نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۲۰۳-۱۸۵

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 1, Spring. 2017, p. 185-203

اثر نوع و نحوه کاربرد تیمارهای کودی بر رشد و عملکرد گیاه دارویی سیر

زهرا امین[۱]- سیف‌اله فلاح[۲*]- علی عباسی سورکی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۹

چکیده

کاربرد کودهای آلی از مهم‌ترین راهبردهای تغذیه‌ای در مدیریت پایدار بوم نظام‌های کشاورزی می‌باشد. از این رو به‌منظور بررسی تأثیر کود آلی و کودهای شیمیایی بر رشد و عملکرد گیاه دارویی سیر، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ با سه تکرار انجام شد. تیمارهای کودی $N_{100}P$، $N_{150}P$ و $N_{200}P$ (به‌ترتیب ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع کود اوره+ نیاز فسفری)؛ $N_{100}PS$، $N_{150}PS$ و $N_{200}PS$ (به‌ترتیب ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع کود اوره+ نیاز فسفری+ نیاز گوگردی)؛ BCM_{100} ، BCM_{150} و BCM_{200} (به‌ترتیب ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع کود گاوی با کاربرد پخش سطحی)؛ SCM_{100}، SCM_{150} و SCM_{200} (به‌ترتیب ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع کود گاوی با کاربرد زیر سطحی) بودند. صفات مورد مطالعه شامل کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کارتنوئید، وزن خشک برگ، ارتفاع بوته، تعداد سیرچه در بوته، وزن سیرچه و عملکرد سیر بود. نتایج نشان دادند که کاربرد کود شیمیایی $N_{150}PS$ بیشترین میزان کلروفیل a با میانگین ۳/۶۶ میلی‌گرم بر گرم را سبب شد. بین تیمارهای SCM_{100} و SCM_{150} با تیمار $N_{100}P$ از نظر تأثیر بر میزان کاروتنوئید اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بر اساس مقایسات گروهی، وزن خشک برگ در تیمارهای کود آلی در مقایسه با کودهای شیمیایی ۱۶/۳ درصد کاهش نشان داد. در حالی‌که، کاربرد گوگرد منجر به افزایش ۳/۵۷ درصدی وزن خشک برگ در مقایسه با تیمارهای بدون گوگرد شدند. تیمارهای شیمیایی $N_{200}P$ و $N_{200}PS$ به ترتیب با میانگین ۹۹۶۵ و ۹۷۱۵ کیلوگرم بر هکتار بیشترین عملکرد غده سیر را به دنبال داشتند، همچنین کاربرد زیرسطحی کود دامی توانست به میزان ۵/۶۳ درصد عملکرد این گیاه را نسبت به کاربرد سطحی افزایش دهد. به‌طور کلی می‌توان بیان نمود برای کاهش مصرف کود شیمیایی در اکوسیستم‌های زراعی، کاربرد زیرسطحی کود دامی برای تولید کمی گیاه دارویی سیر توصیه می‌گردد، ولی چنانچه هدف دستیابی به حداکثر عملکرد غده سیر باشد حداقل ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود شیمیایی لازم است.

واژه های کلیدی: رنگدانه فتوسنتزی، کاربرد زیر سطحی، کود گاوی، گوگرد، مدیریت پایدار

مقدمه

گیاه سیر با نام علمی (*Allium sativum* L.) گیاهی است علفی، دائمی و بعد از پیاز دومین و پرمصرف‌ترین گیاه از جنس آلیوم است که به‌علت داشتن مواد معدنی از اهمیت غذایی بالایی برخوردار است (Baghalian *et al*., 2005).

ترکیب گوگردی سیر که به آن آلیسین گفته می‌شود مسئول فعالیت ضدقارچی، ضدباکتریایی، ضدسرطان این گیاه است و همچنین برای جلوگیری از فشار خون مفید است. عصاره این گیاه دارای اثرهای متعددی از جمله ضدباکتری (Sharma *et al*., 1977) ضد ویروس (Tsai *et al*., 1985) ضدقارچ (Yoshida *et al*., 1987) کاهنده لیپید و کلسترول سرم، کاهنده قند خون و ضد انعقاد (Eidi *et al*., 2004) می‌باشد.

عناصر غذایی نیتروژن و گوگرد موجب استفاده بهتر از کربوهیدرات‌ها و تشکیل پروتوپلاسم می‌شود و در چنین شرایطی که با بزرگ شدن دیواره سلولی همراه است ممکن است منجر به گسترش سطح برگ و استفاده کارآمد از تابش خورشیدی و در نتیجه تجمع بهتر و توزیع ماده خشک در برگ و شاخساره شود. از طرفی نیتروژن و گوگرد در بیوسنتز پروتئین و بسیاری از مولکول‌های زیستی نقش مهمی دارند. از این رو، استفاده ترکیبی نیتروژن و گوگرد باعث بهره‌وری بیشتر این عناصر در گیاه می‌شود و این در حالی است که

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
۲ و ۳- به‌ترتیب استاد و استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
(*- نویسنده مسئول: Email: falah1357@yahoo.com)
DOI: 10.22067/gsc.v15i1.51177

نیتروژن نقش فعالی در فتوسنتز گیاه دارد اما گوگرد به‌طور غیرمستقیم بر فتوسنتز تاثیر می‌گذارد و این امر از طریق بهبود بهره‌وری استفاده از نیتروژن موجود در خاک امکان‌پذیر است، به‌طوری که سرعت فتوسنتز در گیاه افزایش یافته و در نهایت تولید ماده خشک بیشتر می‌شود (Prabhakar *et al*., 2011).

فسفر از جمله عناصر کلیدی به‌شمار می‌رود که وظایف مهمی را در گیاه به عهده دارد. این عنصر در نقل و انتقالات انرژی در فرآیندهای متابولیکی گیاه، تقسیم سلولی، ساختمان فسفولیپیدهای دیواره سلولی، توسعه قسمت‌های زایشی گیاه و رشد و تکامل ریشه ها نقش دارد. نقش فسفر به‌عنوان پرمصرف‌ترین عنصرغذایی بعد از نیتروژن در گیاهان غیرقابل انکار است و کمبود آن رشد گیاه را به شدت محدود می‌سازد (Hasanzadeh *et al*., 2008). بعلاوه فسفر در ساختمان بسیاری از مواد مهم سلولی مانند اسید نوکلئیک نقشی ویژه دارد (Sharma *et al*., 1977). تغذیه فسفر از طریق تولید ریشه‌های عمیق‌تر و فراوان به گیاهان سود می‌رساند. بنابراین تامین این عنصر برای گیاه جهت بدست آوردن عملکرد مطلوب گیاه زراعی ضروری است. روش متداول در کشور برای تأمین نیاز فسفری گیاهان زراعی مصرف کودهای شیمیایی فسفری می‌باشد (Hasanzadeh *et al*., 2008). این عنصر از طریق مصرف کودهای فسفاته و کودهای حیوانی تامین می‌شود. فسفر اغلب به‌صورت فسفات‌های معدنی کم محلول و یا نامحلول و یا به‌صورت فسفر آلی در خاک وجود دارد که به سهولت برای گیاهان قابل استفاده نیستند. به عبارت دیگر کمبود غلظت فسفات‌های قابل جذب خاک‌های زراعی در کشور باعث شده است که از سال‌ها پیش تاکنون برای رفع کمبود فسفر موردنیاز گیاهان، این عنصر را به صورت کودهای شیمیایی فسفردار به خاک اضافه شود (Prabhakar *et al*., 2011).

اگرچه استفاده از کودهای شیمیایی معدنی سریع‌ترین راه برای تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان می‌باشد، اما پیامدهای کاربرد آن‌ها از جمله هزینه‌های زیاد مصرف کودهای شیمیایی، ایجاد آلودگی، تخریب محیط زیست و خاک نگران‌کننده می‌باشد (Zaidi *et al*., 2003). تحقیقات نشان داده است که استفاده مداوم از کودهای شیمیایی عملکرد گیاهان زراعی را به علت اسیدی شدن خاک، افت خصوصیات مطلوب فیزیکی و شیمیایی خاک و نبود ریز مغذی‌ها در کودهای NPK کاهش می‌دهد (Prabhakar *et al*., 2011). این در حالی است که توسعه کاربرد منابع دامی به‌جای منابع شیمیایی می‌تواند نقش مهمی در باروری و حفظ فعالیت‌های زیستی، مواد آلی خاک، سلامت بوم نظام زراعی و افزایش کیفیت محصولات زراعی داشته باشد (Zaidi *et al*., 2003). مواد آلی حاصل از اضافه شدن کود دامی به خاک به دلیل اثرات سازنده‌ای که بر خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک دارند به‌عنوان یکی از ارکان تغذیه‌ای گیاه و باروری خاک شناخته شده‌اند (Sparks, 2003; Tejada *et al*., 2008).

در آزمایشی در دو منطقه خسروشهر و بناب در آذربایجان شرقی نشان داده شد که بیشترین عملکرد پیاز (*Allium Cepa* L.) (۷۱/۱ تن در هکتار) در اثر مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست به دست آمد (Bai Bourdi and Malakouti, 2005). در آزمایشی تحت شرایط آب و هوایی منطقه دماوند نشان داده شد که مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع شیمیایی نسبت به عدم مصرف کود وزن غده‌های سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) را به میزان ۷/۵ درصد افزایش داد. در این آزمایش بیشترین عملکرد در واحد سطح با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد (Sabbagh *et al*., 2014). در بررسی اثر کودهای نیتروژنه و سولفاته، به این نتیجه رسیدند که با توجه به اثر آنتاگونیستی نیتروژن و گوگرد بیشترین عملکرد و بالاترین مقدار جذب نیتروژن و گوگرد توسط پیاز هنگام کاربرد مقادیر بالای نیتروژن (۱۶۰ کیلوگرم در هکتار) و مقادیر متوسط گوگرد (۴۰ کیلوگرم در هکتار) به دست می‌آید (Mollavali *et al*., 2009). در آزمایشی دیگر بر روی گیاه سیر نشان داده شد که مصرف نیتروژن نسبت به شاهد به افزایش وزن غده‌ها منجر می‌شود و بیشترین عملکرد غده در واحد سطح با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد (Roozbahani and Mirzaei, 2006). نتایج تحقیقات نشان داد که مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن به‌ترتیب باعث بهبود ۱۵ و ۲۰ درصدی عملکرد اقتصادی سیر در مقایسه با شاهد شد (Mollafilabia *et al*., 2013). همچنین ال ریحایم (El-Rehim, 2000) بیشترین افزایش عملکرد خشک پیاز گیاه سیر را در شرایط مصرف ۲۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار بدست آورد.

تحقیقات نشان داده است زمانی که استفاده از تغذیه گوگردی افزایش یابد مقدار گوگرد کل ذخیره شده به‌صورت سولفات از ۱۰ درصد به حدود ۵۰ درصد می‌رسد. گوگرد کل گیاه شامل سولفات و ترکیبات آلی گوگرددار می‌باشد. اکسایش گوگرد در خاک ضمن تأمین سولفات مورد نیاز گیاه باعث کاهش pH و آزاد شدن عناصر غذایی می‌شود (Mollafilabia *et al*., 2013). نتایج برخی دیگر از بررسی‌های انجام شده بر گیاه سیر نشان می‌دهد که بیشترین قطر و وزن تر غده مربوط به تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار به ترتیب با ۸۳/۴۵ میلیمتر و ۷/۴۴ گرم بود. همچنین در اندازه‌گیری میزان عناصر موجود در غده نیز استفاده از گوگرد بر میزان آهن، روی و مس در سطح یک درصد و بر میزان منگنز در سطح پنج درصد دارای اثر معنی‌دار بود. به‌طوری‌که میزان آهن، روی، مس و منگنز همگی در مصرف ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد نسبت به سطوح ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و شاهد افزایش نشان داد (Sabbagh *et al*.,

2014).

اضافه کردن کودهای دامی جامد معمولاً به روش پخش سطحی و سپس اختلاط با خاک انجام می‌شود، این در حالی است که برخی گزارش‌ها حاکی از اثربخشی بهتر روش کاربرد زیرسطحی این نوع کودها است (Jacobsen *et al*., 1993).

نتایج پژوهشی حاکی از بیشتر بودن ۶ درصدی عملکرد گندم در شرایط کاربرد نواری کود نیتروژن در مقایسه با پخش سراسری آن بود (Jacobsen and Dubbs, 1987). در مطالعه دیگری در مونتانا معلوم شد که عملکرد جو در شرایط کاربرد ۳۳/۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن همراه بذر در مقایسه با عملکرد سراسری آن حدود ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر بود (Jafarzadeh *et al*., 2014).

از آن‌جایی‌که سیر به‌عنوان یکی از گیاهان دارویی و با اهمیت، کاربرد وسیعی در بین عموم دارد از سوی دیگر اطلاعات در خصوص نقش کودهای آلی در بهبود عملکرد این محصول اندک است بنابراین، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثرات نحوه کاربرد کود دامی با کودهای شیمیایی بر رشد و عملکرد گیاه دارویی سیر در شرایط آب و هوایی شهرکرد اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد واقع در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۲۱۱۶ متر از سطح دریا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در سال زراعی ۱۳۹۳ با سه تکرار انجام شد. قبل از انجام آزمایش نمونه‌ی مرکبی از خاک عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر محل آزمایش تهیه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن در آزمایشگاه به همراه کود گاوی تهیه شده تعیین گردید (جدول ۱).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و کود گاوی مورد استفاده

Table 1- Physical and chemical properties of used soil and cow manure

خصوصیت Properties	واحد Unite	خاک Soil	کود گاوی Cow manure
بافت	-	لومی رسی	-
EC	$dS\ m^{-1}$	0.79	4.3
Ph	–	7.9	9.8
OC	%	0.81	-
N	%	0.07	1.24
P*	kg^{-1} mg	7.3	0.63
K*	kg^{-1} mg	185	0.89

*برای کود گاوی فرم اکسید این عناصر گزارش شده است.

تیمارهای آزمایش شامل سه سطح نیتروژن ۱۰۰، ۱۵۰و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره بعلاوه نیاز فسفری گیاه؛ سه سطح نیتروژن ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره بعلاوه نیاز فسفری و گوگردی گیاه؛ پخش سطحی سه سطح نیتروژن ۱۰۰، ۱۵۰و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع کود گاوی و کاربرد زیرسطحی سه سطح نیتروژن ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع کود گاوی بودند. نیاز فسفری و گوگردی گیاه سیر نیز به ترتیب ۱۰۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. در جدول ۲ شرح تیمارهای کود ارائه شده است.

به‌منظور آماده نمودن بستر کاشت، در اسفند ۱۳۹۳ زمانی که رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه بود، با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار شخم عمیق ایجاد کرده، و از دیسک به‌منظور خرد کردن کلوخه‌ها استفاده شد، سپس عمل تسطیح انجام شد. شخم عمیق و به منظور خرد کردن کلوخ‌ها از دو دیسک استفاده و سپس تسطیح انجام شد. برای گیاه سیر کرت‌هایی با ابعاد ۱/۵×۲/۵ مترمربع و فواصل ۱ متر ایجاد شد. در تیمارهای پخش سطحی کود گاوی با استفاده از شن کش کاملاً با خاک اختلاط داده شد. در تیمارهای کاربرد زیرسطحی نیز کود دامی در شیارهایی به عمق ۱۵ سانتی‌متر قرار داده شد. در تیمارهای کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل، گوگرد و ۵۰ درصد کود اوره (طبق تیمار مربوطه) به کرت‌های مورد نظر اضافه و باقیمانده کود اوره به‌صورت سرک یک ماه پس از کاشت بکار برده شد.

میانگین وزن سیرچه‌ها هنگام کاشت ۲-۳ گرم بود، سپس کشت سیر در ردیف‌هایی به فاصله ۲۵ سانتی‌متر و فواصل سیرچه‌های روی ردیف ۱۲ سانتی‌متری در تاریخ چهاردهم اسفند و در عمق ۳ سانتی‌متری انجام شد. اولین آبیاری پس از کاشت انجام گردید و آبیاری به‌صورت غرقابی با توجه به شرایط محیطی و نیاز گیاه هر ۵ روز یکبار و سه مرحله وجین دستی علف هرز طی فصل رشد انجام شد.

جدول ۲- شرح تیمارهای آزمایشی
Table 2- Description of treatments

نام تیمار	شرح تیمار Treatment description
$N_{100}P$	۲۱۳ + ۲۱۳ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از منبع اوره و سوپرفسفات تریپل 213 + 213 kg/ha in the form of urea and triple super phosphate, respectively
$N_{150}P$	۳۲۰ + ۲۱۳ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از منبع اوره و سوپرفسفات تریپل 320 + 213 kg/ha in the form of urea and triple super phosphate, respectively
$N_{200}P$	۴۲۷ + ۲۱۳ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از منبع اوره و سوپرفسفات تریپل 427 + 213 kg/ha in the form of urea and triple super phosphate, respectively
$N_{100}PS$	۲۱۳ + ۲۱۳ + ۹۹ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از منبع اوره ، سوپرفسفات تریپل و گوگرد گرانوله 213 + 213 + 99 kg/ha in the form of urea , triple super phosphate and sulfur, respectively
$N_{150}PS$	۳۲۰ + ۲۱۳ + ۹۹ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از منبع اوره، سوپرفسفات تریپل و گوگرد گرانوله 320 + 213 + 99 kg/ha in the form of urea , triple super phosphate and sulfur, respectively
$N_{200}PS$	۴۲۷ + ۲۱۳ + ۹۹ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از منبع اوره، سوپرفسفات تریپل و گوگرد گرانوله 427 + 213 + 99 kg/ha in the form of urea , triple super phosphate and sulfur, respectively
BCM_{100}	۲۷ تن در هکتار کود گاوی با کاربرد پخش سطحی ha cow manure as broadcast application /27 ton
BCM_{150}	پخش سطحی ۴۰ تن کود دامی در هکتار ha cow manure as broadcast application/40 ton
BCM_{200}	پخش سطحی ۵۳ تن کود دامی در هکتار ha cow manure as broadcast application/53 ton
SCM_{100}	کاربرد زیرسطحی ۲۷ تن کود دامی در هکتار ha cow manure as subsurface application/27 ton
SCM_{150}	کاربرد زیرسطحی ۴۰ تن کود دامی در هکتار ha cow manure as subsurface application/40 ton
SCM_{200}	کاربرد زیرسطحی ۵۳ تن کود دامی در هکتار ha cow manure as subsurface application/53 ton

برای اندازه‌گیری رنگدانه‌های فتوسنتزی، وزن‌تر و خشک برگ در نهم خرداد ماه نمونه‌برداری تصادفی صورت گرفت. همچنین میانگین ارتفاع بوته سیر، در سه دوره رشدی تا قبل از مرحله برداشت به ترتیب در بیست و سوم فروردین ماه، بیست و سوم اردیبهشت ماه و بیست و سوم خرداد ماه به صورت تصادفی برای ۱۰ بوته تعیین شد.

برای اندازه‌گیری رنگدانه‌های فتوسنتزی با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای در زمانی که ارتفاع بوته‌ها حدود ۲۰ سانتی‌متر شد، تعداد ۱۰ بوته از هر تیمار به طور تصادفی انتخاب و اندام هوایی آن‌ها برش داده شد و کلروفیل a، کلروفیل b و مجموع کلروفیل a و b و کاروتنوئید به روش زیر اندازه‌گیری شد.

استخراج رنگیزه‌های فتوسنتزی از برگ با استون ۸۰ درصد و به روش لیچتن تالر (Lichtenthaler, 1987) انجام گرفت.

به‌منظور اندازه‌گیری وزن تر برگ و ماده خشک برگ، ابتدا تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب، پس از اندازه‌گیری وزن تر برگ در دمای ۷۵ درجه برای مدت ۴۸ ساعت در آون خشک و سپس وزن شدند (Noorbakhshian *et al*., 2007).

برای اندازه‌گیری تعداد سیرچه در بوته، ابتدا تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب، بعد از وزن شدن، مورد شمارش قرار گرفت.

برای اندازه‌گیری عملکرد (در تاریخ دوم تیر ماه)، بوته‌های سیر در مساحت باقیمانده هر کرت برداشت و پس از توزین به‌صورت کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

محاسبات آماری داده‌های آزمایش شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS V9 انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

کلروفیل a

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار کوددهی بر میزان کلروفیل a در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). تیمار

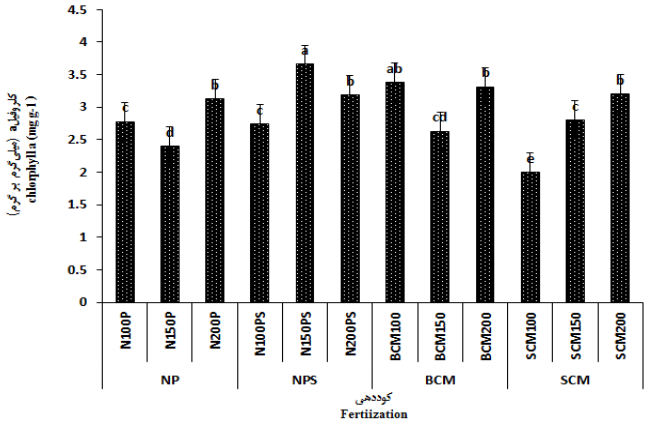
کود شیمیایی $N_{150}PS$ اختلاف معنی‌داری را با تیمار کاربرد سطحی از منبع کود گاوی BCM_{100} نشان نداد. از طرفی، تیمارهای $N_{200}P$، $N_{200}PS$، BCM_{200} و SCM_{200} در رتبه دوم قرار داشتند و با تیمار کود آلی BCM_{100} تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند (شکل ۱).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کوددهی بر رنگدانه‌های فتوسنتزی و وزن خشک برگ گیاه سیر

Table 3- Analysis of variance (mean square) for fertilization effect on photosynthetic pigments and leaf dry weight of plant garlic

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.f	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	کاروتنوئید Carotenoids	وزن خشک برگ Leaf dry weight
بلوک Block	2	0.04^{ns}	0.003^{ns}	0.04^{ns}	0.01^{ns}	0.00005^{ns}
تیمار کودی Fertilizer treatment	11	0.65^{**}	0.09^{**}	1.23^{**}	1.02^{**}	0.0002^{**}
خطا Error	22	0.03	0.008	0.034	0.02	0.00003
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		5.8	9.8	4.5	19.4	10.5
			مقایسات گروهی Group comparisons			
کود آلی در مقابل کودهای شیمیایی OM vs. CF	1	1.6^{**}(−0.1)	0.5^{**} (−0.02)	2.2^{**} (−0.37)	6.2^{**} (+0.02)	(−0.008) 0.0004^{**}
کاربرد زیرسطحی در مقابل سطحی SCM vs. BCM	1	0.03^{ns}(−0.4)	0.001^{ns} (−0.23)	0.06^{ns}(−0.7)	0.06^{ns}(+0.98)	(−0.011) 0.00007^{ns}
گوگرد در مقابل عدم گوگرد S vs. NS	1	0.7^{**}(+0.42)	0.07^{**}(-0.23)	5.6^{**} (+0.06)	3^{**} (−0.69)	(+0.002) 0.0005^{**}

ns و ** به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد. اعداد مثبت و منفی داخل پرانتز بیانگر اختلاف میانگین گروه اول با گروه دوم است.
level of probability, respectively. Positive and negative numbers in parentheses are ns,** are not significant and significant at 1 % indicated the mean difference between the first and second group.



شکل ۱- تأثیر کوددهی بر کلروفیل a گیاه سیر. میانگین‌های دارای حروف متفاوت بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند. N، P و S به‌ترتیب بیانگر نیتروژن، فسفر و گوگرد از منبع کود شیمیایی می‌باشند. BCM و SCM به‌ترتیب بیانگر پخش سطحی و کاربرد زیرسطحی کود گاوی است.

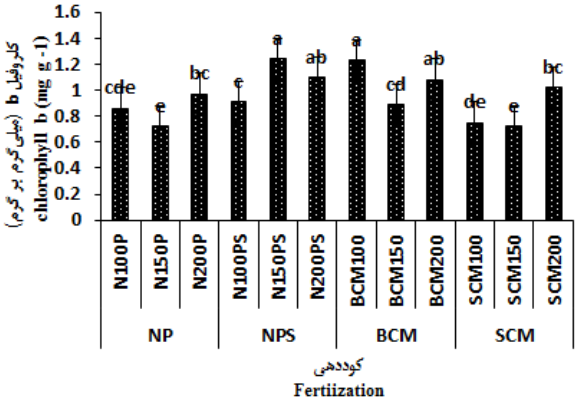
Figure 1- Effect of fertilization on chlorophyll a of garlic plant. Means with different letter, are significantly different (p≤0.05) based on LSD test. N, P and S the nitrogen, phosphorus and sulfur are the source of chemical fertilizer, respectively. BCM and SCM are broadcast and subsurface application of cow manure, respectively.

مقایسات گروهی حاکی از آن است که کودهای آلی در مقابل کودهای شیمیایی و همچنین کاربرد گوگرد در مقابل عدم کاربرد گوگرد در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۳)، همچنین تیمارهای کود شیمیایی با میانگین ۲/۹۸ درصد برتر از تیمار کود آلی بودند.

نیتروژن جزء مهم‌ترین عناصر غذایی پرمصرف در گیاهان است (۹). فزونی کلروفیل a در تیمارهای کود شیمیایی از منبع اوره $N_{150}PS$ و تیمار BCM_{100} ممکن است بدلیل فراهم بودن گوگرد مورد نیاز در آن‌ها بوده که منجر به متابولیسم و آزادسازی بهتر نیتروژن قابل دسترس شده است. سلطانی نژاد (Soltaninezhad, 2013) در طی بررسی‌های که بر روی گیاه خرفه (*Portulaca Oleracea*) انجام داد به این نتیجه رسید که استفاده از سیستم‌های جداگانه کود آلی و شیمیایی منجر به افزایش کلروفیل برگ شد.

کلروفیل b

مطابق نتایج تجزیه واریانس می‌توان بیان نمود که اثر کوددهی بر میزان کلروفیل b برگ گیاه داروئی سیر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). کلروفیل b در تیمارهای آلی از منبع کود گاوی با کاربرد پخش سطحی BCM_{100} و BCM_{200} اختلاف معنی‌داری با تیمارهای کود شیمیایی $N_{150}PS$ و $N_{200}PS$ نداشتند (شکل ۲). علاوه بر این در مقایسات گروهی تیمارها مشخص شد که میزان کلروفیل b در سیستم کودهای آلی نسبت به کودهای شیمیایی کاهش داشته است، و کاربرد گوگرد در مقابل عدم کاربرد گوگرد برای میزان کلروفیل b نیز افزایش معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳). در واقع تشکیل کلروفیل b در گیاه سیر با کاربرد تیمار کود آلی BCM_{100} مشابه تیمار $N_{150}PS$ یا به عبارتی شرایطی است که ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به فرم کود شیمیایی بیشتری دریافت نموده است (شکل ۲).



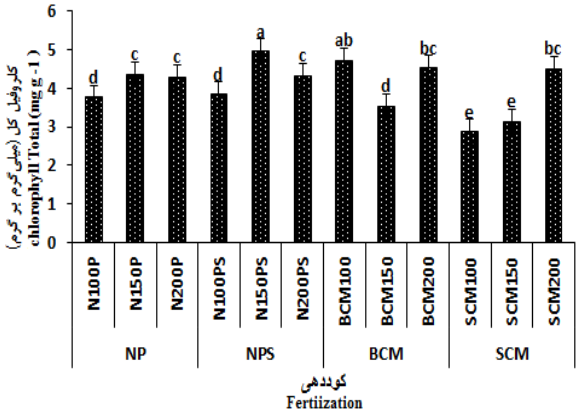
شکل ۲- تأثیر کوددهی بر کلروفیل b گیاه سیر. میانگین‌های دارای حروف متفاوت بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند. N، P و S به‌ترتیب بیانگر نیتروژن، فسفر و گوگرد از منبع کود شیمیایی می‌باشند. BCM و SCM به ترتیب بیانگر پخش سطحی و کاربرد زیرسطحی کود گاوی است.

Figure 2- Effect of fertilization on chlorophyll b of garlic plant. Means with different letter, are significantly different ($p\leq0.05$) based on LSD test. N, P and S the nitrogen, phosphorus and sulfur are the source of chemical fertilizer, respectively. BCM and SCM are broadcast and subsurface application of cow manure, respectively.

نیتروژن علاوه بر ایفا نقش در تشکیل پروتئین‌ها، یک جزء لازم برای مولکول کلروفیل است، عرضه کافی نیتروژن با رشد رویشی زیاد و رنگ سبز تیره ارتباط دارد (Sharma *et al*., 2001). از آنجایی که نیتروژن در ساختار کلروفیل b نیز دخالت دارد، بنابراین دلیل افزایش کلروفیل b شده در تیمارهایی که برتری کلروفیل b دارند را می‌توان به فراهمی بیشتر نیتروژن معدنی نسبت داد، در تیمارهای کود آلی پخش سطحی BCM_{100} احتمالاً دسترسی محدود گیاه به سایر عناصر غذایی از جمله فسفر موجب راندمان پایین نیتروژن و در نتیجه کاهش رشد برگ شده است و بنابراین در برگ‌های کوچک افزایش غلظت کلروفیل b مشاهده شده است. عمرانی (Omrani, 2015) در طی یک بررسی در گیاه خرفه مشاهده نمود که تأمین نیتروژن براساس نیاز گیاهی در تمامی تیمارهای کودی از منبع کودهای آلی (کود مرغی و کود گاوی) و شیمیایی (از منبع اوره و منبع سوپرفسفات تریپل) منجر به افزایش معنی‌داری کلروفیل a و b نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف کود) شد. با افزایش میزان کود نیتروژن، میزان کلروفیل در واحد سطح برگ افزایش یافته است (Eidi *et al*., 2004).

کلروفیل کل

با توجه به نتایج تجزیه واریانس میزان کلروفیل کل در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمار کوددهی قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های ارائه شده در شکل ۳ حاکی از آن است تیمار کودهای شیمیایی $N_{150}PS$ با تیمار کود گاوی با کاربرد سطحی BCM_{100} در سطح یکسانی قرار داشتند، این در حالی بود که تیمار کود شیمیایی $N_{150}PS$ برتری نسبت به سایر تیمارهای کودی نشان داد، همچنین تیمارهای آلی BCM_{200} و SCM_{200} تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. در مقایسات گروهی مشاهده شد که کلروفیل کل در کرت‌های دریافت‌کننده کودهای آلی نسبت به کودهای شیمیایی با کاهش ۹/۵۳ درصدی روبرو شده که علت آن می‌تواند محدودیت رشد گیاه باشد، همچنین میزان کلروفیل کل تیمارهای کاربرد گوگرد به میزان ۴/۳۷ درصد بالاتر از تیمارهای عدم کاربرد گوگرد بود (جدول ۳). با توجه به تأثیر معنی‌دار کوددهی بر میزان کلروفیل a (شکل ۱) و همچنین کلروفیل b (شکل ۲) افزایش کلروفیل کل تحت تأثیر کوددهی قابل انتظار است، در دو تیمار SCM_{100} و SCM_{150} نیز کاهش زیاد کلروفیل کل را می‌توان به کمی کلروفیل a و b نسبت داد.



شکل ۳- تأثیر کوددهی بر کلروفیل کل گیاه سیر. میانگین‌های دارای حروف متفاوت بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند. N، P و S به ترتیب بیانگر نیتروژن، فسفر و گوگرد از منبع کود شیمیایی می‌باشند. BCM و SCM به ترتیب بیانگر کاربرد سطحی و زیرسطحی کود گاوی است.

Figure 3- Effect of fertilization on total chlorophyll of garlic plant. Means with different letter, are significantly different ($p \leq 0.05$) based on LSD test. N, P and S the nitrogen, phosphorus and sulfur are the source of chemical fertilizer, respectively. BCM and SCM are broadcast and subsurface application of cow manure, respectively.

کاروتنوئید

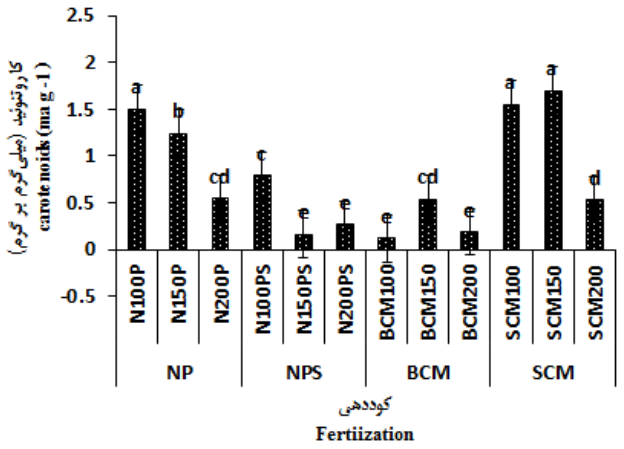
نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که میزان کاروتنوئید تحت تأثیر کوددهی قرار گرفت (جدول ۳). همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود بیشترین میزان کاروتنوئید در تیمارهای کود گاوی با کاربرد زیرسطحی SCM_{100} و SCM_{150} بدست آمده که البته این تیمارها با تیمار کود شیمیایی $N_{100}P$ اختلاف معنی‌داری نداشتند. با توجه به مقایسات گروهی مشخص شده که تیمارهای دریافت کننده کود آلی در مقابل کودهای شیمیایی منجر به افزایش ۲/۶۶ درصدی برای کاروتنوئید شدند، از طرفی، تیمارهای بدون گوگرد از میزان کاروتنوئید بیشتری نسبت به تیمارهای دارای گوگرد برخوردار بود ($p< ۰/۰۱$) (جدول ۳).

در گیاه کاهش مقدار کلروفیل موجب کاهش جذب گاز کربنیک و ظرفیت فتوسنتزی می‌گردد (Javadipour *et al.*, 2011). در طی فتوسنتز، کاروتنوئیدها به عنوان محافظ عمل کرده، با ظهور نهایی رنگ گیاه و با کاهش کلروفیل، میزان کارتنوئید زیاد می‌شود (Deman, 1999). با توجه به کلروفیل a و کلروفیل b تیمارهای کاربرد سطحی و نواری و همچنین تیمارهای شیمیایی (شکل های ۱ و ۲) می‌توان اشاره نمود که زیاد شدن کاروتنوئید در تیمارهای پخش سطحی و یا تیمارهای شیمیایی بدون گوگرد مربوط به کاهش نیتروژن و در نتیجه کاهش ساخت و نگهداری کلروفیل‌ها می‌باشد جعفر زاده و همکاران (Jafarzadeh *et al.*, 2014) گزارش کردند عدم کاربرد نیتروژن باعث افزایش کاروتنوئید در گیاه دارویی همیشه بهار شد.

وزن خشک برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کوددهی بر وزن خشک برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود وزن خشک برگ در تیمار آلی از منبع کود گاوی با کاربرد سطحی BCM_{200} و تیمار شیمیایی $N_{200}PS$ از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار آلی از منبع کود گاوی با کاربرد

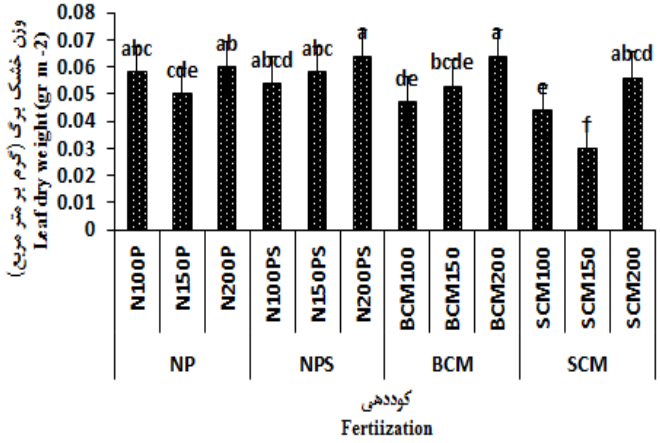
زیرسطحی SCM_{200} و تیمارهای شیمیایی $N_{200}P$، $N_{100}P$، $N_{150}PS$ و $N_{100}PS$ نداشتند.



شکل ٤- تأثیر کوددهی بر کاروتنوئید گیاه سیر. میانگین‌های دارای حروف متفاوت بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند. N، P و S به‌ترتیب بیانگر نیتروژن، فسفر و گوگرد از منبع کود شیمیایی می‌باشند. BCM و SCM به‌ترتیب بیانگر پخش سطحی و کاربرد زیرسطحی کود گاوی است.

Figure 4- Effect of fertilization on the carotenoids of garlic plant. Means with different letter, are significantly different (p≤0.05) based on LSD test. N, P and S the nitrogen, phosphorus and sulfur are the source of chemical fertilizer, respectively. BCM and SCM are broadcast and subsurface application of cow manure, respectively.

بر اساس مقایسات گروهی انجام شده اختلاف کرت‌های دریافت کننده کود آلی در مقایسه با کودهای شیمیایی برای وزن خشک برگ ۱۶/۳ درصد کاهش داشت، رها سازی آهسته نیتروژن از کودهای آلی و همچنین نقش گوگرد در متابولیسم بهتر نیتروژن می‌تواند دلیل این نتایج باشد. از طرفی، مقایسات نشانگر این است که، تیمارهای کاربرد گوگرد در مقابل عدم کاربرد گوگرد ۳/۵۷ درصد با افزایش روبرو بود (جدول ۳).



شکل ٥- تأثیر کوددهی بر وزن خشک برگ گیاه سیر (٨٦ روز پس از کاشت). میانگین‌های دارای حروف متفاوت بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند. N، P و S به‌ترتیب بیانگر نیتروژن، فسفر و گوگرد از منبع کود شیمیایی می‌باشند. BCM و SCM به‌ترتیب بیانگر پخش سطحی و کاربرد زیرسطحی کود گاوی است.

Figure 5- Effect of fertilization on leaf dry weight of garlic plant (86 days after planting). Means with different letter, are significantly different (p≤0.05) based on LSD test. N, P and S the nitrogen, phosphorus and sulfur are the source of chemical fertilizer, respectively. BCM and SCM are broadcast and subsurface application of cow manure, respectively.

بالا بودن وزن خشک برگ در طول رشد برای تیمارهای BCM_{200} و $N_{200}PS$ را می‌توان به اثرات تیمارهای کودی و بالا بودن نیتروژن که به دنبال آن افزایش رشد رویشی و افزایش تعداد و اندازه برگ است نسبت داد، به نظر می‌رسد که تیمارهای آلی با کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کود گاوی (سطحی و نواری) منجر به وضعیت نسبتاً مطلوب در تأمین نیتروژن معدنی شده در مرحله رویشی شده و با سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی و تا حدودی بهبودی در میزان کلروفیل‌ها (شکل ۱، ۲ و ۳) شده باشد، در جدول ۶ نیز چنین ارتباط مستقیمی قابل مشاهده است. در تیمار شیمیایی نسبت به کود آلی $N_{200}PS$ احتمالاً برتری نیتروژن قابل دسترس برای گیاه در کوتاه‌ترین مدت (کود اوره) و گوگرد کافی موجب متابولیسم بهتر نیتروژن شده است، از اینرو می‌توان می‌توان برتری وزن خشک برگ را انتظار داشت. سو و همکاران (Xu *et al.*, 2005) گزارش کردند رشد با سطوح بالاتر از کود آلی در گیاه کلزا باعث رشد بهتر و منجر به عملکرد کل بهتری نسبت به مقادیر پایین‌تر آن است.

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس جدول ۴ نشان داد که ارتفاع بوته (۳۸ ، ۶۸ و ۹۸ روز پس از کاشت) به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار کودی قرار گرفت ($P<۰/۰۱$). مطابق شکل ۷ تیمار شیمیایی $N_{100}P$، $N_{200}P$ و $N_{150}PS$، از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در تیمارهای آلی پخش سطحی از منبع کود گاوی BCM_{100} و BCM_{200} تفاوت معنی‌داری با تیمار کاربرد زیرسطحی از منبع کود گاوی SCM_{100}، SCM_{150} وSCM_{200} نشان نداد. ارتفاع بوته (۶۸ روز پس از کاشت) در تیمار شیمیایی $N_{100}PS$ افزایش معنی‌داری نسبت به سایر تیمارهای کودی از منبع گاوی و کود شیمیایی نشان داد و این در صورتی بود که در تیمار کاربرد زیرسطحی گاوی SCM_{200}، تیمار کاربرد سطحی از منبع گاوی BCM_{100} کاهش ارتفاع بوته (۶۸ روز پس از کاشت) مشاهده شد (شکل ۷).

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کوددهی بر ارتفاع بوته (۳۸، ٦٨ . ۹۸روز پس از کاشت)

Table 4- Analysis of variance (mean square) for fertilization effect on plant height in plant garlic (38, 68 and 98 days after planting)

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	ارتفاع بوته (۳۸ روز پس از کاشت) Plant height (38 days after planting)	ارتفاع بوته (٦٨ روز پس از کاشت) Plant height (68 days after planting)	ارتفاع بوته (۹۸ روز پس از کاشت) Plant height (98 days after planting)
بلوک Block	2	3.5^{ns}	0.03^{ns}	0.5^{ns}
تیمار کودی Fertilizer treatment	11	7.3^{**}	10^{**}	23.3^{**}
خطا Error	22	1.32	0.95	1.06
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		11.6	3.2	2.03
		مقایسات گروهی Group comparisons		
کود آلی در مقابل کودهای شیمیایی OM vs. CF	1	1^{ns}(+0.77)	19.6^{**} (-0.4)	19^{**} (-0.94)
کاربرد زیرسطحی در مقابل سطحی SCM vs. BCM	1	1.3^{ns}(+0.55)	13.9^{**} (-0.14)	10^{**} (+0.05)
کاربرد گوگرد در مقابل عدم کاربرد گوگرد S vs. NS	1	4.5^{ns}(-0.06)	0.02^{ns} (+2.8)	40^{**} (+1.96)

ns و ** به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد. اعداد مثبت و منفی داخل پرانتز بیانگر اختلاف میانگین گروه اول با گروه دوم است.

ns, ** are not significant and significant at 1 % level of probability, respectively.

Positive and negative numbers in parentheses are indicated the mean difference between the first and second group.

ارتفاع بوته (۹۸ روز پس از کاشت) در تیمار کود گاوی با کاربرد سطحی BCM_{150} با تیمارهای شیمیایی $N_{100}PS$ و $N_{150}PS$ و در تیمار کود گاوی با کاربرد سطحی BCM_{150} با تیمار کاربرد زیرسطحی گاوی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در تیمارهای شیمیایی $N_{100}P$ و $N_{200}PS$ کمترین ارتفاع بوته (۹۸ روز پس از کاشت) به‌دست آمد (شکل ۷).

با توجه به مقایسات گروهی ۶۸ روز پس از کاشت، سیستم کودهای شیمیایی در مقابل سیستم کودهای آلی به‌طور معنی‌داری بیشتر بود ($P<۰/۰۵$) و سیستم کود گاوی با کاربرد زیرسطحی در مقابل پخش سطحی نیز کاهش معنی‌داری نشان داده شد (جدول ۴). در مقایسات گروهی برای ۹۸ روز پس از کاشت مشخص شده که کودهای آلی در مقابل کودهای شیمیایی کاهش و کاربرد زیرسطحی کود گاوی در مقابل پخش سطحی آن با افزایش همراه شد و همچنین کاربرد گوگرد در مقابل عدم کاربرد گوگرد توانست ارتفاع بوته (۹۸ روز پس از کاشت) را افزایش دهد (جدول ۴).

از آن‌جایی‌که کود شیمیایی اوره در کوتاه مدت به شکل قابل جذب در دسترس گیاهان قرار می‌گیرد و موجب افزایش عملکرد می‌گردد، به نظر می‌رسد که در تیمارهای شیمیایی، به‌علت اینکه نیتروژن به فرم قابل جذب در در طی رشد رویشی گیاه سیر بوده است، احتمالاً توانسته است با در دسترس قرار دادن نیتروژن معدنی شده در رنگدانه‌های فتوسنتزی و اندام‌های هوایی، منجر به افزایش ارتفاع بوته در بعضی از تیمارهای شیمیایی شود، اما در کود گاوی نواری با تأمین نیتروژن معدنی شده در طی دوره رشد گیاه منجر به افزایش ارتفاع نهایی بوته شده است (شکل ۷).

همان‌طور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود به علت استفاده از کود اوره به عنوان سرک در طی رشد، تیمارهای شیمیایی نسبت به تیمارهای آلی افزایش ارتفاع داشته، در حالی‌که میزان مواد غذایی در کلیه تیمارهای کودی مورد استفاده برای رشد رویشی گیاه مناسب بود. از طرفی، دلیل افزایش ارتفاع بوته در تیمارهای شیمیایی $N_{100}PS$ را می‌توان به دسترسی سریع گیاه به نیتروژن قابل جذب نسبت داد. در این ارتباط نیز عمرانی (Omrani, 2015) در طی پژوهشی گزارش نمود که ارتفاع بوته در گیاه خرفه تیمارهای شیمیایی به دلیل دسترسی به نیتروژن معدنی شده به فرم قابل جذب گیاهان در برداشت نهایی منجر به رشد رویشی گیاه شده و در نهایت باعث بهبود ارتفاع بوته شده است.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کوددهی بر تعداد سیرچه در بوته، وزن سیرچه و عملکرد در گیاه سیر

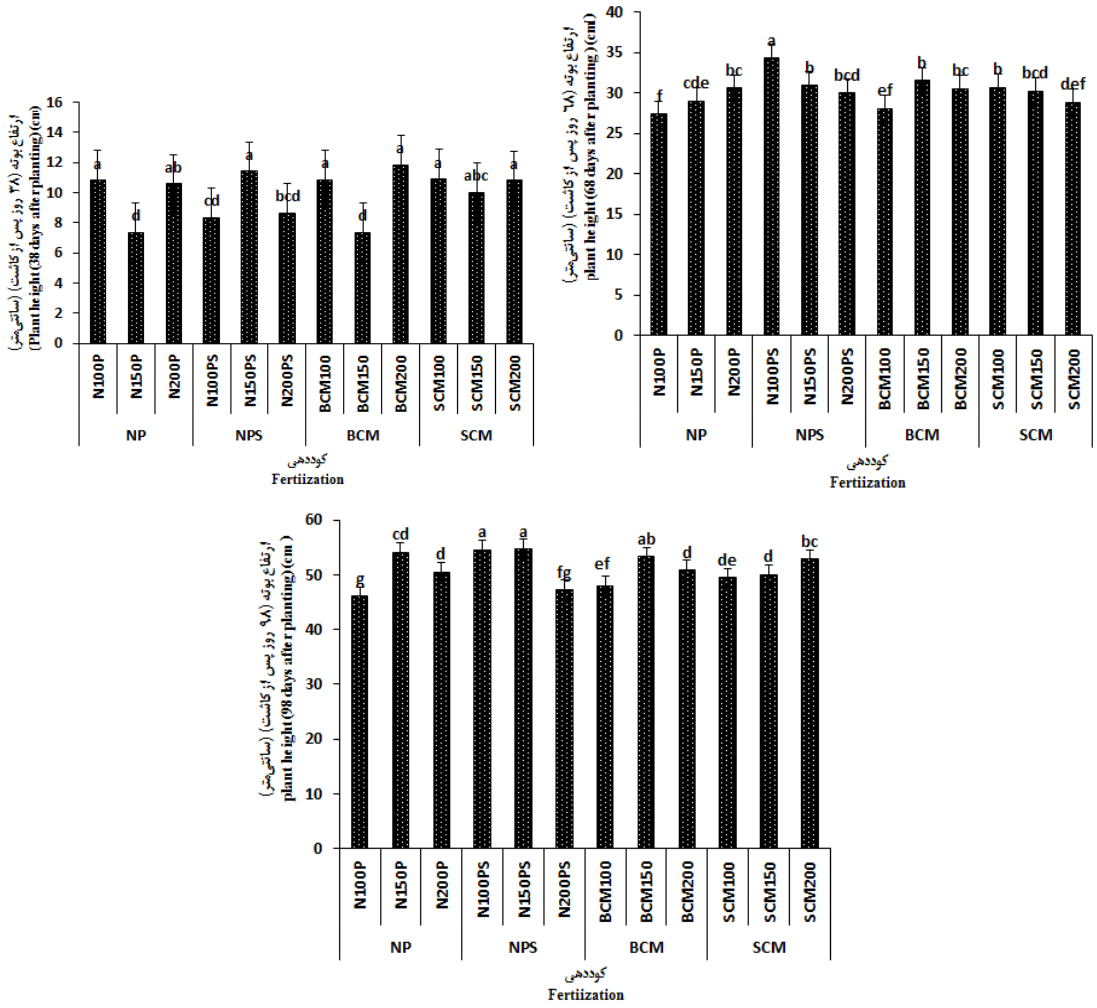
Table 5- Analysis of variance (mean square) for fertilization effect on clove number/plant, clove weight per plantand yeild in plant garlic

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد سیرچه در بوته Clove number per plant	وزن سیرچه Clove weight	عملکرد Yield
بلوک Block	2	0.14^{ns}	2.2^{ns}	493859^{*}
تیمار کودی Fertilizer treatment	11	5.2^{**}	1.17^{**}	3400019^{*}
خطا Error	22	0.19	0.08	107107
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		5	7.15	4.08
		مقایسات گروهی Group comparisons		
کود آلی در مقابل کودهای شیمیایی OM vs. CF	1	0.2^{ns} (+0.15)	1.7^{**}(-0.05)	188744^{ns}(+898.2)
کاربرد زیرسطحی در مقابل سطحی SCM vs. BCM	1	1.5^{**} (+0.56)	0.17^{ns}(+0.2)	6140534^{**} (+414.5)
گوگرد در مقابل عدم گوگرد S vs. NS	1	31.4^{**}(+0.91)	2.9^{**}(-0.7)	5030^{ns} (+125.3)

ns و ** به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد. اعداد مثبت و منفی داخل پرانتز بیانگر اختلاف میانگین گروه اول با گروه دوم است.

ns, ** are not significant and significant at 1 % level of probability, respectively.

Positive and negative numbers in parentheses are indicated the mean difference between the first and second group.



شکل ٦- تأثیر کوددهی بر ارتفاع بوته گیاه سیر (۳۸، ٦٨ و ۹۸ روز پس از کاشت). میانگین‌های دارای حروف متفاوت براساس آزمون LSD در سطح احتمال ٥ درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند. N، P و S به ترتیب بیانگر نیتروژن، فسفر و گوگرد از منبع کود شیمیایی می‌باشند. BCM و SCM به‌ترتیب بیانگر پخش سطحی و کاربرد زیرسطحی کود گاوی است.

Figure 6- Effect of fertilization on on plant height garlic (38, 68 and 98 days after planting). Means with different letter, are significantly different (p≤0.05) based on LSD test. N, P and S the nitrogen, phosphorus and sulfur are the source of chemical fertilizer, respectively. BCM and SCM are broadcast and subsurface application of cow manure, respectively.

تعداد سیرچه در بوته

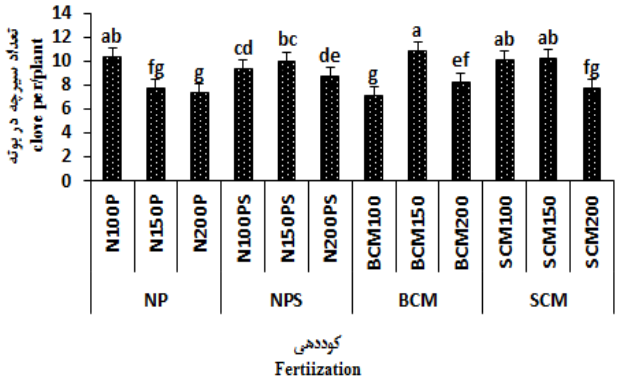
مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس می‌توان اظهار داشت که اثر تیمار کوددهی بر تعداد سیرچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٥). مقایسه میانگین‌ها (شکل ٨) گویا این مطلب است که بیشترین تعداد سیرچه در تیمارهای آلی BCM_{150}، SCM_{100}، SCM_{150} و تیمار شیمیایی $N_{100}P$ مشاهده شد که از نظر آماری اختلافی معنی‌داری نشان ندادند. با توجه به مقایسات گروهی، سیستم کود گاوی زیرسطحی در مقابل پخش سطحی ۶/۴ درصد افزایش را نشان داد و همچنین کاربرد گوگرد در مقابل عدم گوگرد نیز افزایش ۱۰/۸ درصدی داشت (جدول ٥).

افزایش معنی‌داری تعداد سیرچه در تیمارهای آلی BCM_{150}، SCM_{100} و SCM_{150} احتمالاً می‌تواند بر بازار پسندی گیاه دارویی سیر اثر بگذارد. با توجه به شکل ٨ می‌توان بیان نمود در طی تشکیل سیرچه تیمارهای آلی توانسته‌اند عناصر پرمصرف را به همراه برهمکنش آن با دیگر عناصر غذایی موجب متابولیسم بهتر گیاه و افزایش تعداد سیرچه در این تیمارها شود. نوربخشیان و همکاران (Noorbakhshian *et al*., 2007) در تحقیق خود، سیر همدان را

با تعداد متوسط سیرچه ۱۳/۷۴ عدد در پیاز در صدر جدول ژنوتیپ‌های خود قرار داد.

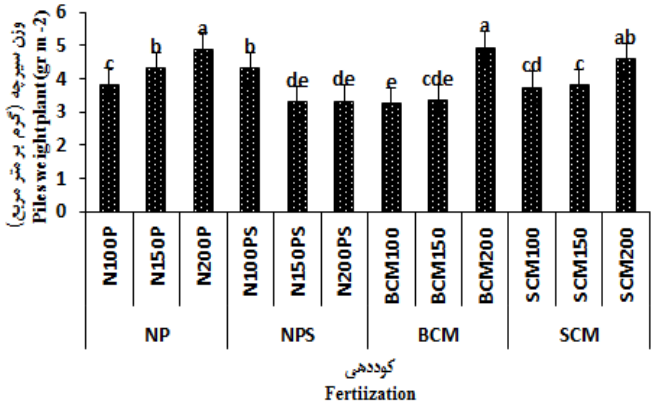
وزن سیرچه

با توجه به نتایج آنالیز واریانس داده‌ها در جدول ۵ می‌توان بیان نمود که اثر کوددهی بر وزن سیرچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. تیمارهای آلی از منبع کود گاوی با کاربرد سطحی BCM_{200} و کاربرد زیر سطحی SCM_{200} و تیمار کود شیمیایی $N_{200}P$ از نظر وزن سیرچه در یک سطح قرار گرفتند. تیمارهای شیمیایی $N_{150}P$ و $N_{100}PS$ نیز نتایج یکسانی را با تیمار آلی با کاربرد زیرسطحی SCM_{200} نشان دادند (شکل ۹). براساس مقایسات گروهی می‌توان بیان نمود که سیستم کودهای آلی در مقابل سیستم کودهای شیمیایی با کاهش ۱/۲ درصدی و کاربرد گوگرد در مقابل عدم کاربرد گوگرد با کاهش ۱۹/۲ درصدی روبه‌رو شد (جدول ۵).



شکل ۷- تأثیر کوددهی بر تعداد سیرچه در بوته گیاه سیر. میانگین‌های دارای حروف متفاوت براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند. N، P و S به ترتیب بیانگر نیتروژن، فسفر و گوگرد از منبع کود شیمیایی می‌باشند. BCM و SCM به‌ترتیب بیانگر پخش سطحی و کاربرد زیرسطحی کود گاوی است.

Figure 7- Effect of fertilization on number of clove per plant. Means with different letter, are significantly different (p≤0.05) based on LSD test. N, P and S the nitrogen, phosphorus and sulfur are the source of chemical fertilizer, respectively. BCM and SCM are broadcast and subsurface application of cow manure, respectively.



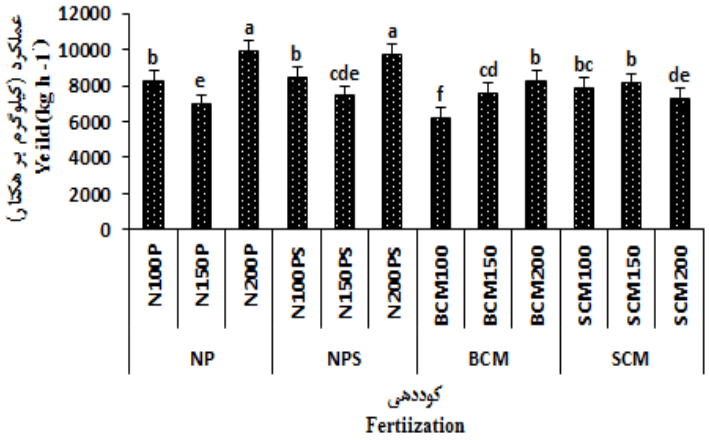
شکل ۸- تأثیر کوددهی بر وزن سیرچه گیاه سیر. میانگین‌های دارای حروف متفاوت براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند. N ، P و S به‌ترتیب بیانگر نیتروژن، فسفر و گوگرد از منبع کود شیمیایی می‌باشند. BCM و SCM به‌ترتیب بیانگر پخش سطحی و کاربرد زیرسطحی کود گاوی است.

Figure 8- Effect of fertilization on plant clove weight of garlic plant. Means with different letter, are significantly different (p≤0.05) based on LSD test. N, P and S the nitrogen, phosphorus and sulfur are the source of chemical fertilizer, respectively. BCM and SCM are broadcast and subsurface application of cow manure, respectively.

نتایج برخی مطالعات نشان داده است که استفاده از انـواع مـواد آلی در خاک به دلیل بهبود خلل و فرج و ظرفیت نگهداری رطوبـت در خاک، افزایش عملکرد سیر را موجب می‌شـود (Jacobsen and Dubbs, 1987). با توجه به شکل ۹ می‌توان بالا بودن وزن سیرچه در بوته در تیمارهای BCM_{200} و $N_{200}P$ را پایین بودن تعداد سیرچه در این تیمارها نسبت داد شکل (۱۰). در این پژوهش وزن سیرچه و تعداد سیرچه رابطه معکوسی داشتند ($y= -0.218x+5.92$ ، y= وزن سیرچه، X= تعداد سیرچه) (جدول ۶)، یعنی در تیمارهایی که تعـداد سیرچه کم می‌باشد گیاه با بالا بردن وزن سیرچه‌ها و در غده‌هایـی که وزن سیرچه کم می‌باشد گیاه با افزایش تعداد سیرچه از کـاهش عملکرد جلوگیری به‌عمل آورده است.

عملکرد

طبق نتایج تجزیه واریانس جدول ۵ عملکرد تحت تأثیر کوددهی قرار گرفت ($P<0.01$). نتایج مقایسه میانگین‌ها در شکل ۱۰ حاکی از آن است تیمارهـای شـیمیایی $N_{200}P$ و $N_{200}PS$ دارای بیشـترین عملکرد بودند. تیمارهای آلی با منبع کود گاوی با کاربرد زیرسطحی SCM_{100} و SCM_{150} و کاربرد سطحی از منبع کود گاوی BCM_{200} بدون اختلاف معنی‌داری با تیمارهای شیمیایی $N_{100}P$ و $N_{100}PS$ در مرتبه بعدی قرار داشتند. در مقایسات گروهی نیز مشخص شـد کـه سیستم کود گاوی با کاربرد زیرسطحی در مقابل پخش سطحی این کود در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۵).



شکل ۹- تأثیر کوددهی بر عملکرد گیاه سیر. میانگین‌های دارای حروف متفاوت بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند. N ، P و S به ترتیب بیانگر نیتروژن، فسفر و گوگرد از منبع کود شیمیایی می‌باشند. BCM و SCM به ترتیب بیانگر پخش سطحی و کاربرد زیرسطحی کود گاوی است.

Figure 9- Effect of fertilization on yield of garlic plant. Means with different letter, are significantly different ($p\leq0.05$) based on LSD test. N, P and S the nitrogen, phosphorus and sulfur are the source of chemical fertilizer, respectively. BCM and SCM are broadcast and subsurface application of cow manure, respectively.

نیتروژن یک ماده معدنی است که به دلیل نقش در ساختار مـواد آلی گیاهان به مقدار زیاد به آن نیاز دارند (Hossain *et al*., 2005) افزایش معنی‌دار عملکرد در تیمارهای شـیمیایی$N_{200}P$ و $N_{200}PS$ را می‌توان به اثرات معدنی شدن و قابلیـت دسترسـی نیتـروژن معـدنی تیمارهای نیتروژن نسبت داد. بـه نظـر مـی‌رسـد کـه در تیمارهـای شیمیایی به دلیل در دسـترس قـرار گـرفتن نیتـروژن معـدنی شـده مصنوعی در طی مرحله زایشی و تشکیل سیرچه می‌توانـد دلیلـی بـر افزایش عملکرد در طی برداشت در تیمارهای یاد شده باشد. از آنجایی که غده سیر مورد مصرف واقع می‌شود می‌توان چنین بیان داشت که کاربرد مقادیر نیتروژن متناسب با برطرف نمودن نیازهای گیاه به سایر عناصر غذایی در پایان فصل رشد نیز افزایش عملکرد گیاه را بـدنبال دارد (Shafea *et al*., 2011). بهمنـی و همکـاران (Mansor Bahmani *et al*., 2013) نشان دادند که کلیـه تیمارهـای دریافـت کننده کود اوره نسبت به شاهد بر عملکرد پیـاز افـزایش معنـی‌داری داشته‌اند. در این آزمایش با افزایش مصرف نیتـروژن تـا سـطح ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد افزایش و با افزایش بیشتر نیتروژن مصرفی عملکرد کاهش یافت احتمـالاً مسـمویت گیـاه در اثـر مصـرف زیـاد نیتروژن باعث کاهش عملکرد شده است. پژوهشی دیگر بر روی پیاز نشان داد که در اثر مصرف کودهای شیمیایی عملکرد غده با افزایش روبـرو شـده اسـت (Mahmoodabadi *et al*., 2013). مگـدی و همکاران (Magdi *et al*., 2009) افزایش ۳۶/۶ درصد عملکرد غـده پیاز را در اثر مصرف کود آلی نسبت به شاهد گزارش کردند.

بررسی ضرایب همبستگی بین وزن خشک برگ و رنگدانه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید) نشان داد که این صفت همبستگی مثبت و معنی‌داری با میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل (به‌ترتیب *۰/۳، **۰/۵۳ و **۰/۵۴) برخوردار بود، این در حالی است که همبستگی وزن خشک برگ با کاروتنوئید رابطه‌ای منفی و معنی‌داری (**۰/۵۶-) داشت. روابط همبستگی ارتفاع بوته (۳۸ روز پس از کاشت) و ارتفاع بوته (۹۸ روز پس از کاشت) با وزن خشک برگ منفی و معنی‌دار نبود. ولی این در صورتی بود که ارتفاع بوته (۹۸ روز پس از کاشت) با ارتفاع بوته (۶۸ روز پس از کاشت) همبستگی مثبت و معنی‌داری (**۰/۶) را نشان داد (جدول ۶). رابطه‌ی مثبت و معنی‌داری بین تعداد سیرچه و ارتفاع بوته (۳۸ روز پس از کاشت) (*۰/۳) مشاهده شد. از آنجایی که تجمع ماده خشک برگ در طول رشد همبستگی مثبت و معنی‌داری را برای کلروفیل‌ها نشان داده می‌توان این‌گونه بیان نمود که در مرحله رویشی به دلیل تأمین نیتروژن معدنی شده از منبع آلی و شیمیایی (اوره) و برهمکنش سایر عناصر غذایی با یکدیگر باعث افزایش سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی شد و با تولید برگ بیشتر منجر به افزایش تجمع ماده خشک برگ شده باشد.

جدول ٦- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در گیاه دارویی سیر

Table 6- Correlation coefficients between traits in medicinal garlic plant

صفات	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	کاروتنوئید Carotenoids	وزن خشک برگ Leaf dry weight	ارتفاع بوته (۳۸ روز پس از کاشت) Plant height (38 days after planting)	ارتفاع بوته (۶۸ روز پس از کاشت) Plant height (68 days after	ارتفاع بوته (۹۸ روز پس از کاشت) Plant height (98 days after	تعداد سیرچه در بوته Clove number per plant	وزن سیرچه در بوته Clove weight per plant	عملکرد Yield
کلروفیل a Chlorophyll a	1										
کلروفیل b Chlorophyll b	0.7**	1									
کلروفیل کل Total chlorophyll	0.8**	0.7**	1								
کاروتنوئید Carotenoids	-0.7**	0.8**	-0.7**	1							
وزن خشک برگ Leaf dry weight	0.3*	0.53**	0.54**	-0.56**	1						
ارتفاع بوته (۳۸ روز پس از کاشت) Plant height (38 days after planting)	0.43**	0.2	0.2	-0.2	-0.002	1					
ارتفاع بوته (۶۸ روز پس از کاشت) Plant height (68 days after planting)	-0.1	-0.02	-0.16	-0.08	0.06	-0.2	1				
ارتفاع بوته (۹۸ روز پس از کاشت) Plant height (98 days after planting)	0.1	0.05	0.1	-0.2	-0.002	-0.1	0.6**	1			
تعداد سیرچه در بوته Clove number per plant	0.01	-0.1	0.13	0.04	0.2	0.3*	0.1	0.1	1		
وزن سیرچه Clove weight per plant	0.01	-0.17	0.13	0.04	0.2	0.17	0.13	0.16	0.1	1	
عملکرد Yield	0.05	-0.06	-0.1	0.02	0.32*	0.01	0.3	-0.1	0.2	0.3*	1

** و * به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می‌باشد.

**, * are significant at 1 % and 5% level of probability, respectively.

ولی رابطه معکوس و معنی‌داری بین وزن خشک برگ و کاروتنوئید مشاهده شده که احتمالاً دلیل این امر را می‌توان به ارتباط کلروفیل‌ها با کاروتنوئید دانست چون با افزایش کلروفیل‌ها (شکل ۱، ۲ و ۳)، کاروتنوئیدها کاهش یافته پس بعید نیست در صورت افزایش وزن خشک برگ (شکل ۶) با کاهش کاروتنوئید مواجه شد (شکل ۴).

همان‌طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود همبستگی مثبت و معنی‌داری (*۰/۳۲) بین عملکرد و وزن خشک برگ وجود داشت. عملکرد و وزن سیرچه رابطه مثبت و معنی‌داری (*۰/۳) داشتند. با توجه به نتایج همبستگی بین عملکرد و وزن خشک برگ و وزن سیرچه در بوته می‌توان اظهار نمود که سیستم کوددهی از منبع آلی و شیمیایی توانسته است منجر به تأمین مطلوب نیتروژن و برهم‌کنش عناصر غذایی با یکدیگر شود که نهایتاً با جذب مواد معدنی از طریق غده باعث وضعیت نسبتاً مطلوب وزن خشک برگ (شکل ۶) و همین امر باعث شده که بین عملکرد (شکل ۱۰) و وزن سیرچه در بوته رابطه مثبت و معنی‌داری مشاهده شود (شکل ۹).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی می‌توان بیان نمود که نحوه و کاربرد کودهای آلی و کودهای شیمیایی اثر زیادی بر عملکرد غده گیاه سیر داشته است. در شرایط استفاده از کود آلی عملکرد غده مشابه کودهای شیمیایی بود. همچنین تغییری در عملکرد کمی سیر ایجاد نکرد. این در حالی است که کاربرد زیرسطحی کود دامی توانست به میزان ۵/۶۳ درصد عملکرد این گیاه را نسبت به کاربرد سطحی افزایش دهد. به‌طور کلی می‌توان بیان نمود که برای کاهش مصرف کود شیمیایی در اکوسیستم‌های زراعی، کاربرد زیرسطحی کود دامی برای تولید کمی گیاه دارویی سیر توصیه می‌گردد، ولی چنانچه هدف دستیابی به حداکثر عملکرد غده سیر باشد حداقل ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود شیمیایی لازم است.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مساعدت مالی دانشگاه شهرکرد در اجرای این پژوهش قدردانی می‌گردد.

References

1. Adediran, J. A., Taiwo, L. B., Akande, M. O., Sobulo, R. A., and Idowu, O. J. 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. Journal of Plant Nutrition 27: 1163-1181.
2. Baghalian, K., Ziai, S. A. Naghavi, M. R., and Naghdi Badi, H. 2005. Pre-planting evaluation of allicin content and botanical traits in Iranian garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. Journal of Medicinal Plants 4(13):50-5. (in Persian).
3. Bai Bourdi, A., and Malakouti, M.J. 2005. Effect of different organic fertilizers (animal manure, compost, and vermicompost) on the yield and quality of red onion in Khosrowshahr and Bonab. Iranian Journal of Soil and Waters Sciences 21 (1): 33-43. (in Persian).
4. Deman, J. M. 1999 Principles of food chemistry (3th ed). Aspen publishers, Inc. Maryland. (in Persian).
5. Eidi, A., Eidi, M., Oryan, S., and Esmaeili, A. 2004. Effect of garlic (*Allium sativum*) extract on levels of urea and uric acid in normal and streptozotocin-diabetic rats Iranian Journal of Pharmaceutical Research 3:52-52 (in Persian).
6. El-Rehim, G. H. A. 2000. Effect of phosphorus fertilization on yield and quality of onion bulb under Egypt condition. Assiut Journal of Agricultural Sciences 31: 115-121.
7. Ghnaya, A. B., Charles, G., Hourmant, A., Hamidaj, B., and Branchard, M. 2009. Physidogical behavior of four rapeseed cultivar (*Brassica napus* L.) submitted to metal stree. Comptes Rendus Biologies 332: 363-370.
8. Hasanzadeh, E., Mazaheri, D., Chaeichi, M.R., and Khavazi, K. 2008. Efficiency of phosphorus solubilizing bacteria and phosphorus chemical facilizer on yield and yield components of barley cultivar. Karoon dar Kavir. Pajouhesh-va-Sazandegi. (77 in Agronomy and Horticulture) 20 (4): 111-118 (in Persian).
9. Hassegawa, R. H., Fonseca, H., Fancelli, A. L., da Silva, V. N., Schammass, E. A., Reis, T. A., and Correˆa, B. 2008. Influence of macro-and micro nutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. Journal of Food Control 19: 36-43.
10. Hossain, M. F., White, S. K., Elahi, S. F., Sultana, N., Choudhury, M. H. K., Alam, Q. K., Rother, J. A., and Gaunt, J. L. 2005. The efficiency of nitrogen fertilizer for rice in Bangladeshi farmers. Field Crops Research 93: 94-107.
11. Islam, M. J., Hossain, A. K. M. M., Khanam, F., Majumder, U. K., Rahman, M. M., and Saifur, M.R. 2001. Effect of mulching and fertilization on growth and yield of garlic at dinajpur in Bangladesh. Asian Journal of Plant Science 6 (1): 98-101.
12. Jackson, G. D., and Dubbs A. L. 1987. Spring wheat and barley response to urea fertilizer placement and nitrogen rate. Montana Agresearch Journal 4: 10-13.
13. Jacobsen, J. S., Tanaka, D. L., and Bauder J. W. 1993. Spring wheat response to fertilizer placement and nitrogen rate with limited moisture. Communications in Soil Science and Plant Analysis 24:187-195.
14. Jafarzadeh, L., Omidi, H., and Bostani, A., 2014. The study of drought stress and bio fertilizer of nitrogen on some

biochemical traits of Marigold medicinal plant (*Calendula officinalis* L.). Journal of Plant Researches 27 (2): 180-193. (in Persian).
15. Javadipour, Z, Movahhedi Dehnavi, M. L., and Balouchi, H. R .2011. Evaluation of photosynthesis parameters, chlorophyll content and fluorescence of safflower cultivars under saline condition. The European Journal of Clinical Pharmacology 6 (2): 35-56. http://ejcp.gau.ac.ir (in Persian).
16. Lichtenthaler, H. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods of Enzymology 148: 350-383.
17. Magdi, A. A., Mohamed, M., and Mohamed, F. 2009. Enhanced yield and quality of onion (*Allium Cepa L. cv Giza6*) produced using organic fertilization. Assiut University Bulletin for Environmental Researches 12 (1): 9-19.
18. Mahmoodabadi, M., Rashidi, O. L., and Fekri, M. 2013. Application of alfalfa residue, poultry manure and potassium fertilizer on some soil properties and onion yield. Journal of Water and Soil 27 (2): 452-461.
19. Mansor Bahmani, S., Saffari, V. R., and Maghsoudi Moud, A. A. 2013. Effect of the Amount and Time of Partitioning of Nitrogen Fertilizer on the Yield and Nitrate Content of Onion in Out-Season Production in. Journal of Horticultural Science 27 (4): 400-410. (in Persian).
20. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2 nd Ed. Academic Press, London.
21. Mazaheri, D., and Majnoon Hosseini, N. 2008. The effect of different levels of nitrogen and plant density on yield and yield components of two cultivars of rapeseed (*Brassica napus* L.) in Hamadan, the Tenth Congress of crop sciences, Tehran, Tehran University Aboureihan (in Persian).
22. Mollafilabia, A., Khorramdel, S., and Shoorideh, H. 2013. Effect of different nitrogen fertilizers and various mulches rates on yield and yield components of garlic (*Allium sativum* L.). Journal of Agroecology 4 (4): 316-326 (in Persian).
23. Mollavali, M., Bolandnazar, S., and Tabatabei S. J. 2009. Effect of ammonium nitrate and potassium sulphate on growth and yield characteristics of onion. Journal of Agricultural Science 27-238. (in Persian).
24. Noorbakhshian, S., Mousavi, A., and Bagheri, H. R. 2007. Evaluation of agronomic traits and path coefficient analysis of yield for garlic cultivars. Agronomy Journal 77: 10-18 (in Persian).
25. Omrani, B. 2015. The response of production and shelf-life of purslane plant to nitrogen and phosphorus supply from different fertilizer sources. M.Sc. thesis of agroecology. Faculty of agriculture. Shahrekord University. P: 141 (in Persian).
26. Pant, H. K., and Reddy, K. R. 2003. Potential internal loading of phosphorus in awetland constructed in agricultural land water research. Water Research 37: 965-972.
27. Pire, R., Ramirez, H., Riera, J., and Gómez de, T. N. 2001. Removal of N, P, K and Ca by an onion crop (*Allium cepa* L.) in a silty-clay soil, in a semiarid region of Venezuela. Acta Horticulturae 555: 103-109.
28. Prabhakar, J. H., Ram, M., Khan, M. A., Kiran, U., and Mahmooduzzafar Abdin, M. Z. 2011. Impact of organic manure and chemical fertilizers on artemisinin content and yield in A*rtemisia annua* L. Industrial Crops and Products 33: 296-301.
29. Roozbahani, A. M., and Iirzaei, M. 2006.The effects of plant density and nitrogen fertilizer amounts as top dressing on yield of potato damavand. Journal of New Findings in Agriculture 1 (1): 13-21. (in Persian).
30. Sabbagh, H., Khorrami Vafa, M., Jalali Honarmand, S., and Beheshti Al Agha, A., 2014. the effect of thiobacillus bacteria , sulfur and manure on the concentration of some minerals in the bulb garlic , herbs and Sustainable Agriculture National Conference, Hamedan, Community Hegmataneh Environmental Assessment (in Persian).
31. Sarmadnya, Gh., and Koochaki, A. 2011. Crop physiology. Publications University of Mashhad, 400.
32. Shafea, L., Saffari, M., Emam, Y., and Mohammadinejad, G. 2011. Effect of nitrogen and zinc Fertilizers on leaf zinc and chlorophyll contents, grain yield and chemic al composition of two maize (*Zea mays* L.) hybrids**.** Seed and Plant Production Journal 27 (2): 235-246. (in Persian).
33. Sharma, N. K., Khaddar, V. K., Misra, S. Y., Sharma, O. R., and Yadav, R. A. 2001. Agronomic efficiency of sulphur fertilizers and its effect on seed yield and chemical comosition of soybean in black clay soil under rained conditions. Research on Crops 2: 25-29.
34. Sharma, V. D., Sethi, M. S., Kumar, A., and Rarotra, J. R. 1977. Antibacterial property of *Allium sativum* L. in vivo and in vitro studies. Indian Journal of Experimental Biology 15: 466-468.
35. Soltaninezhad, F. 2013. Effect of solitary and integrated application of urea fertilizer and cattle manure on cadmium concentration and yield of purslane (*Portulaca oleraceae* L.) medicinal plant. M.Sc. thesis of Agroecology. Faculty of Agriculture. Shahrekord University. 107p. (in Persian).
36. Sparks, D. L. 2003. Environmental soil chemistry. Elsevier Science Press. 367 p.
37. Tejada, M., Gonzalez, J. L., Garcia-Martinez, A. M., and Parrado, J. 2008. Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. Bioresource Technology 99: 1758-1767.
38. Tsai, Y., Cole, L. L., Davis, L. E., Lock wood, S. J., Simmons, V., and Wild G. C. 1985. Antiviral properties of garlic: in vitro effects on influenza B herpessimplex and coxsackie viruses. Planta Medica 4: 460-461.
39. Xu, H. L., Wang, R., Xu, R.Y., Mridha, M. A.U., and Goyal, S. 2005. Yield and quality of leafy vegetables grown with organic fertilizations. Acta Horticulturae 627: 25-33.

40. Yoshida, S., Kasuga, S., Hayashi, N., Ushiroguchi, T., Matsuura, H., and Nakagawa S. 1987. Antifungal activityofajoene derived from garlic. Applied and Environmental Microbiology 53: 615-617.
41. Zaidi, A., Saghir Khan, M., and Amil, M. D. 2003.Interactive effect of rhizotrophic microorganisms on yield and nutrient uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.). European Journal of Agronomy 19: 15- 21.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 1, Spring. 2017, p. 185-203

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۲۰۳-۱۸۵

The Effect of Type and Application Method of Fertilizer Treatments on Growth and Yield of Medicinal Garlic

Z. Amin[1]- S. Fallah[2]*- A. Abbasi Surki[3]

Received: 04-11-2015
Accepted: 08-02-2016

Introduction

Garlic is the second and the most commonly used plant after onion from allium which is very important according to the food value because of its medical and mineral properties. On the other hand, macro nutrients such as nitrogen can cause better accumulation of dry matter with the development of leaf area and the efficient use of solar radiation and distribute it in the leaves and shoots. The usage of organic fertilizers such as cow manure is one of the most important nutritional strategies in the sustainable management in agricultural ecosystems.

Materials and Methods

The experiment was carried out in a randomized complete block design with three replications, at the research farm of agricultural college of Shahrekord University in 2015. Treatments consisted of $N_{100}P$, $N_{150}P$, and $N_{200}P$ (100,150, and 200 kg N/ha in the form of urea + phosphorus requirement, respectively); $N_{100}PS$, $N_{150}PS$, and $N_{200}PS$ (100, 150, and 200 kg N/ha in the form of urea + phosphorus requirement + sulfur requirement, respectively); BCM_{100}, $BCM_{100,}$ and BCM_{100} ((100, 150, and 200 kg N/ha in the form of cow manure as broadcast application); SCM_{100}, $SCM_{100,}$ and SCM_{100} ((100, 150, and 200 kg N/ha in the form of cow manure as subsurface application). In this experiment, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, carotenoids, dry weight of leaf, plant height (38 , 68 and 98 days after planting), number clove per plant, clove weight and garlic yield were measured. All analyses were performed based as randomized complete block design. The data was analyzed using one-way ANOVA and mean comparison was performed by LSD test. The F-test was considered significant at $p < 0.05$ between treatments for fertilizer treatment.

Results and Discussion

The results showed that the effects of fertilization treatments on chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, carotenoids, dry weight of leaf, plant height (38, 68 and 98 days after planting), number of clove plant and clove weight were significant. Treatment of 150 kg N/ha in the form of urea plus sulfur with an average of 3.66 mg/g was the highest amount of chlorophyll a but it did not have significant difference with BCM_{100} treatment. Additionally, the formation of chlorophyll b in garlic with the use of organic fertilizer (BCM_{100} treatment) is similar to those of which 50 kg per hectare more nitrogen was used in the form urea fertilizer. Total chlorophyll of whole plots receiving organic manures decreased by 10.5% compared with chemical fertilizers, also organic treatments BCM_{200} and SCM_{200} did not have significant difference for total chlorophyll. Based on these comparisons, the amount of total chlorophyll of sulfur treatments was by 5.81 higher than treatments with lack of sulfur. Carotenoids in cow manure treatment (SCM_{100} and SCM_{150}) with 100 kg N/ha in the form of urea did not have significant difference. But the amount of carotenoids of other organic and chemical treatments compared with these treatments significantly decreased. For plant height (38 days after planting) in BCM_{100} (10.86 cm) and BCM_{200} (11.83 cm) treatment did not show a significant difference with the SCM_{100} and SCM_{200} treatments. The plant height (68 days after planting) in $N_{100}PS$ with an average of 34.3 cm had a significant increase compared with other fertilizing treatments. Differences of receiving plots of organic fertilizers compared with chemical fertilizers for leaf dry weight has a decrease of 16.3%. Chemical treatments ($N_{200}P$ and $N_{200}PS$ with the average of 9965 and 9715 kg per hectare, respectively) had the highest yield, as well as subsurface application could increase the mean of yield by 5.63 percent in compared with the broadcast application.

1- M.Sc. Student of Agroecology, Faculty of Agriculture, Shahrekord University
2 and 3- Professor and Assistant Professor, respectively, Faculty of Agriculture, Shahrekord University
(*- Corresponding Author Email: falah1357@yahoo.com)

Conclusions

In general it can be concluded which the subsurface application of cow manures in compared to broadcast application had the highest amount of garlic production. Also, in the highest level of nitrogen fertilizer (200 kg nitrogen per hectare), the highest yield was obtained with treatments of chemical fertilizers. However at the level of 150 kg nitrogen per hectare, manure particularly subsurface application was superior to other nitrogen resources. Thus, in order to reduce the use of chemical fertilizers in agricultural ecosystems, subsurface application of manure is recommended to suitable produce garlic plant, but if the goal is to achieve the maximum yield of garlic bulb at least 200 kg N ha^{-1} in the form of chemical fertilizer is required.

Keywords: Cow manure, Photosynthetic pigment, Subsurface application, Sustainable management