

اثر کودهای آلی و نیتروژن بر کارایی مصرف آب، عملکرد و ویژگی‌های رشد گندم (رقم الوند)

راشد احمدی نژاد¹، نصرت اله نجفی^{2*}، ناصر علی اصغرزاد³ و شاهین اوستان²

تاریخ دریافت: 91/01/28 تاریخ پذیرش: 91/05/07

¹ دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

² دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

³ استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه: [Emil: n-najafi@tabrizu.ac.ir](mailto:n-najafi@tabrizu.ac.ir)

چکیده

این تحقیق برای بررسی تأثیر کودهای آلی و نیتروژن بر کارایی مصرف آب، عملکرد و ویژگی‌های رشد گندم (*Triticum aestivum* L.) رقم الوند، با هدف استفاده بهینه از کودهای آلی و شیمیایی برای دستیابی به کشاورزی پایدار، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 15 تیمار و سه تکرار در شرایط مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز اجرا گردید. تیمارها شامل شاهد (بدون مصرف کود آلی و نیتروژن)، کود اوره (150kg/ha)، کود اوره (300kg/ha)، لجن فاضلاب شهری (30t/ha)، لجن فاضلاب شهری (60t/ha)، کمپوست زباله شهری (30t/ha)، کمپوست زباله شهری (60t/ha)، کود دامی (30t/ha)، کود دامی (60t/ha)، لجن فاضلاب شهری (30t/ha) + 50% کود اوره، لجن فاضلاب شهری (30t/ha) + اوره (150kg/ha)، کمپوست زباله شهری (30t/ha) + اوره (150kg/ha)، کمپوست زباله شهری (60t/ha) + اوره (150kg/ha)، کود دامی (30t/ha) + اوره (150kg/ha)، کود دامی (60t/ha) + اوره (150kg/ha) بودند. شاخص کلروفیل برگ‌ها در وسط دوره رشد و عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، طول سنبله، ارتفاع گیاه، تعداد برگ در بوته، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب در پایان دوره رشد اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که مصرف 150 و 300 کیلوگرم اوره در هکتار، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ در بوته، شاخص کلروفیل برگ‌ها و کارایی مصرف آب را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد اما بر تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، تعداد سنبله در هکتار، تعداد دانه در سنبله و کارایی مصرف آب در سنبله، شاخص برداشت اثر معنی‌داری نداشت. مصرف لجن فاضلاب، کمپوست زباله شهری و کود دامی اکثر صفات مورد مطالعه به‌جز تعداد سنبله در مترمربع و تعداد سنبله در سنبله را افزایش داد. افزایش سطح کودهای آلی از 30 به 60 تن در هکتار قطر ساقه و شاخص کلروفیل برگ‌ها را به‌طور معنی‌داری افزایش داد ولی بر سایر صفات مورد مطالعه اثر معنی‌داری نداشت. مصرف توأم کودهای آلی و نیتروژن، صفات زراعی، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و کارایی مصرف آب گندم را در مقایسه با شاهد و کاربرد کودهای آلی و نیتروژن به‌تنهایی افزایش داد. بیشترین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم در تیمار 60 تن کود دامی + 150 کیلوگرم اوره در هکتار مشاهده شد. به‌طور کلی، برای کاهش مصرف کودهای نیتروژن، افزایش عملکرد گندم و بهبود کیفیت آن، مصرف 150 کیلوگرم اوره به‌همراه 60 تن در هکتار از لجن فاضلاب شهری یا کود دامی و یا کمپوست زباله شهری می‌تواند در شرایط مشابه توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: کمپوست، کود دامی، گندم، لجن فاضلاب، نیتروژن

Effects of Organic and Nitrogen Fertilizers on Water Use Efficiency, Yield and the Growth Characteristics of Wheat (*Triticum aestivum* cv. Alvand)

R Ahmadinezhad¹, N Najafi^{*2}, N Aliasgharzad³ and SH Oustan²

Received: 16 April 2012, Accepted: 28 July 2012

¹Former M.Sc student, Dept. of Soil Sci., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz. Iran.

² Assoc. Prof., Dept. of Soil Sci., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz. Iran.

³Prof., Dept. of Soil Sci., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz. Iran.

* Correspondent Author Email: n-najafi@tabrizu.ac.ir

Abstract

The effects of organic and nitrogen fertilizers on water use efficiency, yield and growth characteristics of wheat (*Triticum aestivum* cv. Alvand) with the aim of optimum using of chemical and organic fertilizers for achieving sustainable agriculture, were studied in a randomized complete blocks design with 15 treatments and three replicates at field conditions in Agricultural Research Station of University of Tabriz. The treatments included: control (without manure and nitrogen application), 150 kg urea/ha, 300 kg urea/ha, 30 ton sewage sludge/ha, 60 ton sewage sludge/ha, 30 ton municipal compost/ha, 60 ton municipal compost/ha, 30 ton manure/ha, 60 ton manure/ha, 30 ton sewage sludge + 150 kg urea/ha, 60 ton sewage sludge + 150 kg urea/ha, 30 ton municipal compost + 150 kg urea/ha, 60 ton municipal compost + 150 kg urea/ha, 30 ton manure + 150 kg urea/ha and 60 ton manure + 150 kg urea/ha. The chlorophyll index was determined in the middle of growth period. The grain yield, biological yield, plant height, stem diameter, number of spikes per square meter, grain number per spike, 1000-grain weight, spike length, leaf number per plant were measured at the end of plant growth period. The results showed that application of 150 and 300 kg urea/ha increased the grain yield, biological yield, plant height, stem diameter, leaf number per plant, chlorophyll index and water use efficiency while it had no significant effect on grain number per spike, number of spikelet per spike, 1000-grain weight, and harvest index. Application of animal manure, municipal compost and sewage sludge increased the most of agronomic characteristics of wheat except spikes number per square meter and number of spikelet per spike. By increasing the level of organic fertilizer from 30 to 60 t/ha, the stem diameter and chlorophyll index increased significantly but other studied characteristics did not change significantly. Integrated use of organic fertilizers (manure or municipal compost or sewage sludge) with nitrogen fertilizer (urea) increased grain yield, biological yield, chlorophyll index and water use efficiency of wheat compared to the control and the use of nitrogen and organic fertilizers alone. The highest grain yield and biological yield were observed in 60 ton manure + 150 kg urea/ha treatment. In general, in order to decrease nitrogen fertilizers, to increase wheat yield and quality, application of 150 kg urea and 60 ton manure or municipal compost or sewage sludge per hectare can be recommended at similar conditions.

Keywords: Compost, Manure, Nitrogen, Sewage sludge, Wheat

مقدمه

تولید انبوه پسماندهای آلی در فعالیتهای صنعتی، کشاورزی و شهری، فشار زیادی بر محل دفع این پسماندها آورده و پیامدهای مشکل‌ساز کوتاه و بلند مدتی را برای سلامتی محیط زیست ایجاد کرده است. برای افزایش مقدار ماده آلی خاک، لازم است از همه منابع آلی مانند ضایعات کشاورزی، فاضلاب‌ها و مواد زائد شهری استفاده شود، تا ضمن افزایش تولیدات زراعی، توسعه پایدار در کشاورزی ممکن شود (زائری 1380). یکی از جنبه‌های کشاورزی پایدار مصرف تلفیقی کودهای آلی و نیتروژن است به طوری که بخشی از نیاز گیاه به نیتروژن به جای کودهای شیمیایی از کودهای آلی تأمین می‌شود. مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی، راهکاری مؤثر برای تولید محصول و حفظ عملکرد در سطح مطلوب می‌باشد (شارما و همکاران 2006).

در آزمایش‌های بلند مدت مشخص شده است که استفاده از کودهای آلی و نیتروژن می‌تواند یک نظام تولید متراکم را پایدار سازد. دلیل این امر بهبود ویژگی‌های کیفی خاک و احتمالاً همزمانی آزادسازی نیتروژن با نیاز گیاه می‌باشد (پراساد 1996). کودهای آلی با تولید هوموس عوارض نامطلوب کودهای شیمیایی را کاهش داده و کارایی مصرف کودهای شیمیایی را افزایش می‌دهند (شاتا و همکاران 2007). محمدیان و ملکوتی (1381) تأثیر دو نوع کمپوست را بر ویژگی‌های خاک و عملکرد ذرت بررسی و گزارش نمودند که تیمار مصرف توأم کمپوست و کود شیمیایی عملکرد بیشتری نسبت به مصرف کود شیمیایی به تنهایی داشت. افزایش فراهمی عناصر غذایی با مصرف توأم کودهای آلی و نیتروژن و جذب بیشتر آنها توسط گیاه از عوامل افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در تیمارهای نظام مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه می‌باشد. اود و همکاران (2004) گزارش نمودند که با مصرف توأم کود نیتروژن و کود حیوانی، علاوه بر

جلوگیری از مصرف بیش از حد کود نیتروژن، عملکرد اقتصادی ذرت علوفه‌ای افزایش می‌یابد. حسن‌زاده قورت‌تپه و قلاوند (1381) بیان داشتند که با روش تغذیه تلفیقی نه تنها عملکرد دانه آفتابگردان در واحد سطح افزایش می‌یابد، بلکه مصرف کودهای نیتروژن به‌طور قابل‌توجه کاهش می‌یابد. نقش مثبت مصرف کمپوست زباله شهری در بسیاری از محصولات زراعی گزارش شده است (مارکوتی و همکاران 2001، الماسیان و همکاران 1385). رضوان‌طلب و همکاران (1388) تأثیر کمپوست زباله شهری و کود شیمیایی را بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت بررسی و گزارش کردند که مصرف توأم کمپوست و کود شیمیایی بیشترین عملکرد را تولید می‌کند. مکابلا و وارمن (2005) گزارش کردند که ماده خشک و عملکرد سیب‌زمینی و ذرت در تیمار کودهای شیمیایی (NPK) و تیمار مصرف تلفیقی (50% کودهای شیمیایی + 50% کمپوست زباله شهری) به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار کمپوست زباله شهری به تنهایی بود. حمدی و همکاران (2002) نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه گندم با مصرف تلفیقی 80 تن کمپوست زباله شهری در هکتار به همراه کود شیمیایی به دست آمد. جمیل و همکاران (2006) گزارش کردند که مصرف لجن فاضلاب عملکرد دانه و تولید خوشه گندم را افزایش داد و بیشترین تولید دانه و خوشه با مصرف 40 تن لجن فاضلاب در هکتار حاصل شد.

النگار و القامری (2001) بیان داشتند که افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان پس از مصرف لجن فاضلاب ناشی از زیادی غلظت نیتروژن و عناصر کم‌مصرف در لجن فاضلاب نسبت به خاک می‌باشد. کودهای دامی نیز که حاوی اکثر عناصر مورد نیاز گیاهان هستند، جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی می‌باشند و در درازمدت سبب ایجاد تعادل غذایی در خاک می‌شوند (ملکوتی و همکاران 1383). بنابراین، مدیریت تلفیقی کود دامی با نیتروژن روش

های شیمیایی و فیزیکی خاک شامل بافت (بویکاس (1962)، pH گل اشباع و EC عصاره اشباع (مکلین (1982)، درصد کربن آلی (نلسون و سامرز (1982)، درصد کربنات کلسیم معادل (ریچاردز (1969)، نیتروژن کل (جونز (2001)، فسفر قابل جذب (اولسن و سامرز (1982)، پتاسیم قابل جذب (گوپتا (2000) و آهن، منگنز، روی و مس قابل جذب (لیندسی و نورول (1978) اندازه-گیری شد. کودهای آلی مورد استفاده در این تحقیق شامل لجن فاضلاب، کمپوست زباله شهری و کود دامی بود که به ترتیب از تصفیه خانه فاضلاب شهر تبریز، کارخانه تولید کود آلی شهرداری تبریز و ایستگاه تحقیقات خلعت پوشان دانشکده کشاورزی تبریز تهیه شدند. کودهای آلی از الک دو میلی متری عبور داده شد و ویژگی های شیمیایی آنها تعیین گردید (ولف و واتسون (2003).

مزرعه مورد نظر در اردیبهشت ماه سال 1389 شخم گردید و در دو سال قبل نیز آیش بود. در اواخر شهریور ماه مزرعه مذکور آبیاری شد و پس از رسیدن رطوبت خاک به حدود ظرفیت مزرعه، دیسک زده شد. سپس آزمایشی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با 15 تیمار و 3 تکرار در زمینی به مساحت 300 متر مربع انجام شد. تیمارها شامل شاهد (بدون مصرف کود آلی و نیتروژن)، کود اوره (150kg/ha)، کود اوره (300kg/ha)، لجن فاضلاب شهری (30t/ha)، لجن فاضلاب شهری (60t/ha)، کمپوست زباله شهری (30t/ha)، کمپوست زباله شهری (60t/ha)، کود دامی (30t/ha)، کود دامی (60t/ha)، لجن فاضلاب شهری (30t/ha)+(30t/ha) 50% کود اوره، لجن فاضلاب شهری (30t/ha)+(30t/ha) 50% کود اوره، کمپوست زباله شهری (30t/ha)+(30t/ha) 50% کود اوره، کمپوست زباله شهری (60t/ha)+(30t/ha) 50% کود اوره، کود دامی (60t/ha)+(30t/ha) 50% کود اوره بودند.

تمام کودهای آلی و 150kg/ha کود اوره چند روز قبل از کشت به طور یکنواخت به سطح خاک مزرعه

مهمی برای افزایش تولید و حفظ حاصلخیزی خاک است. مندل و همکاران (2006) بیان کردند که مصرف توأم 100 درصد کودهای شیمیایی و 10 تن در هکتار کود حیوانی نسبت به مصرف کودهای شیمیایی به-تتهایی، علاوه بر بیشترین عملکرد، منجر به کاهش آب مصرفی در زراعت نرت گردید. ابراهیم و همکاران (2010) پاسخ گندم به سطوح مختلف کمپوست و کود دامی را بررسی و گزارش کردند که مصرف کود دامی و کمپوست ارتفاع گیاه، تعداد پنجه در بوته، ارتفاع سنبله و عملکرد کاه و دانه گندم را نسبت به تیمار شاهد به طور معنی داری افزایش داد. آنان این افزایش را به بهبود ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش فراهمی عناصر غذایی بر اثر کاربرد کودهای آلی نسبت دادند.

با توجه به کمبود مواد آلی و شرایط نامطلوب در اکثر مناطق کشور، انجام مطالعات روی پسماندهای آلی تولید شده در کشور و تلفیق آنها با کودهای شیمیایی، ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی، باعث افزایش ماده آلی خاکها و کاهش خطرات زیست محیطی می گردد (کلباسی (1375). همچنین برای تأمین غذای مورد نیاز جمعیت روزافزون کشور لازم است عملکرد گندم به عنوان یک محصول استراتژیک افزایش یابد. در این راستا، تحقیق حاضر برای بررسی تأثیر مصرف کودهای آلی (کود دامی، لجن فاضلاب و کمپوست زباله شهری) و نیتروژن بر ویژگی های رشد، عملکرد و کارایی مصرف آب در گندم رقم الوند انجام شد.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال زراعی 1389-1390 در ایستگاه تحقیقاتی کرکج دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در شرایط مزرعه ای انجام شد. قبل از کشت گیاه، از خاک مزرعه نمونه مرکب تهیه کرده و بعد از هواخشک کردن و عبور از الک دو میلی متری، ویژگی-

برای هر کرت، میزان کل آب مصرف شده (مجموع آب آبیاری و بارندگی) و عملکرد بیولوژیک تعیین گردید و از تقسیم کل آب مصرف شده بر عملکرد بیولوژیک، کارایی مصرف آب محاسبه گردید (کرامر 1983). تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام شد. ابتدا آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام و از تبدیل مناسب برای داده‌های غیرنرمال استفاده شد. سپس مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در جدول 1 ارائه شده است. pH خاک در محدوده خنثی تا قلیایی قرار داشت. با توجه به جدول 1، غلظت فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک برای گندم بیشتر از سطح بحرانی بود (ملکوتی 1379). تاندون (1995)، حد بحرانی آهن قابل جذب گیاه گندم در خاک را 4/4 میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کردند که با توجه به این نتایج، غلظت آهن در خاک مورد آزمایش کمتر از حد بحرانی قرار داشت. ملکوتی (1379) حد بحرانی روی، مس و منگنز را در خاک برای گندم، به ترتیب 1، 0/5 و 4/6 میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کرد که با توجه به جدول 1، غلظت‌های عناصر مذکور در خاک بیشتر از حد بحرانی بود. حد مجاز استاندارد غلظت سرب و کادمیوم در کودهای آلی به ترتیب 300 و 39 میلی‌گرم بر کیلوگرم بود (بی‌نام 1993). با توجه به جدول 2، غلظت این دو عنصر در هر سه کود کمتر از این حد بود و این مواد از نظر سمیت فلزات سنگین خطری نداشتند.

داده شد و با بیل تا عمق 25 سانتی‌متری به‌خوبی با خاک مخلوط شد. بقیه کود نیتروژن در مراحل پنجه‌زنی و خوشه‌دهی گیاه مصرف شد. برای مصرف یکنواخت کود آورده در داخل کرت‌ها، کود آورده در حجم معینی آب حل شده و با آب‌پاش به‌طور یکنواخت در هر کرت پخش گردید سپس آبیاری شد. آزمایش 45 کرت داشت و مساحت هر کرت 3/8 مترمربع بود. طول هر کرت 2 متر و عرض آن 1/9 متر بود. فاصله بین کرت‌ها 50 سانتی‌متر، فاصله بین بلوک‌ها یک متر و فاصله ردیف‌های کاشت 20 سانتی‌متر بود. دور هر کرت پشته‌ای به ارتفاع 10 سانتی‌متر ایجاد گردید تا آب آبیاری و بارندگی از کرت خارج نشود. تعداد 500 بذر گندم (رقم الوند) در هر مترمربع کرت در اوایل مهر ماه به‌صورت ردیفی کاشته شد و سپس آبیاری کرت‌ها به‌صورت کنترل شده و با استفاده از یک کنتور و به‌طور یکسان برای همه کرت‌ها انجام گرفت. آب آبیاری مورد استفاده در آزمایشگاه تجزیه و ویژگی‌های شیمیایی آن تعیین گردید (گوپتا 2000). شاخص کلروفیل برگ‌ها در وسط دوره رشد گیاه با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج¹ تعیین گردید. برداشت گیاه در پایان دوره رشد و پس از رسیدگی فیزیولوژیک، بعد از حذف اثر حاشیه‌ای کرت‌ها، در نیم مترمربع وسط کرت‌ها انجام شد و عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در هر سنبله، وزن هزار دانه، طول سنبله، ارتفاع گیاه و تعداد برگ در بوته گندم اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه) بر عملکرد کل (عملکرد بیولوژیک) بدست آمد. حجم آب آبیاری مصرفی در هر بار آبیاری با استفاده از کنتور تعیین و یادداشت شد. آمار هواشناسی از جمله میزان بارندگی در طول دوره رشد نیز از ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه تبریز تهیه گردید.

¹ Hansatech, model CL01, England

جدول 1- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Zn	Cu	Mn	Fe	P	K	Na	ECe	pH _e	OM	CCE	رس	شن	کلاس
(mg/kg)						(dS/m)		(%)			بافت		
1	1/7	9/9	3/3	27	835/9	195	1/39	7/7	1/32	9/78	18/5	49/8	لوم

OM: ماده آلی، CCE: کربنات کلسیم معادل

جدول 2- برخی ویژگی‌های شیمیایی کودهای آلی مورد استفاده

C/N	N	OC	OM	EC _(1:2)	pH _(1:2)	
	(%)			(dS/m) _(v/v)	(v/v)	
18/7	0/95	17/8	30/7	13/5	8/5	کود دامی
9/3	1/20	11/2	19/3	12/4	7/1	لجن فاضلاب
17/5	0/60	10/5	18/1	17/2	7/4	کمپوست زباله شهری

جدول 3- غلظت کل عناصر در کودهای آلی مورد استفاده

Pb	Cd	Mn	Zn	Cu	Fe	Na	K	Ca	Mg	P	
(mg/kg)						(mg/g)					
94/3	9/7	148	101	38/9	5149	6/9	22/5	12/8	21/4	9/6	کود دامی
163/0	13/2	322	3276	303/9	11972	2/9	5/6	28/0	56/2	8/7	لجن فاضلاب
130/7	10/5	262	245	306/9	13621	7/7	7/0	6/8	13/4	6/5	کمپوست

جدول 4- غلظت عناصر قابل جذب در کودهای آلی مورد استفاده

Pb	Cd	Mn	Zn	Cu	Fe	Na	Mg	Ca	K	P	
(mg/kg)						(mg/g)					
8/5	0/4	185	27/2	33/5	1850	3/2	1/4	3/5	10/8	0/87	کود دامی
15/9	0/7	204	657/2	202/6	2690	1/3	2/7	9/4	2/1	0/65	لجن فاضلاب
11/4	0/4	273	51/0	204/4	2760	3/7	1/0	0/8	3/3	0/54	کمپوست

جدول 5- نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده

EC(dS/m)	pH	Na	Cu	Zn	Mn	Fe	Mg	Ca	P	K	عنصر
(mg/L)											
0/49	7/7	3/5	0/00	0/60	0/00	0/10	11/0	42/0	0/05	4/3	غلظت

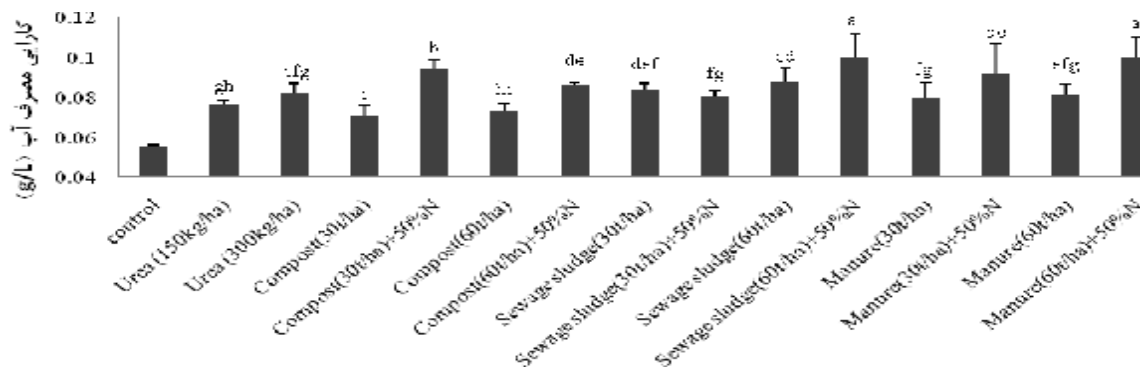
و در هر دو سطح 30 و 60 تن در هکتار آنها کارایی مصرف آب را نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش داد. تلفیق هر سه کود آلی و در هر دو سطح 30 و 60 تن در هکتار آنها با 150 کیلوگرم اوره سبب افزایش معنی‌دار کارایی مصرف آب گردید. تیمارهای 60 تن در هکتار کود دامی +50% کود اوره، 60 تن در

کارایی مصرف آب

با مصرف 150 و 300 کیلوگرم کود اوره در هکتار، کارایی مصرف آب نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت ولی میان دو سطح 150 و 300 کیلوگرم در هکتار اوره، از لحاظ کارایی مصرف آب تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. کاربرد هر سه کود آلی

هکتار لجن فاضلاب + 50% کود اوره، کارایی مصرف آب را نسبت به تیمارهای کود اوره به طور معنی‌داری

افزایش دادند (شکل 1).



شکل 1- تأثیر تیمارهای کودی مختلف بر کارایی مصرف آب

سنبله به عنوان متغیرهای مستقل) نشان داد که فقط وزن هزار دانه در مدل رگرسیونی وارد گردید و میان عملکرد دانه (GY) بر حسب کیلوگرم بر هکتار و وزن هزار دانه (TSW) بر حسب گرم رابطه خطی $r=0/807^{**}$ - $GY=11/383$ (TSW) وجود داشت که نشان می‌دهد با افزایش وزن هزار دانه عملکرد دانه گندم نیز افزایش یافته است. با این حال، میان عملکرد دانه و تمامی صفات مذکور همبستگی‌های مستقیم معنی‌داری وجود داشت (جدول 9).

عملکرد بیولوژیک

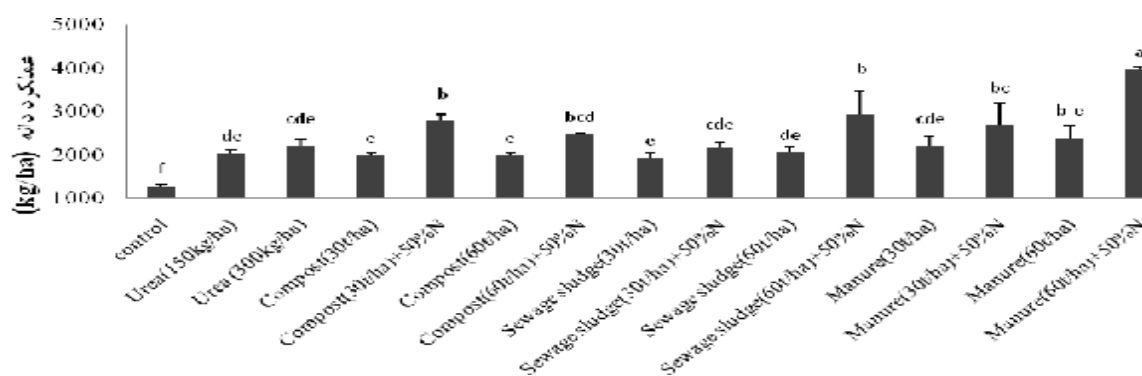
نتایج نشان داد که افزودن 150 و 300 کیلوگرم اوره در هکتار عملکرد بیولوژیک را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش داد ولی میان دو تیمار 150 و 300 کیلوگرم اوره در هکتار از نظر اثر بر عملکرد بیولوژیک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. مصرف 30 تن لجن فاضلاب شهری، کمپوست زباله شهری و کود دامی در هکتار، عملکرد بیولوژیک گندم را نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش داد ولی افزایش سطح آنها از 30 به 60 تن در هکتار، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک نداشت. مصرف تلفیقی کودهای آلی و نیتروژن، عملکرد بیولوژیک را نسبت به تیمار شاهد

عملکرد دانه

مصرف کود اوره باعث افزایش عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد شد ولی میان دو سطح 150 و 300 کیلوگرم اوره در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل 2). به نظر می‌رسد که در این آزمایش نیاز نیتروژنی گیاه در سطح 150 کیلوگرم اوره در هکتار تأمین شده و افزایش بعدی نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشته است. مصرف کودهای آلی به تنهایی، عملکرد دانه را نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش داد ولی افزایش سطح کودهای آلی از 30 به 60 تن در هکتار تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه گندم نداشت. تلفیق کود دامی، لجن فاضلاب و کمپوست زباله شهری با نیتروژن عملکرد دانه را بیشتر از کود اوره و کاربرد کودهای آلی به تنهایی، افزایش داد. بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار تلفیقی 60 تن کود دامی در هکتار با 50 درصد کود نیتروژن بود که نسبت به تیمار شاهد، عملکرد دانه را 70% افزایش داد (شکل 2).

تحلیل رگرسیون چندگانه با روش گام به گام (عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و وزن هزار دانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، شاخص کلروفیل برگ‌ها، تعداد برگ در بوته، ارتفاع گیاه و طول

که فقط ارتفاع گیاه در مدل رگرسیونی وارد گردید و میان عملکرد بیولوژیک (BY) بر حسب kg/ha و ارتفاع گیاه (H) بر حسب cm رابطه خطی $9859/652 - (H)$ $BY=238/835$ با $r=0/883^{**}$ وجود داشت که نشان می‌دهد با افزایش ارتفاع گیاه عملکرد بیولوژیک گندم نیز افزایش یافته است. با این حال، میان عملکرد بیولوژیک و تمامی صفات مذکور همبستگی‌های مستقیم معنی‌داری وجود داشت (جدول 9).



شکل 2- تأثیر تیمارهای کودی مختلف بر عملکرد دانه

شاخص برداشت

مصرف کود اوره در هر دو سطح 150 و 300 کیلوگرم در هکتار بر شاخص برداشت اثر معنی‌داری نداشت. در بین تیمارهایی که فقط کود آلی دریافت کرده بودند، تیمارهای 30 تن در هکتار کمپوست زباله شهری و 60 تن در هکتار کود دامی شاخص برداشت را نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش دادند. تلفیق کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب در هر دو سطح 30 و 60 تن در هکتار آنها و کود دامی در سطح 30 تن در هکتار با 150 کیلوگرم اوره، اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشت ولی تلفیق 60 تن کود دامی در هکتار با 150 کیلوگرم اوره به‌طور معنی‌داری شاخص برداشت را افزایش داد. بیشترین شاخص برداشت در تیمار تلفیقی 60 تن کود دامی در هکتار +50% کود اوره مشاهده شد (جدول 6).

شاخص کلروفیل برگ‌ها

مصرف کود اوره، کود دامی، لجن فاضلاب و کمپوست زباله شهری شاخص کلروفیل برگ‌ها را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دادند. افزایش سطح کود اوره از 150 کیلوگرم به 300 کیلوگرم در هکتار باعث افزایش شاخص کلروفیل برگ‌ها شد. اثر مصرف کود دامی و کمپوست زباله شهری بر شاخص کلروفیل برگ‌ها در سطح 30 تن در هکتار معنی‌دار نبود ولی در سطح 60 تن در هکتار به‌طور معنی‌داری شاخص کلروفیل برگ‌ها را افزایش داد. مصرف لجن فاضلاب در هر دو سطح 30 و 60 تن در هکتار به‌طور معنی‌داری شاخص کلروفیل برگ‌ها را افزایش داد ولی میان دو سطح 30 و 60 تن در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. تیمارهای تلفیقی (کودهای آلی با 50 درصد اوره)، در مقایسه با تیمارهایی که فقط کود آلی دریافت کرده بودند، شاخص کلروفیل برگ‌ها را افزایش

دادند ولی این افزایش در سطح 30 تن لجن فاضلاب و کود دامی از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. بیشترین شاخص کلروفیل برگ‌ها در تیمار تلفیق 60 تن لجن فاضلاب بر هکتار با 50% کود اوره مشاهده گردید. این

تیمار شاخص کلروفیل برگ‌ها را 87 درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (جدول 6).

جدول 6 - مقایسه میانگین‌های عملکرد بیولوژیک، شاخص کلروفیل و شاخص برداشت در تیمارهای کودی مختلف

تیمار	عملکرد بیولوژیک (kg/ha)	شاخص کلروفیل	شاخص برداشت
شاهد	4950±93 ^g	27/24±0/67 ^f	0/25±0/004 ^d
کود اوره (150kg/ha)	6898±177 ^{def}	35/29±1/38 ^{de}	0/29±0/017 ^{bcd}
کود اوره (300kg/ha)	7372±437 ^{c-f}	41/05±1/99 ^{bc}	0/29±0/003 ^{bcd}
کمپوست زباله شهری (30t/ha)	6390±484 ^{fg}	31/16±2/18 ^{ef}	0/31±0/020 ^{bc}
کمپوست زباله شهری (60t/ha)	6589±318 ^{ef}	38/45±0/67 ^{cd}	0/3±0/020 ^{bcd}
لجن فاضلاب شهری (30 t/h)	7491±346 ^{b-f}	38/20±1/45 ^{cd}	0/25±0/012 ^d
لجن فاضلاب شهری (60 t/ha)	7921±580 ^{a-e}	35/67±1/00 ^{de}	0/26±0/020 ^{cd}
کود دامی (30 t/ha)	7169±681 ^{c-f}	31/22±0/29 ^{ef}	0/3±0/008 ^{bcd}
کود دامی (60 t/ha)	7359±408 ^{c-f}	39/73±1/24 ^{cd}	0/32±0/023 ^b
کمپوست زباله شهری (30 t/ha)+50% اوره	8486±408 ^{abc}	38/20±1/45 ^{bc}	0/33±0/023 ^b
کمپوست زباله شهری (60 t/ha)+50% اوره	7739±135 ^{a-f}	42/83±2/78 ^{bc}	0/32±0/009 ^b
لجن فاضلاب شهری (30 t/ha)+50% اوره	7214±249 ^{c-f}	45/41±3/33 ^{ab}	0/29±0/008 ^{bcd}
لجن فاضلاب شهری (60 t/ha)+50% اوره	8966±1047 ^{ab}	48/70±1/59 ^a	0/32±0/025 ^b
کود دامی (30 t/ha)+50% اوره	8268±1343 ^{a-d}	43/21±1/95 ^{bc}	0/32±0/005 ^b
کود دامی (60 t/ha)+50% اوره	8988±932 ^a	42/83±2/78 ^{bc}	0/32±0/023 ^a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک، در سطح احتمال پنج درصد با آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.

تعداد سنبله در مترمربع

یافت. این افزایش از 138 سنبله در مترمربع در تیمار شاهد، به 250 سنبله در مترمربع در تیمارهای 30 تن لجن فاضلاب + 50% اوره و 60 تن کود دامی + 50% کود اوره رسید (جدول 7).

تعداد دانه در سنبله

نتایج نشان داد که تیمارهای 150 و 300 کیلوگرم اوره در هکتار، از نظر تعداد دانه در سنبله تفاوت معنی‌داری با شاهد و با یکدیگر نداشتند. در بین تیمارهای کود آلی به تنهایی، تیمارهای 30 تن لجن فاضلاب و 30 تن کود دامی در هکتار با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند. همچنین افزایش سطح کودهای آلی از 30 به 60 تن در هکتار، بر تعداد دانه در سنبله معنی-

افزودن 150 کیلوگرم کود اوره در هکتار، تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد از نظر تعداد سنبله در مترمربع نداشت ولی با افزودن 300 کیلوگرم اوره در هکتار، تعداد سنبله در مترمربع به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در مورد تیمارهای کود آلی به تنهایی، به جز تیمار 60 تن کمپوست زباله شهری در هکتار و 60 تن لجن فاضلاب در هکتار، بقیه تیمارها نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند. افزایش سطح کودهای آلی از 30 به 60 تن در هکتار تأثیر معنی‌داری بر تعداد سنبله در متر مربع نداشت. با تلفیق کودهای آلی و نیتروژن تعداد سنبله در مترمربع به‌طور قابل‌توجهی افزایش

دار نبود. تمام تیمارهای تلفیقی با شاهد و تیمارهای کود اوره تفاوت معنی‌داری داشتند. در بین تیمارهای تلفیقی، به جز تیمار 30 تن کمپوست زباله شهری در هکتار + 50% اوره، بقیه تیمارها تعداد دانه در سنبله را نسبت به مصرف تنهای کودها افزایش معنی‌داری دادند (جدول 7).

وزن هزار دانه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با مصرف کود اوره وزن هزاردانه نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری نداشت. همچنین، بین دو سطح کود اوره از نظر اثر بر وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول 7). با این حال، تجزیه رگرسیون خطی نشان داد که میان وزن هزاردانه (TSW) بر حسب گرم و سطح کود اوره (N) بر حسب کیلوگرم بر هکتار رابطه خطی وجود داشت که نشان می‌دهد با مصرف کود اوره وزن هزار دانه افزایش یافت. مصرف کودهای آلی به تنهایی وزن هزار دانه را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند ولی افزایش سطح کودهای آلی از 30 به 60 تن در هکتار، تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه نداشت. استفاده از نظام تغذیه تلفیقی کودهای آلی با نیتروژن، وزن هزار دانه را نسبت به شاهد افزایش داد (جدول 7). در بین تیمارهای تلفیقی، به جز تیمارهای 30 تن در هکتار کمپوست زباله شهری + 50% اوره و 30 تن در هکتار

لجن فاضلاب + 50% اوره، بقیه تیمارها وزن هزار دانه را نسبت به مصرف این کودها به تنهایی به طور معنی‌داری افزایش دادند. بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار 60 تن کود دامی در هکتار + 50% کود اوره بود. این تیمار، وزن هزار دانه را در مقایسه با تیمار شاهد بیش از 30% افزایش داد (جدول 7).

ارتفاع گیاه

نتایج نشان داد که همه تیمارها نسبت به شاهد ارتفاع گیاه را افزایش دادند ولی تیمار 300 کیلوگرم اوره در هکتار، تفاوت معنی‌داری با تیمار 150 کیلوگرم اوره در هکتار نداشت. مصرف کودهای آلی به تنهایی، ارتفاع گیاه را نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری دادند ولی افزایش سطح کود آلی از 30 به 60 تن در هکتار، از نظر آماری اثر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه نداشت. تلفیق کودهای آلی با نیتروژن، ارتفاع گیاه را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش داد ولی در بین کودهای آلی فقط تلفیق کود دامی با نیتروژن ارتفاع گیاه را نسبت به مصرف این کود به تنهایی به طور معنی‌داری افزایش داد. بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به تیمار تلفیقی 60 تن بر هکتار کود دامی با 50 درصد کود اوره بود. این تیمار ارتفاع گیاه را نسبت به تیمار شاهد حدود 10% افزایش داد (جدول 8).

جدول 7 - مقایسه میانگین‌های تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در تیمارهای کودی مختلف

تیمار	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (g)
شاهد	137±2/90 ^d	35/33±1/95 ^e	39/39±0/54 ^g
کود اوره (150kg/ha)	148±3/46 ^{cd}	38/41±0/74 ^{de}	41/65±0/49 ^{fg}
کود اوره (300kg/ha)	160±5/29 ^c	39/33±0/82 ^{cde}	43/73±1/78 ^{efg}
کمپوست زباله شهری (30t/ha)	144±2/30 ^{cd}	40/83±1/58 ^{bcd}	42/61±0/48 ^{efg}
کمپوست زباله شهری (60t/ha)	162±6/11 ^c	41/58±0/79 ^{bcd}	45/05±0/36 ^{efg}
لجن فاضلاب شهری (30 t/h)	147±3/33 ^{cd}	38/50±1/15 ^{de}	43/39±1/37 ^{def}
لجن فاضلاب شهری (60 t/ha)	164±7/00 ^c	41/83±1/72 ^{bcd}	46/81±1/05 ^{cde}
کود دامی (30 t/ha)	155±2/90 ^{cd}	39/75±0/50 ^{cde}	44/44±1/47 ^{cde}
کود دامی (60 t/ha)	156±3/52 ^{cd}	41/58±1/88 ^{bcd}	46/46±2/57 ^{bcd}
کمپوست زباله شهری (30 t/ha)+50% اوره	230±8/32 ^{ab}	46/00±3/00 ^b	46/89±0/73 ^{def}
کمپوست زباله شهری (60 t/ha)+50% اوره	239±4/66 ^{ab}	47/91±3/82 ^a	50/78±2/45 ^{bc}
لجن فاضلاب شهری (30 t/ha)+50% اوره	250±11/54 ^a	44/75±0/52 ^{abc}	46/61±2/57 ^{cde}
لجن فاضلاب شهری (60 t/ha)+50% اوره	242±15/00 ^{ab}	47/50±0/43 ^a	52/48±2/16 ^b
کود دامی (30 t/ha)+50% اوره	226±14/18 ^b	45/25±4/00 ^{ab}	48/43±0/62 ^b
کود دامی (60 t/ha)+50% اوره	250±13/61 ^a	49/03±0/44 ^a	57/29±1/75 ^a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک، در سطح احتمال پنج درصد با آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند

جدول 8 - مقایسه میانگین‌های ارتفاع گیاه، تعداد برگ در بوته، طول سنبله و قطر ساقه در تیمارهای کودی مختلف

تیمار	ارتفاع گیاه (cm)	تعداد برگ در بوته	طول سنبله (cm)	قطر ساقه (mm)
شاهد	63/40±0/97 ^e	35/91±0/16 ^c	10/37±0/11 ^g	3/60±0/02 ^h
کود اوره (150kg/ha)	70/70±2/30 ^{cd}	40/00±0/38 ^d	10/89±0/44 ^{efg}	3/78±0/01 ^g
کود اوره (300kg/ha)	72/25±2/27 ^{bcd}	43/41±2/30 ^{bc}	11/62±0/10 ^{cd}	3/88±0/05 ^f
کمپوست زباله شهری (30t/ha)	70/46±1/39 ^{cd}	40/75±0/52 ^{cd}	10/74±0/10 ^{fg}	3/92±0/03 ^f
کمپوست زباله شهری (60t/ha)	72/38±1/93 ^{bcd}	42/66±1/67 ^{cd}	11/24±0/21 ^{def}	3/98±0/05 ^d
لجن فاضلاب شهری (30 t/h)	73/34±1/18 ^{bcd}	39/75±0/36 ^d	11/37±0/17 ^{c-f}	3/86±0/04 ^g
لجن فاضلاب شهری (60t/ha)	72/15±0/03 ^{bcd}	42/08±1/06 ^{cd}	11/83±0/33 ^{bcd}	3/98±0/02 ^d
کود دامی (30t/ha)	69/56±3/03 ^d	42/66±0/93 ^{bcd}	11/44±0/04 ^{cde}	3/94±0/03 ^d
کود دامی (60t/ha)	70/43±1/25 ^{cd}	43/66±1/04 ^{bc}	11/49±0/25 ^{cde}	4/05±0/007 ^c
کمپوست زباله شهری (30t/ha)+50% اوره	74/36±1/07 ^{bcd}	41/75±0/72 ^{cd}	11/96±0/10 ^{bc}	4/04±0/06 ^c
کمپوست زباله شهری (60t/ha)+50% اوره	76/68±0/65 ^{ab}	47/16±0/79 ^a	12/41±0/50 ^{ab}	4/19±0/02 ^a
لجن فاضلاب شهری (30t/ha)+50% اوره	73/66±3/32 ^{bcd}	45/41±2/23 ^{ab}	11/63±0/05 ^{cd}	4/04±0/02 ^c
لجن فاضلاب شهری (60 t/ha)+50% اوره	75/10±3/49 ^{abc}	47/50±0/38 ^a	12/34±0/57 ^{ab}	4/13±0/02 ^b
کود دامی (30t/ha)+50% اوره	75/15±0/80 ^{abc}	43/50±0/28 ^{bc}	11/89±0/05 ^{bcd}	4/15±0/01 ^{ab}
کود دامی (60t/ha)+50% اوره	80/21±0/63 ^a	48/08±0/60 ^a	12/67±0/15 ^a	4/15±0/03 ^{ab}

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک، در سطح احتمال پنج درصد با آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند

تعداد برگ در بوته

کود نیتروژن بر تعداد برگ در بوته اثر معنی‌داری داشت به طوری که تعداد برگ از 36 برگ در تیمار شاهد به 40 برگ در تیمار 150 کیلوگرم کود اوره در هکتار و 43 برگ در تیمار 300 کیلوگرم اوره در هکتار افزایش یافت. بین تیمار 300 کیلوگرم اوره در هکتار با تیمار- های کود آلی از نظر تعداد برگ در بوته به جز تیمار 30 تن در هکتار لجن فاضلاب، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. مصرف کودهای آلی تعداد برگ در بوته را به- طور معنی‌داری افزایش داد ولی افزایش سطح کودهای آلی از 30 به 60 تن در هکتار، بر تعداد برگ در بوته اثر معنی‌داری نداشت. تأثیر تلفیق کودهای آلی با اوره بر تعداد برگ در بوته نسبت به مصرف کود اوره، در تیمارهای 30 تن کمپوست زباله شهری + 50% کود اوره، 60 تن لجن فاضلاب + 50% کود اوره و 60 تن کود دامی + 50% کود اوره معنی‌دار بود (جدول 8).

قطر ساقه در محل طوقه

مصرف کود اوره و افزایش سطح آن باعث افزایش معنی‌دار قطر ساقه در محل طوقه گردید. مصرف کود- های آلی قطر ساقه را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. همچنین، با افزایش سطح کودهای آلی از 30 به 60 تن در هکتار، قطر گیاه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. تلفیق کودهای آلی با نیتروژن در تمام تیمارها نسبت به کاربرد کودهای آلی به‌تنهایی، قطر ساقه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. از نظر قطر ساقه، تیمار 300 کیلوگرم اوره در هکتار با تیمارهای تلفیقی 30 تن کمپوست زباله شهری در هکتار + 50% کود اوره، 30 تن لجن فاضلاب + 50% کود اوره و 30 تن کود دامی

در هکتار + 50% کود اوره تفاوت معنی‌داری نداشت. بیشترین قطر ساقه در تیمار تلفیقی 60 تن در هکتار کمپوست زباله شهری + 50% کود اوره مشاهده شد (جدول 8).

طول سنبله

تیمار 150 کیلوگرم اوره در هکتار از نظر طول سنبله تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت ولی افزودن 300 کیلوگرم اوره در هکتار، سبب افزایش معنی‌دار طول سنبله نسبت به تیمار شاهد گردید. در مورد استفاده از کودهای آلی به‌تنهایی، همان‌طور که در جدول 8 مشاهده می‌شود، تیمارهای 30 و 60 تن کمپوست زباله شهری در هکتار و 30 تن لجن فاضلاب شهری در هکتار، از نظر طول سنبله تفاوت معنی‌داری با تیمار 150 کیلوگرم در هکتار کود اوره نداشتند. مصرف تلفیقی کودهای آلی و نیتروژن، طول سنبله گندم را نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد. همچنین، در مورد تیمارهای تلفیقی، در سطح 30 تن در هکتار کود آلی، هیچ یک از تیمارها از نظر آماری تفاوتی با تیمار 300 کیلوگرم در هکتار کود اوره نداشتند ولی در سطح 60 تن در هکتار، تلفیق هر یک از سه کود آلی با اوره، سبب افزایش معنی‌دار طول سنبله نسبت به کود اوره به‌تنهایی گردید (جدول 8).

همبستگی‌های میان صفات مورد مطالعه: جدول 9 نشان می‌دهد که میان تمامی صفات مورد مطالعه همبستگی‌های معنی‌داری وجود داشت.

جدول 9- ضرایب همبستگی میان صفات مورد مطالعه

9	8	7	6	5	4	3	2	1	
								1	1- عملکرد دانه
							1	0/663**	2- عملکرد بیولوژیک
						1	0/845**	0/807**	3- وزن هزاردانه
					1	0/820**	0/710**	0/603*	4- تعداد سنبله در مترمربع
				1	0/911**	0/791**	0/740**	0/619*	5- تعداد سنبلچه در سنبله
			1	0/893**	0/926**	0/921**	0/820**	0/726**	6- تعداد دانه در سنبله
		1	0/871**	0/700**	0/784**	0/894**	0/778**	0/671**	7- تعداد برگ در بوته
	1	0/851**	0/849**	0/739**	0/939**	0/842**	0/867**	0/674**	8- شاخص کلروفیل برگ‌ها
1	0/879**	0/839**	0/873**	0/810**	0/781**	0/871**	0/883**	0/785**	9- ارتفاع گیاه

بحث کلی

گزارش دادند که وزن هزار دانه نشان‌دهنده وضعیت و طول دوره زایشی هر گیاه است و با آغاز گلدهی و مشخص شدن تعداد دانه در بوته، دانه‌ها شروع به دریافت و ذخیره مقادیری از مواد فتوسنتزی می‌نمایند. آنان بیان داشتند که به دلیل تابعیت بیشتر وزن هزار دانه از عوامل ژنتیکی نسبت به عوامل محیطی، افزایش سطح کود اوره تأثیری در بیشتر شدن وزن هزار دانه گیاه جو نداشت.

شاخص کلروفیل عددی است که دستگاه کلروفیل‌سنج ارائه می‌کند و این عدد با غلظت کلروفیل برگ‌های گیاه رابطه مستقیم دارد. مزیت آن این است که سریع و بدون تخریب برگ‌ها، اطلاعاتی از وضعیت کلروفیل برگ‌ها و شدت فتوسنتز آنها ارائه می‌دهد. افزایش شاخص کلروفیل برگ‌ها بر اثر مصرف کود اوره را می‌توان به شرکت داشتن چهار اتم نیتروژن در ساختمان هر ملکول کلروفیل نسبت داد (هاولین و همکاران 1999، مارشور 2003). افزایش غلظت کلروفیل سبب افزایش شدت فتوسنتز و تولید کربوهیدرات‌ها می‌شود که سبب افزایش وزن هزاردانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، تعداد برگ در بوته و طول سنبله می‌شود (جدول 9). افزایش صفات مذکور سبب افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه می‌گردد. با توجه به مصرف آب یکسان در تیمارهای مختلف،

به‌طور کلی، مصرف کود اوره سبب افزایش وزن هزار دانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، کارایی مصرف آب، شاخص کلروفیل برگ‌ها، ارتفاع گیاه، تعداد برگ در بوته، قطر ساقه و طول سنبله نسبت به شاهد گردید ولی این افزایش در مورد تعداد دانه در سنبله از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. سینگ و همکاران (2003) و یادو و همکاران (2002) نیز گزارش دادند که نیتروژن بر واکنش‌های بیوشیمیایی، شدت فتوسنتز، افزایش دوره رویش و تجمع ماده خشک بیشتر در اندام‌های هوایی و در نتیجه بر اجزای عملکرد گندم مؤثر است. امام و همکاران (1388) دریافتند که با مصرف نیتروژن، ارتفاع و وزن خشک گندم افزایش یافت. شهبواری و صفاری (1384) نیز در یک مطالعه مزرعه‌ای افزایش وزن خشک بخش هوایی گندم بر اثر مصرف اوره را گزارش دادند. آنان بیان داشتند که مصرف نیتروژن تا حدی که مقدار آن در خاک برای رفع نیاز گیاه طی مراحل رشد و نمو گیاه کافی باشد، باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود و مقادیر بیشتر تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نخواهد داشت. مجیدیان و همکاران (1387) مشاهده کردند که مصرف نیتروژن باعث افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه زرت گردید. رمضان‌ی و آساد (1387)

تیمارهای تلفیقی سبب افزایش ویژگی‌های رشد و عملکرد گندم نسبت به شاهد و کودهای آلی و اوره به تنهایی گردید که با گزارش‌های گاگون و همکاران (1997)، شیرانی و همکاران (2002)، باسو و همکاران (2008) و یادو و همکاران (2002) مطابقت داشت. گاگون و همکاران (1997) مشاهده کردند که با افزودن کود نیتروژن به کمپوست عملکرد دانه گندم افزایش یافت. در نظام تغذیه تلفیقی، وجود کود نیتروژن در مراحل اولیه رشد باعث افزایش رشد رویشی گندم می‌گردد. در مراحل بعدی رشد، آزادسازی نیتروژن و دیگر عناصر غذایی بر اثر معدنی شدن کودهای آلی، موجب تقویت رشد زایشی گیاه می‌شود. با مصرف کود اوره به همراه کودهای آلی، نسبت C/N تعدیل شده و سرعت معدنی شدن کودهای آلی افزایش می‌یابد. از طرف دیگر، بر اثر تجزیه کودهای آلی، انواع اسیدهای آلی و ترکیبات کیلیت کننده آزاد می‌شود که سبب کاهش pH خاک و افزایش فراهمی عناصر غذایی در خاک می‌گردد (هاولین و همکاران 1999). در نتیجه، عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در طول دوره رشد به‌طور مطلوب تأمین شده و رشد گیاه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه نیز به دلیل تغذیه مطلوب افزایش می‌یابد. همچنین، در نظام تغذیه تلفیقی، عملکرد بیولوژیک به دلیل افزایش اجزای رویشی (برگ و ارتفاع) و زایشی (تعداد دانه و وزن هزار دانه) در مقایسه با فقط تیمارهای آلی یا شیمیایی افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد افزایش عملکرد دانه در تیمارهای تلفیقی و تیمارهایی که فقط کود آلی دریافت کرده بودند نسبت به تیمار شاهد به‌علت بیشتر بودن غلظت کل و قابل جذب عناصر غذایی در کودهای آلی نسبت به خاک می‌باشد (جدول‌های 1 تا 4). بررسی منتلر و همکاران (2002) نیز نشان داد که مصرف تلفیقی کودهای دامی با کود شیمیایی، باعث افزایش وزن هزار دانه نرت گردید. آنان علت این افزایش را به اثرات مفید کود دامی در افزایش رشد ریشه، عرضه مناسب عناصر غذایی، افزایش سهم برگ

افزایش کارایی مصرف آب بر اثر مصرف کود اوره را می‌توان به افزایش عملکرد دانه نسبت داد.

دلیل دیگر برای رشد بهتر گیاه با مصرف کود اوره کاهش pH خاک است. آسینگ و همکاران (2008) مشاهده کردند تا چهار روز پس از افزودن کود اوره، pH خاک افزایش و پس از آن کاهش یافت. افزایش اولیه pH به دلیل هیدرولیز اوره و تولید کربنات آمونیوم بود و کاهش بعدی آن، بر اثر انجام فرآیند نترات‌سازی بود. دلیل دیگر برای کاهش pH خاک این است که ریشه گیاه با جذب یونهای NH_4^+ حاصل از هیدرولیز اوره، برای حفظ خنثی بودن بار الکتریکی در داخل و پیرامون ریشه، H^+ به ریزوسفر آزاد می‌کند که سبب اسیدی شدن آن می‌گردد. این کاهش pH خاک سبب افزایش فراهمی عناصر غذایی مختلف از جمله فسفر، روی، آهن، منگنز، مس و غیره می‌گردد (مارشور 2003). در نتیجه، بهبود تغذیه گیاه سبب افزایش رشد، عملکرد و کارایی مصرف آب در گیاه می‌گردد.

نتایج نشان داد که مصرف کودهای آلی به تنهایی و همراه با کود اوره، کارایی مصرف آب را افزایش داد. این افزایش را می‌توان به افزایش سرعت نفوذ و ظرفیت نگهداری آب در خاک، تعدیل دمای خاک، افزایش رشد ریشه و جذب مواد غذایی به وسیله گیاه و همچنین افزایش رشد گیاه با مصرف کودهای آلی و در نتیجه افزایش کارایی مصرف آب نسبت داد (عباسی و نجفی 1390). مجیدیان و همکاران (1387) اظهار داشتند که مصرف کود دامی به همراه کود شیمیایی باعث افزایش کارایی مصرف آب می‌گردد چون عملکرد را افزایش می‌دهد بدون آنکه بر مصرف آب تأثیر زیادی داشته باشد. کارلن و کامپ (1985) بیان داشتند که کاربرد کود دامی در خاک باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک (افزایش تخلخل و ظرفیت نگهداری آب در خاک، بهبود ساختمان خاک) و بهبود حاصلخیزی خاک شده و در نتیجه رشد محصول و کارایی مصرف آب را افزایش می‌دهد.

بدون کود اوره) نشان دهنده این است که این تیمارها عملکرد دانه را بیشتر از عملکرد بیولوژیک افزایش داده‌اند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که مصرف 150 و 300 کیلوگرم در هکتار اوره، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ در بوته، شاخص کلروفیل برگ‌ها، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و کارایی مصرف آب را نسبت به تیمار شاهد در سطح احتمال پنج درصد افزایش داد اما اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در سنبله و شاخص برداشت نداشت. تجزیه رگرسیون خطی نشان داد که با مصرف کود اوره وزن هزار دانه افزایش یافت. مصرف کودهای آلی (لجن فاضلاب، کمپوست زباله شهری و کود دامی) اکثر صفات زراعی گندم را به جز تعداد سنبله در مترمربع و تعداد سنبله در سنبله افزایش داد. افزایش سطح کود دامی، کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب از 30 به 60 تن در هکتار، بر اکثر صفات زراعی مورد مطالعه (به جز قطر ساقه در محل طوقه و شاخص کلروفیل برگ‌ها) اثر معنی‌داری نداشت. نتایج نشان داد که مصرف توأم کودهای آلی (کود دامی، کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب) با نیتروژن، ویژگی‌های رشد، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم را در مقایسه با کاربرد کودهای آلی بدون مصرف نیتروژن افزایش داد. بیشترین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در تیمار 60 تن در هکتار کود دامی+50% نیتروژن مشاهده شد. با توجه به اینکه مصرف مداوم کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب در درازمدت ممکن است سبب تجمع برخی فلزات سنگین گردد، پیشنهاد می‌شود این موضوع در مطالعات آینده بررسی گردد.

و بهبود شدت فتوسنتز و تسهیم بهتر مواد در دانه‌ها نسبت دادند. افزایش شاخص کلروفیل برگ‌ها، ارتفاع گیاه، تعداد برگ در بوته و قطر ساقه در تیمارهایی که کود آلی دریافت کرده بودند را نیز می‌توان به غلظت بیشتر نیتروژن، منیزیم، منگنز، آهن و غیره در کودهای آلی مورد استفاده نسبت به خاک مربوط دانست (جدول‌های 1 تا 4). افزایش ارتفاع گندم با کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی توسط رامشوار و سینک (1998) و سینک و همکاران (2003) نیز گزارش شده است.

به‌طور کلی، با مصرف کودهای آلی و دامی میزان فشردگی خاک کاهش و میزان تخلخل آن افزایش می‌یابد که موجب بهبود ساختمان خاک، افزایش تهویه و ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شود. بدین ترتیب میزان آب قابل استفاده گیاه در خاک نیز افزایش می‌یابد. مجموعه عوامل مذکور باعث می‌شود تا رشد و گسترش ریشه و جذب عناصر غذایی افزایش یافته و رشد عمومی گیاه بهبود یابد (گاش و همکاران 2004، بلاز و همکاران 2005).

شاخص برداشت نیز بیانگر چگونگی تسهیم مواد پرورده بین اندام‌های رویشی گیاه و دانه است. تغییرات شاخص برداشت وابستگی زیادی به تغییرات عملکرد دانه دارد. بر اساس فرمول شاخص برداشت (نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیک) هر عاملی که باعث شود عملکرد دانه بیشتر از وزن خشک کل تحت تأثیر قرار گیرد، باعث تغییر شاخص برداشت می‌شود (مجیدیان و همکاران 1387). معنی‌دار نبودن اثر کود اوره بر شاخص برداشت نشان دهنده این است که با مصرف کود اوره عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک به‌طور متناسب زیاد شده‌اند. افزایش معنی‌دار شاخص برداشت در برخی تیمارهای دارای کودهای آلی (با و

منابع مورد استفاده

- الماسیان ف، آستارایی ع و نصیری محلاتی م، 1385. تأثیر شیرابه و کمپوست زباله شهری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گندم. مجله بیابان، جلد 11، شماره 1، صفحه‌های 89 تا 98.
- امام ی، سلیمی کوچی س و شکوفا آ، 1388. تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم در شرایط آبی و دیم. مجله پژوهش زراعی ایران، جلد 7، شماره 1، صفحه‌های 321 تا 331.
- حسن‌زاده قورت‌تپه ع و قلاوند ا، 1381. بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه بر عملکرد دانه و کارایی نیتروژن در برخی ارقام آفتابگردان در آذربایجان غربی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال 12، شماره 62، صفحه‌های 11 تا 19.
- رضوان طلب ن، پیرشتی ه، بهمنیار م و عباسیان ر، 1388. ارزیابی کاربرد کمپوست زباله شهری و کود معدنی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری.
- رضوانی س و آسادم ق، 1387. تغییرات ژنتیکی در میزان عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن در ارقام جو اصلاح شده. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. شماره 79، صفحه‌های 2 تا 9.
- زائری ع، 1380. بررسی اثرات تجمعی و باقیمانده لجن فاضلاب بر حرکت املاح، رطوبت خاک و برخی خواص فیزیکی خاک، پایان نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- شهسواری ن و صفاری م، 1384. اثر مقدار نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، جلد 18، شماره 1، صفحه‌های 82 تا 87.
- عباسی م و نجفی ن، 1390. تأثیر شرایط رطوبتی خاک، لجن فاضلاب و کودهای شیمیایی بر کارایی مصرف آب در گیاه برنج. صفحه‌های 301 تا 304. مجموعه مقالات اولین کنگره علوم و فناوریهای نوین کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان.
- کلباسی م، 1375. وضعیت مواد آلی در خاکهای ایران و نقش کود کمپوست. خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم خاک ایران، 10 تا 13 شهریور، آموزشکده کشاورزی کرج، کرج.
- مجیدیان م، قلاوند ا، کریمیان ن و کامگارحقیقی ع ا، 1387. تأثیر تنش رطوبت، کود شیمیایی نیتروژنه، کود دامی و تلفیقی از کود نیتروژن و کود دامی بر عملکرد، اجزای عملکرد و راندمان استفاده از آب ذرت سینگل کراس 704. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال 12، شماره 45، صفحه‌های 417 تا 432.
- محمدیان م و ملکوتی م ج، 1381. ارزیابی تأثیر دو نوع کمپوست بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد ذرت. مجله علوم خاک و آب، جلد 16، شماره 2، صفحه‌های 144 تا 150.
- ملکوتی م ج، 1379. تغذیه متعادل گندم. نشر آموزش کشاورزی، کرج.
- ملکوتی م ج، خوگر ز و خادمی ز، 1383. روش‌های نوین در تغذیه گندم. انتشارات سنا، تهران.
- Anonymous, 1993. Clean Water Act. Section 503 Vol 58 No 32 US Environmental Protection Agency (USEPA), Washington, DC.
- Asing J, Saggat S, Singh J and Bolan NS, 2008. Assessment of nitrogen losses from urea and organic manure with and without nitrification inhibitor, dicyandiamide, applied to lettuce under glasshouse condition. Australian Journal of soil Research 46: 535-541.
- Basu M, Bhadoria PBS and Mahapatra SC, 2008. Growth, nitrogen fixation, yield and kernel quality of peanut in response to lime, organic and inorganic tillage systems on soil fertilizer levels. Bioresource Technology 99: 4675-4683.

- Blaise D, Singh JV, Bonde AN, Tekale KU, and Mayee CD, 2005. Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fiber quality and nutrient balance of rain fed cotton (*Gossypium hirsutum*). *Bioresource Technology* 96: 345-349.
- Bouyoucos GJ, 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agronomy Journal* 54: 494-465.
- Elneggar EM and Elghamry AM, 2001. Comparison of sewage sludge and town refuse as soil conditioners for soil reclamation. *Pakistan Journal of Biological Science* 4: 775-778
- Gagnon B, Simard RR, Robitaille R, Goulet M and Ripux R, 1997. Effect of compost and inorganic fertilizers on spring wheat growth and N uptake. *Canadian Journal of Soil Science* 77: 487-495.
- Ghosh PK, Ramesh P, Bandyopadhyay KK, Tripathi AK., Hati KM, and Misra AK, 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisols of semi-arid tropics. I. Crop yields and systems in performance. *Bioresource Technology* 95: 77-83.
- Gupta PK, 2000. *Soil, Plant, Water and Fertilizer Analysis*. Agrobios, New Delhi, India.
- Hamdi H, Jedidi N, Ayari FA and Mhiri A, 2002. The effect of Tunis urban compost on soil properties, chemical composition of plant and yield. Pp: 383-384. *Proceeding of the International Symposium on Environmental Pollution Control and Waste Management*. Epsom, Tunis.
- Havlin JL, Beaton JD, Tisdale SL and Nelson WL, 1999. *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management*. Sixth Edition, Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Ibrahim M, Hassan AU, Arshad M and Tanveer A, 2010. Variation in root growth and nutrient element concentration in wheat and rice: effect of rate and type of organic materials. *Soil and Environment* 29: 47 – 52.
- Jamil M, Qacim M and Umar M, 2006. Utilization of sewage sludge as organic fertilizer in sustainable agriculture. *Journal of Applied Sciences* 6: 531-535.
- Jones BJ, 2001. *Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis*. CRC Press, USA.
- Karlen DM and Camp CR, 1985. Row spacing plant population, and water management effect on corn in the in the Atlanta coastal plain. *Agronomy Journal* 77: 393-398.
- Kramer PJ, 1983. *Water Relations of Plants*. Academic Press, Florida, USA.
- Lindsay WL and Norvell WA, 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal* 42: 421-428.
- Marcote I, Hernandez R, Garcia T and Polo A, 2001. Influence of successive annual application of organic fertilizer on the enzyme activity of a soil under barley cultivation. *Bioresource Technology* 79:147-154.
- Marschner H, 2003. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, San Diego, CA, USA.
- Mclean EO, 1982. Soil pH and lime requirement. Pp. 199-224. In: Page AL (ed). *Methods of Soil Analysis*. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd ed, ASA and SSSA, Madison USA.
- Mendal KG, Hati KM, Misra AK and Bandyopadhyay KK, 2006 . Assessment of (*Brassica juncea*) in central irrigation and nutrient effects on growth, yield and water use efficiency of Indian mustard India. *Agricultural Water Manangement* 85: 276 -286.
- Mentler A, Partaj T, Strauss P, Soumah H and Blum WE, 2002. Effect of locally available organic manure on maize yield in Guinea, West Africa. Pp.16-20. 17th WCSS Proceedings, 14-21 August, Thailand.
- Mkhabela MS and Warman PR, 2005. The influence of municipal solid waste compost on yield, soil phosphorus availability and uptake by two vegetable crops grown in a pigwash sandy loam soil in Nova Scotia. *Agriculture Ecosystem and Environment* 106: 57-67.

- Nelson DW and Sommers LE, 1982. Total carbon and organic matter. Pp. 539-580. In: Page AL (ed). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Methods. 2nd ed. ASA and SSSA, Madison, USA.
- Oad FC, Buriro UA, and Agha SK, 2004. Effect of organic and inorganic fertilizer application on maize fodder production. Asian Journal of Plant Science 3: 375- 377.
- Olsen SR and Sommers LE, 1982, Phosphorous. Pp. 403-430. In: Page AL (ed). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Methods, 2nd ed. ASA and SSSA, Madison, USA.
- Prasad R, 1996. Cropping systems and sustainable of agriculture. Indian Farming 46: 39-45.
- Ramshwar C and Singh M, 1998. Effect of farmyard manure (FYM) and fertilization on the growth and development of maize and wheat in sequence. Indian Journal of Agricultural Sciences 32:65-70.
- Richards LA, 1969. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. US Salinity Laboratory Staff. Agricultural Handbook No 60. USDA, USA.
- Sharma RK, Agrawal M, and Marshall FM, 2006. Heavy metal contamination in vegetables grown in wastewater irrigated areas of Varanasi, India. Bulletin Environmental Contamination and Toxicology 77: 312-318.
- Shata SM, Mahamoud A and Siam S, 2007. Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 3: 733-739.
- Shirani H, Hajabasi MA, Afyuni M and Hemmat A, 2002. Effects of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran. Soil and Tillage Research 68:179-185.
- Singh D, Chand S, Anvar M and Patra D, 2003. Effect of organic and inorganic amendments on growth and nutrient accumulation by Isabgol (*Plantago ovate* L.) in sodic soil under greenhouse conditions. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences 25: 414-419.
- Tandon HLS, 1995. Micronutrients in Soils, Crops and Fertilizers. Fertilizers Development and Consultation Organization, New Delhi, India.
- Yadav RD, Keshwa GL and Yadva SS, 2002. Effect of integrated use of FYM, urea and sulphur on growth and yield of Isabgol (*Plantago ovate* L.). Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences 25: 668-671.
- Wolf A, Watson M and Wolf N, 2003. Digestion and dissolution methods for P, K, Ca, Mg, and trace elements. Pp. 30-47. In: Peters J B. (ed). Recommended Methods of Manure Analysis. Cooperative Extension Publishing, University of Wisconsin, USA.