نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۱، جلد ۱۳، فروردین - اردیبهشت ۱۳۹۸، ص. ۳۳-۲۱

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 13, Apr.-May. 2019, p. 21-33

# اثرات کودآبیاری با استفاده از سامانه‌های آبیاری بارانی و جویچه‌ای بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین

محمداسماعیل اسدی[۱*]، پریسا شاهین رخسار احمدی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۴/۲۸

## چکیده

کودآبیاری[۳] کاربرد کودها، یا دیگر مواد محلول در آب از طریق سامانه‌های آبیاری می‌باشد. کودآبیاری را می‌توان برای انواع نباتات زراعی، باغی و همچنین انواع سامانه‌های آبیاری از جمله تحت فشار و سطحی به کار برد. سطح اراضی آبی استان گلستان در حدود ۲۰۰ هزار هکتار می‌باشد که در اغلب آن‌ها سامانه کودآبیاری استفاده نمی‌گردد. به همین خاطر در این مطالعه کارآیی این سامانه‌ها برروی محصول ذرت شیرین در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفت. در این تحقیق که به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تیمار ۲۰۰ (N200) و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (N300) در هکتار با سه تکرار انجام شد میزان کودهای در نظر گرفته شده از طریق تقسیط و در دو نوبت کودآبیاری و در دو سامانه جویچه‌ای و بارانی به گیاه داده شد. نوع محصول ذرت شیرین واریته سینگل کراس ۷۰۴ بود. به فواصل ۷۵ در ۲۰ سانتی‌متر در تیرماه هر سال و بعد از برداشت گندم در ایستگاه کشاورزی گرگان کشت گردید. در طی سال اول ۷ بار و سال دوم ۸ نوبت آبیاری در هر دو تیمارکودآبیاری جویچه‌ای و بارانی صورت گرفت که دو نوبت از آبیاری‌ها توام با کود بود. میزان آب آبیاری در سال اول به‌ترتیب برای آبیاری جویچه‌ای و بارانی برابر ۵۲۷ و ۳۱۳ میلی‌متر و در سال دوم برای آبیاری جویچه‌ای و بارانی برابر ۴۷۴ و ۲۹۹ میلی‌متر بود. میانگین عملکرد دانه قابل کنسرو در سال اول و در تیمار N200 برابر ۳۳۷۵ و ۴۰۷۲/۳ کیلوگرم در هکتار و در سال دوم برابر۲۶۳۷/۳ و ۴۱۶۵/۳ کیلوگرم در هکتار به ترتیب برای تیمارهای جویچه‌ای و بارانی ودر تیمار N300 در سال اول برابر ۳۱۲۴/۳ و ۲۹۳۰/۳ کیلوگرم در هکتار و در سال دوم برابر ۲۶۴۷ و ۳۲۷۸/۳کیلوگرم در هکتار به ترتیب برای تیمارهای جویچه‌ای و بارانی است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد روش آبیاری در سطح ۱ درصد بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین تاثیر معنی‌دار داشت و حداکثر مقادیر مربوط به عملکرد دانه قابل کنسرو به میزان ۴۱۶۵/۳ کیلوگرم در هکتار از تیمار N200 در سال ۱۳۸۷، عملکرد بلال به میزان ۸۷۹۵/۶ کیلوگرم در هکتار از تیمار N200 در سال ۱۳۸۶، تولید بیوماس به میزان ۳۳۱۸۴/۶ کیلوگرم در هکتار از تیمار N200 در سال ۱۳۸۶ و ماده خشک به میزان ۷۵۹۸/۳ کیلوگرم در هکتار از تیمار N200 در سال ۱۳۸۶ در تیمارهای آبیاری بارانی بدست آمد که نشان‌دهنده موثر بودن کودآبیاری از طریق سامانه بارانی و از طریق ونتوری است. مقادیر مختلف کود نیتروژن در سطح ۵ درصد بر عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک تاثیر معنی‌داری داشت و حداکثر عملکرد دانه و تولید ماده خشک در تیمارهای کودی N200 مشاهده گردید. مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد بلال و عملکرد ماده مرطوب تاثیر معنی‌داری نداشت. نتایج دو سال اجرای پژوهش حاکی از موثر بودن کارآیی مصرف کود در تیمارهای کودآبیاری بارانی است.

**واژه‌های کلیدی:** آبیاری تحت فشار، آبیاری سطحی، ارزیابی، گلستان، نیتروژن

## مقدمه

تزریق کود به آب آبیاری، کودآبیاری نامیده می‌شود. کودآبیاری روشی است که در آن کود موردنیاز گیاه از طریق آب، آبیاری در اختیار نبات قرار می‌گیرد(Asadi et al., 2002; Asadi., 2005). ترکیب این دو عامل (آب و کود) و یا به اصطلاح کودآبیاری از محاسن ویژه‌ای برخوردار می‌باشد که موفقیت در این روش مستلزم داشتن آگاهی کافی در رابطه با نیاز آبی و نیاز کودی هر محصول است. این فن‌آوری هزینه‌های کوددهی را از راه حذف عملیات کاهش می‌دهد. این روش همچنین کارآیی مواد مغذی را از طریق استفاده آن‌ها در زمانی‌که گیاه نیاز بیش‌تری دارد، بهبود می‌بخشد. استفاده از سامانه‌های آبیاری بارانی جهت پخش کود اولین بار توسط برایان و توماس در سال ۱۹۵۸ مطرح گردید (Threadgill., 1985).

۱- استادیار آبیاری و زهکشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.
۲- عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان،سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.
(*- نویسنده مسئول: (Email: iwc977127@yahoo.com

3- Fertigation

پیشرفت‌های بسیار در لوازم و تجهیزات سامانه‌های بارانی و کود آبیاری باعث ترویج بیش‌تر این سیستم‌ها در سراسر جهان گردید. در سال‌های اخیر استفاده از کود آبیاری با سامانه‌های آبیاری بارانی متداول گردیده و مطالعات زیادی پیرامون آن انجام شده است.

قیصری و همکاران (Gheysari et al., 2007; Gheysari et al., 2009) تاثیر متقابل آب و کود نیتروژن را بر عملکرد و آلودگی منابع آب در دشت ورامین بررسی کردند. در این پژوهش تاثیر سه سطح کود نیتروژن شامل صفر (N0)، ۱۵۰ (N150)، و ۲۰۰ (N200) کیلوگرم نیتروژن در هکتار و چهار سطح آبیاری شامل دو سطح کم آبیاری (W3,W4)، یک سطح آبیاری کامل (W2) و یک سطح بیش آبیاری (W1) با مدیریت کود آبیاری از طریق سامانه آبیاری بارانی بر آبشویی نیترات و عملکرد ذرت بررسی شد. نتایج بدست آمده نشان داد مقدار برداشت نیتروژن توسط گیاه تحت‌تاثیر آب کاربردی است. هم‌چنین مقدار آبشویی نیترات تحت تاثیر توام مقدار آب کاربردی و نیتروژن مصرفی می‌باشد. آن‌ها مصرف کود نیتروژن بر اساس آب کاربردی را به منظور جلوگیری از تلفات نیتروژن پیشنهاد نمودند.

عباسی و همکاران (۱۳۸۷) مسایل فنی کودآبیاری شامل یکنواختی توزیع، زمان تزریق و مدت زمان تزریق در آبیاری جویچه‌ای با دو رژیم انتها بسته و انتها باز با کاهش جریان و با استفاده از داده‌های مزرعه‌ای و یک مدل ریاضی کودآبیاری در خاک لومی بدون پوشش گیاهی درکرج را بررسی کردند. آن‌ها نتیجه گرفتند که یکنواختی توزیع نیمه‌پایین کود برای آزمایش‌های تزریق کود در نیمه اول آبیاری بین ۸۱ تا ۸۹ درصد، برای آزمایش‌های تزریق در نیمه دوم آبیاری بین ۹۳ تا ۹۶ درصد و برای تزریق کود در تمام مدت زمان آبیاری بین ۸۷ تا ۹۳ درصد متغیر می‌باشد. یکنواختی توزیع نیمه‌پایین آب در همه آزمایش‌ها بسیاربالا و بین ۹۴ تا ۹۸ درصد متغیر بود. نتایج کلی، حکایت از بهتر بودن تزریق در نیمه دوم نسبت به تزریق در نیمه اول و کل آبیاری داشته و بهترین گزینه تزریق در نیمه دوم با شرایط انتها بسته می‌باشد و دلیل آن هم صفر بودن رواناب کودی در این حالت و بالاتر بودن یکنواختی توزیع کود ذکر شده است. نتایج مدل نیز تزریق در نیمه دوم با شرایط انتهای بسته را بهترین حالت نشان داد.

واعظی و همکاران (۱۳۸۱) در آزمایشی اثر دو روش کودآبیاری بارانی و پخش سطحی را بر کارآیی مصرف کود و آب در ذرت علوفه‌ای بررسی نمودند. نتایج نشان داد که عملکرد، ماده خشک و کارآیی مصرف آب در روش کودآبیاری، در تمامی تیمارهای مصرف کود، بیش‌تر از تیمارهای همسان در روش پخش سطحی است. هم‌چنین آن‌ها نتیجه گرفتند که در هر روش، با افزایش مقدار کود مصرفی، کارآیی مصرف کود کاهش یافت و در روش پخش سطحی، بخش قابل‌توجهی از کودهای مصرفی در سطح خاک باقی‌مانده و به عمق ناحیه ریشه راه نمی‌یابد. در روش کودآبیاری عناصر غذایی به صورت نوبتی و محلول در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و امکان جذب آن‌ها بیش‌تر می‌شود.

اسدی و همکاران (Asadi et al., 2002) پژوهشی ۲ ساله به‌منظور ارزیابی اثرات کودآبیاری با استفاده از سامانه آبیاری بارانی روی تلفات آبشویی نیترات و عملکرد محصول ذرت در خاک اسیدی در کشور تایلند انجام دادند. آن‌ها گزارش نمودند که بیش‌ترین عملکرد دانه ذرت در سال اول به میزان ۳/۵۲ تن در هکتار از تیمار ۲۰۰ کیلوگرم کاربرد کود و در سال دوم ۵/۴۲ تن در هکتار از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کاربرد نیتروژن در هکتار بدست آمد. تفاوت معنی‌داری بین این دو تیمار از حیث عملکرد مشاهده نشد اما بیش‌ترین مقدار آبشویی نیترات در هر دو سال آزمایش از تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کاربرد نیتروژن مشاهده گردید. هم‌چنین در پایان نتیجه‌گیری نمودند که کودآبیاری ذرت با روش آبیاری بارانی روش مناسبی برای کاهش آبشویی نیترات از عمق ۶۰ سانتی‌متری است.

بولاک و همکاران اثر مصرف نیتروژن را به همراه آب آبیاری بارانی بر کارآیی مصرف نیتروژن و عملکرد ذرت دانه‌ای در خاک شن‌لومی مورد آزمایش قرار دادند و نتیجه گرفتند که با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی از ۱۶۸ به ۳۳۶ کیلوگرم در هکتار، بیش‌ترین عملکرد با مصرف ۱۶۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که این مقدار معادل ۶۰ درصد نیتروژن مصرفی در روش رایج کوددهی بود(Bullock et al., 1990).

هوم و همکاران راندمان مصرف آب و آبشویی نیترات در سامانه آبیاری بارانی، جویچه‌ای و کرتی را در خاکی درشت بافت مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که آبیاری جویچه‌ای بیش‌ترین و آبیاری بارانی کم‌ترین تلفات و نفوذ عمقی را دارد (Home et al., 2002).

لی و همکاران تاثیر یکنواختی آبیاری بارانی را بر نفوذ عمقی، توزیع نیتروژن در خاک، جذب نیتروژن توسط گیاه و عملکرد محصول بررسی نمودند و اظهار داشتند استفاده از سامانه بارانی برای پخش کود موجب افزایش یکنواختی و راندمان پخش کود می‌شود (Li et al., 2005).

گاسچو و همکاران آزمایشی ۵ ساله را در ایالت جورجیای آمریکا برای تعیین کارآیی مصرف کود نیتروژنه با دو سامانه کودآبیاری بارانی و سامانه کود سرک (کارگذاری در باند) بر روی ذرت با مقادیر متفاوت کود نیتروژنه از ۱۶۸ تا ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار انجام دادند. نتایج نشان داد کاربرد ۲۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حداکثر عملکرد دانه را دارد. در سالی که بارندگی به طور متوسط رخ داد، ترکیبی از کارگذاری کود در باند در اوایل فصل رشد با کود آبیاری در اواخر فصل رشد بیش‌ترین عملکرد دانه و بیش‌ترین کارایی کود نیتروژن را در پی داشت (Gascho et al., 1984).

میلهول و همکاران تاثیر روش‌های مختلف آبیاری را بر شستشوی نیترات و راندمان تولید ذرت مطالعه کرد و به این نتیجه رسیدند که اختلاف معنی‌داری در راندمان تولید ذرت و شستشوی نیترات بین دو روش آبیاری بارانی و جویچه‌ای وجود ندارد (Mailhol et al., 2001).

گری برای به کمیت در آوردن تلفات آبشویی نیتروژن در سیستم آبیاری بارانی در خاک‌های شنی و به منظور بهبود مدیریت کود و آب، تحقیقی بر روی ذرت انجام داد و نتیجه گرفت که به منظور کاهش موثر آبشویی نیترات باید کاربرد کود نیتروژنه مطابق نیاز گیاه باشد تا نیتروژن نیتراتی محلول کاهش یابد (Gary., 1986).

ورشنی و همکاران تاثیر کاربرد یک بار کود نیتروژنه به میزان ۱۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای ذرت را نسبت به استفاده سه بار در طول فصل رشد بررسی کردند. نتایج نشان داد کاربرد یک بار کود به میزان ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار مقادیر بالاتری از نیتروژن باقی‌مانده را در خاک نسبت به استفاده سه بار کود نیتروژنه (در مجموع به میزان۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) در طول فصل رشد ایجاد کرد و تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد بین تیمارها مشاهده نشد. آن‌ها بیان کردند در صورتی‌که از سامانه کودآبیاری برای کاربرد نیتروژن استفاده شود، می‌توان کود نیتروژنه را به سادگی بر اساس نیاز گیاه توزیع نمود (Varshney et al., 1993).

سکستن و همکاران پژوهشی دو ساله بر روی عملکرد ذرت و میزان آبشویی نیترات با سامانه کودآبیاری بارانی در خاک لوم‌شنی در مینوسوتای آمریکا انجام دادند. در این پژوهش اثرات ۴ تیمار مختلف میزان کود اوره، دو میزان مختلف کود حیوانی و دو تیمار مختلف مدیریت آبیاری بررسی گردید. نتایج آن‌ها نشان داد حداکثر عملکرد ذرت به ازای ۲۰۲ و ۲۳۴ کیلوگرم در هکتار کود اوره به ترتیب در هر سال بدست آمد. آن‌ها نتیجه‌گیری نمودند که برنامه‌ریزی بر اساس ۹۵ درصد حداکثر عملکرد محصول میزان آبشویی نیترات در مقایسه با حداکثر عملکرد محصول ۳۵ درصد کاهش می‌یابد (Sexton et al., 1996). هم‌چنین مدیریت آبیاری متغیر در طول فصل رشد در مقایسه با مدیریت ثابت آبشویی نیترات را ۴۵ درصد کاهش می‌دهد. جمع‌بندی و نتایج بررسی منابع حاکی از ضرورت کاربرد کودآبیاری برای ارتقای بهره‌وری مصرف آب و بهبود عملکرد محصولات زراعی می‌باشد اما برای کاربرد این فن‌آوری نوین نیاز به بررسی و پژوهش در عرصه مزرعه‌ای برای هر منطقه با توجه به ویژگی‌های خاص اقلیمی، توپوگرافی، محیطی، اجتماعی و خاک آن منطقه می‌باشد. از این رو هدف از این پژوهش بررسی کارآیی روش کودآبیاری از طریق دو سامانه آبیاری بارانی و جویچه‌ای با مقادیر متفاوت کود نیتروژنه بر روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین در استان گلستان است.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش شامل دو سال آزمایش‌های مزرعه‌ای می‌باشد که طی سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان اجرا گردید. این ایستگاه در فاصله ۶ کیلومتری شمال شهرستان گرگان در حاشیه جاده فرودگاه قرار دارد. مشخصات ایستگاه عبارتست از: ۵۴ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۵۵ دقیقه عرض شمالی. ارتفاع از سطح دریای ایستگاه ۶ متر می‌باشد. میزان بارندگی آن حدود ۴۵۰ میلی‌متر در سال و خاک ایستگاه از نوع لوم‌رسی به عمق حدود ۳۰ سانتی‌متر می‌باشد و به لحاظ آب و هوایی جزو مناطق گرم و معتدل بشمار می‌رود. مشخصات فیزیکی خاک در جدول ۱ و مشخصات شیمیایی در جدول ۲ درج شده است.

برای انجام این آزمایش از طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با دو تیمار کودآبیاری و دو تیمار میزان کود با سه تکرارااستفاده شد. تیمارهای کودآبیاری شامل بارانی و جویچه‌ای و دو تیمار کودآبیاری یکی ۲۰۰ (N200) و دیگری ۳۰۰ (N300) کیلوگرم کود اوره در هکتار بودند. نوع محصول آزمایشی ذرت شیرین بوده و آزمایش در قطعه زمینی به ابعاد ۸۰ در ۱۰۰ متر پیاده گردید. در داخل نوار آبیاری بارانی دو تیمار کود آبیاری با استفاده از ونتوری (رایج‌ترین وسیله مورد استفاده در دنیا) پیاده گردید. یعنی در کل ۶ کرت در داخل این نوار به صورت تصادفی قرار گرفت که ۳ کرت آن به میزان ۲۰۰ و ۳ کرت دیگر به میزان ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کودآبیاری به صورت تقسیط انجام شد.

**جدول ۱- مشخصات فیزیکی خاک منطقه مورد مطالعه**

| عمق (cm) | درصد ذرات خاک | | | بافت | ظرفیت مزرعه(FC) (٪) | نقطه پژمردگی دایم(PWP) (٪) | درصد اشباع(SP) (٪) | وزن مخصوص ظاهری ($gr/cm^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | رس | لای | شن | | | | | |
| ۲۰-۰ | ۳۲ | ۵۰ | ۱۸ | سیلتی کلی لوم | ۲۷/۷ | ۱۳/۱ | ۴۹/۹ | ۱/۴۴ |
| ۴۰-۲۰ | ۳۴ | ۴۸ | ۱۸ | سیلتی کلی لوم | ۲۷ | ۱۲/۳ | ۵۲/۲ | ۱/۴۱ |
| ۶۰-۴۰ | ۴۴ | ۴۸ | ۱۸ | سیلتی کلی لوم | ۲۷/۶ | ۹/۸ | ۵۱/۹ | ۱/۴۰ |
| ۸۰-۶۰ | ۳۲ | ۴۸ | ۲۰ | سیلتی کلی لوم | ۲۷ | ۸/۹ | ۴۷/۴ | ۱/۴۴ |
| ۱۰۰-۸۰ | ۲۸ | ۵۰ | ۲۲ | سیلتی لوم | ۲۷ | ۱۱/۱ | ۴۶ | ۱/۳۹ |

جدول ۲- مشخصات شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

| عمق (cm) | کربن آلی(OC) (٪) | ماده آلی(OM) (٪) | نیتروژن کل (٪) | اسیدیته(pH) | هدایت الکتریکی(EC) (ds/m) | درصد کاتیون‌های قابل تبادل(CEC) (Me/100g) | فسفر و پتاسیم قابل‌جذب (PPM) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | P | K |
| ۲۰-۰ | ۱/۳۰ | ۲/۲۴ | ۰/۱۶ | ۷/۱ | ۱/۹۶ | ۲۰ | ۱۱/۳ | ۳۹۳ |
| ۴۰-۲۰ | ۱/۲۴ | ۲/۱۳ | ۰/۱۷ | ۷/۳ | ۲/۱۳ | ۱۳/۵ | ۱۱/۸ | ۳۹۳ |
| ۶۰-۴۰ | ۰/۶۸ | ۱/۱۷ | ۰/۱۲ | ۷/۵ | ۱/۲۹ | ۹ | ۵/۹ | ۲۸۷ |
| ۸۰-۶۰ | ۰/۶۲ | ۱/۰۷ | ۰/۱۵ | ۷/۶ | ۱/۲۰ | ۸/۵ | ۲/۳ | ۱۹۰ |
| ۱۰۰-۸۰ | ۰/۳۶ | ۰/۶۲ | ۰/۰۵ | ۷/۵ | ۱/۱۶ | ۷ | ۱/۸ | ۱۴۱ |

در داخل نوار آبیاری جویچه‌ای نیز دو سامانه کود آبیاری پیاده شد. در کل ۶ کرت در داخل این نوار به صورت تصادفی قرارگرفت که ۳ کرت آن به میزان ۲۰۰ و ۳ کرت دیگر به میزان ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کود آبیاری گردیدند. طول شیارها ۱۰۰ متر و ابعاد کرت‌های بارانی شامل ۶ کرت به ابعاد ۱۲ در ۱۲ متر بود.

عملیات آماده‌سازی شامل خرد کردن بقایای گیاهی گندم (کشت قبلی) و جمع‌آوری کاه و کلش آن، آبیاری زمین، دو دیسک عمود بر هم و ماله‌کشی اولیه بود. درتاریخ ۱۳۸۶/۴/۲۰ در سال اول و در تاریخ ۱۳۸۷/۴/۱۵ در سال دوم با استفاده از سامانه آبیاری سطحی مبادرت به آبیاری زمین گردید تا ذخیره رطوبتی برای دوره جوانه‌زنی کافی باشد. این آبیاری، خاک آب نام دارد و با توجه به بالا بودن دمای هوا و حداکثر بودن تبخیر از سطح خاک قبل از کشت ضروری می‌باشد.

قبل از کشت طبق توصیه‌های فنی و آزمون خاک، ۱۸۰ کیلوگرم کود فسفات آمونیوم و ۱۴۰ کیلوگرم کود نیترات آمونیوم به خاک داده شد. که بعد از پخش توسط دیسک با خاک مخلوط گردید. مابقی کود نیتروژنه براساس هر تیمار به صورت کودآبیاری و در دو نوبت به گیاه داده شد. نوع کود اوره بوده که در زمان کاربرد با آب آبیاری مخلوط‌شده و آنگاه به گیاه رسانده شد. در تیمارهای آبیاری جویچه‌ای مقدار کود لازم درون بشکه‌های شیردار همراه با آب مخلوط و با کارگذاری بشکه‌ها در ابتدای جویچه‌ها عمل کودآبیاری در زمان اعمال تیمارها صورت گرفت. در سامانه بارانی مقدار کود لازم هر تیمار درون بشکه‌ای همراه آب مخلوط گردید که در حین آبیاری از طریق ونتوری به داخل سامانه آبیاری تزریق شد. در هر بار کودآبیاری ابتدا آبیاری به مدت یک ساعت برای بالا بردن پتانسیل اسمزی گیاه و هم‌چنین پتانسیل ماتریک خاک انجام و بعد از آن تزریق کود صورت گرفت. در سامانه بارانی بعد از اتمام تزریق کود، آبیاری ادامه یافت تا کود باقی‌مانده از روی برگ‌ها و داخل لوله‌ها آبشویی گردد. اولین کودآبیاری در تاریخ ۱۳۸۶/۶/۴ در سال اول و ۱۳۸۷/۶/۵ در سال دوم برای تیمارهای جویچه‌ای و در تاریخ ۱۳۸۶/۶/۵ در سال اول و ۱۳۸۷/۶/۴ در سال دوم برای تیمارهای بارانی انجام شد. این زمان مطابق با اوایل دوران ظهور گل نر ذرت بود. برای تیمارهای N200 مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و برای تیمارهای N300 مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود در اختیار گیاه قرار گرفت. دومین کودآبیاری در تاریخ ۱۳۸۶/۶/۱۸ در سال اول و ۱۳۸۷/۶/۱۴ در سال دوم برای تیمارهای جویچه‌ای و ۱۳۸۶/۶/۱۹ در سال اول و ۱۳۸۷/۶/۱۳ در سال دوم برای تیمارهای بارانی انجام شد. این زمان مطابق با ظهور تارهای ابریشمی (Silking) ذرت بود. برای تیمارهای N200 مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و برای تیمارهای N300 مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود در اختیار گیاه قرار گرفت.

در تاریخ ۱۳۸۶/۴/۲۵ در سال اول و ۱۳۸۷/۴/۲۴ در سال دوم بعد از دیسک زمین و قبل از کاشت مبادرت به پخش علف‌کش ارادیکال (۲ لیتر در ۲۰۰ لیتر آب) گردید. آن‌گاه با استفاده از ردیف‌کار مقدار ۲۰ کیلوگرم در هکتار بذر ذرت دانه طلایی (SC403) به فواصل ۷۵ در ۲۰ سانتی‌متر روی خطوط کشت گردید. برای کاشت حفره‌هایی به عمق ۳ تا ۵ سانتی‌متر در فواصل تعیین شده بر روی خطوط کاشت ایجاد و دو عدد بذر در هر کپه قرار داده شد. پس از رسیدن به مرحله سه‌برگی بوته‌های اضافی حذف و در هر کپه یک بوته باقی ماند. عملیات واکاری برای بذوری که سبز نشده بودند در تاریخ ۱۳۸۶/۵/۲۲ در سال اول و ۱۳۸۷/۵/۲۰ در سال دوم صورت گرفت.

برای آبیاری تیمارهای جویچه‌ای از سامانه لوله‌های دریچه‌دار با قطر ۸ اینچ در جویچه‌های با انتهای باز و بدون کاهش جریان استفاده گردید. طول جویچه‌ها ۱۰۰ متر و فواصل بین جویچه‌ها ۷۵ سانتی‌متر بود. میزان دبی ورودی به هر جویچه بر اساس آزمایش‌های قبلی با در نظر گرفتن این‌که غیرفرسایشی بوده و در ضمن دارای حداکثر سرعت پیشروی باشد ۰/۹ لیتر در ثانیه تعیین گردید. میزان دبی ورودی به هر جویچه با فلوم‌های WSC تیپ یک (اشرفی و همکاران، ۱۳۷۵)که در ابتدای جویچه‌ها نصب شده بود کنترل می‌گردید. هم‌چنین برای کنترل بیش‌تر میزان دبی ورودی به هر جویچه از طریق حجمی کنترل گردید. بعد از کاشت ذرت، برای تعیین

زمان و مقدار آب آبیاری جویچه‌ها بر اساس پایش[1] رطوبت خاک عمل شد. نمونه‌های خاک به‌صورت مرتب و یک روز در میان از ابتدا، وسط و انتهای جویچه‌ها (هر کدام ۵ نمونه) از عمق ۳۰ سانتی‌متری و با مته نمونه‌برداری خاک، تهیه و بعد از جایگذاری در قوطی‌های آلومینیومی، با ترازوی دیجیتالی با دقت یک هزارم گرم توزین و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و درون آون با درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک گردید. بعد از تعیین درصد رطوبت خاک به طریق ثقلی زمان آبیاری و میزان عمق آب، آبیاری تعیین گردید. عمق آب، آبیاری با هدف جایگزین نمودن رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه تا حد ظرفیت زراعی (FC) برای کلیه جویچه‌ها و زمان آبیاری بر اساس ۵۰ درصد کاهش رطوبت خاک اعمال شد. آبیاری پس از رسیدن جبهه آب به انتهای جویچه‌ها و کامل شدن پیشروی آب، تا زمان دریافت عمق خالص آب در کل جویچه ادامه یافت. از رواناب سطحی نیز در مزارع پایین‌دست استفاده شد.

برای آبیاری کرت‌های روش بارانی از سامانه کلاسیک ثابت استفاده شد. نوع آبپاش‌ها VYR دو نازله قابل تنظیم و فواصل آبپاش‌ها ۱۲ در ۱۲ متر بود. قطر لوله‌های اصلی و فرعی نیز ۳ اینچ از جنس آلومینیوم که توسط هیدرانت از شبکه لوله‌های زیرزمینی ایستگاه تغذیه شدند. در هر بار آبیاری فشار کار سه آبپاش در ابتدا، وسط و انتهای خط با استفاده از فشارسنج و دبی مربوطه از طریق حجمی اندازه‌گیری گردید. دبی هر آبپاش برابر ۰/۳ لیتر در ثانیه برای آبپاش‌های ابتدای خط و ۰/۲۷ لیتر در ثانیه برای آبپاش‌های انتهای خط تعیین گردید. عمق خالص آبیاری بر اساس پایش رطوبت خاک قبل از آبیاری بوده و آبیاری تا زمان رسیدن رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی مزرعه ادامه یافت. ۲۴ ساعت بعد از آبیاری با استفاده از روش ثقلی، رطوبت خاک تعیین گردید. قبل از کشت و شروع آبیاری‌ها در حین آبیاری اول برای تعیین ضریب یکنواختی کریستیانسن (CU) و یکنواختی توزیع آب (DU) آبپاش‌ها با استفاده از شبکه قوطی‌های جمع‌آوری آب به فواصل ۳ در ۳ متر در سه کرت ابتدا، میانی و انتهایی مبادرت به ارزیابی سامانه شد و در نهایت ضرایب فوق طی ۱۰ آزمایش مختلف تعیین گردیدند. تاریخ‌های آبیاری کرت‌های بارانی به ترتیب ۱۳۸۶/۴/۲۰ (خاک آب)، ۱۳۸۶/۴/۲۵، ۱۳۸۶/۵/۵، ۱۳۸۶/۵/۸، ۱۳۸۶/۵/۲۴، ۱۳۸۶/۶/۵ (همراه کودآبیاری اول)، ۱۳۸۶/۶/۱۹ (همراه کودآبیاری دوم) و ۱۳۸۶/۷/۳ در سال اول و ۱۳۸۷/۴/۱۵ (خاک آب)، ۱۳۸۷/۴/۲۷، ۱۳۸۷/۵/۷، ۱۳۸۷/۵/۲۱، ۱۳۸۷/۶/۴ (همراه کودآبیاری اول)، ۱۳۸۷/۶/۱۳ (همراه کودآبیاری دوم) و ۱۳۸۷/۶/۳۰ بوده است که با احتساب آبیاری‌های سبک اولیه برای سبز یکنواخت ۸ بار آبیاری در سال اول و ۷ بار آبیاری در سال دوم صورت گرفت. عملیات تنک ۲۰ و ۲۷ روز بعد از کاشت به ترتیب در سال‌های اول و دوم صورت گرفت که یک بوته در هر کپه در نظر گرفته شد که تراکم کشت ۷۴۰۰۰ بوته در هر هکتار ایجاد گردید. مبارزه با آفات و امراض گیاهی سه بار طی فصل رشد با کاربرد آفت‌کش و قارچ‌کش‌های مناسب صورت گرفت. عملیات وجین در تاریخ ۱۳۸۶/۶/۳ در سال اول و ۱۳۸۷/۶/۱ در سال دوم با دست و توسط کارگران مزرعه صورت گرفت.

در تاریخ ۱۳۸۶/۷/۱۷ و ۱۳۸۷/۷/۱۱ در مرحله شیری- خمیری با استفاده از دست و با حذف حاشیه‌ها برداشت ذرت انجام شد. بدین طریق که در تیمارهای کودآبیاری جویچه‌ای فقط از ردیف وسط و از کل ردیف بطول ۱۰۰ متر برداشت بلال انجام شد. در پایان بلال برداشت شده در سطح کرت توزین گردید. در تیمارهای کودآبیاری بارانی نیز از هر کرت ۱۲ مترمربعی با حذف یک متر از حاشیه هر کرت فقط از ۱۰۰ مترمربع هر کرت برداشت بلال انجام شد. بلال‌های برداشتی بعد از برداشت و برای خشک‌کردن و سایر اندازه‌گیری‌ها در هوای آزاد پهن شدند.

در طول دوره رشد تعداد ۱۰ بوته به عنوان نمونه‌های گیاهی از تکرارهای هر تیمار تهیه و برای تعیین مقدار ماده خشک تولید شده به آزمایشگاه ارسال گردید. در طول دوره رشد و در حین برداشت، خصوصیات کمی رشد رویشی و صفات زراعی در هر کرت شامل ارتفاع گیاه، تعداد برگ، طول برگ، تعداد بلال در روی هر بوته، وزن و طول بلال، قطر بلال، تعداد ردیف دانه و تعداد دانه در هر ردیف (میانگین سه ردیف طولی)، کیل بلال (نسبت دانه به چوب بلال)، کل بیوماس تولیدی، وزن ساقه و برگ، وزن چوب و پوست بلال، وزن علوفه تولیدی و وزن هزاردانه تعیین گردید. برای تعیین وزن دانه قابل‌کنسرو با استفاده از چاقوی آشپزخانه، دانه از چوب بلال جدا و توزین شد. همچنین نمونه‌های نیم کیلوگرمی از برگ و ساقه، چوب بلال و پوست بلال تهیه گردید و در آون به مدت ۷۲ ساعت در درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک تا عملکرد ماده خشک تعیین گردد. مراحل فنولوژیک گیاه شامل تاریخ‌های کاشت، جوانه‌زنی، سبز شدن، ظهور کامل گل، گرده‌دهی، ظهور کاکل، بلال‌دهی و برداشت نیز بطور مرتب ثبت گردید.

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات و تجزیه تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS تجزیه واریانس و تجزیه مرکب دو ساله انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

## نتایج و بحث

### عمق آبیاری

در جداول ۳ و۴ نتایج مربوط به مقادیر، مدت، تاریخ‌های آبیاری و

1- Monitoring

کودآبیاری، هم‌چنین مقادیر بارندگی در تیمارهای مختلف آبیاری جویچه‌ای و بارانی به ترتیب در سال‌های اول و دوم و نیز آنالیز واریانس این اطلاعات در جدول ۵ ارایه شده است.

**جدول ۳- مقدار، مدت، تاریخ‌های آبیاری و کودآبیاری و میزان بارندگی در تیمارهای مختلف آبیاری جویچه‌ای و بارانی در سال ۱۳۸٦**

| سال | تاریخ کاشت | مشخصات آبیاری | | | | تاریخ برداشت |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | تاریخ | مقدار (mm) | مدت (min) | کودآبیاری | بارندگی (mm) | |
| سال ۱۳۸۶ (تیمارهای جویچه‌ای) | ۱۳۸۶/۴/۲۵ | ۱۳۸۶/۴/۲۰ | ۴۰ | ۲۴۰ | ۱۳۸۶/۶/۴ | ۱۳۸۶/۵/۲۷ (۱۷/۱) | ۱۳۸۶/۷/۱۷ |
| | | ۱۳۸۶/۴/۲۵ | ۱۵ | ۱۲۰ | | | |
| | | ۱۳۸۶/۵/۵ | ۱۵ | ۱۲۰ | | | |
| | | ۱۳۸۶/۵/۸ | ۱۵ | ۱۲۰ | | | |
| | | ۱۳۸۶/۵/۲۳ | ۹۷ | ۱۳۵ | | | |
| | | ۱۳۸۶/۶/۴ | ۱۱۹ | ۱۶۴ | ۱۳۸۶/۶/۱۸ | ۱۳۸۶/۷/۷ (۲۶/۵) | |
| | | ۱۳۸۶/۶/۱۸ | ۱۱۸ | ۱۶۳ | | | |
| | | ۱۳۸۶/۷/۲ | ۱۰۸ | ۱۴۹ | | | |
| سال ۱۳۸۶ (تیمارهای بارانی) | ۱۳۸۶/۴/۲۵ | ۱۳۸۶/۴/۲۰ | ۴۰ | ۲۴۰ | ۱۳۸۶/۶/۵ | ۱۳۸۶/۵/۲۷ (۱۷/۱) | ۱۳۸۶/۷/۱۷ |
| | | ۱۳۸۶/۴/۲۵ | ۱۵ | ۱۲۰ | | | |
| | | ۱۳۸۶/۵/۵ | ۱۵ | ۱۲۰ | | | |
| | | ۱۳۸۶/۵/۸ | ۱۵ | ۱۲۰ | | | |
| | | ۱۳۸۶/۵/۲۴ | ۳۸ | ۳۰۰ | | | |
| | | ۱۳۸۶/۶/۵ | ۶۰ | ۴۸۰ | ۱۳۸۶/۶/۱۹ | ۱۳۸۶/۷/۷ (۲۶/۵) | |
| | | ۱۳۸۶/۶/۱۹ | ۶۰ | ۴۸۰ | | | |
| | | ۱۳۸۶/۷/۳ | ۶۰ | ۴۸۰ | | | |

**جدول ٤- مقدار، مدت، تاریخ‌های آبیاری و کودآبیاری و میزان بارندگی در تیمارهای مختلف آبیاری جویچه‌ای و بارانی در سال ۱۳۸۷**

| سال | تاریخ کاشت | مشخصات آبیاری | | | | تاریخ برداشت |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | تاریخ | مقدار (mm) | مدت (min) | کودآبیاری | بارندگی (mm) | |
| سال ۱۳۸۷ (تیمارهای جویچه‌ای) | ۱۳۸۷/۴/۲۴ | ۱۳۸۷/۴/۱۵ | ۴۰ | ۲۵۰ | ۱۳۸۷/۶/۵ | ۱۳۸۷/۴/۲۶ (۳/۷) | ۱۳۸۷/۷/۱۱ |
| | | ۱۳۸۷/۴/۲۷ | ۱۵ | ۱۲۰ | | | |
| | | ۱۳۸۷/۵/۷ | ۱۵ | ۱۲۰ | | ۱۳۸۷/۶/۲۱ (۱۴/۴) | |
| | | ۱۳۸۷/۵/۲۲ | ۱۰۶ | ۱۴۷ | | | |
| | | ۱۳۸۷/۶/۵ | ۱۰۰ | ۱۴۰ | ۱۳۸۷/۶/۱۴ | ۱۳۸۷/۷/۷ (۴۱/۷) | |
| | | ۱۳۸۷/۶/۱۴ | ۱۰۴ | ۱۴۵ | | | |
| | | ۱۳۸۷/۶/۳۰ | ۹۴ | ۱۳۰ | | | |
| سال ۱۳۸۷ (تیمارهای بارانی) | ۱۳۸۷/۴/۲۴ | ۱۳۸۷/۴/۱۵ | ۴۰ | ۲۵۰ | ۱۳۸۷/۶/۴ | ۱۳۸۷/۴/۲۶ (۳/۷) | ۱۳۸۷/۷/۱۱ |
| | | ۱۳۸۷/۴/۲۷ | ۱۵ | ۱۲۰ | | | |
| | | ۱۳۸۷/۵/۷ | ۱۵ | ۱۲۰ | | ۱۳۸۷/۶/۲۱ (۱۴/۴) | |
| | | ۱۳۸۷/۵/۲۱ | ۴۹ | ۳۹۲ | | | |
| | | ۱۳۸۷/۶/۴ | ۶۰ | ۴۸۰ | ۱۳۸۷/۶/۱۳ | ۱۳۸۷/۷/۷ (۴۱/۷) | |
| | | ۱۳۸۷/۶/۱۳ | ۶۰ | ۴۸۰ | | | |
| | | ۱۳۸۷/۶/۳۰ | ۶۰ | ۴۸۰ | | | |

**جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس**

| منبع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات | |
|---|---|---|---|
| | | وزن کل ماده خشک (kg/ha) | عملکرد دانه (kg/ha) |
| روش آبیاری | ۱ | ۵۸۱۴۷۰۵/۲۷۷* | ۲۹۱۸۱۳۰۶/۸۹* |
| بلوک در روش آبیاری | ۶ | ۹۶۴۵۷/۷۸۸ | ۴۲۵۶۹۸۵/۷۹ |
| نیتروژن | ۱ | ۲۵۴۷۵/۳۵۲ | ۱۲۱۶۹۲۳/۳۸ |
| روش آبیاری * نیتروژن | ۱ | ۲۲۱۱۲۰/۹۵۵ | ۳۲۵۷۰/۳۲ |
| خطای آزمایش | ۶ | ۸۵۱۷۸/۰۵۶ | ۳۹۷۰۸۶/۳۸ |
| کل | ۱۵ | | |
| ضریب تغییرات | | ۲۳/۹ | ۲۹/۸ |

* نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۵ درصد است.

## عملکرد

در جدول ۵ نتایج تجزیه واریانس وزن کل ماده خشک و عملکرد دانه در هکتار و در جداول ۶ و ۷ نتایج جرم توده هوایی (بیوماس) تولیدی، عملکرد بلال(دانه و بلال)، عملکرد دانه، و کل میزان محصول خشک در تیمارها و تکرارهای مختلف آبیاری جویچه‌ای و بارانی به ترتیب در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ ارایه شده است. نتایج حاکی است که بیش‌ترین عملکرد جرم توده هوایی به میزان ۳۶۶۶۶ کیلوگرم در هکتار در تیمار N200 روش بارانی و کم‌ترین عملکرد جرم توده هوایی به میزان ۱۶۱۱۱ کیلوگرم در هکتار در تیمار N300 روش جویچه‌ای بدست آمد. هم‌چنین بیش‌ترین عملکرد بلال به میزان ۹۹۹۹کیلوگرم در هکتار در تیمار N200 روش بارانی در سال ۱۳۸۶و کم‌ترین عملکرد بلال به میزان ۳۷۴۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار N300 روش جویچه‌ای سال ۱۳۸۷بدست آمد. حداکثر عملکرد دانه به میزان ۵۵۰۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار N200 روش بارانی و کم‌ترین عملکرد دانه به میزان ۱۹۴۹ کیلوگرم در هکتار در تیمار N300 روش جویچه‌ای بدست آمد. حداکثر عملکرد ماده خشک به میزان ۸۴۶۷ کیلوگرم در هکتار در تیمار N200 روش بارانی و کم‌ترین عملکرد ماده خشک به میزان ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار N300 روش جویچه‌ای بدست آمد. نتایج تجزیه آماری نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین تیمارهای آبیاری جویچه‌ای و بارانی از نظر عملکرد می‌باشند (اشکال ۵ الی ۸). در تیمارهای کودآبیاری بارانی میزان عملکرد بیش‌تر از تیمارهای جویچه‌ای است که راجع به تاثیر روش آبیاری و کودآبیاری به صورت جداگانه در قسمت بعدی بحث شده است. در هر صورت نتایج این قسمت نشان‌دهنده موثر بودن کودآبیاری از طریق سامانه آبیاری بارانی است.

**جدول ٦- نتایج عملکرد در تیمارهای مختلف آبیاری جویچه‌ای و بارانی در سال ۱۳۸٦**

| نام تیمار | تکرار | جرم توده هوایی (kg/ha) | | عملکرد بلال (kg/ha) | عملکرد دانه (kg/ha) | کل ماده خشک (kg/ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N200 | I | ۲۲۳۴۰ | جویچه‌ای | ۷۶۴۰ | ۳۵۳۴ | ۴۲۹۷ |
| | | ۳۰۶۶۶ | بارانی | ۹۹۹۹ | ۴۸۸۲ | ۶۹۶۳ |
| | II | ۱۷۸۰۰ | جویچه‌ای | ۵۵۰۰ | ۳۲۱۶ | ۴۸۳۷ |
| | | ۳۲۲۲۲ | بارانی | ۹۴۴۴ | ۴۲۴۰ | ۷۳۶۵ |
| | III | ۲۳۱۲۰ | جویچه‌ای | ۷۹۸۰ | ۳۳۷۵ | ۵۰۹۰ |
| | | ۳۶۶۶۶ | بارانی | ۶۹۴۴ | ۳۰۹۵ | ۸۴۶۷ |
| | میانگین | ۲۱۰۸۶/۶ | جویچه‌ای | ۷۰۴۰ | ۳۳۷۵ | ۴۷۴۱/۳ |
| | | ۳۳۱۸۴/۶ | بارانی | ۸۷۹۵/۶ | ۴۰۷۲/۳ | ۷۵۹۸/۳ |
| N300 | I | ۲۶۴۰۰ | جویچه‌ای | ۸۰۰۰ | ۳۷۱۸ | ۲۵۰۶ |
| | | ۳۰۸۳۳ | بارانی | ۶۳۸۸ | ۲۸۶۶ | ۴۶۷۷ |
| | II | ۲۰۵۶۰ | جویچه‌ای | ۷۰۸۰ | ۳۱۳۳ | ۳۷۶۴ |
| | | ۲۶۶۶۶ | بارانی | ۷۷۷۷ | ۳۲۳۲ | ۴۳۹۰ |
| | III | ۲۱۲۰۰ | جویچه‌ای | ۶۸۰۰ | ۲۵۲۲ | ۵۵۸۰ |
| | | ۲۲۲۲۲ | بارانی | ۶۹۴۴ | ۲۶۹۳ | ۳۸۲۲ |
| | میانگین | ۲۲۷۲۰ | جویچه‌ای | ۷۲۹۳/۳ | ۳۱۲۴/۳ | ۳۹۵۰ |
| | | ۲۶۵۷۳/۶ | بارانی | ۷۰۳۶/۳ | ۲۹۳۰/۳ | ۴۲۹۶/۳ |

جدول ۷- نتایج عملکرد در تیمار¬های مختلف آبیاری جویچه¬ای و بارانی در سال ۱۳۸۷

| نام تیمار | تکرار | جرم توده هوایی (kg/ha) | | عملکرد بلال (kg/ha) | عملکرد دانه (kg/ha) | کل ماده خشک (kg/ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N200 | I | ۱۹۲۰۷ | جویچه‌ای | ۴۶۷۰ | ۲۰۲۷ | ۳۷۵۰ |
| | | ۲۷۶۵۱ | بارانی | ۷۰۳۰ | ۳۲۰۷ | ۴۳۶۶ |
| | II | ۱۵۶۲۰ | جویچه‌ای | ۵۱۲۱ | ۲۸۹۰ | ۴۳۲۰ |
| | | ۲۸۹۰۳ | بارانی | ۸۰۱۲ | ۳۷۸۹ | ۵۹۷۱ |
| | III | ۱۸۲۱۸ | جویچه‌ای | ۶۷۰۰ | ۲۹۹۵ | ۴۱۲۱ |
| | | ۳۲۳۴۰ | بارانی | ۹۵۳۰ | ۵۵۰۰ | ۸۲۶۸ |
| | میانگین | ۱۷۶۸۱/۶ | جویچه‌ای | ۵۴۹۷ | ۲۶۳۷/۳ | ۴۰۶۳/۶ |
| | | ۲۹۶۳۱/۳ | بارانی | ۸۱۹۰/۶ | ۴۱۶۵/۳ | ۶۲۰۱/۶ |
| N300 | I | ۱۶۱۱۱ | جویچه‌ای | ۳۷۴۰ | ۱۹۴۹ | ۲۰۰۰ |
| | | ۲۹۷۵۰ | بارانی | ۷۰۲۹ | ۳۰۹۳ | ۵۶۱۷ |
| | II | ۲۲۶۲۳ | جویچه‌ای | ۶۱۰۰ | ۲۹۶۷ | ۳۹۶۳ |
| | | ۲۸۰۴۹ | بارانی | ۷۱۰۱ | ۳۳۱۷ | ۴۹۶۶ |
| | III | ۲۳۴۱۷ | جویچه‌ای | ۶۴۲۵ | ۳۰۲۵ | ۵۱۱۱ |
| | | ۲۵۶۷۱ | بارانی | ۷۸۵۱ | ۳۴۲۵ | ۵۰۲۸ |
| | میانگین | ۲۰۷۱۷ | جویچه‌ای | ۵۴۲۱/۶ | ۲۶۴۷ | ۳۶۹۱/۳ |
| | | ۲۷۸۲۳/۳ | بارانی | ۷۳۲۷ | ۳۲۷۸/۳ | ۵۲۰۳/۶ |

### تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن برعملکرد ذرت شیرین

مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد بلال و عمکرد ماده مرطوب تاثیر معنی‌داری ندارد (اشکال ۱ و ۲) لیکن عملکرد دانه (شکل ۳) و عملکرد ماده خشک (شکل ۴) به طور معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) تحت‌تاثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن قرار گرفتند به نحوی‌که حداکثر عملکرد دانه و تولید ماده خشک در تیمارهای کودی N200 مشاهده شد. بولاک و همکاران (Bullock et al., 1990) در مطالعه‌ی کاربرد کود نیتروژنه با سامانه کودآبیاری بارانی و اثر آن بر کارآیی مصرف کود و عملکرد ذرت دانه‌ای نتیجه مشابهی گرفتند هم‌چنین نتایج آزمایش‌های مزرعه‌ای چر و همکاران (Cherr et al., 2006) حاکی است که کاهش میزان کود نیتروژنه از ۲۰۰ به ۱۳۳ کیلوگرم در هکتار موجب کاهش ۲۳ درصدی عملکرد ذرت شیرین شد.

### تأثیر روش آبیاری و کودآبیاری بر عملکرد ذرت شیرین

در اشکال ۵ الی ۸ مقایسه میانگین داده‌های عملکرد ذرت شیرین در دو تیمار آبیاری ارایه شده است. منظور از عملکرد دانه، میزان دانه قابل کنسرو ذرت می‌باشد. میانگین کلیه تیمارها در دو سال آزمایش منظور شده است. بررسی مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد، روش آبیاری در سطح ۱ درصد بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین تاثیر معنی‌داری داشت و حداکثر مقادیر مربوط به عملکرد دانه، عملکرد بلال، تولید جرم توده هوایی و ماده خشک در تیمارهای آبیاری بارانی مشاهده شد. اثر روش آبیاری بر عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار و آبیاری به روش بارانی در شرایط یکسان کاربرد کود نیتروژن و عملکرد دانه بیش‌تر از روش آبیاری جویچه‌ای افزایش داد. هم‌چنین بر اساس نتایج بدست آمده تیمار آبیاری بارانی با کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بیش‌ترین عملکرد را به میزان ۳۶۱۲ کیلوگرم دانه در هکتار نسبت به سایر تیمارها نشان می‌دهد. واعظی در تحقیق خود بر روی ذرت علوفه‌ای نتیجه گرفتند که عملکرد ماده خشک و کارآیی مصرف آب در روش کودآبیاری به طریق بارانی بیش‌تر از تیمارهای همسان در روش پخش سطحی است (واعظی و همکاران، ۱۳۸۱).

### مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد در دو سال

نتایج جدول مقایسه میانگین داده‌ها در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ نشان داد که عملکرد بلال در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده و حداکثر راندمان تولید بلال در سال ۱۳۸۶ به مقدار ۷۵۴۱ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. اما اختلاف معنی‌داری بین عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک و عملکرد ماده مرطوب مشاهده نشد (جدول ۸).

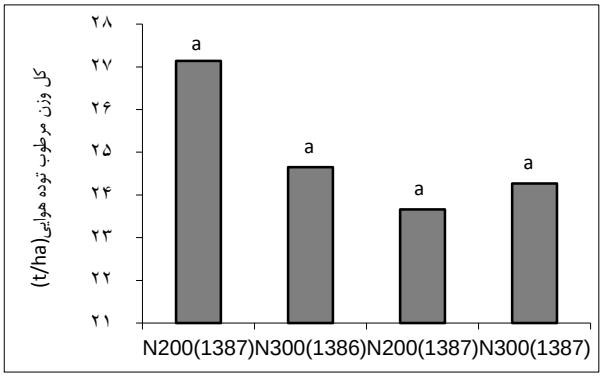
### تاثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن در دو سال بر عملکرد

مقایسه میانگین‌ها نشان داد مقادیر مختلف کود نیتروژن در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ بر تولید ماده خشک در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. حداکثر مقدار ماده خشک به میزان ۶۱۶۹ کیلوگرم در هکتار در تیمار N200 و در سال اول (۱۳۸۶) مشاهده شد. تاثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن در سال‌های مختلف بر سایر اجزای عملکرد ذرت شیرین معنی‌دار نبود(شکل‌های ۱ تا ۴).

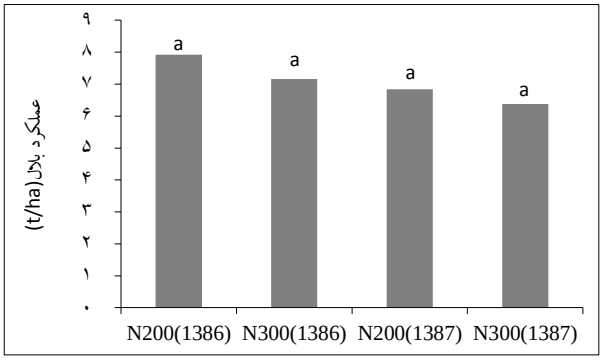
**جدول ۸- مقایسه میانگین داده‌های عملکرد ذرت شیرین در سال‌های ۱۳۸٦ و ۱۳۸۷**

| سال | کل جرم توده هوایی (kg/ha) | | عملکرد بلال (kg/ha) | | عملکرد دانه (kg/ha) | | کل ماده خشک (kg/ha) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۳۸۶ | ۲۵۸۹۱ | A | ۷۵۴۱ | A | ۳۳۷۶ | A | ۵۱۴۷ | A |
| ۱۳۸۷ | ۲۳۹۶۳ | A | ۶۶۰۹ | B | ۳۱۸۲ | A | ۴۷۹۰ | A |

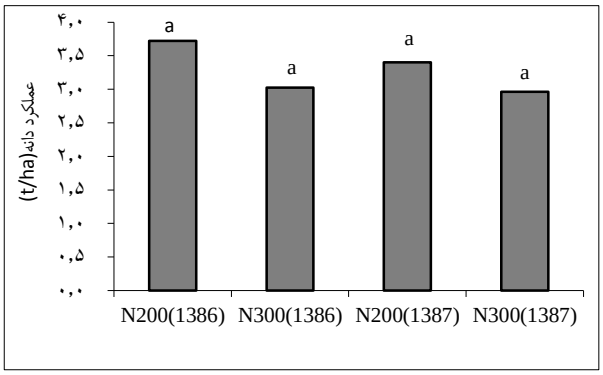
- اعداد دارای حروف مشابه در جدول نشان دهنده عدم معنی‌دار بودن تفاوت‌ها می‌باشند.



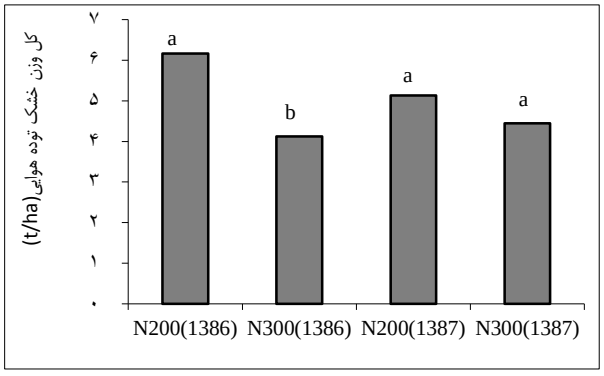

**شکل ۱- تاثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن در دو سال بر عملکرد جرم توده هوایی( ماده مرطوب)**




**شکل ۲- تاثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن در دو سال بر عملکرد بلال**



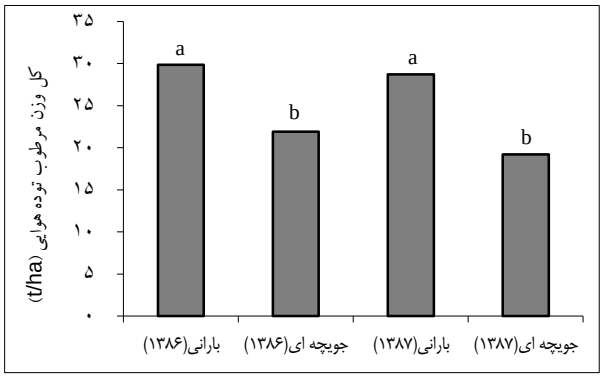

**شکل ۳- تاثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن در دو سال بر عملکرد دانه**



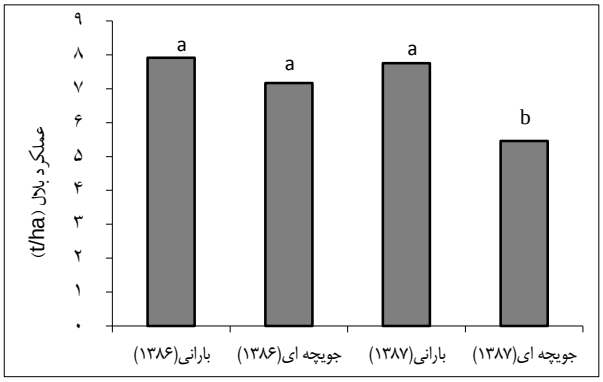

**شکل ٤- تاثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن در دو سال بر عملکرد ماده خشک**

### تاثیر روش آبیاری و کودآبیاری در دو سال بر عملکرد

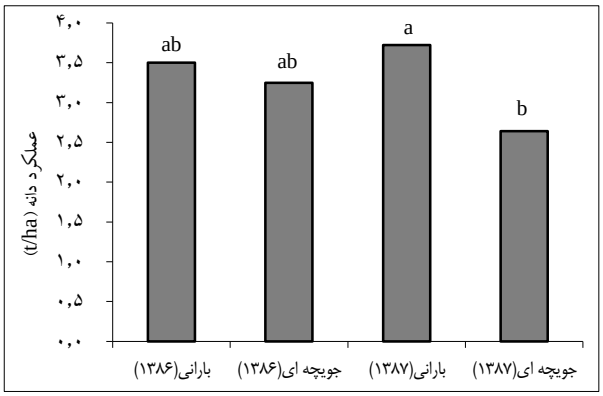
بررسی مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تاثیر متقابل روش آبیاری در سال‌های اول و دوم (۱۳۸۶ و ۱۳۸۷) در سطح ۵درصد بر عملکرد دانه و کل ماده خشک معنی‌دار است. حداکثر عملکرد دانه به میزان ۳۷۲۱ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری بارانی در سال ۱۳۸۷ بدست آمد. هم‌چنین حداکثر ماده خشک به میزان ۵۹۴۷ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری بارانی در سال ۱۳۸۶ حاصل شد. تاثیر روش آبیاری در سال‌های مختلف بر سایر اجزای عملکرد ذرت شیرین معنی‌دار نیست (شکل‌های ۵ تا ۸).



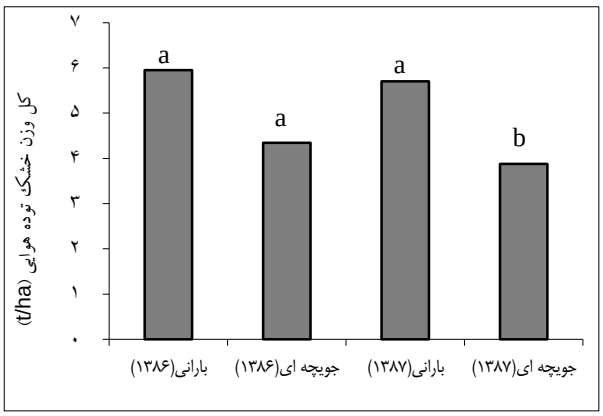

**شکل ۵- تاثیر روش آبیاری دو سال بر عملکرد جرم توده هوایی (ماده مرطوب)**




**شکل ٦- تاثیر روش آبیاری در دو سال بر عملکرد بلال**



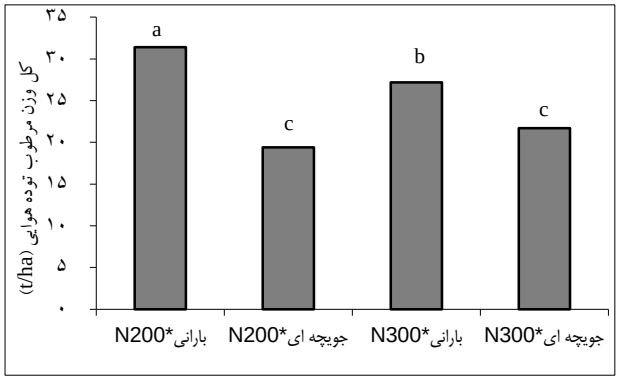

**شکل ۷- تاثیر روش آبیاری در دو سال بر عملکرد دانه**



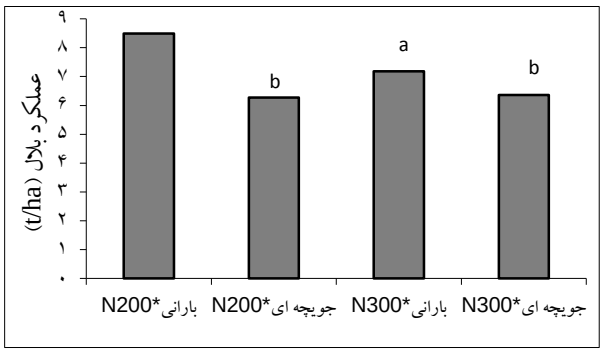

**شکل ۸- تاثیر روش آبیاری در دو سال بر عملکرد ماده خشک**

## تاثیر متقابل روش آبیاری و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد

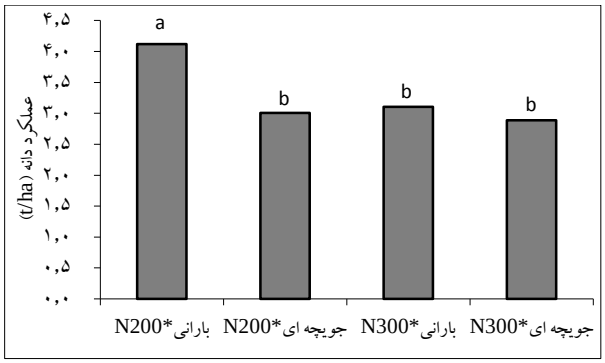
میانگین داده‌های حاصل از مقایسه تاثیر متقابل روش آبیاری و مقادیر مختلف کود نیتروژن نشان می‌دهدکه اثر متقابل روش آبیاری و مقادیر کود تاثیر معنی‌داری بر عملکرد ذرت شیرین و اجزای آن داشته و حداکثر مقایر مربوط به عملکرد دانه، عملکرد بلال، کل علوفه مرطوب و کل ماده خشک در تیمار آبیاری بارانی با ۲۰۰ کیلو-گرم در هکتار کود نیتروژن N200 مشاهده شد(شکل‌های ۹ تا ۱۲).




**شکل ۹- اثر متقابل روش آبیاری و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد کل جرم توده هوایی**




**شکل ۱۰- اثر متقابل روش آبیاری و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد بلال**

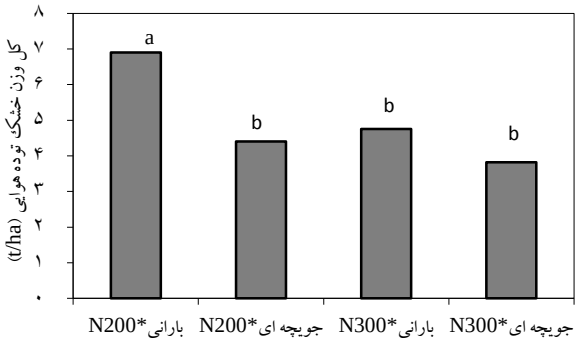



**شکل ۱۱- اثر متقابل روش آبیاری و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد دانه**

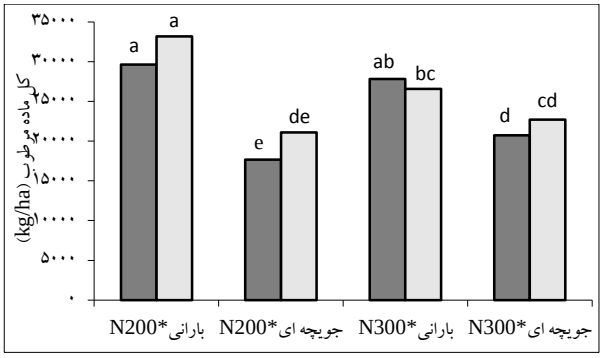
## تاثیر متقابل روش آبیاری و مقادیر مختلف کود نیتروژن در دو سال بر عملکرد

مقایسه میانگین داده‌های عملکرد در دو سال ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ با در نظر گرفتن اثر متقابل روش آبیاری و میزان کود نیتروژن بیان‌گر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف می‌باشد. بر اساس نتایج بدست آمده حداکثر عملکرد دانه، عملکرد بلال، تولید علوفه تر و کل ماده خشک در تیمار آبیاری بارانی با مقدار کود ۲۰۰ کیلوگرم در

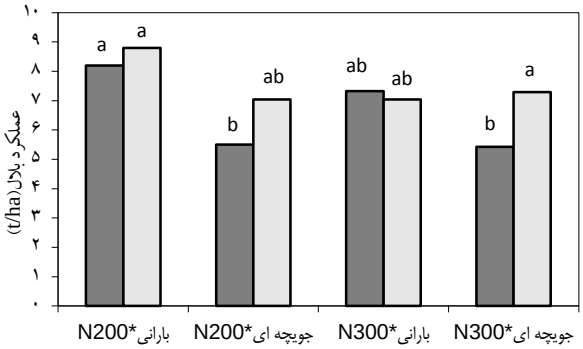
هکتار (N200) در سال ۱۳۸۶ مشاهده شد (شکل‌های ۱۳ تا ۱۶).




**شکل ۱۲- اثر متقابل روش آبیاری و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد ماده خشک**



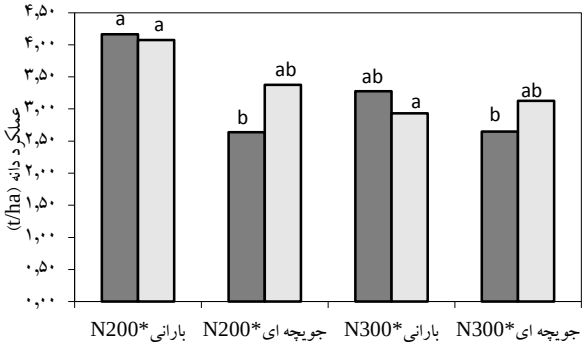

**شکل ۱۳- اثر متقابل روش آبیاری - مقادیر مختلف کود نیتروژن و سال‌های مختلف بر عملکرد جرم توده هوایی**



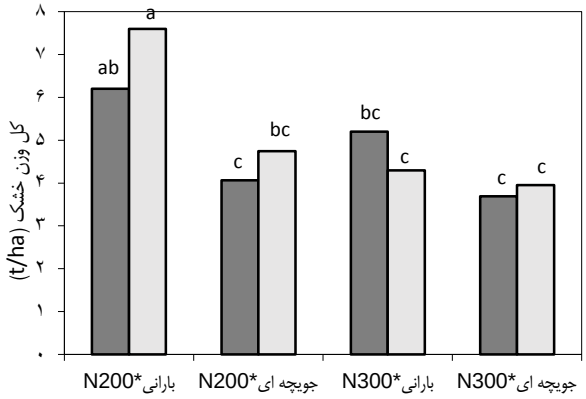

**شکل ۱۴- اثر متقابل روش آبیاری - مقادیر مختلف کود نیتروژن و سال‌های مختلف بر عملکرد بلال**

## نتیجه‌گیری

روش آبیاری در سطح ۱ درصد بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین تاثیر معنی‌داری داشت و حداکثر مقادیر مربوط به عملکرد دانه، عملکرد بلال، تولید بیوماس و ماده خشک در تیمارهای آبیاری بارانی مشاهده شد. مقادیر مختلف کود نیتروژن در سطح ۵ درصد بر عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک تاثیر معنی‌داری داشته و حداکثر عملکرد دانه و تولید ماده خشک در تیمارهای کودی N200 مشاهده شد. مقادیر بیش‌تر از ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نه تنها هیچ‌گونه تاثیری روی افزایش عملکرد ذرت نداشت بلکه باعث هدر رفت کود و تثبیت آن در خاک و آبشویی به منابع آب زیرزمینی و سطحی گردید.




**شکل ۱۵- اثر متقابل روش آبیاری - مقادیر مختلف کود نیتروژن در سال‌های مختلف بر عملکرد دانه**




**شکل ۱۶- اثر متقابل روش آبیاری - مقادیر مختلف کود نیتروژن در سال‌های مختلف بر عملکرد ماده خشک**

اثر متقابل روش آبیاری و مقادیر کود تاثیر معنی‌داری بر عملکرد ذرت شیرین و اجزای آن داشته و حداکثر مقایر مربوط به عملکرد دانه، عملکرد بلال، کل علوفه مرطوب و هم‌چنین کل ماده خشک در تیمار آبیاری بارانی با ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن N200 مشاهده شد.

به‌طور کلی وجود رطوبت کافی در خاک برای افزایش جذب عناصر غذایی ضروری است. بنابراین افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی طی دوره رشد گیاه برای بالا بردن کارآیی مصرف کود، عملکرد و در نتیجه کارآیی مصرف آب ضروری است. کودآبیاری از

راه‌های رسیدن به این مهم است. در روش پخش سطحی، به دلیل مصرف یک‌باره کودها به هنگام کاشت، فرصت انجام فرآیندهای تثبیت و آبشویی عناصر غذایی بیش‌تر است. به این دلیل بیش‌تر عناصر غذایی در سطح خاک باقی‌مانده و به عمق ناحیه ریشه راه نمی‌یابد. بنابراین قابلیت دسترسی عناصر غذایی کاهش یافته، عملکرد و کارآیی مصرف کود و آب کم‌تر است. در روش کودآبیاری کود به صورت محلول و نوبتی طی دوره رشد به همراه آب آبیاری مصرف می‌گردد و از این حیث کارآیی مصرف کود بالاتر است. چون درسامانه‌های بارانی آب با یکنواختی بیش‌تری به کلیه نقاط مزرعه توزیع می‌گردد بنابراین کودهای محلول نیز به‌ویژه کودهای نیتروژنه که مهم‌ترین عنصر غذایی موردنیاز ذرت می‌باشد به تبعیت از آب به طور یکنواخت توزیع می‌گردد. با استفاده از کودآبیاری بارانی امکان کاربرد مقدار کم‌تر نیتروژن با دفعات بیش‌تر و مقدار کم‌تر آبشویی وجود دارد.

کودآبیاری در سامانه آبیاری جویچه‌ای در شرایطی که یکنواختی توزیع و کاربرد بالایی حاصل شود، توصیه می‌شود به شرطی آن‌که مواد شیمیایی در آبیاری سطحی به کار می‌رود، تمهیداتی برای جلوگیری از برگشت آب به آب‌های زیرزمینی، شهری و عمومی انجام شود و هر پایابی جمع‌آوری و مجددا در همان مزرعه مورد استفاده قرار گیرد.

## منابع


اشرفی، ش.، حیدری، ن و عباسی، ف. ۱۳۷۵. طراحی، ساخت و واسنجی فلوم‌های WSC. دومین کنگره ملی مسایل آب و خاک کشور، ۲۷ الی ۳۰ بهمن ۱۳۷۵. تهران. ۲۰۶- ۲۱۶.

عباسی، ف.، لیاقت، ع،م و گنجه، ا. ۱۳۸۷. ارزیابی یکنواختی کودآبیاری در آبیاری جویچه‌ای. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۳۹ . ۱: ۱۲۷-۱۱۷.

واعظی ،ع،ر.، همایی، م و ملکوتی، م،ج. ۱۳۸۱. اثر کودآبیاری بر کارآیی مصرف کود و آب در ذرت علوفه‌ای. مجله علوم خاک و آب. ۱۶ . ۲: ۱۵۹-۱۵۲.

Asadi, M.E., Clemente, R.S., Gupta, A.D., Loof, R. and Hansen, G.K. 2002. Impacts of fertigation Via sprinkler irrigation on nitrate leaching and corn yield on an acid - sulphate soil in thailand. Agricultural water management. 52.3:197-213.

Asadi, M.E. 2005. Fertigation as an engineering system to enhance nitrogen fertilizer efficiency. Proceedings of the second international congress: Information technology in agriculture, food and environment. October 12-14. Adana. Turkey. 525-532.

Bullock, D.G., Gascho, G.J. and Summer, D.R. 1990. Grain yield, stalk rot and mineral concentration of fertigated corn as influenced by NPK. Journal of plant nutrition. 13.8:915-937.

Cherr, C.M., Scholberg, J.M.S. and McSorley, R. 2006. Green manure as nitrogen source for sweet corn in a warm temperate environment. agronomy journal. 98:1173-1180.

Gary, W.H. 1986. Nitrate leaching through sandy soil as affected by sprinkler irrigation management. Journal of environmental Quality. 15:272-278.

Gascho, G.J., Hook, J.E. and Mitchell, G.A. 1984. Sprinkle-applied and side-dressed nitrogen for irrigated corn grown on sand. Agronomy journal. 76:77-81.

Gheysari, M., Mirlatifi, S.M., Asadi, M.E., Homaee, M. and Hoogenboom, G. 2007. The impact of different levels of nitrogen fertigation and irrigation on nitrogen leaching of corn silage. An annual international ASABE meeting-minneapolis convention center-minneapolis- minnesota- 17-20 June 2007.

Gheysari, M., Mirlatifi, S.M., Homaee, M., Asadi, M.E. and Hoogenboom, G. 2009. Nitrate leaching in a silage maize field under different irrigation and nitrogen fertilizer rates. Agricultural water management. 96.6:946-954

Home, P.G., Panda, P.K. and Kar, S. 2002. Effect of method and scheduling of irrigation on water and nitrogen use efficiencies of okra (abelmoschus esculentus). Agricultural water management. 55:159-170.

Li, J., Li, B. and Rao, M. 2005. Spatial and temporal distributions of nitrogen and crop yield as affected by nonuniformity of sprinkler fertigation. Agricultural water management. 76:160-180.

Mailhol, J.C., Ruelle, P. and Nemeth, I. 2001. Impact of fertigation practices on nitrogen leaching under irrigation. Irrigation science. 20:139-147.

Sexton, B.T., Moncrief, J.F., Rosen, C.J., Gupta, S.C. and Cheng, H.H. 1996. Optimizing nitrogen and irrigation inputs for corn based on nitrate leaching and yield on a coarse-textured soil. Journal of environmental quality. 25:982-992.

Threadgill, E.D. 1985. Chemigation via sprinkler irrigation; current status and future development. Applied engineering in agriculture. 1:16-23.

Varshney, P., Kanwar, R.S., Baker, J.L. and Anderson, C.E. 1993.Tillage and nitrogen management effects on nitrate-nitrogen in the soil profile. Transaction of american Society of agricultural engineers. 36:783-789.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 13, Apr.-May. 2019, p. 21-33

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۱، جلد ۱۳، فروردین - اردیبهشت ۱۳۹۸، ص. ۳۳-۲۱

# Impacts of Fertigation via Sprinkler and Furrow Irrigation Systems on Yield and Yield Components of Sweet Corn

**M. E. Asadi[1*], P. Shahinrokhsar Ahmadi[2]**
Recived: May.01, 2018 Accepted: Jul.19, 2018

## Abstract

Fertigation is the application of fertilizers, soil amendments, or other water soluble products through an irrigation system. Fertigation can be applied for different kind of crops and horticultural plants as well as different types of irrigation systems, including surface and pressurized irrigation systems. Irrigated land in Golestan province is about 200000 hectares that most of them do not use fertigation system. So a research project has been done on the effectiveness of these systems on corn crop in two successive years 2007 and 2008. The experiment was laid out in a randomized complete design where each treatment was replicated three times. Two treatments were 200kg ha -1(N200) and 300 kg ha-1(N300) of pure nitrogen. Amount of considered urea fertilizers were applied through split application twice in two sprinkler and furrow irrigation systems separetly. Crop was SC704 sweet corn that is planted 75 to 20 cm intervals in July after wheat harvesting in the Gorgan agricultural station. During two years of testing, 8 and 7 times irrigation were applied respectively in which two of them accompanied by fertigation. Amount of irrigation water in the first year were 527 and 313 mm for furrow and sprinkler systems respectively and in the second year were 474 and 299 mm. Average grain yield that can be canned in the first year and N200 treatment were 3375 and 4072.3 kg ha-1 and in the second year, were 2637.3 and 4165.3 kg ha-1 for furrow and sprinkler systems respectively. Average grain yield that can be canned at treatment N300 in the first year were equal to 3124.3 and 2930.3 kg ha-1 and in the second year were 2647 and 3278.3 kg ha-1, for furrow and sprinkler systems respectively. The results showed that irrigation method had significant effect at 1% level on yield and yield components. The maximum values of grain yield 4165.3 kg ha-1 from N200 treatment in 2008, cob yield of 8795.6 kg ha-1 from N200 treatment in 200, biomass of 33184.6 kg ha-1 from N200 in 2007 and total dry matter of 7598.3 kg ha-1 from N200 in 2007 has been obtained from sprinkler irrigation that shows the effectiveness of sprinkler fertigation through ventory injector. Different nitrogen fertilizer rates had a significant effect on grain yield and total dry matter at 5% level and maximum grain yield and total dry matter production were obtained in N200 treatment. Different nitrogen fertilizer rates had no significant effect on cob and biomass. In general two years results indicate the effectiveness of fertilizer use efficiency in sprinkler fertigation.

**Key words:** Evaluation, Golestan, Nitrogen, Pressurized Irrigation, Surface Irrigation

1- Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran.
2- Agricultural Engineering Research Department, Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Rasht, Iran.
(*- Corresponding Author Email: iwc977127@yahoo.com)