نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۱، ص. ۱۱۸۹-۱۱۸۱

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No.5, Nov.-Dec. 2012, p. 1181-1189

مقایسه کودآبیاری با کوددهی سطحی بر کارآیی مصرف آب، کود، عملکرد، اجزای عملکرد ذرت و تلفات عمقی نیترات

امیر محسنی[۱*]- حسین میرسید حسینی[۲]- فریبرز عباسی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۵

چکیده

روش کوددهی نقش مهمی در کارآیی مصرف آب و کود، عملکرد گیاه و تلفات کود ایفا می‌کند. آزمایش انجام شده به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال زراعی۱۳۸۹-۱۳۸۸ بر روی جویچه‌های انتها باز، انجام شد. فاکتور اول شامل چهار سطح آبی (W_{1-4}) و فاکتور دوم شامل چهار سطح کودی (N_{1-4}) به روش کودآبیاری بودند. تیمارهای ۱۶ گانه فوق در نهایت با روش کوددهی سطحی، مورد مقایسه قرار گرفتند. نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق کود اوره و طی چهار مرحله به خاک اضافه گردید. ۲۵ درصد کود مورد نیاز قبل از کشت به روش مرسوم، ۲۵ درصد در مرحله ۷برگی، ۲۵ درصد در مرحله ساقه‌دهی و ۲۵ درصد نیز در زمان سنبله‌دهی به صورت کودآبیاری به گیاه داده شد. کود مورد نیاز در روش پخش سطحی دو تقسیط مساوی (قبل از کاشت و مرحله هفت برگی) و آب مورد نیاز، نیز به مقدار ۱۲۰ درصد توصیه آبی برای گیاه فراهم گردید. نتایج نشان داد بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و ۱۰۰ درصد نیاز کودی اتفاق افتاد. از طرف دیگر عملکرد در اکثر تیمارهای کودآبیاری در مقایسه با تیمار سنتی اختلاف معنی‌داری نشان داد. مصرف کود و آب نیز تحت تاثیر روش کوددهی و مقدار مصرف کود و آب قرار گرفت. بطوری‌که بیشترین کارآیی مربوط به سطح کودی ۱۰۰ درصد و سطح آبی ۱۰۰ درصد می‌باشد. همچنین بررسی تلفات عمقی نیترات در خاک نشان داد که بیشترین میزان تلفات مربوط به تیمار سنتی و به مقدار ۲۵/۱ درصد که از تمامی تیمارهای کودآبیاری بیشتر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: نیترات، ذرت، کارآیی مصرف آب، کودآبیاری جویچه‌ای، پخش سطحی

مقدمه

ذرت از غلات عمده مناطق مرطوب و نیمه مرطوب گرمسیری می باشد (۲۲). ذرت موارد متعدد مصرف در تغذیه انسان، دام و طیور دارد و با توجه به نیاز آبی قابل توجه این گیاه، کمبود آب برای تولید مناسب آن یکی از معضلات مهم کشور به شمار می‌آید (۴). از آنجایی که در کشور ما نزولات جوی کم و منابع آبی محدود می‌باشد، استفاده بهینه از آب موجود کاملا ضروری است و باید از حداقل آب حداکثر بهره‌برداری صورت پذیرد. کودآبیاری از روش‌های نسبتاً جدید مصرف کود به همراه آب آبیاری است. برای افزایش کارآیی مصرف کودهای شیمیایی به خصوص کودهای نیتروژنی و همچنین افزایش کارایی مصرف آب از روش کودآبیاری استفاده می‌شود. اسدی و همکاران (۲) تاثیر روش‌های مختلف آبیاری و مصرف متعادل کود را بر عملکرد و کارآیی مصرف آب در مرکبات بررسی کردند. آنها نتیجه گرفتند که عملکرد متوسط به ازای هر درخت از ۱۷۱/۶کیلوگرم در آبیاری سطحی به ۱۸۶/۷ کیلوگرم در آبیاری قطره‌ای تغییر کرده است. همچنین در حالی که کارایی مصرف آب در آبیاری سطحی ۵/۵ کیلوگرم به ازای هر متر مکعب بود، این رقم در آبیاری قطره‌ای ۸/۵ کیلوگرم به ازای هر متر مکعب بود. کنگ و همکاران (۱۴) مشاهده کردند که با کودآبیاری ازت و پتاسیم نسبت به مصرف نواری آنها، عملکرد فلفل سبز ۱۵ درصد افزایش یافت. راگوزو و همکاران (۱۹) در آزمایش‌های مختلف نشان دادند که در کودآبیاری مقدار آب و کود مصرفی کاهش می‌یابد. آنان اظهار نمودند که هنگام استفاده همزمان آب و کود و مصرف مقدار کود معادل نصف روش سنتی زارعین، میزان تولید و کیفیت میوه پرتغال افزایش می‌یابد. گرندبری و همکاران (۱۱) نیز گزارش کردند که با اجرای روش کودآبیاری

۱، ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه مهندسی علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email :amir.mohseni65@gmail.com)
۳- دانشیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (کرج)

Archive of SID
www.SID.ir

می‌توان با مصرف ۲۰ تا ۵۰ درصد کود کمتر نسبت به روش‌های رایج کوددهی، عملکرد بیشتر و کیفیت بهتری به‌دست آورد. هبار (۱۲) اثر کودآبیاری با منابع و سطوح و روش‌های مختلف کاربرد کود روی رشد، عملکرد و کارآیی مصرف کود در گوجه فرنگی را مورد مطالعه قرار داد. نتایج نشان داد ماده خشک و شاخص سطح برگ در کودآبیاری قطره‌ای بطور معنی‌داری نسبت به آبیاری سطحی افزایش می‌یابد. توکلی و اویس (۲۱) در مطالعه‌ای تاثیر مدیریت‌های آبیاری را بر کارآیی مصرف آب در زراعت گندم بررسی و نشان دادند که کارایی مصرف آب تحت تاثیر رژیم آبیاری قرار دارد. در تحقیقی دیگر، کریمی و همکاران (۳) گزارش کردند که کارآیی مصرف کود اوره در کودآبیاری تحت تاثیر میزان آب آبیاری، مقدار کود مصرفی و اثر متقابل هر دو عامل قرار می‌گیرد. همچنین تیمارهای آبیاری بر کارآیی مصرف کودها در تولید دانه و ماده خشک کل تاثیر داشته و در بین تیمارهای کودی، کارآیی مصرف تجمعی آنها تفاوت معنی‌داری نشان داد. لام و همکاران (۱۵) در یک آزمایش چهار ساله با آبیاری قطره ای ذرت نشان دادند که کودآبیاری عملکرد و کارآیی مصرف آب را تا ۳ برابر روش‌های پخش سطحی افزایش داد. کودآبیاری باعث افزایش عملکرد و کارآیی مصرف آب و کود می‌شود. موساداک (۱۷) در تحقیقی بر روی دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای و پنج سطح کود ازته در گیاه پنبه نتیجه گرفت که کودآبیاری سهم بسزایی در صرفه جویی در آب مصرفی ایفا نمود و راندمان مصرف آب را افزایش داد. بنابراین فعالیت و پراکنش ریشه افزایش یافته و کارآیی مصرف کود افزایش می‌یابد. مید (۱۶) گزارش داد که با مصرف ازت به مقدار ۹۰ میلی‌گرم در لیتر از طریق آب آبیاری کارآیی مصرف ازت در کلم واسفناج تا دو برابر افزایش می‌یابد. از دیگر اثرات کود آبیاری می‌توان به کاهش آلودگی زیست محیطی اشاره نمود. نیترات به عنوان منبع اصلی نیتروژن مورد نیاز گیاه، یکی از ترکیبات با قابلیت انتقال زیاد در پروفیل خاک می‌باشد. با توجه به حلالیت بالای کودهای نیتروژنه در آب، در صورت کاهش جذب نیتروژن توسط گیاه، نداشتن اطلاع از میزان نیتروژن اولیه خاک به منظور تعیین میزان کود وارد شده به خاک، کم بودن راندمان آبیاری و روش‌های نادرست استفاده از کود، نیترات به ناحیه پایین‌تر از ریشه منتقل شده و علاوه بر خارج شدن آن از دسترس گیاه و تلفات کود، امکان آلودگی آب زیرزمینی را نیز فراهم می‌آورد (۹). البته آلوده شدن آب‌های سطحی به نیترات توسط رواناب ناشی از آبیاری زمین‌هایی که کود نیترات در آن‌ها استفاده شده نیز یکی دیگر از مواردی است که می‌توان ناشی از عدم استفاده صحیح از آب و کود باشد. بررسی‌ها نشان داده است آبشویی نیترات توسط کودهای شیمیایی به مراتب بیش از کودهای حیوانی و کود کمپوست بوده است (۸). در یک تحقیق بررسی حرکت نیترات حاصل از کود شیمیایی نشان داد غلظت نیترات آب زیرزمینی یک ماه بعد از مصرف کود ازته افزایش یافت که حاصل مکانیسم آبشویی و حمل نیترات آزاد شده از کود شیمیایی به آب‌های زیرزمینی عنوان گردید (۵). اگرچه اثرات مثبت روش‌های آبیاری و کودپاشی در بسیاری از موارد گزارش شده است اما دستیابی به سطح بهینه و تلفیق این دو عامل با یکدیگر در جهت افزایش عملکرد می‌تواند تابع شرایط محیطی، نوع خاک و گونه گیاهی باشد. هدف اصلی از این تحقیق بررسی تاثیر کودآبیاری با کوددهی سطحی (روش سنتی) بر کارآیی مصرف آب، کود، عملکرد ذرت، جذب ازت توسط گیاه و تلفات عمقی نیترات در شرایط جغرافیایی کرج بود که می‌تواند اطلاعات مفیدی در مدیریت زراعی این محصول فراهم سازد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ در قطعه زمینی به مساحت حدود ۲ هکتار در مزرعه ۴۰۰ هکتاری موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (کرج) انجام شد. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش در جدول ۱ ارائه گردیده است. منظور از FC رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی و PWP نقطه پژمردگی دائم می‌باشد که تفاوت این دو بیانگر آب قابل استفاده برای گیاه می‌باشد. این دو با استفاده از دستگاه صفحات فشاری اندازه‌گیری گردیدند. همچنین pH، EC، آنیونها و کاتیونها در عصاره اشباع اندازه‌گیری شدند. بافت خاک مزرعه با استفاده از روش هیدرومتری اندازه‌گیری گردید. همچنین به دلیل اندک بودن ماده آلی خاک در این منطقه، از ذکر آن خودداری گردید.

جدول۱- برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد مطالعه

بافت	عمق (cm)	ρ_b (gcm^{-1})	$\theta_{V_{FC}}$ (٪)	$\theta_{V_{PWP}}$ (٪)	pH	EC (dsm^{-1})	آنیون‌ها ($meql^{-1}$)			کاتیون‌ها ($meql^{-1}$)	
							HCO_3^{-2}	Cl^-	SO_4^{-2}	$Mg^{2+}+Ca^{2+}$	Na^+
لوم	۰-۲۵	۱/۴۹	۱۵/۷۵	۸/۹۶	۷/۴۴	۲/۰۳	۲/۶۰	۶/۳۳	۱۲/۶۹	۱۶/۳۳	۵/۸۷
لوم	۲۵-۵۰	۱/۵۷	۱۵/۵۰	۹/۱۱	۷/۵۹	۲/۰۱	۳/۶۰	۷/۰۰	۱۱/۲۵	۱۶/۳۳	۶/۲۱
لوم	۵۰-۷۵	۱/۵۶	۱۶/۳۳	۸/۱۶	۷/۴۷	۱/۷۸	۲/۶۷	۵/۶۷	۱۲/۰۹	۱۴/۰۰	۶/۴۸

Archive of SID

www.SID.ir

آزمایش به صورت فاکتوریل دو عاملی با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار بر روی جویچه‌های انتها باز برای ذرت رقم دابل کراس ۳۷۰ انجام گرفت. فاکتور اول چهار سطح آبیاری(W_{1-4}) (۶۰ درصد :W_4، ۸۰درصد : W_3، ۱۰۰درصد: W_2، ۱۲۰ درصد :W_1 و۱۲۰درصد آبیاری کامل) و فاکتور دوم چهار سطح کودی(N_{1-4}) (شاهد بدون کود:N_4، ۶۰ درصد :N_3، ۸۰ درصد :N_2 و۱۰۰ درصد :N_1 توصیه کودی) مورد نیاز بود. نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق کود اوره و بر اساس آزمایشات توصیه کودی به مقدار kg/ha ۴۰۰ تأمین گردید که در چهار مرحله به خاک اضافه شد. ۲۵ درصد کود مورد نیاز قبل از کشت به روش مرسوم، ۲۵ درصد در مرحله ۴ تا ۶ برگی، ۲۵ درصد در مرحله ساقه‌دهی و ۲۵ درصد نیز در زمان سنبله‌دهی به صورت کودآبیاری به گیاه داده شد. تزریق محلول آب و کود با استفاده از بشکه‌هایی که در ابتدای جویچه‌ها قرار داشتند، صورت گرفت. همراه با اعمال روش‌های کودآبیاری، یک روش کوددهی سنتی (پخش سطحی) نیز به منظور مقایسه با روش کودآبیاری اجرا گردید. در روش سنتی ۵۰ درصد کود مورد نیاز، قبل از کشت و ۵۰ درصد دیگر در مرحله ۴ تا ۶ برگی به خاک اضافه گردید. مقدار آب آبیاری در تیمار سنتی معادل ۱۲۰ درصد نیاز آبی اعمال گردید. دور آبیاری نیز به طور متوسط ۶ روز بود. در بلوک‌های کودآبیاری، پنج جویچه برای هر بلوک (۳ جویچه اصلی برای برداشت و دو جویچه کناری به عنوان حاشیه) و دو جویچه برای تفکیک هر بلوک از بلوک مجاور در نظر گرفته شد. فاصله جویچه‌ها از یکدیگر ۷۵ سانتیمتر و طول آنها برابر طول قطعه زراعی (۱۶۵متر) بود. برای اعمال تیمارهای آبی، از داده‌های تشتک تبخیر ایستگاه هواشناسی کرج که در فاصله حدوداً ۲ کیلومتری مزرعه بود استفاده شد. آب ورودی و خروجی بلوک‌های آزمایشی با استفاده از فلوم WSC اندازه‌گیری شد. دور آبیاری بین ۶-۹ روز طی فصل رشد متغیر بود. برای تزریق کود از بشکه های بزرگ ۲۲۰ لیتری استفاده گردید. محلول کود از طریق بشکه بزرگ وارد بشکه کوچک ۲۰ لیتری می‌شد. در بشکه کوچک شناوری جهت ثابت نگه داشتن دبی تزریق کود نصب گردید. تزریق کود ۲۰ الی ۳۰ دقیقه پایان آبیاری انجام می‌شد. برای تعیین عملکرد و اجزای عملکرد، از هر تکرار ۱۰ گیاه با حذف دو ردیف کناری به طور تصادفی انتخاب و بعد از انتقال به آزمایشگاه میزان هر یک از آنها محاسبه گردید. برای تعیین میزان نیترات نفوذ یافته به خاک در هر مرحله کودآبیاری نمونه‌برداری از عمق ۸۰ cm انجام پذیرفت سپس بعد از هوا خشک کردن، نمونه‌ها از الک ۲ mm عبور داده شد آنگاه با محلول Kcl عصاره‌گیری شده و به روش بروسین با دستگاه اسپکتروفتومتر و در طول موج ۴۱۰ nm قرائت گردید (۲۱). همچنین ازت کل دانه به روش کجلدال اندازه‌گیری گردید. کارایی زراعی مصرف کود و آب نیز از طریق روابط زیر محاسبه گردید (۱۱).

$$FUE = \frac{dY}{F} \quad (۱)$$

$$WUE = \frac{Y}{V} \quad (۲)$$

در این روابط: Y عملکرد محصول (کیلوگرم)، V حجم خالص آب مصرفی (متر مکعب)، F مقدار کود مصرفی (کیلوگرم).

سپس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد آنالیز قرار گرفتند، مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن و در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نیاز آبی

نیاز آبی و عمق خالص آبیاری اعمال شده تیمارهای مختلف آبی محاسبه شده با استفاده از داده‌های تشت تبخیر و ضریب Kc در جدول ۲ ارائه گردیده است.

جدول۲- مقادیر آب مصرفی تیمارهای مختلف آبی

تیمارهای آبی / آب مصرفی	$W_{60\%}$	$W_{80\%}$	$W_{100\%}$	$W_{120\%}$	سنتی
خالص (میلی متر)	۳۷۰	۴۹۴	۵۶۰	۶۸۶	۷۱۶

عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد گیاه تحت تاثیر مقدار آب و کود مورد استفاده می‌باشد. جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود اثر مقادیر مختلف کود و آب بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. همچنین اثر متقابل کود و آب بر هیچ یک از صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود.

به منظور مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گیاه در سطوح آبی و کودی مختلف، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت. جدول ۴ مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد در سطوح مختلف آبیاری نشان می‌دهد. نتایج بیانگر آن است که بیشترین عملکرد در سطح آبی ۱۰۰ درصد بدست آمده و در بیشتر موارد سطح آبیاری ۸۰ درصد بهتر از ۱۲۰ درصد عمل کرده است. از طرف دیگر بین سطوح آبیاری ۱۰۰ و ۸۰ درصد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بر اساس نتایج به دست آمده، برای افزایش سطح زیر کشت، سطح آبی ۱۰۰ درصد به عنوان سطح آبی بهینه برای تولید حداکثر دانه توصیه می‌شود. احمدآلی و خلیلی (۱) نیز عملکرد ذرت دانه‌ای در تیمارهای آبی ۱۰۰،۷۵ و ۵۰ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

نیاز آبی را به ترتیب ۱۲/۲، ۷/۶ و ۶/۲ تن در هکتار در سال ۱۳۸۲ و ۱۵/۹، ۱۴/۰ و ۱۱/۴ تن در هکتار در سال ۱۳۸۳ بدست آورده‌اند.

همچنین به منظور مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد در سطوح مختلف کودی مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت (جدول۵). نتایج نشان می‌دهد که سطح کودی ۱۰۰ درصد دارای بالاترین عملکرد بوده در حالی که بین این سطح و سطح ۸۰ درصد نیاز کودی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. در مجموع سطح کودی ۱۰۰ درصد (N_1) و سطح آبیاری ۱۰۰ درصد (W_2) را می‌توان به عنوان بهترین سطوح بدست آمده در شرایط این تحقیق در نظر گرفت.

جدول (۶) نتایج مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده بین تیمارهای کودآبیاری و تیمار پخش سطحی در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که تیمارهای کودآبیاری W_2N_1، W_3N_1 عملکردی بیشتر و همچنین اختلاف معنی‌داری با تیمار پخش سطحی دارند. و از لحاظ عملکرد زیست توده نیز تیمارهای کودآبیاریW_2N_1، W_3N_1 وW_2N_2 دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار پخش سطحی می‌باشند. از نظر ارتفاع تا بلال اختلاف معنی‌داری ما بین تیمارهای W_3N_1، W_2N_1 با تیمار پخش سطحی مشاهده گردید. همچنین از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری ما بین تیمارهای W_1N_1، W_2N_1، W_3N_1، W_1N_2، W_2N_2 با تیمار پخش سطحی دیده شد. از نظر قطر ساقه تنها تیمار W_2N_1 اختلاف معنی‌داری با تیمار پخش سطحی نشان داد. از نظر تعداد برگ نیز اختلاف معنی‌داری بین هیچکدام از تیمارهای کودآبیاری با تیمار پخش سطحی مشاهده نگردیده است. به هر حال با توجه به مقایسه تیمارهای مختلف پخش کود به روش سطحی با لحاظ مقدار آب و کود مصرفی بیشتر، عملکرد و اجزای عملکرد کمتری نسبت به روش کودآبیاری حاصل گردید. علت این افزایش در تیمارهای کودآبیاری را می‌توان به در اختیار داشتن مقدار کافی مواد غذایی محلول را در خاک مرطوب با تهویه مناسب در طول فصل رشد نسبت داد. همچنین نتایج مشابه با این نتایج توسط بات و همکاران (۶) بر روی کودآبیاری با آبیاری قطره‌ای بدست آمد.

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد (Th¯¹)	عملکرد زیست توده(Th¯¹)	ارتفاع تا بلال (cm)	ارتفاع بوته (cm)	قطر ساقه (cm)	تعداد برگ
آب	۳	۱۴۴/۳**	۱۵۴/۲**	۴۰۴/۴	۴۵۲۵/۲ **	۰/۳۱ **	۱/۲۱
کود	۳	۵۳۱/۱**	۵۸۱/۳**	۷۳۷۸/۶ **	۲۷۹۶/۴ **	۱/۵۶ **	۴/۸۹ **
آب × کود	۹	۱۰۷/۱	۱۵۴/۶	۶۲۷/۶	۷۸۹/۹	۰/۲۴	۰/۷۶
خطا	۴۵	۵۱۷/۹	۵۶۳/۲	۳۷۵۷/۷	۵۲۰۶/۵	۰/۶۴	۹/۳۲

*،** به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر اصلی آب در سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد

سطوح آبی	عملکرد (Th¯¹)	عملکرد زیست توده (Th¯¹)	ارتفاع تا بلال (cm)	ارتفاع بوته (cm)	قطر ساقه (cm)	تعداد برگ
W_1=120%ET_C	۹/۳۳^{ab}	۱۴/۶۵^{ab}	۹۳/۸ ^{ab}	۱۹۰/۹ ^{ab}	۱/۶ ^{b}	۱۲/۵ ^{a}
W_2=100%ET_C	۱۱/۲۳^{a}	۱۶/۴۵^{a}	۹۷/۲ ^{a}	۱۹۹/۰ ^{a}	۱/۷ ^{a}	۱۲/۴ ^{ab}
W_3=80%ET_C	۱۱/۱۱^{a}	۱۶/۱۲^{a}	۹۱/۵ ^{ab}	۱۷۸/۶ ^{bc}	۰/۹۹ ^{b}	۱۲/۲ ^{ab}
W_4=60%ET_C	۷/۸۵^{b}	۱۳/۷۵^{b}	۸۹/۸ ^{b}	۱۷۲/۹ ^{c}	۱/۱ ^{b}	۱۲/۰ ^{c}

* میانگین‌های با حروف غیر مشابه نشانگر اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

جدول۵- مقایسه میانگین اثر اصلی کود در سطوح مختلف کود اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد

سطوح کودی	عملکرد (Th¯¹)	عملکرد زیست توده(Th¯¹)	ارتفاع تا بلال (cm)	ارتفاع بوته (cm)	قطر ساقه (cm)	تعداد برگ
۱۰۰٪ توصیه کودی (N_1)	۱۴/۷ ^{a}	۱۹/۹۶^{a}	۱۲۱/۷ ^{a}	۲۱۸/۵ ^{a}	۲/۱۹ ^{a}	۱۳/۱ ^{a}
۸۰٪ توصیه کودی(N_2)	۱۳/۳ ^{ab}	۱۸/۲۰^{ab}	۱۱۶/۱^{ab}	۲۰۹/۸ ^{b}	۱/۸۹^{b}	۱۲/۹ ^{a}
۶۰٪ توصیه کودی (N_3)	۱۱/۳ ^{b}	۱۶/۴۲^{b}	۱۱۱/۰^{b}	۱۹۶/۴^{c}	۱/۸۳ ^{b}	۱۲/۸ ^{a}
بدون کود (N_4)	۶/۹ ^{c}	۱۱/۹۳^{c}	۹۳/۰^{c}	۱۷۶/۶ ^{d}	۱/۶۲ ^{c}	۱۱/۱ ^{b}

* میانگین‌های با حروف غیر مشابه نشانگر اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۶- مقایسه میانگین تیمارهای کودآبیاری و پخش سطحی

تیمارها	عملکرد (Th^{-1})	عملکرد زیست توده(Th^{-1})	ارتفاع تا بلال (cm)	ارتفاع بوته (cm)	قطر ساقه (cm)	تعداد برگ
W1N1	۹/۴۷ bcde	۱۶/۲۵abcd	۱۱۶/۶ ab	۲۱۹/۴ ab	۲/۱۷ b	۱۲/۳۷ ab
W2N1	۱۴/۵۳ a	۱۸/۸۸a	۱۲۰/۳ a	۲۲۳/۷ a	۲/۳۶ a	۱۲/۴۷a
W3N1	۱۲/۳۷ ab	۱۶/۴۳abc	۱۲۲/۷ a	۲۲۱/۴ab	۲/۲۹ ab	۱۲/۰۱abc
W4N1	۷/۰۷ cdef	۱۳/۹۱bcdef	۱۱۵/۴ abc	۲۱۳/۷ abc	۲/۰۳ bcd	۱۱/۸۸ abcd
W1N2	۱۰/۳۳ abcd	۱۲/۲۵cdefg	۱۱۸/۷ ab	۲۱۸/۵ ab	۲/۰۴ bcd	۱۲/۳۴ ab
W2N2	۱۱/۵۴ abc	۱۷/۲۶ab	۱۱۷/۷ abc	۲۲۲/۱ a	۲/۰۵ bc	۱۲/۴۵ a
W3N2	۶/۳۱ ef	۱۵/۵۲ abcde	۱۰۶/۱۰ c	۲۰۰/۰۶ bcd	۱/۹۷ de	۱۲/۲۱ ab
W4N2	۶/۶۷ def	۱۴/۱۴bcdef	۱۱۰/۲ abc	۲۰۰/۰۱ cde	۲/۰۰ cd	۱۲/۰۳ abc
W1N3	۵/۳۷ fg	۱۳/۰۱bcdef	۱۰۵/۶ c	۲۱۱/۱۵ abc	۱/۹۵ ef	۱۲/۱۷ abc
W2N3	۹/۴۳ bcde	۱۴/۲۱bcdef	۱۱۷/۴ abc	۲۱۳/۵ abc	۲/۰۹ bcd	۱۲/۰۱ abc
W3N3	۹/۱۷ bcde	۱۵/۴۳abcde	۱۰۵/۶ c	۱۹۴/۴ def	۱/۹۷ de	۱۲/۱۳ abc
W4N3	۷/۱۳ cde	۱۱/۰۲fg	۱۰۳/۳ d	۱۸۶/۷ ef	۱/۸۲ f	۱۱/۹۹ bcd
W1N4	۵/۴۲ fg	۱۱/۸۲ efg	۹۰/۲ e	۱۸۱/۳ fg	۱/۷۳ g	۱۲/۰۱ bcd
W2N4	۳/۵۴g	۱۱/۵۷fg	۹۹/۳ ed	۱۸۰/۳ fg	۱/۸۴ f	۱۱/۶۳ e
W3N4	۲/۶۵g	۱۳/۰۳bcdef	۸۹/۶ e	۱۸۴/۱ f	۱/۸ g	۱۱/۸۳ cd
W4N4	۲/۳۹g	۸/۲۹g	۸۹/۵ e	۱۶۹/۶ g	۱/۷۸ g	۱۱/۷۴ d
کودپاشی سطحی	۷/۱۵cde	۱۲/۰۶defg	۱۰۷/۱ bcd	۲۰۰/۰۲ cd	۲/۱۴ bcd	۱۲/۴۴ abc

* میانگین‌های با حروف غیر مشابه نشانگر اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

کارایی مصرف کود و آب

در جدول ۷ کارآیی مصرف آب و کود ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که که بیشترین کارآیی مصرف آب مربوط به تیمار W_2N_1 می‌باشد، در حالی که ما بین این تیمار و تیمار W_3N_1 اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است.همچنین بالاتراین کارایی مصرف کود نیز مربوط به تیمار W_2N_3می‌باشد. در مجموع نتایج نشان می‌دهد کارآیی مصرف کود تیمار کودآبیاری W_2N_3 (۱۱۲ درصد) و کارآیی مصرف آب تیمار کودآبیاری W_2N_1 (۱۶۲درصد) از تیمار سنتی بالاتر بوده است. در روش کودآبیاری بدلیل همیاری دو نهاده کود و آب با یکدیگر کارایی مصرف هر دو نهاده را افزایش می‌دهد. با افزایش مقدار کود مصرفی، کارایی مصرف کود کاهش یافت. نتایج این تحقیق مشابه نتایج واعظی و همایی (۴) در آبیاری بارانی ذرت بود که بالاترین میزان کارایی مصرف کود را به سطح کودی ۲۵ درصد (مقدار کل کود مصرفی۴۰۰kg) نسبت دادند. همچنین بین این سطح و سطح کودی ۵۰ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. با افزایش مقدار کود مصرفی، کارایی مصرف کود کاهش یافت. هنگامی که کمبود عناصر غذایی در گیاه رخ می‌دهد، گیاه در برابر مصرف کود واکنش مثبت نشان می‌دهد. این واکنش در واحدهای اولیه مصرف کود بیشتر است. با رفع تدریجی نیاز گیاه، پاسخ آن در برابر افزایش مقدار مصرف کود کمتر می‌شود. به همین علت در مقادیر اولیه مصرف میزان جذب عناصر، عملکرد و در نتیجه کارایی مصرف کود بیشتر می‌باشد و از طرف دیگر با افزایش مقدار کود عملکرد گیاه بالاتر رفته که به تبع آن کارایی مصرف آب نیز بیشتر گردیده است (۴).

نتایج حاصل از نفوذ عمقی نیترات در خاک

بررسی نفوذ عمقی نیترات از عمق ۸۰ سانتی‌متری خاک (نفوذ ریشه) در تیمارهای مختلف کودآبیاری نشان داد که مقدار نفوذ متاثر از هر دو فاکتور آب و کود بوده است، میزان نیترات عمقی نفوذ یافته در خاک در مجموع ۴ مرحله برداشت نمونه خاک، مرحله ۷ برگی، ساقه دهی، گلدهی و برداشت حاصل گردیده است. سپس از تقسیم میزان نیترات نفوذ یافته در عمق به میزان کود مصرفی برای هر تیمار، درصد نفوذ عمقی نیترات برای هر تیمار محاسبه گردید. در تیمارهای سطح کودی ۱۰۰ درصد (N_1)، با کاهش سطح آبیاری، مقدار نفوذ عمقی نیترات نیز به سرعت کاهش یافت (جدول ۸). در تیمار W_1N_1 حداکثر مقدار نفوذ عمقی به میزان حدود ۱۰ درصد اتفاق افتاد و با کاهش آب آبیاری، مقدار نفوذ در تیمار W_4N_1 به صفر رسید. در تیمار W_1N_1 و W_2N_1، مقدار نفوذ عمقی نیترات، نگران کننده است و باید با اعمال مدیریت مناسب آبیاری در جهت کاهش نفوذ عمقی آب پایین ناحیه ریشه و یا به کار بردن کود در تعداد تقسیط-های بیشتر، نفوذ عمقی نیترات را کاهش داد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷-کارآیی مصرف کود و آب در تیمارهای کودآبیاری و پخش سطحی

تیمار	عملکرد (Tha^{-1})	کارآیی مصرف کود FUE (kg/kg)	کارآیی مصرف آب WUE (kg/m^3)
W_1N_1	۹/۴۷ bcde	۲۳/۶۷g	۱/۳۸f
W_2N_1	۱۴/۵۳ a	۳۶/۳۲b	۲/۶a
W_3N_1	۱۲/۳۷ ab	۳۰/۹۲e	۲/۵a
W_4N_1	۷/۰۷ cdef	۱۷/۶۷k	۱/۹c
W_1N_2	۱۰/۳۳ abcd	۳۱/۵۲d	۱/۵e
W_2N_2	۱۱/۵۴ abc	۳۵/۲۱c	۲/۰۶b
W_3N_2	۶/۳۱ ef	۱۹/۲۵j	۱/۲f
W_4N_2	۶/۶۷ def	۲۰/۳۵i	۱/۸cd
W_1N_3	۵/۳۷ fg	۲۱/۸۴h	۰/۷۸h
W_2N_3	۹/۴۳ bcde	۳۸a	۱/۶de
W_3N_3	۹/۱۷ bcde	۳۷/۳۱ab	۱/۸cd
W_4N_3	۷/۱۳ cde	۲۹/۰۱f	۱/۹c
W_1N_4	۵/۴۲ fg	-	۰/۶۱i
W_2N_4	۳/۵۴g	-	۰/۶۳i
W_3N_4	۲/۶۵g	-	۰/۵۳i
W_4N_4	۲/۳۹g	-	۰/۶۴i
تیمار سنتی	۷/۱۵cde	۱۷/۸۸k	۰/۹۹g

*میانگین‌های با حروف غیر مشابه نشانگر اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

در تیمار W_3N_1، مقدار نفوذ عمقی نیترات نسبت به تیمارهای W_2N_1 و W_1N_1به سرعت کاهش پیدا کرد و به ۰/۴ درصد رسید. نفوذ عمقی نیترات در سطح کودی ۸۰ درصد، فقط در تیمار آبی ۱۲۰ درصد (W_1N_1) به مقدار ۰/۲ درصد اتفاق افتاد. هر چند این مقدار از نفوذ نیترات را در برابر تیمارW_1N_1 بسیار ناچیز است، اما می‌توان با اتخاذ مدیریت دقیق‌تر آبیاری و استفاده از کود، آن را به صفر رساند. لازم به ذکر است اگر این مقدار نفوذ در مقیاس وسیعی اتفاق افتد، ممکن است تهدیدی برای آلودگی آب‌های زیرزمینی و هدر روی کود باشد. در تیمارهای کودی ۶۰ درصد، هیچگونه تلفات عمقی نیترات از عمق ۸۰ سانتی‌متری خاک اتفاق نیفتاد. مقایسه تلفات عمقی نیترات در تیمار سنتی با تیمارهای کودآبیاری نشان داد که مقدار تلفات حدود ۲۵ درصد و به طور معنی‌داری بیشتر بوده است. این مقدار نفوذ عمقی نیترات، بیش از دو برابر نفوذ عمقی در تیمار W_1N_1 بود. در تیمار سنتی که نیمی از کود مورد نیاز در مرحله قبل از رشد و به صورت خشک وارد خاک می‌شود، مقدار فراوانی از کود در مرحله‌ای از رشد در اختیار گیاه قرار داده می‌شود که نیاز زیادی به آن نیست؛ طوری که حتی اگر خاک غنی از مواد آلی باشد، نیاز اولیه گیاه برطرف می‌شود. بنابراین با وارد کردن مقدار زیادی از کود در این مرحله و انجام آبیاری‌های مکرر که به علت جلوگیری از سله‌بستن و باقی ماندن جوانه‌های گیاه در زیر خاک صورت می‌گیرد، نیترات وارد شده مورد آبشویی قرار می‌گیرد که نتیجه آن اتلاف بخش زیادی از کود به صورت نفوذ عمقی است. تدابیر مختلفی به‌منظور کاهش تلفات نیتروژن از طریق نفوذ عمقی وجود دارد از جمله این مدیریت‌ها می‌توان به کاهش میزان مصرف کودهای نیتروژنه، همزمان‌سازی نیاز گیاه به نیتروژن و زمان کوددهی (کودآبیاری)، استفاده از گیاهان تثبیت کننده نیتروژن دی و کامرون (۸)، افزایش فاصله زهکش‌ها و کنترل سطح ایستابی با استفاده از زهکشی کنترل شده اشاره نمود (۹).

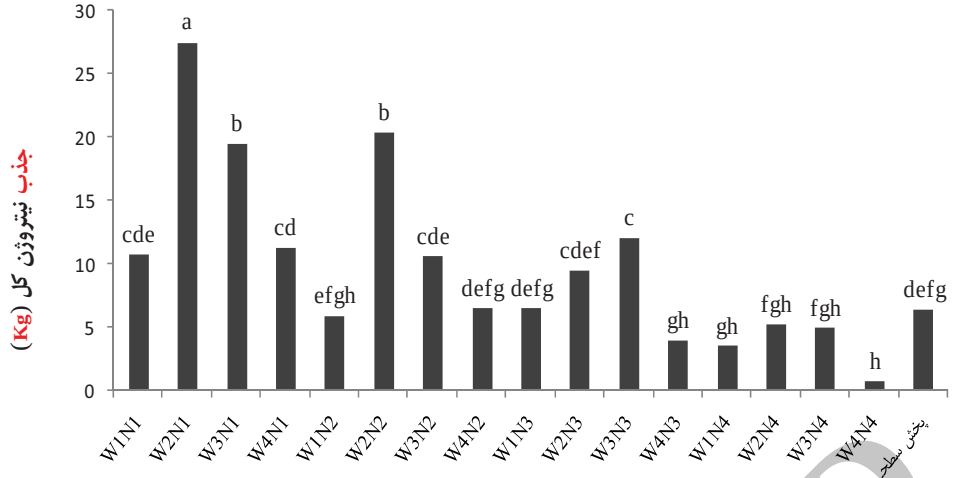
از طرف دیگر با توجه به بررسی میزان جذب نیتروژن کل در مرحله آخر و مقایسه آن با تیمار سنتی (شکل ۱)، نشان می‌دهد که حداکثر میزان جذب نیتروژن مربوط به تیمار W_2N_1 می‌باشد و تیمار سنتی از لحاظ میزان جذب ازت از بسیاری از تیمارهای کودآبیاری پایین‌تر می‌باشد. تیمار سنتی به دلیل دریافت ۱۰۰ درصد کود تا قبل از مرحله گلدهی و همچنین آبشویی بالای عمقی نیترات آن (جدول ۸)، میزان جذب نیتروژن کمتری نسبت به تیمارهای کودآبیاری داشته است.

جدول ۸- تلفات عمقی نیترات (%)

W_1N_1	W_2N_1	W_3N_1	W_4N_1	W_1N_2	W_2N_2	W_3N_2	W_4N_2	W_1N_3	W_2N_3	W_3N_3	W_4N_3	سنتی
۱۱/۹	۸/۹	۰/۴	۰	۰/۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۵/۱

Archive of SID

www.SID.ir



سطوح مختلف کودی (N) و سطوح مختلف آبیاری (W)

شکل ۱- مقایسه جذب نیتروژن در تیمارهای کودآبیاری با تیمار کودپاشی سطحی

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد تحت تاثیر مقدار کود، آب و روش کوددهی می‌باشد. به طوری که میزان عملکرد تولید شده در تیمارهای کودآبیاری بالاتر از تیمار سنتی بوده که به صورت پخش سطحی کودپاشی شده بود. از طرف دیگر افزایش مقدار کود و آب تا سطح بهینه باعث افزایش عملکرد علوفه می‌گردد. همچنین با افزایش سطح آبی تا حد بهینه (۱۰۰درصد نیاز آبی) کارآیی مصرف کود افزایش می‌یابد. به این معنی که در تیمار آبی ۱۰۰ درصد مقدار کارایی مصرف نیتروژن ابتدا افزایش یافته و بعد از رسیدن به سطح بهینه مصرف دوباره کاهش می‌یابد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط کم آبی افزایش مقدار کود مصرفی نه تنها باعث افزایش عملکرد نمی‌شود بلکه مقدار آن را کاهش می‌دهد. همچنین در صورت استفاده مازاد از آب به دلیل حلالیت بالای نیترات، علاوه بر هدرروی سطحی، آبشویی عمقی نیترات را افزایش می‌دهد که این امر نه تنها از میزان کارآیی مصرف کود می‌کاهد بلکه از لحاظ آلودگی محیط زیست نیز مشکلاتی را فراهم می‌آورد. بنابراین پیشنهاد می‌شود در شرایط کم آبی مقدار کود مصرفی در سیستم کودآبیاری، کاهش یابد. همچنین با توجه به اینکه در روش پخش سطحی به دلیل دریافت تمام کود مورد نیاز گیاه در مراحل آغازین رشد از امکان دسترسی گیاه به نیتروژن در مراحل گلدهی و برداشت کاسته می‌شود و به طبع آن عملکرد گیاه کاهش یافت و این در حالی می‌باشد که در اکثر تیمارهای کودآبیاری به دلیل تقسیط کود در ۴ مرحله، عملکرد بیشتری را نسبت به تیمار پخش سطحی نشان دادند. از طرف دیگر در تیمارهای کودآبیاری بین سطوح آبی ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی تفاوت معنی‌داری در عملکرد وجود ندارد، می‌توان سطح آبی ۸۰ درصد به همراه سطح کودی ۱۰۰ درصد را با توجه به کمتر بودن میزان هدرروی عمقی آن در مقایسه با سطح آبی ۱۰۰ درصد و سطح کودی ۱۰۰ درصد، سطح بهینه کود و آب در شرایط این آزمایش توصیه نمود.

منابع

۱- احمدآلی ج و خلیلی م. ۱۳۸۶ . ارزیابی اثر کم آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در منطقه میاندوآب. مجله پژوهش آب ایران، جلد اول، شماره ۱. صفحه‌های ۱۷-۲۳.

۲- اسدی ع. و ملکوتی م. ج. ۱۳۸۱ . تأثیر روشهای مختلف آبیاری و مصرف متعادل کود بر عملکرد و کارآیی مصرف آب در مرکبات مازندران. مجله علوم خاک و آب، جلد شانزدهم، شماره ۲. صفحه‌های ۱۴۸ تا ۱۵۹.

۳- کریمی الف. و معزاردلان م. ۱۳۸۶ . اثر کودآبیاری بر اجزاء عملکرد و کارآیی مصرف آب در آفتابگردان به روش آبیاری قطره‌ای- نواری. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد بیست و یکم، شماره ۲. صفحه‌های ۱۱-۲۲.

Archive of SID

www.SID.ir

۴- واعظی ع. و همایی م. ۱۳۸۲ . اثر کودآبیاری بر کارایی مصرف کود و آب در ذرت علوفه‌ای. مجله علوم خاک و آب، جلدشانزدهم، شماره۲. صفحه‌های ۱۵۲-۱۶۰.

5- Bhatt K., 1997. Occurance and distribution of Nitrate and pesticides in Bowdle aquifer, South Dakotau (USA). Environmental Monitoring and Assessment, 47: 223-237.

6- Bhatt R., Sujatha S., and Balasimha D. 2007. Impact of drip fertigation on productivity of arecanot. J. Agricultural water manages. 90: 101-111.

7- Busscher W. J. 1996. Soil, water and air quality research. Florence: Coastal plain soil, water and plant research laboratory

8- Di H.J. and Cameron K.C. 2002. Nitrate leaching in temperate agroecosystems: sources, factors and mitigating strategies. Nutr. Cycl. Agroecosyt. 46: 237–256.

9- Fisher M. J., Fausey N. R. Subler S.E., Brown L.C., and Bierman P. M. 1999. Water table management, nitrogen dynamics, and yield of corn and soyben. Soil Sci. Soc.Am.J. 63,1786-1795.

10- Goodroad L.L. and Jellum M.D. 1988. Effect of N fertilizer rate and soil pH on N efficiency in corn. Plant and soil. 106:85-89.

11- Granberry D.M., Harrison K.A., and Kelley W.T. 2000. Drip irrigation.

12- Hebbar S.S., Ramachandrappa B.K., Nanjappa H.V, and Prabhakar M. 2004. Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato. Europ. J. Agron. , 21:117-127 .

13- Hochmuth G.J., Albregts E.E, Chandler C.C, Cornells J, and Harrison J. 1996. J. Nitrogen fertigation requirementes of drip-irrigated strawberries. J. Am. Soil Sci. 4: 660-665.

14- Keng J.C.W., Scott T.W., and Lopz L. 1979. Fertilizer management with drio irrigatin in an oxisol. Agron. J., 71:971-980.

15- Lamm F.R., Scheyel A.J., and Clark G.A. 2000. Optimum nitrogen fertigation for corn using subsurface drip irrigation.

16- Mead R. 2000. Fertigation efficiency Available on the www:URL:http://www. Microirrigaitionfroum.com/new/arcs/ferteff.htm/.

17- Mussadak G.S. 2001. Performane of cotton crops grown under surface irrigation and drip fertigation. Field water use efficiency and dry matter distribution. Communication in soil science and plant analysis. No 132, Issue 19, 20: 3945-3079.

18- Navalawala B.N. 1991. Water logging and its related issues in India. J. Irrigation Power 1, 55-64.

19- Ragozo C.R.A. 2000. Nutrition efficiency in citrus as influence by fertigation in 10th International Colloquium for the Optimization of Plant Nutrition. Cairo Sheraton, Egypt.

20- Singh J.P. 1988. A rapid for determination of nitrate in soil and plant extracts. Plant and soil, 110, 137-139.

21- Tavakkoli A.R., and Oweis T.Y. 2004. The role of supplemental irrigation and nitrogen in producing bread wheat in the highlands of Iran. Agricultural Water Management. 65:225-236.

22- Ulger A.C., Ibrikci H., Cakir B., and Guzel N. 1997. Influence of nitrogen rates and row spacing on corn yield, protein content, and other plant parameters. Journal of plant nutr. 20:1697-1709 .

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No.5, Nov.-Dec. 2012, p. 1181-1189

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۱، ص. ۱۱۸۹-۱۱۸۱

Comparison of Fertigation with Surface Broadcast Fertilizer Method in Water, Fertilizer Use Efficiency, Yield, Compenent Yield of Corn and Losses of Nitrogen

A. Mohseni[1]*- H. Mirseyed Hosseini[2]- F. Abbasi[3]

Received: 03-01-2012
Accepted: 26-08-2012

Abstract

Fertilizing method plays an important role in fertilizer and water use efficiency and plant yield and losses fertilizer. A field experiment was carried out at 16 treatments with factorial a complete randomized block design during 2010 for free drainage furrows. First factor was four levels of water (60, 80, 100 and 120% of full irrigation) and second factor was four levels of fertilizer (0, 60, 80 and 100% of required fertilizer) for fertigation method. The 16 treatments mentioned above, were compared with common fertilizing method. Nitrogen requirement was applied in four stages of the growth: before cultivation, in seven leaves, shooting and earring stages, the first portion (before cultivation) was applied by manual distribution and others by fertigation. In conventional treatment, the whole of required fertilizer was used in two split applications (before planting and in seven leaves). Results showed, the highest yield, yield component and use efficiency of corn was obtained on 100% irrigation and 100% fertilizer treatments. While the highest amount percolation of nitrate into soil was related to conventional treatment.

Keywords: Corn, Furrow irrigation, Nitrate, Surface Broadcast, Water use efficiency

Archive of SID

1,2-MSc Student and Assistant Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
(*-corresponding Author Email: amir.mohseni65@gmail.com)
3- Associate Professor, Agricultural Engineering Reasearch Institute, AERI, Karaj

www.SID.ir