری ۷ روز و مصرف کود اوره ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشت و کاهش کود نیتروژن و افزایش دور آبیاری عملکرد را کم می‌کند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با کاهش دور آبیاری و افزایش کود نیتروژن، عملکرد و اجزای عملکرد بیشتر می‌شود، به‌طوری‌که بیشترین مقدار عملکرد دانه، ۱۲۲۰۹ کیلوگرم در هکتار، مربوط به تیمار دور آبیاری ۷ روزه و مصرف نیتروژن، ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار عملکرد دانه ۴۸۷۰ کیلوگرم در هکتار، مربوط به تیمار دور آبیاری ۲۸ روزه و مصرف نیتروژن ۶۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. نتایج تحقیق نشان داد که علاوه بر تامین نیاز آبی ذرت، عنصر غذایی عمده‌ای که عملکرد ذرت را افزایش می‌دهد و برای رسیدن به عملکرد مطلوب آب و نیتروژن ضروری می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده توامان از دور آب ۷ و ۱۴ روزه و مصرف نیتروژن ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار، سبب افزایش اجزای عملکرد ذرت شامل تعداد دانه در بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و همچنین سبب جذب افزایش نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه ذرت گردید و در نتیجه می‌تواند باعث افزایش عملکرد دانه ذرت شود.

جدول ۱- آمار هواشناسی طول فصل رشد ذرت در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در علی‌آباد کتول، گرگان

Table 1- Meteorological statistics of maize growing season in 2015 and 2016, Aliabad Katoul, Gorgan

سال Year	ماه Month	درجه حرارت Temperature (C)		مجموع ساعات آفتابی Sum of sunny hours	رطوبت حداقل (٪) Minimum humidity	رطوبت حداکثر (٪) Maximum Humidity	بارش (میلی متر) Precipitation (mm)
		کمینه Minimum	بیشینه Maximum				
1394	خرداد June	16.3	44.3	204.4	14	91	6.59
	تیر July	16.4	40.3	191.1	22	97	6.16
	مرداد August	19.3	45	302.5	16	89	9.75
	شهریور September	14.5	36.1	234.7	22	99	7.57
1395	خرداد June	14.4	38.6	253.1	19	97	30.5
	تیر July	19.5	43	248.5	22	98	22.2
	مرداد August	20	41.7	273.1	22	95	31.3
	شهریور September	15.9	37.8	253	21	96	68.9

جدول۲- تجزیه شیمیایی و فیزیکی لایه سطحی خاک (عمق صفر تا ۶۰ سانتی‌متر)

Table 2- Chemical and physical decomposition of soil surface layer (depth 0 to 60 cm)

بافت خاک Soil Texture	ماسه Sand	لای Silt	رس Clay	قابل جذب پتاسیم ppm Absorbable K	قابل جذب فسفر ppm Absorbable P	کل نیتروژن Total Nitrogen	کربن آلی Organic carbon	درصد مواد خنثی شونده Percentage of neutralizing	کل اشباع Saturated	هدایت الکتریکی Electrical conductivity (s.p)	Saturation percentage	عمق (cm) Depth (cm)
سیمت رسی لومی Slity	8	58	34	229	4.2	0.14	1.62	17	7.8	0.85	58	60-0

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب اثر دوره های آبیاری و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

Table 3- Composite Analysis of variance of the effect of irrigation and Nitrogen on yield and yield components of corn

منبع تغییرات Source of change	درجه آزادی df	تعداد دانه در بلال Number of grains per corn	تعداد ردیف در بلال Number of rows per corn	تعداد دانه در ردیف Number of grains per row	وزن هزار دانه Weigh of 1000 grains	نیتروژن N
سال Year	1	160966.26**	2.0041666ns	150.000**	1174.60*	1.2150**
تکرار درون سال The main error	4	20492.35	1.166629	72.4062	1453.82	0.467708
دور آبیاری Irrigation interval	3	260273.89**	15.15277**	767.1527**	22602.16**	14.5575**
سال×دورآبیاری Irrigation ×Year	3	20982.17**	0.819444ns	60.6111**	105.28 ns	0.39305**
خطای 1 The sub error	12	4525.46	3.06944	20.7673	267.83	0.0400694
نیتروژن Nitrogen	3	121695.39**	10.7350**	331.6250**	33648.07**	4.96644**
دورآبیاری× نیتروژن Nitrogen×Irrigation	9	4223.42ns	0.634259ns	3.4398ns	300.70 ns	0.11574**
سال×نیتروژن Nitrogen×Year	3	3044.56ns	3.819444**	43.3050**	182.45ns	0.023611 ns
سال×دورآبیاری× نیتروژن Irrigation ×Year ×Nitrogen	9	2569.66ns	0.967592ns	3.4351ns	202.03ns	0.022770 ns
خطای 2 Total Error	48	2432.562	0.7916667	7.3298617	198.68	0.02211806
ضریب تغییرات (٪) C.V.		9.093701	6.403045	6.930871	4.7405	3.8338493

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

ns ,* and**: not significant and significant at at p>0.05 and p<0.01, respectively.

ادامه جدول ۳-
Table 3- Continued

منبع تغییرات Source of change	درجه آزادی df	فسفر P	پتاسیم K	عملکرد زیست-توده Biomass yield	شاخص برداشت Hi	عملکرد دانه Grain yield
سال Year	1	0.0000001 ns	0.0009370 ns	55545667**	17.35*	7644459.4**
تکرار درون سال The main error	4	0.02895830	2.6681252	20792470	107.17	3177210.0
دور آبیاری Irrigation interval	3	0.61090270**	238.703**	37706660**	15.99**	81285630.4**
سال×دورآبیاری Irrigation ×Year	3	0.00159720 ns	0.5973260 ns	1869067**	22.64**	934170.4*
خطای 1 The sub error	12	0.00312500	1.37621	1869067	16.44	199137.5
نیتروژن Nitrogen	3	0.07131940**	0.1314930 ns	26135865**	34.99**	64186092.4**
دورآبیاری× نیتروژن Nitrogen×Irrigation	9	0.0012960 ns	0.1789930 ns	12331919**	1.23ns	2922293.4**
سال×نیتروژن Nitrogen×Year	3	0.001875 ns	15.27038 **	2083285ns	0.16ns	280852.4ns
سال×دورآبیاری× نیتروژن Irrigation ×Year ×Nitrogen	9	0.0006944 ns	0.237511 ns	841109ns	2.17ns	253778.7ns
خطای 2 Total Error	48	0.0010167	0.241111	904332	3.17	228710.1
ضریب تغییرات (٪) C.V.		5.695564	4.3227453	5.025476	4.19	5.936908

ns ،* و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.
ns ,* and**: Not significant and significant at at p>0.05 and p<0.01, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در سال‌های 1394 و 1395
Table 4- Comparison of yield and yield components of maize in 2015 and 2016

سال Year	تعداد دانه در بلال No. of grains per corn	تعداد دانه در ردیف No. of grains per row	وزن هزار دانه Weight of 1000 grains (g)	عملکرد زیست توده Biomass Yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد دانه Grain Yield ($kg.ha^{-1}$)	نیتروژن N ($\mu g.g^{-1}$)	فسفر P ($\mu g.g^{-1}$)	پتاسیم K ($\mu g.g^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest Index
1394	501b	37.8b	129.5b	18148b	7773b	3.766b	0.566a	11.35a	42.8a
1395	583a	40.3a	138.9a	19697a	8337a	3.991a	0.566a	11.34a	41.99b

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی داری ندارند
In each column, the means with the same letters were not significantly different based on the Duncan's Multiple Range test.

جدول ۵- بررسی اثرات متقابل دوره های آبیاری و سطوح نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت.

Table 5- Interaction of irrigation interval and nitrogen yield on yield and yield components of maize

نیتروژن Nitrogen kg.ha^{-1}	عملکرد دانه(kg.ha^{-1}) Grain Yield				نیتروژن دانه (µg.g^{-1}) Seed Nitrogen				عملکرد زیست‌توده (kg.ha^{-1}) Biomass Yield			
	آبیاری (روز) Irrigation				آبیاری (روز) Irrigation				آبیاری (روز) Irrigation			
	28	21	14	7	28	21	14	7	28	21	14	7
60	5849k	6329ij	6784hi	7432g	3.05 n	3.3m	3.7j	4.13fg	14283jk	15051i	16563h	17715g
120	6059j	6882h	8009f	8838e	12.95 n	3.58jk	3.9h	4.28de	14349j	16473hi	18805fg	20614e
180	5477kl	611ef	10147c	10956bc	2.70p	4.45cd	4.5c	4.9b	13335k	20328ef	23372c	25115b
240	4870 l	9297d	11416b	12209a	2.4q	4.13ef	4.89b	5.13a	12056l	21472d	25755b	27479a

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی داری ندارند

In each column, the means with the same letters were not significantly different based on the Duncan's Multiple Range test.

جدول ۵- بررسی اثر دوره های آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت.

Table 6- Evaluation of the effect of irrigation intervals on yield and yield components of maize

تیمار آبیاری (روز) Irrigation intervals	تعداد دانه در بلال Number of grains per corn	تعداد ردیف در بلال Number of rows per corn	وزن هزار دانه(g) Weight of 1000 grains	نیتروژن N (µg.g^{-1})	فسفر P (µg.g^{-1})	پتاسیم K (µg.g^{-1})	تعداد دانه در ردیف Number of grains per row	شاخص برداشت Harvest index
7	637.63a	14.8a	334.146a	4.583a	0.747a	14.702a	43.45a	43.3a
14	617.79a	1425ab	307.412b	4.266b	0.620b	10.854b	43.37a	42.88a
21	497.04b	13.4bc	285.538c	3.888c	0.529c	10.408b	37.7b	41.83a
28	417c	13.08c	262.271d	2.795d	0.36.8d	7.4208c	31.54c	41.62a

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی داری ندارند

In each column, the means with the same letters were not significantly different based on the Duncan's Multiple Range test.

جدول ۵- بررسی اثر کاربرد سطوح نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

Table 7- Evaluation of the effect of Nitrogen levels of yield and yield components of maize

نیتروژن Nitrogen (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index	تعداد دانه در ردیف No. of grains per row	پتاسیم K (µg.g^{-1})	فسفر P (µg.g^{-1})	نیتروژن N (µg.g^{-1})	وزن هزار دانه (g) Weight of 1000 grains	تعداد ردیف در بلال No. of rows per corn	تعداد دانه در بلال No. of grains per corn
60	40.82c	34.62d	11.341a	0.506d	3.3719d	253.89c	13.33b	459.38c
120	42.20b	37.5c	11.285a	0.539c	3.6333c	277.37b	13.33b	506.75b
180	43.2ab	41.25b	11.383a	0.591b	4.1250b	326.24a	14.33a	598.29a
240	43.60a	42.87a	11.387a	0.629a	4.3791a	330.85a	14.58a	605.04a

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی داری ندارند

In each column, the means with the same letters were not significantly different based on the Duncan's Multiple Range test.

References منابع مورد استفاده

- Ahmadpour, A.R., B. Farhadi Bansoleh, and M. Ghobadi. 2016. Investigating of the effects of irrigation on growth and quality and quantitative attributes of maize in Kermanshah. *Protection of Water and Soil Resources*. 6(3): 99-112.
- Alizadeh, H.A., and F. Abbasi. 2016. Optimization of water and fertilizer consumption in maize irrigation. *Water Research in Agriculture* (*Soil and Water Science*). 30(4b): 455-445.
- Anonymous. 2021. OECD-FAO Agricultural Outlook: 2021–2030. Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/agr-outl-dataen.
- Azizi, F., and A. Mahrokh. 2011. Investigating the effect of drought stress on yield and yield components of several sweet maize hybrids. *Agricultural Management Research*. 3(4): 351-360.
- Bruns, H.A., and H.K. Abbas. 2005. Ultra-high plant populations and nitrogen fertility effects on corn in the Mississippi Valley. *Agronomy Journal.* 97(4): 1136-1140.
- Cambouris, A.N., N. Ziadi, I. Perron, K.D. Alotaibi, M. St. Luce, and N. Tremblay. 2016. Corn yield components response to nitrogen fertilizer as a function of soil texture. *Canadian Journal of Soil Science.* 96(4): 386-399.
- Costa, C., L.M. Stevart, and D.L. Smith. 2002. Nitrogen effects on grain yield and yield components of early and non-leafy maize genotypes. *Crop Science*. 42:1556-1563.
- Crews T.E., and Peoples M. B. 2004. Legume versus Fertilizer Sources of Nitrogen: Ecological Tradeoff and Human Needs. *Agric. Ecosyst. Environ*. 102:279–297.
- Dong, X., W. Xu, Y. Zhang, and D.I. Leskovar. 2016. Effect of irrigation timing on root zone soil temperature, root growth and grain yield and chemical composition in corn. *Agronomy Journal.* 6(2): 34-42.
- Emam, Y. 2011. Cereal production. Shiraz University Press. Fourth edition.190 pages. (In Persian).
- Ezadi, M. and Y. Imam. 2010. Planting pattern, plant density and nitrogen levels on grain yield and yield components of maize single cross 704. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 12(3): 46-58. (In Persian).
- Fozi, N., and N. Jafarzadeh. 2010. Effect of weed control and nitrogen use in different steps on yield and yield components of maize. *Research in Agricultural Sciences*. 5 (10): 117-131.
- Gholami, S., A. Amiri, H.R. Mobaser, and A.E. Mousavi. 2012. Investigating the effect of alternate irrigation and amount of nitrogen fertilizer on some growth indexes and maize yield. The First National Agricultural in Difficult Environments Conference. (In Persian).
- Hamada, A.M., and A.E. EL-Enany. 1994. Effect of NaCl salinity on growth, pigment and mineral element contents, and gas exchange of broad bean and pea plants. *Biologia Plantarum.* 36: 75- 81.

- He, Y., Y. Wei, R. DePauw, B. Qian, R. Lemke, A. Singh, and H. Wang. 2013. Spring wheat yield in the semiarid Canadian prairies: Effects of precipitation timing and soil texture over recent 30 years. *Field Crops Research.* 149: 329-337.
- Hemmati, A., S. Vazan, and M. Sadeghi Shoa. 2012. The effect of planting pattern, nitrogen fertilizer amounts and false cultures on yield and yield components of maize cultivar single cross 704 under weed competition. *Agronomy and Plant Breeding*. 8(2): 21-31. (In Persian).
- Karimi, A., M. Homari, M. Mazardelan, A. Liaqat, and F. Raeisi. 2006. Effect of fertilizer - irrigation on corn yield and water use efficiency of drip irrigation method- manuscript. *Journal of Agricultural Science.* 12(3): 34-48. (In Persian).
- Lak, S.H., A. Naderi, S.A. Saidat, A. Ayenehband, Gh. Nourmohammadi, and S.H. Mousavi. 2008. The effects of different levels of irrigation, nitrogen and plant population on yield, yield components and dry matter remobilization of corn at climatic conditions of Khuzestan. *Journal of Science Technology*. 11(42): 1-14.
- Lenka, S., A.K. Singh, and N.K. Lenka. 2009. Water and nitrogen interaction on soil profile water extraction and ET in maize–wheat cropping system. *Agricultural Water Management.* 96: 195-207.
- Maharjan, B., C.J. Rosen, J.A. Lamb, and R.T. Venterea. 2016. Corn response to nitrogen management under fully-irrigated vs. water-stressed conditions. *Agronomy Journal.* 108(5): 2089-2098.
- Mansoorifar, S., A.S. Fallah, and S.H. Hossein Zadeh. 2014. Determination of susceptibility of five maize hybrids to drought stress. *New Agricultural Findings*. 9 (2): 129-135. (In Persian).
- Moeini, A., A. Neshat, N. Yazdanpanah, and A. Pasandi Pour. 2022. Effect of super absorbent polymer and soil texture affecting the physiological response of maize (*Zea mays* L.) under water deficit stress. *Journal of Crop Ecophysiology*. 16(1): 43-60. (In Persian).
- Mohammadi, S.A., H.R. Khazaie, and A. Nezami. 2017. Effect of nitrogen fertilizer management by carophilometer on yield and yield components of maize in low irrigation conditions*. Iranian Agricultural Researches*. 15 (1): 61-73. (In Persian).
- Monem, R., F. Paknejad, A. Kashani, M.R. Ardakani, and A.S. Pazuki. 2013. Investigating the effect of nitrogen and winter cover plants on yield and yield components of maize in Shahr Ray. *Agricultural Management Research.* 5(4): 401-411.
- Moser, S.B., B. Feil, S. Jampatong, and P. Stamp. 2006. Effects of pre-anthesis drought, nitrogen fertilizer rate, and variety on grain yield, yield components, and harvest index of tropical maize. *Agricultural Water Management.* 81(1-2): 41-58.
- Nasrollah Zadeh Asl, V., S. Moharam Nejad, M. Yousefi, A. Bandeh Hagh, and L. Ebrahimi. 2017. Evaluation of grain yield of maize *(Zea mays* L.*)* hybrids under water restriction. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*. 27 (2): 96-85. (In Persian).
- Paknezhad, F., S. Vazan, and J. Daneshian. 2009. Effect of drought stress and irrigation methods on yield and yield components of two corn hybrids. *Agricultural Research*. 2 (1): 17-32.

- Rafiei Manesh, Sh., A. Ayeneh band, and R. Nabati Ahmadi. 2010. Effect of the amount of irrigation and irrigation time in different growth stages on yield and maize components of hybrid single cross 704 in Ahwaz weather conditions. *Plant Physiology*. 7(3): 93-105.
- Re, M.Z., and M.D. Dukes. 2017. Irrigation scheduling using real-time soil moisture data in corn production. ASABE Annual International Meeting (p.1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Roberts, T.L., N.A. Slaton, J.P. Kelley, C.E. Greub, and A.M. Fulford. 2016. Fertilizer nitrogen recovery efficiency of furrow-irrigated corn. *Agronomy Journal.* 108(5): 2123-2128.
- Roozbahani, T., Gh. Akbari, and M.A. Baghestani. 2009. Population dynamic of weeds in corn *(Zea mays* L.*).* Third Conference of Iranian Weeds Science. 1: 327-330. (In Persian).
- Rostami Ajirloo, A.A., M.R. Asgharipour, A. Ganbari, M. Joudi, and M. Khoramivafa. 2019. Simulation the effect of climate change on growth period and yield of three hybrids of maize (*Zea mays* L.) under low irrigation conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 17(1): 141-155. (In Persian).
- Schlegel, A.J., F.R. Lamm, Y. Assefa, and L.R. Stone. 2018. Dryland corn and grain sorghum yield response to available soil water at planting. *Agronomy Journal.* 110(1): 236-245.
- Schlegel, A.J., Y. Assefa, D. O'Brien, F.R. Lamm, L.A. Haag, and L.R. Stone. 2016. Comparison of corn, grain sorghum, soybean, and sunflower under limited irrigation. *Agronomy Journal.* 108(2): 670-679.
- Sharifi, P., and M. Adelinasab. 2016. Effect of phosphorus fertilizer on grain yield and yield components of maize *(Zea mays* L.*)* under drought stress conditions. *Cereal Research*. 6(1): 119-132.
- Sigua, G.C., K.C. Stone, P.J. Bauer, and A.A. Szogi. 2016. Nitrate leaching, water-use efficiency, and yield of corn with different irrigation and nitrogen management systems in coastal plains, USA. WIT *Trans Ecol Environ.* 203: 159-170.
- Slaton, N.A., M. Mozaffari, L. Espinoza, T.L. Roberts, R.J. Norman, and J.P. Kelley. 2014. Nitrogen rate recommendations for corn grown on clayey and loamy soils. Wayne E. *Sabbe Arkansas Soil Fertility Studies*. 60-67.
- Soltani, M., F. Azizi, M.R. Chai chi, and H. Heidari Sharif Abadi. 2012. The effect of irrigation regimes on some physiological, morphological and grain yield of new maize hybrids. *Agricultural Management of Plants and Seeds*. 28-2 (3): 347-362.
- Sotoodeh, A., T. Saki Nejad, A. Shokuhfar, S. Lak, and M. Majaddam. 2022. Effect of foliar application of Magnesium and Potassium sulfate on morphological, biochemical and yield characteristics of maize (*Zea mays* L.) during water deficiet stress. *Journal of Crop Ecophysiology*. 16(3): 307-324. (In Persian).
- Sufi Zadeh, S., M. Agha Alikhani, M. Bonayan, A. Zand, G. Hongbum, and A. Mosaddegh Monshadi. 2011. Effect of nitrogen on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) under competition with *Amaranthus retroflexus* L. and *Panicum miliaceum* L. *Ecological Agriculture*. 2: 17-32.

- Thomas, R., R. Sheard, and J. Moyer. 1967. Comparison of conventional and automated procedures for nitrogen, phosphorus, and potassium analysis of plant material using a single digestion. *Agronomy Journal.* 59: 240-243.
- Torbert, H.A., K.N. Potter, and J.E. Morrison. 2001. Tillage system, fertilizer nitrogen rate and timing effect on corn yields in the Texas Backland Ppairie. *Agronomy Journal.* 93: 1119-1124.
- Vinocur, B., and A. Altman. 2005. Recent advances in engineering plant tolerance to abiotic stress: Achievements and limitations. *Current Opinion in Biotechnology.* 16(2): 123-132.

Research Article DOI:

Study the Effect of Interval Irrigation and Nitrogen Fertilizer on Yield and Yield Components of Maize (Case study; Golestan Province)

Yaser kordkatooli[1], Hossein Ajam Norouzi[2], Ebrahim Amiri[3]*, Afshin Soltani [4] and Mohamad Reza Dadashi[5],

Received: November 2021 , Revised: 1 February 2022, Accepted: 20 April 2022

Abstract

In order to investigate irrigation management and the effects of different amounts of nitrogen fertilizer on hybrid corn SC704 experimental in the form of crushed plots in the form of complete randomized block design in three replications during two crop years 2015 and 2016 in Golestan province, in Katul was done. The main factor of irrigation cycle by day in four levels including 7, 14, 21 and 28 days and the secondary factor of nitrogen fertilizer in four levels included 60, 120, 180 and 240 kg.ha^{-1}. The results of analysis of variance showed a significant effect between irrigation cycle and nitrogen on Weigh of 1000 grains, grain yield, seed nitrogen and biomass yield. The results showed that 28 days of irrigation reduced grain yield, seed nitrogen, seed phosphate and seed potassium compared to 7 to 14 days of irrigation. The increase in nitrogen fertilizer to 180 and 240 kg.ha^{-1} increased the yield of the grain by affecting the biological yield and yield components seed nitrogen, seed phosphate and seed potassium. However, nitrogen consumption in higher amounts under stress conditions (21 to 28 day Interval Irrigation) not only did not have a positive effect on yield, but also reduced grain yield by 180 to 240 kg.ha^{-1}. The highest grain yield was obtained in the combination of 7 and 14 day irrigation treatment and nitrogen level of 240 to 180 kg.ha^{-1} and 12209, 11416, 10147 kg.ha^{-1}. The results of the average comparison between the two years showed that the highest number of grains per corn was 583, the Number of grains per row as 40.3 and the Weigh of 1000 grains was 138.9 grams and seed nitrogen 3.991 µg.g^{-1} DW in the second year.

Key words: Golestan, Irrigation Management, Nitrogen, Phosphate, SC704 hybrid.

1- Ph.D. Student of Agronomy, Faculty of Agriculture, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran.
2- Assistant Professor, Crop Physiology, Faculty of Agriculture, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran.
3- Professor, Water Engineering Department, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
4- Professor, Crop Physiology, University of Gorgan Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran.
5- Department of Agriculture, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran.
Corresponding Authors: eamiri57@yahoo.com*