نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 1، بهار 1390، ص. 137-131

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 1, Spring 2011, p. 131-137

تأثیر مقادیر مختلف کود سوپر فسفات تریپل و میزان کارایی روش‌های کودپاشی و کودکاری نواری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.)

مالک لویمی[1*]، عبدالمهدی بخشنده[2] و عبدالنور چعب[3]

تاریخ دریافت: 1389/05/30
تاریخ پذیرش: 1389/10/08

چکیده

به منظور ارزیابی اثر سطوح مختلف کود فسفره و کارایی روش‌کودپاشی و کودکاری نواری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانـه ذرت (*Zea mays* L.)، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین (خوزستان) به صورت کرت‌های یکبار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال 1385 اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل مقادیر مختلف کود فسفره (0، 150 و 300 کیلوگرم در هکتار) از منبع کود سوپر فسفات تریپل به عنوان عامل اصلی، و شیوه کوددهی (کودپاشی، کودکـاری نـواری در اعمـاق 10، 20، و توأمـان 10 و 20 سانتیمتر) به عنوان عامل فرعی طراحی گردید. نتایج این آزمایش نشان داد که اثر متقابل سطوح متفاوت کود فسفره و شیوه کـوددهی بـر عملکـرد و اجزای عملکرد دانه (بجز عملکرد بیولوژیک) تأثیر معنی‌داری نداشته است. با این وجود سطوح متفاوت کودی و شیوه کوددهی به تنهایی موجب اختلاف معنی‌داری میان عملکرد دانه، شاخص برداشت و تعداد دانه در ردیف گردید. میان تعداد دانه در مترمربع و وزن هزاردانه از نظر روش کـوددهی تفـاوت معنی‌دار بود، در صورتی که تحت تأثیر مقادیر کودی بین این صفات اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تعداد ردیف در بلال تحت تـأثیر هـیچ کـدام از تیمارها قرار نگرفت. بطورکلی عمکرد دانه ذرت در روش کودکاری با دو نوار توأمان با اختلاف 34 درصدی نسبت به کودپاشی (شاهد)، و سطح کودی 150 کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد (36 درصد) برتری نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: شیوه کوددهی، عملکرد دانه، نوار کودی

مقدمه

فسفر یکی از عناصر مهم و مؤثر در فرآیندهای رشد و نمو گیاه و نیز عنصری غیرمتحرک می‌باشد که اکثر کشاورزان این عنصر را برای تغذیه گیاه به هنگام تهیه زمین ودر صورتی که فرصت کـافی وجـود نداشته باشد در موقع کاشت و از طریق کودپاشی و مخلوط کردن بـا خاک بکار می‌برند (Malakooti, 2005). بهمـین دلیـل ایـن شـیوه مصرف کود، سبب بروز مشکلاتی نظیر افزایش کود مصرفی، و به تبع آن بالا بردن هزینه‌هـای تولیـد و از ایـن مهـم‌تـر موجـب افـزایش آلودگی‌های زیست محیطی شده است. از این‌رو با توجه بـه ضـرورت افزایش کارایی استفاده از کودهای شیمیایی و کـاهش مصـرف آنهـا بویژه از نظر کاهش مخارج و کاهش آلودگی زیستگاه‌ها در چـارچوب اهداف کشاورزی پایدار است، لذا لزوم تغییر در شـیوه‌هـای اسـتعمال کودهای فسفره که هدف آن به حداقل رساندن کاربرد آن است، امری اجتناب ناپذیر است (Malakooti & Hommaei, 2003).

یافته‌های آلستون (Alston, 1980) حـاکی از آن اسـت کـه بـا مقایسه مقادیر مختلف کود اظهار کـرد کـه اسـتفاده از کـود فسـفره بصورت نواری حتی در خاک غنی از فسفر نیز باعـث افـزایش جـذب فسفر بوسیله گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) می‌شود، که علت آن کاهش تثبیت فسفر در این حالت است. در آزمایشی دیگر دربـارهٔ شیوه کوددهی فسفر و تاریخ کاشت گزارش شده است که در کاشـت دیرهنگـام ذرت (*Zea mays* L.)، اسـتفاده از کـود فسـفره در عمـق استقرار بذر بهتر از جایگذاری کود در عمق 10 سانتیمتری زیر محـل استقرار بذر در افزایش عملکرد مـؤثر اسـت، ولـی در شـرایط کاشـت بموقع، فسفر قرار داده شده در عمق 10 سانتیمتری در مراحل بعـدی رشـد گیـاه بهتـر جـذب مـی‌شـود (Sander & Egbal, 1998). بررسی‌های گاکمن و سنکار (Gokman & Sencar, 1992) درباره اثر روش استفاده از کودهای فسفر بر عملکرد گندم زمستانه حاکی از

1، 2 و 3- به ترتیب کارشناس ارشد سازمان جهاد کشاورزی خوزستان، استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین (خوزستان) و دانش‌آموخته سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین (خوزستان)
(*- نویسنده مسئول: Email: malekloveymi@yahoo.com)

آن است که استفاده از این کودها همراه با کاشت بذر باعث کاهش قابل توجهی در جوانه‌زنی گیاه می‌شود، زیرا استفاده از کود فسفره بصورت نواری در عمق 5 سانتیمتری زیر بذر، علاوه بر عدم کاهش جوانی‌زنی، میزان پنجه‌زنی و تعداد دانه در خوشه را افزایش می‌دهد. همچنین آنها پی بردند که در رطوبت کم خاک، کاشت توام بذر و کود فسفره باعث جذب بهتر فسفر بوسیله ریشه‌های اولیه در مراحل ابتدایی رشد گیاه می‌شود. در مطالعه‌ای دیگر، مگهدی و خادمی (Magehdi & Khademi, 1999) با بررسی اثرات جایگذاری فسفر و پتاسیم بر روی محصول ذرت، گزارش نمودند که جایگذاری در فاصله 5 سانتیمتری زیر بذر در بین ردیف‌ها باعث افزایش عملکرد دانه در ذرت شده است. همچنین با مقایسه کودکاری نواری با روش کودپاشی و مخلوط کود با خاک قبل از کاشت مشاهده شد که با کودکاری کود فسفره میزان فسفر موردنیاز گیاه به میزان 50 درصد کاهش یافت (Rehm 2002). در همین راستا سیمس (Sims, 2002) در تحقیقی در مورد گندم بهاره اظهار نمودکه میزان افزایش محصول ناشی از کاربرد 14 کیلوگرم کود فسفره در هکتار به صورت نواری معادل با کاربرد 70 کیلوگرم کود با روش کودپاشی است.

در نهایت، این آزمایش با هدف بررسی اثر سطوح مختلف کود فسفره و میزان کارایی روش‌کودپاشی و کودکاری نواری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای به اجرا گذاشته شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی 85-1384 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین که در شهر ملاثانی و در 36 کیلومتری شمال شرقی شهرستان اهواز و در حاشیهٔ کارون با عرض جغرافیایی 31 درجه و 36 دقیقه و طول جغرافیایی 48 درجه و 53 دقیقه و ارتفاع 50 متر از سطح دریا واقع شده است، اجرا گردید. در طول دوره آزمایش میزان بارندگی 110/9 میلی‌متر بود. این منطقه از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک محسوب می‌شود. آزمایش به صورت طرح کرت‌های یکبار خردشده (اسپلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجراء گردید. براساس نتایج حاصل از تجزیه فیزیکوشیمیایی آزمایشگاه، خاک محل اجرای آزمایش از نوع رس- سیلت- شنی و هدایت الکتریکی عصاره اشباع معادل 1/5 دسی زیمنس بر متر و pH 7/5 بود. مقدار کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک به ترتیب 0/7 درصد، 12/5 و130 قسمت در میلیون (ppm) برآورد شد و سال قبل تحت آیش بود. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از مقدار کود فسفره در سه سطح (0، 150، 300 کیلوگرم در هکتار) از منبع کود سوپر فسفات تریپل بعنوان فاکتور اصلی و شیوه کوددهی شامل چهار سطح (کودپاشی و کودکاری نواری در اعماق 10، 20، و توأمان 10 و 20 سانتیمتر) زیر و مجاور ردیف‌های کاشت بذر به میزان مساوی بعنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. شایان ذکر است که در تیمار کودپاشی (شاهد) پس از پاشیدن یکنواخت کود در کرت‌های مربوطه، کود بوسیله دستگاه دیسک تا عمق 10 سانتیمتری با خاک مخلوط شد. رقم ذرت مورد استفاده در این آزمایش سینگل کراس 704 بود. طول هر کرت 8 متر و عرض آن 4/5 متر و فاصله خطوط کشت 75 سانتی‌متر بود، و در هر کرت 6 خط کاشت در نظر گرفته شد. عملیات تهیهٔ بستر کاشت متناسب با روش متداول منطقه و مقادیر نیتروژن و پتاس خالص مصرفی مطابق با گزارش آزمون خاک به ترتیب 173، 35/7 کیلوگرم در هکتار بود. بطوریکه تمام کود پتاس و همچنین یک سوم کود نیتروژن، پس از تسطیح به خاک اضافه شد. مابقی کود نیتروژن به صورت کود سرک در مراحل 5-4 برگی و 8-9 برگی به نسبت مساوی به کار برده شد.

پس از پیاده‌سازی نقشه آزمایش روی زمین کود محاسبه شده آنها به طور یکنواختی با دست پاشیده، و با دستگاه دیسک به عمق حدود 10 سانتی‌متر به زیر خاک برده شد. برای سایر تیمارها شیارهایی به تناسب عمق نوار به وسیله بیلچه و توسط کارگر ایجاد گردید. ضمناً به منظور تنظیم عمق شیارهای ایجاد شده، ابتدا به وسیله شیلنگ تراز و میخ نقشه‌برداری و ریسمان‌کشی در آغاز و انتهای هر ردیف کشت، عمق موردنظر نوار کودی تراز شد. سپس به منظور شکل‌دهی مجدد جوی و پشته‌های قبلی که عملیات کودکاری بر روی آنها صورت گرفته، اقدام به عملیات دوباره فاروزنی توسط تراکتور شد. علاوه بر این جهت هدایت مناسب آب به داخل کرتها آبیاری به روش نشتی صورت گرفت. تاریخ کاشت در این آزمایش پنجم مرداد بود. سرانجام در پایان فصل رشد (130 روز پس از سبزشدن) برای تعیین اجزای عملکرد ذرت با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای، بطور تصادفی تعداد هفت بلال از کل بلال‌های سطح نمونه‌برداری را جدا و سپس اقدام به شمارش تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف نموده شد. جهت برآورد عملکرد دانه، برداشت نهایی پس از حذف حواشی در سطح 6 متر مربع صورت گرفت. در پایان، داده‌های بدست آمده از این آزمایش توسط نرم افزار SAS ver 9.1 تجزیه شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح احتمال 5 درصد) برای رسم اشکال از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار اثر متقابل سطوح مختلف کود فسفره و روش‌های مختلف کوددهی برای صفت عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال 1 درصد بود. در صورتی‌که برای صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت و تعداد دانه در ردیف از نظر سطوح مختلف کود فسفره و روش‌های مختلف کوددهی هر کدام به تنهایی معنی‌دار شد. تعداد دانه در مترمربع و وزن هزاردانه فقط میان شیوه‌های مختلف کوددهی تفاوت مشاهده گردید و برای تعداد ردیف در بلال هیچگونه اختلافی از نظر دو عامل اصلی و فرعی ملاحظه نشد (جدول 1).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و اجزای عملکرد دانه

Table 1- Analysis of variance (mean of squares) for biologic yield, grain yield, harvest index and grain yield components

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد بیولوژیک BY	عملکرد دانه GY	شاخص برداشت HI	دانه در مترمربع Kernel per m^{-2}	ردیف در بلال Row per ear	دانه در ردیف Kernel per row	وزن هزاردانه 1000Kernel
بلوک Block	3	1.48 ^{ns}	0.86 ^{ns}	47.34 *	444090.00 *	1.55 *	68.7 **	4248.14 **
سطوح کودی (A) Fertilizer rates (A)	2	47.88 **	1787.0 **	227.94 *	4328300.77 ^{ns}	1.07 ^{ns}	586.72 **	3712.95 ^{ns}
خطای اصلی Error a	27	0.82	0.54	30.19	104136.17	0.45	13.15	873.65
شیوه‌های کوددهی (B) Fertilization methods (B)	3	3.14 *	6.27 **	226.79 **	1416064.26 **	0.30 ^{ns}	168.86 **	3321.15 *
اثر متقابل سطوح کودی در شیوه کوددهی A×B	6	5.15 **	0.92 ^{ns}	54.49 ^{ns}	102954.65 ^{ns}	0.39 ^{ns}	3.43 ^{ns}	831.06 ^{ns}
خطای فرعی Error b	6	0.72	0.17	28.88	225826.59	1.83	105.13	1242.44
ضریب تغییرات C.V. (%)		8.2	12.6	10.3	15.2	5.04	12.0	13.5

ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

ns, * and ** are no significant, significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively.

اثر سطوح مختلف کود فسفره و روش‌های مختلف کوددهی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و اثرات متقابل سطوح مختلف کود فسفره و روش‌های مختلف کوددهی بر عملکرد بیولوژیک ذرت در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار شد (جدول 1). بنابراین معنی‌دار بودن اثر متقابل نشان دهندهٔ واکنش سطوح مختلف کود فسفره به روش‌های مختلف کوددهی است. جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل دو عامل بیانگر این مطلب است که در مقادیر 0 و 300 کیلوگرم در هکتار با روش‌های مختلف کوددهی، کود فسفره از نظر تأثیر بر عملکرد بیولوژیک تفاوت معنی‌داری وجود دارد. چنانکه این تیمارها در گروه آماری متفاوتی قرار گرفتند. در حالی‌که در تیمار 150 کیلوگرم در هکتار، بین شیوه‌های متفاوت کوددهی تفاوتی مشاهده نشد (جدول 2). به عبارت بهتر، عملکرد این تیمارها به کاربرد روش‌های کودپاشی و کودکاری در این سطح واکنش نشان نداد. اما در مورد استفاده از مقادیر 0 و 300 کیلوگرم همانگونه که در جدول 2 ملاحظه می‌شود در هر دو میزان کودی، به ترتیب کودکاری نواری توأمان 10 و 20 سانتی‌متر، 10 سانتی‌متر، 20 سانتی‌متر نسبت به تیمار شاهد (کودپاشی) برتری نشان دادند و در بالاترین سطح آماری قرار گرفتند. دلیل این امر را می‌توان به افزایش دسترسی ریشه گیاه به این عنصر و کاهش سطح تماس این نمک (کود فسفره) با بذر که موجب سوختگی گیاهچه‌ها می‌شود، مربوط دانست. صرفنظر از مقادیر مختلف کود فسفره در آزمایشی با بررسی روش‌های مختلف کوددهی بر روی جایگذاری کودهای N، P و K در ذرت، گزارش شد که عملکرد بیولوژیک روش کودکاری نواری بیشتر از کودپاشی است (Buah et al., 2000). در مطالعه‌ای دیگر، در گندم تفاوت معنی‌داری را در افزایش عملکرد بیولوژیک انواع روش‌های کوددهی به ویژه در روش دو نوار کودکاری کود فسفره مشاهده شد (Gokman & Sencar, 1992).

همانطور که در جدول تجزیه واریانس (جدول 1) مشاهده می‌شود عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر سطوح گوناگون کود فسفره و روش‌های کوددهی قرار گرفت، و به ترتیب در سطح آماری 1 و 5 درصد معنی‌دار شد. در صورتی‌که اثر متقابل این دو تیمار معنی‌دار نشد. چنانکه جدول مقایسه میانگین نشان داد اختلاف سطوح کودی 150 و 300 با تیمار شاهد (صفر کیلوگرم در هکتار) به ترتیب 36 و 40 درصد بود و هر دو تیمار در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول 3). بدیهی است که این امر لزوم افزایش مصرف کودهای شیمیایی برای حصول عملکرد بالاتر را به خوبی منتفی می‌نماید. از نظر روش‌های مختلف کوددهی تفاوت کودکاری نواری اعماق 10، 20 و توأمان 10 و 20 سانتی‌متر با تیمار کودپاشی (شاهد) به ترتیب 20، 14 و 34 درصد بود. که این مسئله به وضوح حاکی از افزایش کارایی مصرف کود در روش کودکاری نواری، به ویژه شیوه نوار توأمان 10 و 20 سانتی‌متر نسبت به روش معمول کوددهی یعنی کودپاشی و عملیات دیسک‌زنی پس از آن است. احتمالاً دلیل این موضوع را می‌توان به گسترش بیشتر طول ریشه و جذب بیشتر و کارآمدتر فسفر در مراحل اولیه رشد نسبت داد. در ارتباط با برتری روش کودکاری توأمان، به نظر می‌رسد علت این افزایش عملکرد استفاده موثر گیاه از نوار دوم فسفر (نوار عمق 20 سانتی‌متر) که از مرحله تشکیل و ظهور بلال در گیاه شروع، و بعد از آن ادامه می‌یابد، است. البته مشاهدات موردی ریشه در کرت‌های مختلف تأییدکننده این واقعیت است. در پژوهشی مگهدی و خادمی (Magehdi & Khademi, 1999)، با بررسی اثر جایگذاری کود فسفره و پتاسه بر عملکرد دانه ذرت به نتیجه مشابهی پی بردند. در حالیکه بردلی و مالارینو (Bordoli & Mallarino, 1998) با مقایسه روش جایگذاری نواری و کودپاشی کود فسفره و پتاسه بر عملکرد دانه ذرت نشان دادند که جایگذاری کود فسفره اثر معنی‌داری بر افزایش عملکرد نداشته است. آنچه مسلم است این است که این اختلاف در نتایج، ناشی از تفاوت شرایط حاکم بر این آزمایش‌ها همانند سطوح کودی، روش کودکاری و کودپاشی، نوع رقم و اثر عوامل محیطی مختلف می‌باشد که برآیند همه آنها بسته به شرایط محیطی و زیستی تحقیق، باعث تغییر نتایج می‌شود.

اثر متقابل سطوح کود فسفره و شیوه کوددهی از نظر شاخص برداشت معنی‌دار نگردید. در صورتی‌که مقادیر متفاوت کود فسفره در سطح احتمال 5 درصد، و روش کوددهی در سطح 1 درصد معنی‌دار شد (جدول 1). این امر بیانگر مستقل بودن تأثیر هر کدام از این تیمارها بر شاخص برداشت است. همانگونه که در جدول 3 ملاحظه می‌شود سطوح کودی 150 و 300 کیلوگرم با تفاوت‌هایی در گروه آماری متنوعی قرار گرفتند. البته سطح کودی 300 کیلوگرم با اختلاف اندکی با تیمار شاهد در یک سطح آماری جا گرفتند. در حالی‌که از نظر شیوه کوددهی کودکاری نواری توأمان با 58 درصد در بالاترین مقدار خود، کودکاری نواری 10 و 20 سانتی‌متر به ترتیب با 55 و 52 درصد در گروه متوسط، و کودپاشی با 48 درصد در پایین‌ترین میزان خود قرار گرفتند (جدول 3). این موضوع حاکی از این است که شاخص برداشت به روش‌های کودپاشی و کودکاری نواری گوناگون، عکس‌العمل نشان داده است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تعداد دانه در مترمربع در جدول 1 آورده شده است. نتایج نشان داد گرچه این جزء عملکردی از نظر روش‌های متفاوت کوددهی در سطح 1 درصد معنی‌دار شد، ولی تحت تأثیر اثر متقابل دو تیمار و عامل اصلی (سطوح کودی) به تنهایی قرار نگرفت. با این وجود همانطور که در جدول مقایسه میانگین مشاهده می‌شود تمامی مقادیر کودی 0، 150 و 300 کیلوگرم در هکتار در یک سطح هستند (جدول 3). اما شیوه کوددهی نواری 10 و 20 سانتی‌متر، و کودکاری توأمان، به ترتیب با اختلاف 33، 23 و 49 درصد نسبت

به شاهد کودپاشی، در گروه آماری متنوعی قرار گرفتند (جدول 3). همانگونه که در این جدول دیده می‌شود علیرغم تفاوت 10 درصدی میان کودکاری اعماق 10 و 20 سانتی‌متر، هر دو روش دارای حروف مشترکی هستند، بنابراین از نظر آزمون آماری یکسان هستند. در صورتی‌که روش کوددهی توأمان با 49 درصد تفاوت با شاهد، بالاترین گروه آماری را در میان سایر روش‌ها اشغال نمود.

تجزیه واریانس اثر متقابل سطوح متفاوت کود فسفره و روش‌های کوددهی بر تعداد دانه در ردیف تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. با این وجود اثر هر کدام از این تیمارها بر این صفت در سطح آماری 1 درصد معنی‌دار شد (جدول 1). بنحویکه آزمون مقایسه میانگین نشان داد که هم بین مقادیر 0، 150 و 300 کیلوگرم کود فسفره، و هم میان روش‌های کودپاشی و کودکاری نواری اختلاف معنی‌داری وجود دارد. از نظر سطوح مختلف کودی بیشترین و کمترین دانه در ردیف با میانگین 36/8 دانه به سطح 150، و با 24/8 دانه به مقدار 0 کیلوگرم در هکتار تعلق داشت. سطح 300 کیلوگرم با وجود تفاوت 18 درصدی با شاهد، اما در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول 3). روش‌های گوناگون کوددهی به ترتیب کمترین، متوسط و بیشترین شمار دانه در ردیف در سه گروه تقسیم‌بندی شدند که عبارتند از: گروه اول شامل کودپاشی (25/5)، گروه دوم کودکاری نواری با اعماق 10 و 20 سانتی‌متر (به ترتیب 31/4 و 29/9)، و گروه سوم کودکاری نواری توأمان (34/5) بود.

نتیجه تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر روی وزن هزاردانه در جدول 1 آورده شده است. این نتایج نشان داد که سطوح مختلف کود فسفره، و اثر متقابل سطوح کودی و شیوه کوددهی معنی‌دار نگردید، در حالیکه تاثیر معنی‌داری در استفاده از تیمارهای مختلف شیوه کوددهی در سطح 5 درصد مشاهده می‌شود. چنانکه در جدول مقایسه میانگین ملاحظه می‌گردد انواع کودکاری نواری نسبت به کودپاشی باعث افزایش وزن هزاردانه بیشتری در گیاه شده است (جدول 3). به نحوی که کودکاری نواری با عمق 10، 20 و توأمان 10 و 20 سانتی‌متر به ترتیب با 229، 224 و 229 گرم در یک سطح آماری، و تیمار شاهد (کودپاشی) با 194 گرم به تنهایی در سطح آماری دیگری قرار گرفته است، ولی کودکاری در یک نوار و دو نوار تفاوت قابل توجهی در افزایش وزن هزاردانه نشان نداد.

جدول 2- مقایسه میانگین جداگانه اثرات متقابل سطوح مختلف کود فسفره و شیوه‌های کوددهی برای عملکرد بیولوژیک

Table 2- Mean comparison of interaction of phosphorus fertilizer various rates and fertilization methods for biological yield

شیوه‌های کوددهی fertilization methods (cm)		سطوح کود فسفره (کیلوگرم در هکتار) Phosphorus fertilizer rates (kg.ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) Biological yield (t.ha^{-1})
کودپاشی	Broadcast fertilizer	0	8.5 d*
نوار 10	Banding 10	0	8.7 b
نوار 20	Banding 20	0	8.6 c
	نوار توأمان 10 و 20 Double banding 10 & 20	0	11.2 a
کودپاشی	Broadcast fertilizer	150	10.4 a
نوار 10	Banding 10	150	11.0 a
نوار 20	Banding 20	150	10.9 a
	نوار توأمان 10 و 20 Double banding 10 & 20	150	12.1 a
کودپاشی	Broadcast fertilizer	300	12.1 c
نوار 10	Banding 10	300	13.6 b
نوار 20	Banding 20	300	13.6 b
	نوار توأمان 10 و 20 Double banding 10 & 20	300	14.4 a

*حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد (دانکن 5%=α).

*Means followed in each column by similar letter (s) are not significantly different (Duncan= 5%).

جدول ۳- مقایسه میانگین سطوح مختلف کود فسفره و شیوه‌های کوددهی برای عملکرد دانه، شاخص برداشت و اجزای عملکرد دانه

Table 3- Mean comparison of phosphorus fertilizer various rates and fertilization methods for grain yield, harvest index and grain yield components

تیمارها	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield (t.ha^{-1})	شاخص برداشت HI (%)	دانه در مترمربع Kernel per m^{-2}	دانه در ردیف Kernel per row	وزن هزاردانه (گرم) 1000-Kernel (g)
سطوح کود فسفره Phosphorus fertilizer rates (kg.ha^{-1})					
0	4.7 b*	50.1 b	1607.7 a	24.8 b	201.5 a
150	6.4 a	57.5 a	2647.6 a	36.8 a	227.4 a
300	6.6 a	52.3 b	2105.4 a	29.4 ab	228.3 a
شیوه‌های کوددهی Fertilization methods (cm)					
کودپاشی Broadcast fertilizer	5.0 c	47.8 c	1680.5 c	25.5 c	194.3 b
نوار ۱۰ Banding 10	6.0 b	54.9 ab	2234.9 ab	31.4 b	228.7 a
نوار ۲۰ Banding 20	5.7 b	52.5 b	2065.2 b	29.9 b	224.2 a
نوار توأمان ۱۰ و ۲۰ Double banding 10 & 20	6.7 a	58.1 a	2500.4 a	34.5 a	229.0 a

*حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد (دانکن ٪۵=α).

*Means followed in each column by similar letter (s) are not significantly different (Duncan= 5%).

نتیجه‌گیری

از آنجا که عملکـرد ذرت در مقـادیر 150 و 300 کیلـوگرم کـود فسفره در هکتار در یـک سـطح آمـاری هسـتند بـه منظـور کـاهش هزینه‌ها و مصرف نهاده‌های شیمیایی می‌توان از سطح 150 کیلوگرم در هکتار استفاده نمود. ضمناً برای ممانعت از رسوب فسفر و نتیجتـاً

افزایش کارآیی جذب ریشه، کاهش سوختگی فیزیکی گیاهچه‌ها، صرفه‌جویی مصرف کود و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی در روش کودکاری نواری (به ویژه سیستم نواری توأمان 10 و 20 سانتی‌متر) نسبت به کودپاشی، توصیه می‌شود.

منابع

1- Alston, A.M. 1980. Response of wheat to deep placement of nitrogen and phosphorus fertilizer on a soil high in phosphorus fertilizer in surface layer. Australia. Journal of Agricultural Research 31: 13-24

2- Bordoli, J.M., and Mallarino, A.P. 1998. Deep and shallow banding of phosphorus and potassium as alternatives to broadcast fertilization for no–till corn. Agronomy Journal 90: 27-33.

3- Buah, S., Polito, T.A., and Killorn, R. 2000. No-tillage corn response to placement of fertilizer nitrogen, phosphorus, and potassium common. Soil Science 31: 3121–3133.

4- Gokman, S., and Sencar, O. 1992. Effect of phosphorus fertilizer and application methods on yield of wheat grain under dry-land condition. Journal of Agriculture and Forestry 23: 393-399.

5- Malakooti, M.J. 2005. Sustainable Agriculture and Yield Increasing with Optimization of Fertilizer Consumption in Iran. Sana Publication, Tehran. (In Persian)

6- Malakooti, M.J., and Hammaei, M. 2003. Soil Fertility of Arid and Semi-arid Areas, Problems and Solutions. Tarbiat Modarres University Publication, Tehran. (In Persian)

7- Magehdi, R., and Khademi, Z. 1999. Effect of placement of potassium and phosphorous fertilizers on corn yield. In: Proceedings of the International Symposium of the Soil and Water Research pp. 311-315.

8- Rehm. G.W. 2002. Use of banded fertilizer for corn production. University of Minnesota Extension Services, pp. 25-74.

9- Sander, D.H., and Egbal, B. 1998. Planting date and phosphorus fertilizer placement effects on winter wheat. Agronomy Journal 5: 707-717.

10- Sims, A.L. 2002. Hard red spring wheat response to phosphorus fertilizer place in various band widths. North West Research and Outreach Center Press 39: 245-256.