Archive of SID

اثر کودآبیاری بر کارآیی مصرف کود و آب در ذرت علوفه‌ای[1]

علیرضا واعظی، مهدی همایی و محمدجعفر ملکوتی[2*]

چکیده

روش کود دهی نقشی اساسی در کارآیی مصرف کود و عملکرد دارد. کارآیی مصرف آب نیز تحت تأثیر عملکرد و مقدار آب مصرفی است. با مصرف بهینه کود، می‌توان در کنار افزایش کارآیی مصرف کود، عملکرد و کارآیی مصرف آب را بالا برد. کودهای شیمیایی در کشور عمدتاً به روش پخش سطحی مصرف می‌گردد. به این دلیل کارآیی مصرف کود، عملکرد و کارآیی مصرف آب پایین است. کود – آبیاری، که عبارت از مصرف کود با آب آبیاری در طی دوره رشد گیاه است، نقشی مهم در افزایش کارآیی مصرف این دو نهاده دارد. هدف از این پژوهش، بررسی اثر کود- آبیاری بر کارآیی مصرف کود و آب در ذرت علوفه ای بود. آزمایش به روش کرتهای خرد شده در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و ۳ تکرار به اجرا در آمد. فاکتور اصلی در ۲ روش کوددهی: کود – آبیاری و پخش سطحی و فاکتور فرعی در ۵ سطح کودی: شاهد، ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ توصیه کودی بود. ترکیب کودی توصیه شده به صورت : ٤۰۰ کیلوگرم اوره، ٤۰۰ کیلوگرم کلرور پتاسیم، ۱۵۰ کیلوگرم فسفات دی آمونیوم، ۵۰ کیلوگرم سولفات آهن، ٦۵ کیلوگرم سولفات روی، ۲۰ کیلوگرم سولفات مس و ۱۵ کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بود. در تمامی تیمارها به جز تیمارهای شاهد، کل کودهای موجود در ترکیب توصیه کودی، بر اساس سطح کودی، مورد مصرف قرار گرفتند. در روش کود – آبیاری، کودهای ازت و پتاسیم در ۸ نوبت با فاصله ۱۰ روز و کودهای دارای عناصر کم مصرف در ٤ نوبت با فاصله ۲۰ روز از راه آبیاری بارانی مصرف گردید. در روش پخش سطحی، کودهای اوره و کلرور پتاسیم در ۲ نوبت (ابتدا و بین دوره رشد) و بقیه کودها درهنگام کاشت مصرف گردید. در هر دو روش کوددهی، آبیاری بارانی با فواصل ٤ روز انجام گرفت و مقدار آب مصرفی در هر دور آبیاری در طی دوره رشد ذرت یکسان بود. نتایج نشان داد که عملکرد، ماده خشک و کارآیی مصرف آب در روش کود – آبیاری، در تمامی تیمارهای مصرف کود، بیشتر از تیمارهای همسان در روش پخش سطحی است. این افزایش در تیمارهای ۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ توصیه کودی در سطح ۵٪ معنی‌دار گردید. کارآیی مصرف کود نیز تحت تأثیر روش کوددهی و مقدار مصرف کود قرار گرفت. لیکن اثر متقابلی بین این دو عامل وجود نداشت. در هر روش، با افزایش مقدار کود مصرفی، کارآیی مصرف کود کاهش یافت. لیکن این کاهش در سطح ۵٪ معنی‌دار نبود. در روش پخش سطحی، بخش قابل توجهی از کودهای مصرفی در سطح خاک باقی مانده و به عمق ناحیه ریشه راه نمی‌یابد. در روش کود – آبیاری، عناصر غذایی به صورت نوبتی و محلول در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و امکان جذب آنها بیشتر می شود. بنابر این با افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی در طی دوره رشد، کارآیی مصرف کود، عملکرد و در نتیجه کارآیی مصرف آب بیشتر می گردد.

واژه‌های کلیدی: کودآبیاری، آبیاری بارانی، کارایی مصرف کود

مقدمه

پژوهشگران کارآیی مصرف کود را به صورتهای مختلف بیان کرده‌اند. Goodroad و Jellum (۱۹۸۸) در تعریفی دقیق‌تر، آن را به صورت ترکیبی از کارآیی فیزیولوژیک و کارآیی بازیافت ظاهری بیان کردند. براین اساس کارآیی مصرف کود (عنصر غذایی) عبارت از مقدار ماده خشک تولید شده، به ازای مقدار کود مصرفی است و از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$Ee=(Ydf-Yef)/F$$

Ee: کارآیی مصرف کود (کیلوگرم در کیلوگرم)

Ydf: مقدار ماده خشک تولید شده توسط گیاهی که کود دریافت کرده است (کیلوگرم در هکتار)

Yef: مقدار ماده خشک تولید شده توسط گیاهی که کود دریافت نکرده است (کیلوگرم در هکتار)

F: مقدار کود یا عنصر غذایی مصرف شده (کیلوگرم در هکتار)

کار آیی مصرف کود به نوع و مقدار کود مصرفی و نیز زمان و روش کوددهی بستگی دارد. روش کوددهی نقشی اساسی در

---

[1] این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس است.

[2] به ترتیب کارشناس ارشد خاکشناسی، استادیار و استاد گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس.

* وصول: ۸۱/۳/۷ و تصویب: ۸۱/۱۱/۲٤

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده بهینه از کود و افزایش کارآیی مصرف آن دارد. مقدار جذب عناصر غذایی در طی دوره رشد تغییر می‌کند. در برخی گیاهان زمان بیشترین نیاز در مرحله آغازین دوره رشد و در بعضی دیگر در مراحل بعدی قرار دارد. از طرف دیگر در روشهای مختلف کوددهی، از آنجا که کارآیی مصرف کود متفاوت است، مقدار کود مصرفی برابر نیست. بدیهی است که با مصرف عناصر غذایی براساس نیاز گیاه در طی دوره رشد، کارآیی مصرف کود افزایش می یابد. معمولاً بالاترین کارآیی مصرف کود در اولین واحدهای مصرف آن به دست می‌آید. به تدریج با مصرف مقادیر بیشتر کود، کمبود عناصر غذایی گیاه برطرف می‌شود. از این مرحله به بعد، واکنش گیاه در برابر کود مصرفی کم شده و بنابراین کارآیی مصرف آن کاهش می‌یابد. آب نیز از نهادهای اساسی برای پیشرفت کشاورزی بویژه در مناطق خشک و نیمه خشک است. به دلیل نقش آب در فرآیندهای جذب عناصر غذایی، وجود رطوبت کافی در خاک برای افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه افزایش عملکرد ضروری است. کارآیی مصرف آب عبارت از مقدار ماده خشک گیاهی تولید شده به ازای مقدار آب مصرفی است. کارآیی مصرف آب افزون بر عواملی چون حاصلخیزی خاک، نوع گیاه و عوامل محیطی، به هر عاملی که عملکرد را تغییر دهد نیز بستگی دارد (Sing و Sinka، ۱۹۹۷). با مصرف بهینه کود، می‌توان در کنار افزایش کارآیی مصرف کود، عملکرد و کارآیی مصرف آب را بالا برد.

در بیشتر کشتزارهای کشور کودهای شیمیایی به روش پخش سطحی مصرف می‌گردند. در این روش، افزایش عملکرد در واحد سطح همگام با افزایش مصرف کود نیست و در نتیجه کارآیی مصرف کود پایین است. کود – آبیاری (Fertigation)، که عبارت از مصرف کود با آب آبیاری در طی دوره رشد گیاه است، کارآیی مصرف کود و آب را افزایش می‌دهد. آب آبیاری سریعترین، مؤثرترین و کم هزینه‌ترین وسیله مصرف مواد شیمیایی مورد نیاز محصولات کشاورزی است و می‌توان آن را برای مصرف خاکی و برگی کودهای شیمیایی به کار برد (Creighton و Rolf ، ۱۹۹۷). در سیستمهای آبیاری تحت فشار، از آنجا که بازده آبیاری بیشتر است، کود – آبیاری رایج تر است. Lauer (۱۹۸٤) اثر مصرف ازت را با آبیاری بارانی، بر کارآیی مصرف ازت و عملکرد غده سیب‌زمینی در خاک شن لومی مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفت که با مصرف ازت بر اساس الگوهای جذب توسط سیب زمینی، عملکرد غده و کارآیی مصرف آن افزایش می‌یابد. با کود – آبیاری، زمانی که رشد گیاه و نیاز به ازت بیشتر بود، عملکرد بیشتر شد. لیکن با مصرف زیاد ازت، علیرغم افزایش جذب آن، کارآیی مصرف کود و عملکرد سیب‌زمینی افزایش نیافت Kesner و همکاران (۱۹۸۵) با بررسی روشهای مختلف مصرف ازت در درختان گیلاس نشان دادند که در روش کود – آبیاری، از آنجا که می‌توان ازت را در طی بیشترین دوره فعالیت درخت در ناحیه ریشه قرار داد جذب ازت در رشد درختان گیلاس بیشتر از روشهای مصرف سطحی است Fabry (۱۹۸۵) گزارش داد که با مصرف پیاپی کودهای شیمیایی به همراه آبیاری بارانی، ارتفاع درختان گردو و قطر تنه آنها به ترتیب ۳۳٪ و ۳۸٪ نسبت به کوددهی رایج افزایش یافت. در درختان مرکبات با کود – آبیاری مداوم در طی ۲ سال ارتفاع درخت، قطر تنه و عملکرد به ترتیب ٤٤٪، ۵۳٪ و ۱۳/٦٪ نسبت به روش رایج کوددهی بیشتر بود. نتایج کوددهی به همراه آبیاری بارانی بر عملکرد خیار نیز نشان داد که عملکرد تا ۲ برابر نسبت به پخش سطحی افزایش یافت.

Ralston و همکاران (۱۹۸٦) گزارش دادند که با مصرف پیاپی ازت با آبیاری قطره ای نسبت به روش رایج کوددهی، جذب ازت و کارآیی مصرف آن در سیب زمینی افزایش می یابد. Bullok و همکاران (۱۹۹۰) اثر مصرف ازت را به همراه آبیاری بارانی بر کارآیی مصرف ازت و عملکرد ذرت دانه‌ای در یک خاک شن لومی مورد آزمایش قرار داده و نتیجه گرفتند که با افزایش مقدار ازت مصرفی از ۱٦۸ به ۳۳٦ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد با مصرف ۱٦۸ گیلوگرم ازت در هکتار به دست می‌آید. این مقدار معادل ٦۰٪ ازت مصرفی در روش رایج کوددهی بود. Rubeiz و همکاران (۱۹۹۱) اثر مصرف فسفر را به روش کود – آبیاری با مصرف نواری آن در خاک آهکی مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که با مصرف نواری فسفر در هنگام کاشت، به دلیل واکنش فسفر با کلسیم از پویایی آن کاسته می‌شود. لیکن با کود – آبیاری به دلیل مصرف کم و نوبتی آن، پویایی فسفر در خاک بیشتر بوده و در نتیجه کارآیی مصرف آن افزایش می‌یابد. Hernandez و همکاران (۱۹۹۱) با مصرف ازت، فسفر و پتاسیم به همراه آبیاری زیرزمینی نشان دادند که در این روش برخلاف روش سطحی، از آنجا که رطوبت خاک بیشتر بوده و حجم بیشتری از خاک مرطوب می‌باشد. قابلیت دسترسی عناصر غذایی بیشتر است. بنابر این فعالیت و پراکنش ریشه افزایش یافته و کارآیی مصرف کود بیشتر می‌گردد. Papadopoulos (۱۹۹۲) اثر مصرف کودهای شیمیایی را به روش کود – آبیاری بر کارآیی مصرف کود و عملکرد محصولات مختلف مانند سیب زمینی، گوجه‌فرنگی، هویج، خیار، هندوانه و توت فرنگی مورد آزمایش قرار داد و نتیجه گرفت که کارآیی مصرف کود و عملکرد در این روش بسیار بیشتر از روش پخش سطحی است. Champion و Bartholomay (۱۹۹۲) با مصرف ازت (به صورت محلول اوره – نیترات آمونیوم) به همراه آب آبیاری نشان دادند که عملکرد ذرت نسبت به روشهای رایج کوددهی ۱۲٪ افزایش یافت و کارآیی مصرف کود بیشتر گردید. Ericsson (۱۹۹۳) در آزمایشی برای بررسی اثر مصرف ازت به روش کود – آبیاری بر کیفیت و قابلیت انبارداری سیب نشان داد که جذب عناصر غذایی در روش کود – آبیاری بسیار بیشتر از روش مصرف خاکی است. براین اساس برای دسترسی به کیفیت بالای سیب، باید مقدار مصرف ازت به اندازه نصف مقدار مصرف آن در روش خاکی باشد. Hochmuth و همکاران (۱۹۹٦) با بررسی اثر مصرف ازت، به روش کود – آبیاری بر عملکرد توت فرنگی در یک خاک لوم شنی نشان دادند که با مصرف ۲۵ تا ۵۰٪ کود کمتر نسبت به روشهای رایج کوددهی، عملکرد بیشتری به دست می آید. Jensen (۱۹۹۷) گزارش داد، در صورتی که کیفیت آب آبیاری خوب باشد و مشکل نهشتگی فسفر در آب آبیاری وجود نداشته باشد، مصرف فسفر با آبیاری بارانی، مؤثرتر از مصرف نواری یا سطحی آن در پنبه است. Neilsen و همکاران (۱۹۹۸) با کوددهی ازت با آبیاری بارانی در درختان سیب نشان دادند که غلظت ازت نیتراتی در محلول خاک شن لومی نسبت به تیمارهای پخش سطحی بیشتر شده و کارآیی مصرف کود افزایش می‌یابد. Dasberg و Or (۱۹۹۹) بیان کردند که در روش کود – آبیاری، امکان مصرف نوبتی عناصر غذایی، براساس نیاز گیاه در طول دوره رشد وجود دارد. بنابراین هدر رفت کود کم بوده و کارآیی مصرف آن بیشتر است. Granberry و همکاران (۲۰۰۰) نیز گزارش دادند که با اجرای روش کود – آبیاری می‌توان با مصرف ۲۰ تا ۵۰٪ کود کمتر نسبت به روشهای رایج کوددهی، عملکرد بیشتر و کیفیت بهتری به دست آورد. Papadopoulos (۲۰۰۰) با بررسی مصرف فسفات اوره به روش کود – آبیاری و پخش سطحی سوپر فسفات تریپل بر کارآیی مصرف کود در گوجه فرنگی و بادنجان نشان داد که با مصرف فسفر به روش کود – آبیاری، در اثر اسیدی شدن خاک، قابلیت دسترسی ازت، فسفر و عناصر کم مصرف افزایش می‌یابد. در

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه عملکرد و کارآیی مصرف کود بسیار بیشتر از روش پخش سطحی می‌شود. Mead (۲۰۰۰) با بررسی اثر کود آبیاری بر کارآیی مصرف ازت در کلم و کاهو گزارش داد که با مصرف ازت به همراه آب آبیاری، از آنجا که کود به طور یکنواخت و براساس نیاز گیاه در طی رشد مصرف می‌گردد، کارآیی مصرف آن تا ۲ برابر بیشتر است. Prechear (۲۰۰۰) نیز نشان داد که با مصرف ازت به روش کود – آبیاری نسبت به مصرف خاکی آن، درصد تشکیل کدو، وزن و کیفت آن افزایش می‌یابد.بسیاری از پژوهشها نشان می دهد که در هنگام کمبود عناصر غذایی در خاک، سرعت رشد گیاه و میزان تعرق کم بوده، لیکن کاهش سرعت تعرق کمتر است. بنابراین نیاز به آب همچنان اجتناب ناپذیر است. در این شرایط با مصرف کود نیاز گیاه به آب کم می‌شود. Keller و Bliesner (۱۹۹۰) بیان کردند که نیاز گیاه به آب اغلب ناشی از کمبود عناصر غذایی مورد نیاز آن است. بطوری که با کاهش تدریجی عناصر غذایی، میزان فتوسنتز کاهش یافته و در نتیجه رشد گیاه کم می‌شود. لیکن کاهش سرعت تعرق بسیار کمتر است. بنابراین گیاه همچنان به آب نیاز دارد. برخی پژوهشگران بر این باروند که حتی در صورتی که مصرف کود، آب مصرفی را تغییر ندهد، لیکن عملکرد را افزایش دهد، کارآیی مصرف آب بیشتر می‌شود، مصرف کود پراکنش ریشه‌ها را در خاک بیشتر می‌کند. این کار توان گیاه را برای جذب آب و مواد غذایی از خاک افزایش می‌دهد، با به کارگیری روشهای بهینه مصرف کود، قابلیت دسترسی عناصر غذایی برای گیاه افزایش می‌یابد و به این ترتیب رشد محصول بیشتر و زمان رسیدن آن سریعتر می‌شود. بنابراین گیا در دوره زمانی کمتری رشد می‌نماید و به شرط یکسان بودن سایر شرایط، آب کمتری مصرف می‌کند از طرف دیگر مصرف کود، با افزایش سطح پوشش گیاهی، موجب کاهش تبخیر و هدررفت آب می‌شود (Viets و همکاران ، ۱۹۸۷). Papadopoulos (۱۹۹۲) بیان کرد که با کاهش عوامل محدود کننده رشد می‌توان کارآیی مصرف آب را در سبزیجات افزایش داد. در این میان کود – آبیاری مهمترین نقش را ایفاء می‌کند. به طوری که می‌توان کارآیی مصرف آب را ۲ تا ۳ برابر افزایش داد. Lamm و همکاران (۲۰۰۰) در یک آزمایش چهار ساله بر روی ذرت نشان دادند که با مصرف ازت به روش کود – آبیاری مقدار جذب ازت، عملکرد و کارآیی مصرف آب افزایش می‌یابد. بیشترین کارآیی مصرف آب با مصرف ۲۱۰ کیلوگرم ازت در هکتار با آبیاری قطرهای زیرزمینی به دست آمد و این مقدار نسبت به تیمار مصرف خاکی ازت نزدیک به ۳ برابر افزایش داشت.

مواد و روشها

هدف از این پژوهش بررسی اثر کود – آبیاری بر کارآیی مصرف کود و آب در ذرت علوفه‌ای بود. پیش از کاشت ذرت نمونه‌ای مرکب از خاک مزرعه برداشت شده و تجزیه‌های فیزیکوشیمیایی بر روی آن انجام گرفت. جدول ۱ این نتایج را نشان می‌دهد. همچنین برای بررسی کیفیت آب آبیاری، نمونه‌های از آب آبیاری مزرعه مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفت. جدول ۲ نشانگر این نتایج است. آزمایش به روش کرتهای خرد شده در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی به اجرا در آمد. ترکیب کودی توصیه شده برای ذرت، براساس نتایج تجزیه خاک به صورت: ٤۰۰ کیلوگرم اوره (N_{184})، ٤۰۰ کیلوگرم کلرور پتاسیم (N_{150})، ۱۵۰ کیلوگرم فسفات دی آمونیوم (P_2O_569) ، ۵۰ کیلوگرم سولفات آهن (Fe_{12})، ۳۰ کیلوگرم سولفات منگنز ($Mn_{8/4}$) ٦۵ کیلوگرم سولفات روی ($Zn_{22/1}$)، ۲۰ کیلوگرم سولفات مس ($Cu_{4/8}$) و ۱۵ کیلوگرم اسید بوریک ($B_{2/5}$) در هکتار بود. فاکتور اصلی شامل ۲ روش کوددهی (کود – آبیاری و پخش سطحی) و فاکتور فرعی شامل ۵ سطح کودی (شاهد، ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ ترکیب کودی) بود. در کل ۱۰ تیمار هر کدام در ۳ تکرار به اجرا در آمد. در هر دو روش کوددهی، مقدار کود مصرفی براساس سطح کودی (صفر، ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۵٪، ۱۰۰٪ ترکیب کودی) مصرف گردید. در هر یک از تیمارهای مصرف کود، از آنجا که تمامی انواع کودهای موجود در ترکیب کودی مصرف گردیدند، اثر تجمعی کودها مد نظر قرار گرفت. در روش کود – آبیاری، کودهای ازت و پتاسیم در ۸ نوبت با فواصل ۱۰-۷ روز و کودهای دارای آهن، روی، منگنز، مس و بر در ٤ نوبت با فواصل ۲۰-۱۵ روز در طی فصل رشد ذرت مصرف گردید. کوددهی با آبیاری بارانی در ۳ مرحله اجرا گردید. در ابتدا آبیاری بدون کوددهی صورت می‌گرفت تا سطح خاک و برگ مرطوب شود. در مرحله دوم کودهای محلول در مخزن کودی به وسیله پمپ تزریق به داخل سبکه آبیاری منتقل شده و در سطح مزرعه پخش می‌گردید. در مرحله آخر آبیاری برای شستشوی شبکه آبیاری از باقی مانده کودها و همچنین برای افزایش نفوذ عمقی کودهای تداوم داشت. در هر دور کود – آبیاری، با توجه به درجه حلالیت کودها، ۵۰ تا ۷۵٪ آب لازم برای انحلال کودها به مخزن ریخته می‌شد و سپس کودها به داخل مخزن کودی اضافه می‌گردید و پس از به هم زدن کامل محلول بقیه آب به مخزن افزوده می‌شد. برای اطمینان از انحلال کامل کودها، ۲۰٪ آب بیشتری به مخزن اضافه می‌گردید. مقدار کود مصرفی در هر دور طوری بود که غلظت کود در آب آبیاری از ۱ گرم در لیتر بیشتر نشود. در روش پخش سطحی کودهای اوره و کلرور پتاسیم در ۲ نوبت (۵۰٪ در هنگام کاشت و ۵۰٪ در بین دوره رشد) و بقیه کودها در هنگام کاشت مصرف گردید و کلیه تیمارها به روش بارانی آبیاری گردیدند. در تمام تیمارهای کودی، کود فسفات دی آمونیوم به دلیل حلالیت پایین به مقدار مساوی (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) در هنگام کاشت به روش نواری مصرف گردید. در هر دو روش کوددهی از آنجا که روش آبیاری (بارانی) یکسان بود و در تیمارهای شاهد (T1 و T6) کود مصرف نگردید، این دو تیمار به عنوان تیمار مشابه در نظر گرفته شد. در هر دو روش، آبیاری با فواصل ٤ روز انجام گرفت و مقدار آب مصرفی در هر دور آبیاری (۲۳۰ متر مکعب در هکتار) و در طی دوره رشد ذرت (۵۷۵۰ متر مکعب در هکتار) یکسان بود. عمق آب آبیاری در هر دور آبیاری برابر ۲/۳ سانتیمتر بود. حجم آب مصرفی در هر دور آبیاری براساس دبی دستگاه دوار مرکزی (Center pivot) به دست آمد. مقدار کود مصرفی در هر تیمار شامل مجموع کل عناصر غذایی (ازت، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی، مس و بر) مصرف شده براساس سطح کودی بود.

جدول ۱- برخی خواص فیزیکی وشیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

Sand	Silt	Clay	Texture	pH	EC (dS/m)
٪					
٦۱	۲٦	۱۳	Sandy Loam	۸/٦	۱/۰۱

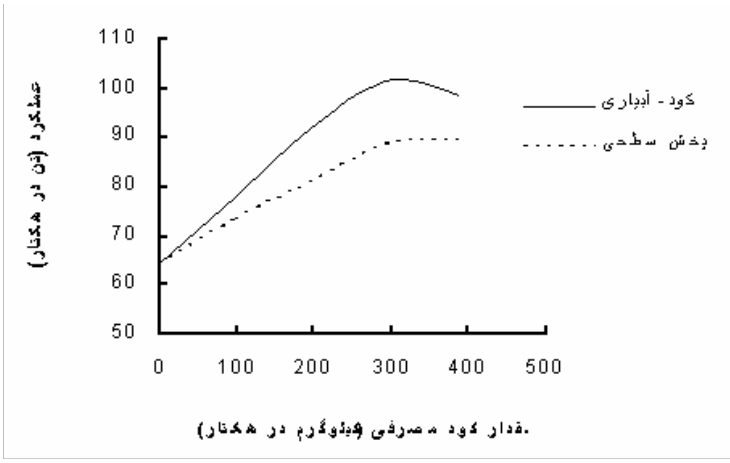
www.SID.ir

Archive of SID

SP	O.C	T.N.V	N	P	K	Fe	Mn	Zn	Cu	B
٪					Mg/kg					
۳۸/٤	۰/٦	۲۷/۷۵	٪۵	٦/۲	۱۵۲	۳	۵/٤۲	۰/٦٤	۱/۱٤	۰/۳۸

جدول ۲- کیفیت آب آبیاری مزرعه مورد آزمایش

PH	EC DS/m	SAR	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	$CO3^{2-}$	$HCO3^{-}$	SO_4^{2-}	Cl^{-}
۷/۵۹	۰/۵۸۲	۰/۵۸۲	۰/۸۱	۳/۲	۱/۷	۱/۲۷	۰/۰	۳/٦	۱/٦	۱/۰



شکل ۱- اثر مقدار کود مصرفی در ۲ روش مختلف کوددهی بر عملکرد ذرت علوفه‌ای

نتایج و بحث

بررسی خاک مزرعه نشان داد که خاک مزرعه دارای بافت لوم شنی است و از آنجا که ذرت در خاکهای دارای بافت متوسط رشد مناسبی دارد، محدودیتی از این نظر وجود نداشت. از نظر شوری خاک، هدایت الکتریکی خاک ۱/۰۱ دسی زیمنس بر متر بود و محدود کننده رشد ذرت نبود پایین بودن مقدار مواد آلی و نیز مقدار ازت، فسفر، پتاسیم، آهن و روی در خاک نشانگر حاصلخیزی کم آن بود. نظر به اینکه ذرت، گیاهی سریع‌الرشد با نیاز غذایی نسبتاً زیاد می‌باشد، کمبود مواد غذایی خاک می‌توانست عاملی مهم در کاهش عملکرد باشد. از طرف دیگر وجود آهک در خاک و بالا بودن pH آن، با کاهش جذب عناصر غذایی به ویژه عناصر کم مصرف، عاملی دیگر در محدودیت رشد ذرت بود. نتایج بررسی کیفیت آب آبیاری (جدول ۲) نیز نشان داد که آب آبیاری از نظر pH و شوری محدود کننده رشد ذرت نیست. لیکن بالا بودن غلظت یون بیکربنات، با کاهش جذب عناصر غذایی کم مصرف، از محدودیتهای عمده آب آبیاری در تغذیه ذرت بود.

نتایج نشان داد که عملکرد (وزن کل اندام هوایی در هنگام برداشت) و ماده خشک گیاهی تحت تأثیر روش کوددهی، مقدار کود مصرفی و اثر متقابل این دو عامل قرار گرفت. جدول ۳ نتایج عملکرد، ماده خشک و کارآیی مصرف کود و آب و مقایسه میانگین را با آزمون دانکن در سطح ۵٪ در تیمارهای مختلف کودی نشان می‌دهد. در هر ۲ روش کوددهی، مصرف کود موجب افزایش عملکرد گردید. از آنجا که در تمامی تیمارهای کوددهی شده، کودها براساس ترکیب کودی مصرف گردید، افزایش عملکرد به دلیل اثر تجمعی کودها بود. در روش کود — آبیاری عملکرد اندام هوایی ذرت، به ازای تمامی تیمارهای مصرف کود، بیشتر از تیمارهای همسان در روش پخش سطحی بود. به طوری که این افزایش در تیمارهای ۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ توصیه کودی در سطح ۵٪ معنی‌دار گردید. در روش کود — آبیاری بیشترین عملکرد (۱۰۱۵۲۳/٤۱ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۷۵٪ توصیه کودی به دست آمد. لیکن اختلاف آن با تیمار و ۱۰۰٪ توصیه کودی (۹۸٦۷٦/۱۱ کیلوگرم در هکتار) معنی‌دار نگردید. در روش پخش سطحی بیشترین عملکرد در تیمار ۱۰۰٪ توصیه کودی (۸۹۲۱٦/۲۷ کیلوگرم در هکتار) بود و تفاوت آن با تیمار ۷۵٪ (۸۸٤۷۸/۷۵ کیلوگرم در هکتار)، در سطح ۵٪ معنی‌دار نبود. شکل ۱، اثر مقدار کود مصرفی را در ۲ روش مختلف کوددهی بر عملکرد ذرت نشان می‌دهد. مقدار ماده خشک گیاهی در روش کود — آبیاری، در تمامی تیمارهای مصرف کود، بیشتر از تیمارهای همسان در روش پخش سطحی بود. این افزایش به ازای تیمارهای ۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ توصیه کودی در سطح ۵٪ معنی دار گردید. در روش کود — آبیاری بیشترین ماده خشک در تیمار ۷۵٪ توصیه کودی (۲۳۷۷٦/۷۸ کیلوگرم در هکتار) و در روش پخش سطحی در تیمار ۱۰۰٪ توصیه کودی (۲۱٤۲۹/۷٤ کیلوگرم در هکتار) بود. شکل ۲، اثر مقدار کود مصرفی را در ۲ روش مختلف کوددهی بر ماده خشک ذرت نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

کارآیی مصرف کود نیز تحت تأثیر روش کوددهی و مقدار مصرف کود قرار گرفت. لیکن اثر متقابلی بین این دو عامل وجود نداشت. کارآیی مصرف کود جدا از مقدار کود مصرفی، در روش کود – آبیاری، بیشتر از روش پخش سطحی بود. جدا از روش کوددهی، اثر مقدار کود مصرفی بر کارآیی مصرف آن در سطح ۵٪ معنی دار بود. به طوری که با افزایش مقدار کود مصرفی (از ۲۵٪ تا ۱۰۰٪ توصیه کودی) میانگین کارآیی مصرف کود، کاهش یافت و این کاهش بین سطوح مختلف کودی در سطح ۵٪ معنی‌دار گردید. بالاترین و پایین‌ترین کارآیی مصرف کود، به ترتیب در تیمارهای ۲۵٪ و ۱۰۰٪ توصیه کودی بود. شکل ۳ اثر مقدار کود مصرفی را در ۳ روش کوددهی بر کارآیی مصرف آن نشان می‌دهد. نتایج تجزیه آماری مربوط به طرح بلوکهای کامل تصادفی در هر یک از روشهای کوددهی نیز نشان داد که بین تیمارهای مختلف کودی در هر روش، اختلافی معنی‌دار وجود ندارد. بعبارت دیگر، در هر روش، با آنکه با افزایش مقدار کود مصرفی کارآیی مصرف کود کاهش یافت، لیکن این کاهش در سطح ۵٪ معنی‌دار نبود. کارآیی مصرف آب نیز تحت تأثیر روش کوددهی، مقدار کود مصرفی و اثر متقابل آن دو قرار گرفت.نتایج نشان داد که مستقل از مقدار کود مصرفی، اثر روش کوددهی بر کارآیی مصرف آب در سطح ۱٪ معنی‌دار است و کود ـ آبیاری نسبت به روش پخش سطحی کارآیی مصرف آب را به طور قابل توجهی افزایش داد. همچنین اثر متقابل روش کوددهی و مقدار کود مصرفی بر کارآیی مصرف آب در سطح ۵٪ معنی دار بود. شکل ٤، اثر مقدار کود مصرفی را در ۲ روش مختلف کوددهی بر کارآیی مصرف آب نشان می دهد.

کارآیی مصرف آب در تمام تیمارهای کودی (به جز شاهد) در روش کود – آبیاری نسبت به تیمارهای همسان در روش پخش سطحی در سطح ۵٪ افزایش یافت در روش کود- آبیاری بیشترین کارآیی مصرف آب (٤/١٤ کیلوگرم بر متر مکعب) در تیمار ۷۵٪ توصیه کودی بود و این تیمار تفاوتی معنی دار در سطح ۵٪ با تیمار ۱۰۰٪ توصیه کودی (٤/١٣ کیلوگرم بر متر مکعب) نداشت. در روش پخش سطحی بیشترین کارآیی مصرف آب (۳/۷۳ کیلوگرم بر متر مکعب) در تیمار ۱۰۰٪ توصیه کودی بود و اختلاف آن نسبت به تیمار ۷۵٪ توصیه کودی (۳/٥٦ کیلوگرم بر متر مکعب) در سطح ۵٪ معنی‌دار نبود.

بطور کلی وجود رطوبت کافی در خاک برای افزایش جذب عناصر غذایی ضروری است. بنابراین افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی در طی دوره رشد گیاه برای بالا بردن کارآیی مصرف کود، عملکرد و در نتیجه کارآیی مصرف آب ضروری است. کود- آبیاری یکی از راهکارهای 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 باقی مانده و به عمق ناحیه ریشه راه نمی‌یابد. بنابراین قابلیت دسترسی عناصر غذایی کاهش یافته، عملکرد و کارآیی مصرف کود وآب کمتر است. در روش کود-آبیاری، کود به صورت محلول و نوبتی در طی دوره رشد به همراه آب آبیاری مصرف می‌گردد. همچنین با

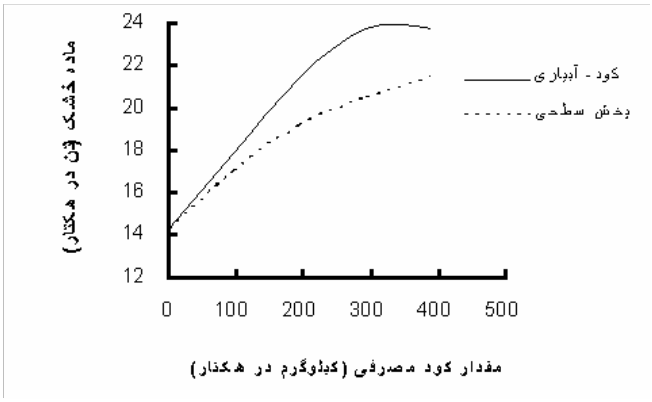
جدول ۳- نتایج عملکرد، ماده خشک و کارآیی مصرف کود و آب و مقایسه میانگین با آزمون دانکن در سطح ۵٪ در تیمارهای مختلف کودی

روش کوددهی	مقدار مصرف کود	تیمار	عملکرد علوفه kg/ha	ماده خشک kg/ha	کارآیی مصرف کود kg/kg	کارآیی مصرف آب kg/m^3
کود – آبیاری	٪	T1	٦٤٢٨٤/ ٦٢ fg	١٤٢٩٠/٤٧ fg	–	٢/٤٨ gh
	٪٢٥	T2	٧٨٢٠٨/٨٦cd	١٧٨٧٨/٥٤ de	٣٧/١٢	٣/١١ df
	٪٥٠	T3	٩١٧٩٤/٠٦b	٢١٣٩٧/١٩ b	٣٦/٧٧	٣/٧٢ b
	٪٧٥	T4	١٠١٥٢٣/٤١a	٢٣٧٧٦/٧٨ a	٣٢/٧٢	٤/١٤ a
	٪١٠٠	T5	٩٨٦٧٦/١١a	٢٣٧٦١/٢٠ a	٢٤/٤٩	٤/١٣ a
پخش سطحی	٪	T6	٦٤٢٨٤/٦٢fg	١٤٢٩٠/٤٧ fg	–	٢/٤٨ gh
	٪٢٥	T7	٧٣٥٦٩/٥٦ de	١٦٩٧٣/٤٩ e	٢٧/٧٥	٢/٩٥ ef
	٪٥٠	T8	٨٠٩٠٦/٧٤ c	١٩١٩١/٠٧ Cd	٢٥/٣٥	٣/٣٤ cd
	٪٧٥	T9	٨٨٤٧٨/٧٥b	٢٠٤٩١/٦٧ bc	٢١/٣٩	٣/٥٦ bc
	٪١٠٠	T10	٨٩٢١٦/٢٧b	٢١٤٢٩/٧٤ b	١٨/٤٦	٣/٧٣ b

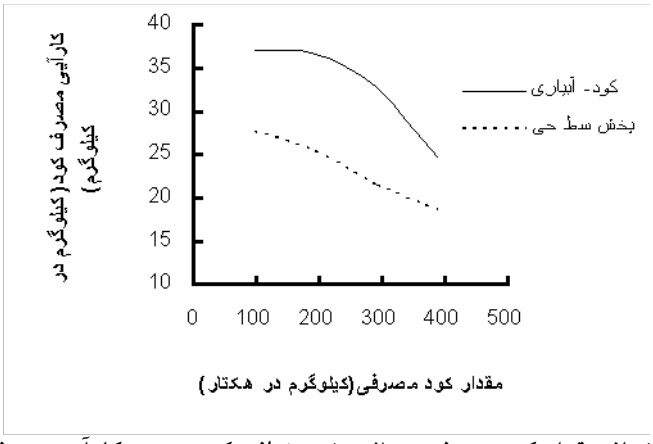
کوددهی به وسیله آبیاری بارانی، بر اثر تماس مستقیم کود با سطح پوشش گیاهی، امکان جذب عناصر غذایی افزودن بر خاک، از راه اندام هوایی نیز فراهم است. به این دلیل در روش کود-آبیاری همیاری دو نهاده آب و کود، کارآیی هر دو را افزایش می‌دهد. در هر ۲ روش کوددهی، با افزایش مقدار کود مصرفی،کارآیی مصرف کود کاهش یافت. 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 این دلیل در مقادیر اولیه کود مصرف، میزان جذب عناصر غذایی، عملکرد و در نتیجه کارآیی مصرف کود بیشتر است. همچنین از آنجا که در هر روش، با افزایش مقدار کود مصرفی، عملکرد و ماده خشک گیاهی افزایش یافت، کارآیی مصرف آب نیز بیشتر گردید.

www.SID.ir

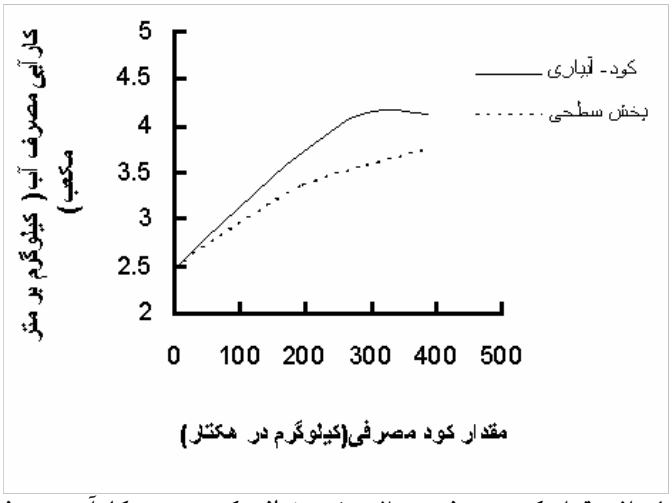
Archive of SID



شکل ۲- اثر مقدار کود مصرفی در ۲ روش مختلف کوددهی بر ماده خشک ذرت علوفه‌ای



شکل ۳- اثر مقدار کود مصرفی در ۲ روش مختلف کوددهی بر کارآیی مصرف کود



شکل ٤- اثر مقدار کود مصرفی در ۲ روش مختلف کوددهی بر کارآیی مصرف آب

فهرست منابع

1. Bullock, D.G., G.J. Gascho, and D.R. Summer. 1990. Grain yield, stalk rot and mineral concentration of fertigated corn as influenced by NPK. J. of Plant Nut., 13 (8): 915-937.
2. Dasberg, S. and D. Or. 1999. Drip irrigation. Springer-Verlog, New York, USA.
3. Champion, D.F. and R.C. Bartholomay. 1992. Fertigation through surge valves. Available on www: url: http: // www. Prsurge. Com / csufert. htm.
4. Creighton, G. and C. Rolf. 1997. Horticultural fertigation, techniques, equipments and management. Available on www: url: http: // www. Agric. Nsw. gov. au/ Arm / water pub-1009.htm.
5. Ericson, N.A. 1993. Quality and storability in relation to fertigation of apple trees cv. Summerred. Acta. Hort., 326: 73-83.

www.SID.ir

Archive of SID

6. Fabry, C.J. 1985). Fertigation with drip/trickle irrigation in the eastern united state. In: Drip / Trickle irrigation in actonic proceedings of the third international drip irrigation congress, pp, 346- 356. Am. Soc. Of Agric. Engineers, Niles Road, USA.
7. Goodroad, L.L. and M.D. Jellum. 1988. Effect of N fertilizer rate and soil pH on N efficiency in corn. Plant and soil., 106:85- 89.
8. Granberry D.M., K.A. Harrison, and W.T. Kelley. 2000. Drip irrigation.
9. Jensen, R. 1997. Hotels strive for water use efficiency. Available on the www: url: http:// www. Puc. State. tx. us/ telecomm/ areacodes / index. Cf m.
10. Hernandez, J.M., B. Bar–Yosef, and U. Kafkafi. 1991. Effect of surface and subsurface drip fertigation on sweet corn rooting, uptake, dry matter production and yield.
11. Hochmuth, G.J., E.E. Albregts, C.C. Chandler, J. Cornells, and J. Harrison. 1996. Nitrogen fertigation requirements of dripirrigated strawberries. J. Amer. Soil Sci. , (4): 660 – 665.
12. Keller, J. and R.D. Bliesner. 1990. Sprinkler and trickle irrigation, Chapman and Hall, USA.
13. Kesner, C.D., B.R. Hahn, W.M. Klein, and V.F. Bralts. 1985. Nitrogen application with trickle irrigation on sour cherry trees. In: Drip/ Trickle irrigation in action, Proceedings of the third international drip irrigation congress, Pp, 350 –356, Am. Soc. Of Agri. Engineers, Niles Road, USA.
14. Lamm, F.R., A.J. Scheyel, G.A. Clark. 2000. Optimum nitrogen fertigation for corn using subsurface drip irrigation. Available on the www. url: http://Oznet. Ksu. edu/sdi/SDI %20 N %Optimization. htm.
15. Lauer, D.A. 1984. Nitrogen uptake patterns potatoes with high-frequency sprinkler–applied N-fertilizer. Agron. J. 77:193- 197.
16. Mead, R. 2000. Fertigation efficiency. Available on the www:url: http: // www. Microirrigation forum. Com/ new/ archives/ ferteff . htm/.
17. Neilsen, D., P. Parchumchuk, and E.J. Hogue. 1998. Using soil solution monitoring to determine the effects of irrigation management and fertigation on nitrogen availability in high – density apple orchard. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 123 (4): 706-713.
18. Papadopoulos, P., and R.M. Leena. 2000. Nitrogen and phosphorus fertigation of tomato and eggplant. Acta. Hort., 1 (511).
19. Papadopoulos, P. 1992. Fertigation of vegetables in plastic houses. Present situation and future prospects. Acta Hort., 323: 151 –179.
20. Prechear, B. 2000. Fertigation of pumpkins trial. Available on the www: url: http: // www. Googoolefertigation.com.
21. Rolston, D.E., R.J. Miller, and A.E. Scholback. 1986. Fertilization In: trickle irrigation for crop production, Eds. Nakayama, F.S. and D.A. Bucks, pp, 317-344. Elsevier, Amsterdam.
22. Rubeiz, I.G. J.L. Stroehlin, and N.F. Oebker. 1991. Effect of irrigation method on area phosphate relation in calcareous soils. Commun. in Soil Sci. Plant Anal., 22 (5&6):431 –435.
23. Sing, N.P. and S.K. Sinka. 1997. Water use efficiency in crop production. In: water requirement and irrigation management of crops in India, ed. Water technology center, pp, 289-335. Indian Agricultural Research Institute, New Delhi.
24. Viets, F.G. Jr., R.P. Humbert, and C.E. Nelson. 1987. Fertilizer in relation to irrigation practice. In: Irrigation of agriculture lands, Number 11 in the series Agronomy, Eds. Hagan, P.M., H.R. Hais, and T.W. Edminster, pp, 1009 – 1022, Am. Soc. Of Agronomy, Madison, Wisc, USA.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Fertigation on Fertilizer Use Efficiency and Water Use Efficiency on Forage Corn

A. R. Vaezi, M. Homaee, and M. J. Malakoti[1]

Abstract

Chemical nutrients are taken up by plant roots in solution form. Thus, an adequate amount of soil moisture is essential to facilitate this process. In Iran, fertilizers are mainly applied directly to soil. In such conditions, the yield and fertilizer use efficiency are usually low. The simultaneous application of fertilizers and irrigation water (fertigation) is an appropriate alternative to increase the efficiency of applied fertilizers. The objective of this study was to investigate the efficiency of applied water and fertilizers when used as fertigation. Consequently, a field experiment was carried out with forage corn as split plot with a complete randomized block design with 10 treatments and 3 replicates. The fertilizers were applied by two methods: fertigation and direct soil application. Five rates of the recommended fertilizers (0, 25, 50, 75 and 100%) were applied. The recommended amounts consisted of 400 kg $CO(NH_2)_2$, 400 kg KCl, 50 kg $FeSO_4$, 30 kg $MnSO_4$, 65 kg $ZnSO_4$, 20 kg $CuSO_4$, and 15 kg H_3BO_3 per ha. Sprinklen irrigation was used for every treatment. The results indicated that in fertigation method, the yield and water use efficiency had significantly (P=5%) increased 50% (T3), 75% (T4) and 100% (T5) treatments. Fertilizer use efficiency of fertigation method in all the treatments was also higher than the other method, although the results were not significantly different. The results indicated that fertigation method provided the nutrients in readily available forms for plant uptake. Thus due to higher availability of nutrients, yield and fertilizer use efficiency increased, which in turn increased the water use efficiency.

Keywords: Fertigation, Sprinkler irrigation, Fertilizer use efficiency

[1] MSci. student, Assistant Prof. and Prof. of Soil Sci. at Tarbiat Modarres Univ., respectively

www.SID.ir