

## تأثیر روش کاربرد و سطوح مختلف کود گاوی بر عملکرد و غلظت برخی عناصر غذایی گیاه سیر (*Allium sativum*)

زهرا امین<sup>۱</sup>، \* سیفال‌اله فلاح<sup>۲</sup> و علی عباسی‌سورکی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه زراعت، دانشگاه شهرکرد، آستاد گروه زراعت، دانشگاه شهرکرد،

<sup>۲</sup>آستادیار گروه زراعت، دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۳۰

### چکیده

**سابقه و هدف:** مدیریت افزودن کود یکی از عوامل ضروری جهت موفقیت در کشت گیاهان دارویی است. کاربرد صحیح عناصر غذایی، نه تنها نقش اساسی در افزایش عملکرد دارد، بلکه در بهبود کیفیت محصول تولیدشده نیز مؤثر است. کود دامی دارای مزایایی اکولوژیکی و زراعی است اما پخش سطحی آن در مزرعه نیازمند دسترسی به مقادیر زیادی از این کود است که هزینه اقتصادی و زیست‌محیطی را به دنبال دارد، بنابراین هدف از پژوهش حاضر ارزیابی اثر روش کاربرد و سطوح مختلف کود گاوی بر عملکرد و غلظت برخی عناصر غذایی گیاه سیر بود.

**مواد و روش‌ها:** آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه شهرکرد در سال ۲۰۱۵ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح کود گاوی (۲۷، ۴۰ و ۵۳ تن در هکتار) و دو روش کاربرد کود (پخش سطحی و زیرسطحی) بودند. در این آزمایش صفاتی چون رنگدانه‌های فتوسنتزی، ارتفاع بوته، تعداد سیرچه، وزن سیرچه، عملکرد، غلظت نیتروژن، غلظت فسفر، غلظت پتاسیم، غلظت گوگرد و غلظت نترات سیر اندازه‌گیری شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد بیش‌ترین میزان کلروفیل b در تیمار پخش سطحی ۲۷ تن کود گاوی در هکتار با میانگین ۱/۲۳ میلی‌گرم بر گرم مشاهده گردید. بالاترین ارتفاع بوته برای کاربرد زیرسطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار و پخش سطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار به ترتیب با میانگین ۵۲/۸ و ۵۳/۳ سانتی‌متر مشاهده شد. بیش‌ترین تعداد سیرچه در بوته با میانگین ۱۰/۷۸ سیرچه در تیمار پخش سطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار به دست آمد. بیش‌ترین وزن سیرچه در تیمارهای کاربرد زیرسطحی و سطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار به ترتیب با میانگین ۴/۵۸ و ۴/۹۴ گرم مشاهده شد. بیش‌ترین غلظت نیتروژن مربوط به کاربرد سطحی ۴۳ تن در هکتار کود گاوی با میزان ۱/۹ گرم بر کیلوگرم بود، اما بالاترین میزان فسفر در کاربرد زیرسطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار با میانگین ۱/۸ گرم بر کیلوگرم حاصل شد. کاربرد زیرسطحی ۲۷ تن کود گاوی در هکتار غلظت پتاسیم بیش‌تری نسبت به سایر تیمارها نشان داد. غلظت گوگرد در روش زیرسطحی نسبت به پخش سطحی کود گاوی ۶/۶ درصد افزایش داشت.

\* مسئول مکاتبه: [falah1357@yahoo.com](mailto:falah1357@yahoo.com)

تیمارهای کاربرد زیرسطحی ۲۷ و ۴۰ تن در هکتار و تیمار پخش سطحی ۵۳ تن در هکتار دارای بالاترین میزان عملکرد بودند. غلظت پایین نیترات با کاربرد زیرسطحی ۴۰ تن در هکتار و پخش سطحی ۲۷ و ۵۳ تن در هکتار کود گاوی مشاهده شد.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج، در میان تیمارهای کاربردی، تیمار زیرسطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار بهترین بود، چون دارای بیش‌ترین عملکرد بود و غلظت نیترات در گیاه را نیز کاهش داد.

**واژه‌های کلیدی:** عملکرد، گوگرد، کود گاوی، نیترات

### مقدمه

یکی از عوامل ضروری، جهت موفقیت در کشت گیاهان دارویی مدیریت کود می‌باشد. کاربرد صحیح عناصر و مواد غذایی، نه تنها نقش اساسی در افزایش عملکرد دارد، بلکه در بهبود کمیت و کیفیت محصول تولیدشده نیز مؤثر می‌باشد (۲۰). اگرچه از کودها اغلب برای دستیابی به حداکثر تولید در واحد سطح استفاده می‌شود. اما علاوه بر افزایش تولید، کیفیت محصولات کشاورزی و سلامت محصولات نیز باید مد نظر قرار گیرد (۸).

کود گاوی یک منبع بیولوژیکی ارزشمند است که دارای مزایایی مثبت اکولوژیکی، زیست‌محیطی و زراعی است (۱۱). شیوه‌های مدیریت زراعی این کود ممکن است بتواند با هدف تبدیل منابع کودی برای تولید محصول مفید واقع شود (۴) و علاوه بر این در افزایش بهره‌وری زراعی و کاهش خطرات زیست‌محیطی مؤثر باشد (۲۲).

کودهای دامی از جمله کود گاوی، قادر به افزایش قدرت نگهداری آب توسط خاک، افزایش تنوع میکروبی خاک، بهبود ساختمان فیزیکی خاک و جلوگیری از فرسایش خاک می‌باشد که به همراه تأمین بخشی از مواد غذایی مورد نیاز گیاه، رشد و عملکرد گیاه را بهبود داده و کیفیت و سلامت محصول را افزایش می‌دهد (۳۲). کاربرد زیرسطحی

بستر طیور دارای مزایای زیست‌محیطی در قالب کاهش انتشار آمونیاک و کاهش میزان تلفات مواد مغذی است. در واقع دام‌های نگهداری‌شده در اصطبل ۵۰ تا ۹۵ درصد از نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در علوفه مصرفی را از طریق فضولات دفع می‌کنند، بنابراین بازچرخش کودها می‌تواند منبع بزرگی از عناصر غذایی برای سیستم‌های کشاورزی فراهم کند (۲۸). در این ارتباط می‌توان به گزارش سینگ و همکاران (۱۹۹۸) اشاره نمود که افزایش عملکرد گیاه اسفرزه (*Plantago ovate* Forsk) را در شرایط استفاده از کود گاوی در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی گزارش نمودند (۳۴).

گیاه سیر (*Allium sativum* L.) گیاهی است علفی، دائمی و بعد از پیاز دومین و پرمصرف‌ترین گیاه از جنس آلیوم است. این گیاه اثرات قابل‌توجهی در کاهش فشار خون، پیشگیری از تصلب شرایین، کاهش کلسترول خون و تری‌گلیسرید، مهار تجمع پلاکتی و افزایش فعالیت فیبرینولیتیک دارد (۲۶ و ۳۶).

مصرف نیتروژن در مرحله افزایش وزن سیرچه، به‌دلیل تحریک رشد رویشی اندام‌های مختلف از جمله برگ‌ها باعث کاهش اندازه سیرچه و کاهش عملکرد گیاه سیر می‌شود (۲۶). در این ارتباط نتایج برخی پژوهش‌ها روی اثرات نیتروژن بر عملکرد این محصول نشان داده است که بالاترین عملکرد سیر در

مختلف کود گاوی بر عملکرد و غلظت برخی عناصر غذایی گیاه سیر اجرا گردید.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۲۰۱۵ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۲۱۱۶ متر از سطح دریا اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. تیمارها شامل سه سطح کود گاوی (۲۷، ۴۰ و ۵۳ تن در هکتار به ترتیب جهت تأمین ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و دو روش کاربرد (پخش سطحی و زیرسطحی) بودند. راندمان آزادسازی نیتروژن کود گاوی طی فصل رشد ۰/۳۸ در نظر گرفته شد (۵). قبل از تهیه بستر، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک محل آزمایش نمونه‌برداری شد و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن و همچنین کود گاوی تهیه شده در آزمایشگاه تعیین گردید (۱۰). نتایج آزمون خاک و کود در جدول ۱ ارائه شده است. برای اندازه‌گیری pH و EC خاک به ترتیب از گل اشباع و عصاره گل اشباع استفاده شد. اندازه‌گیری pH و EC کود گاوی پس از تهیه عصاره با نسبت ۱:۱۰ انجام شد.

اعمال تیمارهای کود گاوی بعد از عملیات آماده‌سازی زمین مورد نظر انجام شد. به این صورت که ابتدا کرت‌های آزمایشی با ابعاد ۱/۵×۲/۵ مترمربع و فواصل ۱ متر ایجاد شد. در تیمارهای پخش سطحی کود گاوی با استفاده از شن‌کش کاملاً با خاک مخلوط گردید. در تیمارهای کاربرد زیرسطحی نیز کود گاوی در شیارهایی به عمق ۱۵ سانتی‌متر جایگذاری شد و سپس با چند سانتی‌متر خاک پوشیده شد.

شرایط کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تولید می‌شود (۳۱). از طرفی چنین به نظر می‌رسد که استفاده از انواع مواد آلی بتواند علاوه بر بهبود خلل و فرج، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک و همچنین بهبود تعداد و وزن سیرچه‌ها تحت تأثیر سبک‌تر شدن بافت خاک از طریق خنک نگهداشتن لایه سطحی خاک در شرایط آب و هوایی گرم و همچنین از طریق گرم نمودن لایه سطحی خاک در مناطق سردسیر، عملکرد سیر را افزایش دهد (۱۶).

افزایش مقدار ماده آلی خاک و میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم خاک در کاربرد زیرسطحی کود گاوی در مقایسه با پخش سطحی می‌تواند نشان‌دهنده کاهش میزان مواد مغذی در پخش سطحی این کودها طی آبشویی باشد (۱۲). یکی دیگر از راه‌های کاهش نیتروژن در پخش سطحی می‌تواند به تبخیر یا اکسیداسیون مرتبط باشد، زیرا آمونیوم موجود در کودها بسیار مستعد اکسیداسیون هستند (۱۴). از طرفی، جوکا و مسینجر (۲۰۰۸) گزارش دادند که اختلاط کود با خاک می‌تواند هدروری آمونیاک را از ۵۰ درصد به کم‌تر از ۱۰ درصد نسبت به پخش سطحی کاهش دهد (۱۹). جلوگیری از تلفات نیتروژن می‌تواند در افزایش دسترسی گیاه به نیتروژن مؤثر باشد. در این ارتباط آدکیا و آگبدا (۲۰۱۶) بیان داشتند که استفاده از کود مرغی با روش زیرسطحی منجر به افزایش رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی در مقایسه با روش پخش سطحی شده است (۱).

در خاک‌های آهکی مناطق خشک و نیمه‌خشک استفاده از کودهای آلی برای تقویت حاصلخیزی خاک و در نتیجه سلامت محصول به‌ویژه گیاهان دارویی ضروری است. از طرفی اغلب کشاورزان کود گاوی را به صورت پخش سطحی استفاده می‌کنند که می‌تواند همراه با تلفات باشد، از این‌رو آزمایش حاضر با هدف ارزیابی اثر روش کاربرد و سطوح

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و کود گاوی مورد استفاده.

Table 1. The physical and chemical properties of soil and manure.

کود گاوی Cattle manure	خاک Soil	واحد Unit	خصوصیت Property
-	رسی لوم Clay loam	-	بافت Texture
3.4	0.79	dS m <sup>-1</sup>	هدایت الکتریکی EC
9.8	7.9	-	اسیدیته pH
-	0.81	%	ماده آلی OC
1.24	0.07	%	نیتروژن N
6300	7.3	mg kg <sup>-1</sup>	فسفر* P*
8900	185	mg kg <sup>-1</sup>	پتاسیم* K*

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

The oxide form of these elements has been reported for manure.

برای اندازه‌گیری رنگدانه‌های فتوستتزی در زمانی که ارتفاع بوته‌ها حدود ۲۰ سانتی‌متر شد (۸۳ روز پس از کاشت)، ۱۰ بوته از هر تیمار انتخاب و اندام هوایی آن‌ها برش داده شد و کلروفیل a و کلروفیل b به روش لیچتن‌تالر (۱۹۷۸) اندازه‌گیری شد (۲۳). ارتفاع بوته‌های انتخاب شده از سطح زمین تا انتهای برگ، با استفاده از متر فلزی بر حسب سانتی‌متر قبل از مرحله برداشت (۱۰۰ روز پس از کاشت) اندازه‌گیری شد، سپس میانگین اندازه‌گیری‌های به‌دست آمده برای تجزیه و تحلیل داده‌های مربوطه استفاده گردید.

غده‌های سیر (توده محلی سیر همدان) از یک فروشگاه نهاده کشاورزی در شهرکرد تهیه گردید. میانگین وزنی سیرچه‌ها هنگام کاشت ۲-۳ گرم بود. کاشت سیر در چهاردهم اسفندماه در ردیف‌هایی به فواصل ۲۵ سانتی‌متر، فواصل روی ردیف ۱۲ سانتی‌متر در عمق ۳ سانتی‌متری صورت گرفت. اولین آبیاری پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی با توجه به شرایط محیطی و نیاز گیاهی هر ۵ روز یکبار به‌صورت غرقابی انجام شد. سه مرحله وجین دستی علف‌های هرز طی دوره رشد گیاه نیز انجام گردید.



شکل ۱- تصاویری از رشد و تولید گیاه سیر در آزمایش حاضر.

Figure 1. Photographs showing the production of garlic in the current experiment.

اندازه‌گیری گوگرد غده سیر با روش GAZV و توسط دستگاه اسپکتروفتومتری انجام گردید (۱۰). نیترات به روش کالریمتری بعد از احیاء اندازه‌گیری شد. به این صورت که ابتدا ۰/۱ الی ۰/۵ گرم پودر گیاه (بسته به مقدار نیترات) را توزین و به ارلن‌مایر ۱۰۰ میلی‌لیتری منتقل و میزان ۵۰ میلی‌لیتر اسید استیک اضافه گردید و به مدت ۳۰ دقیقه در شیکر دورانی بهم زده شد و صاف شد. عصاره را از کاغذ صافی عبور داده تا عصاره کاملاً صاف گردید. میزان ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره و ۱۰ میلی‌لیتر از سری محلول‌های استاندارد را پیبت کرده و به لوله آزمایش درب‌دار منتقل و میزان ۰/۵ گرم از پودر مخلوط اضافه و مدت ۳۰ ثانیه به شدت محلول رنگی ایجاد شده را بلافاصله صاف و بعد از ۱۰ دقیقه شدت رنگ ایجاد شده را با اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۴۰ نانومتر قرائت شد (۱۰). آنالیز داده‌های آزمایشی شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و MSTAT-C انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس جدول ۲ بیانگر آن است که میزان کلروفیل a تحت تأثیر سطوح کود گاوی، نحوه کاربرد کود و اثرات متقابل این دو عامل در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت.

در مرحله برداشت (۱۱۰ روز پس از کاشت)، ۱۰ بوته را به‌طور تصادفی انتخاب و پس از خروج غده‌ها از خاک تعداد سیرچه شمارش و سپس وزن سیرچه‌ها توسط ترازوی دیجیتال (Sartorius مدل MG با دقت ۰/۰۱ گرم) توزین شد و میانگین آن‌ها برای تجزیه و تحلیل استفاده شد.

برای عملکرد غده در مرحله برداشت (۱۱۰ روز پس از کاشت)، بوته‌های سیر در مساحت باقی‌مانده هر کرت برداشت و پس از توزین به‌صورت کیلوگرم بر هکتار محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در غده‌ها، ابتدا ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و خشک گردید، سپس به‌وسیله آسیاب برقی خرد گردید. برای تعیین مقدار نیتروژن، یک نمونه ۰/۳ گرمی از هر تیمار توزین و میزان نیتروژن کل با روش هضم، تقطیر و تیتراسیون توسط دستگاه کج‌دال مدل Gerhardt Vapodest اندازه‌گیری شد (۱۷). میزان فسفر به روش هضم با خشک سوزانی و ترکیب با اسید کلریدریک و رنگ‌سنجی فسفو-وانادات مولیبدات با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۷۰ نانومتر قرائت شد (۹). برای پتاسیم نیز نمونه‌های خشک‌شده پس از ساییده‌شدن در هاون در سولفوسالیسیلک اسید ۳ درصد حل شدند و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق انکوبه گردید. میزان پتاسیم عصاره حاصله را با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر اندازه‌گیری شد (۲).

جدول ۲- میانگین مربعات اثر نحوه کاربرد مقادیر مختلف کود گاوی بر رنگدانه‌های فتوسنتزی، ارتفاع بوته، تعداد و وزن سیرچه در گیاه سیر.

**Table 2. The mean squares of effect of application method and different levels of cattle manure on photosynthesis pigments, plant height, clove number and clove weight of garlic.**

وزن سیرچه Clove weight	سیرچه در بوته Clove/plant	ارتفاع بوته Plant height	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل a Chlorophyll a	درجه آزادی df	منبع تغییر S.O.V
0.4*	0.3 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.0065 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	2	تکرار Replication
3.04**	11.09**	18.49**	0.09**	0.65**	2	سطوح کودی Manure rate (M)
0.1 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.25**	0.81**	1	روش کاربرد Application method (A)
0.3*	1.13**	12.7**	0.06**	1.04**	2	M×A
0.09	0.1	0.7	0.0042	0.3	10	خطا Error
7.6	3.53	1.65	6.82	6.2		CV (%)

<sup>ns</sup>, \*\*, \* به ترتیب بیانگر عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.  
<sup>ns</sup>, \*\*, \* are not significant and significant at 1% and 5% level of probability, respectively.

۴۰ تن کود گاوی در هکتار و پخش سطحی ۲۷ تن کود گاوی در هکتار نداشت. علاوه بر این، کاربرد زیرسطحی ۲۷ تن کود گاوی در هکتار اختلاف آماری معنی داری با تیمارهای کاربرد زیرسطحی و سطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار نشان نداد.

با توجه به جدول ۳ می توان بیان نمود که میزان کلروفیل a برای تیمارهای کاربرد زیرسطحی و پخش سطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار به ترتیب با میانگین ۳/۲۴ و ۳/۳۱ میلی گرم در گرم تفاوت معنی داری با تیمارهای کاربرد زیرسطحی و سطحی

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر پخش سطحی و زیرسطحی کود گاوی بر رنگدانه‌های فتوسنتزی، ارتفاع بوته، تعداد و وزن سیرچه در گیاه سیر.

**Table 3. The mean comparison of effect of surface broadcast and subsurface application of cattle manure on photosynthesis pigments, plant height, clove number and clove weight of garlic.**

پخش سطحی Broadcast application			زیرسطحی Subsurface application			کود گاوی Cattle manure (Mg/ha)
27	40	53	27	40	53	
3.38 <sup>a</sup>	2.63 <sup>ab</sup>	3.31 <sup>a</sup>	2.005 <sup>b</sup>	2.8 <sup>ab</sup>	3.24 <sup>a</sup>	کلروفیل a Chlorophyll a (mg/g)
1.23 <sup>a</sup>	0.89 <sup>c</sup>	1.08 <sup>b</sup>	0.75 <sup>d</sup>	0.72 <sup>d</sup>	1.02 <sup>b</sup>	کلروفیل b Chlorophyll b (mg/g)
47.95 <sup>d</sup>	53.3 <sup>a</sup>	50.85 <sup>bc</sup>	49.45 <sup>cd</sup>	50 <sup>c</sup>	52.8 <sup>ab</sup>	ارتفاع بوته Plant height (cm)
9.06 <sup>c</sup>	10.78 <sup>a</sup>	7.99 <sup>d</sup>	10.04 <sup>b</sup>	10.15 <sup>b</sup>	7.59 <sup>b</sup>	تعداد سیرچه در بوته Clove/plant
3.25 <sup>c</sup>	3.34 <sup>bc</sup>	4.94 <sup>a</sup>	3.73 <sup>bc</sup>	3.81 <sup>b</sup>	4.58 <sup>a</sup>	وزن سیرچه Clove weight (g)

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.  
 Means with same letters, haven't significant difference based on LSD test at the probability level of 0.05.

نیترژن علاوه بر ایفا نقش در تشکیل پروتئین‌ها، یک جزء لازم برای مولکول کلروفیل است و عرضه کافی آن با رشد رویشی زیاد و رنگ سبز تیره ارتباط دارد (۳۳). مقادیر متوسط و بالای کود گاوی موجب شده است که عناصر غذایی به‌ویژه نیترژن در زمان سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی در برگ و اندام هوایی در دسترس ریزوسفر ریشه قرار گرفته و در ساختار گیاه شرکت نماید و منجر به افزایش کلروفیل *a* در برگ‌ها شود. در طی پژوهشی عمرانی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که تیمارهای کودی محتوای کلروفیل *a* و کلروفیل *b* گیاه خرفه را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش دادند (۲۸). امیری و همکاران (۲۰۱۳) نیز در طی بررسی‌هایی که بر روی گیاه صبر زرد *Aloe vera L.* انجام دادند به این نتیجه رسیدند که استفاده از کود آلی و شیمیایی منجر به افزایش کلروفیل برگ شد (۳).

اثرات اصلی نحوه کاربرد و سطوح کود گاوی و اثرات متقابل نحوه کاربرد با سطوح مختلف کود گاوی بر میزان کلروفیل *b* تحت‌تأثیر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲)، مقایسه میانگین‌ها جدول ۳ گویای این مطلب است که بیش‌ترین میزان کلروفیل *b* در تیمار پخش سطحی ۲۷ تن کود گاوی در هکتار با میانگین ۱/۲۳ میلی‌گرم بر گرم مشاهده شد و که با تیمارهای کاربرد زیرسطحی و سطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار تفاوت معنی‌داری را نشان داد. هم‌چنین میزان کلروفیل *b* در روش پخش سطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار در مقایسه با کاربرد زیرسطحی آن ۲۳/۶ درصد برتری داشت. از طرفی، تیمارهای ۲۷ و ۴۰ تن کود گاوی در هکتار با کاربرد زیرسطحی به‌ترتیب با میانگین‌های ۰/۷۵ و ۰/۷۲ میلی‌گرم بر گرم از لحاظ کلروفیل *b* اختلافی نداشتند. کود گاوی با رهاسازی تدریجی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه سیر به‌ویژه نیترژن در طی تجزیه میکروبی توانسته است به‌طور هماهنگ نیاز غذایی گیاه را برای سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی فراهم کند و منجر به

افزایش غلظت کلروفیل *b* مذکور شود. قوش و همکاران (۲۰۰۴) نیز افزایش کلروفیل *a* و *b* را در نتیجه استفاده از کود گاوی و کود شیمیایی گزارش کردند (۱۳).

با توجه به جدول ۲ می‌توان بیان نمود که ارتفاع بوته گیاه سیر تحت‌تأثیر اثرات متقابل سطوح کود گاوی و نحوه کاربرد کود و اثر اصلی سطوح کود گاوی قرار گرفته است ( $P < 0/01$ )، اما اثر نحوه کاربرد کود بر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌های ارائه شده در جدول ۳ بیانگر آن است که بیش‌ترین ارتفاع بوته گیاه سیر برای کاربرد زیرسطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار و پخش سطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار به‌ترتیب با میانگین ۵۲/۸ و ۵۳/۳ سانتی‌متر مشاهده شد و تیمارهای یادشده اختلاف معنی‌داری با تیمارهای کاربرد زیرسطحی و سطحی ۲۷ تن کود گاوی داشتند. اما تیمار پخش سطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار اختلاف معنی‌داری با تیمارهای کاربرد زیرسطحی ۲۷ و ۴۰ تن کود گاوی در هکتار نشان نداد.

با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان بیان نمود که کاربرد زیرسطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار با تأثیر بیش‌تر بر محیط ریزوسفر ریشه عناصر غذایی بیش‌تری را برای گیاه فراهم نموده است و در نتیجه با افزایش تقسیم سلولی و طول شدن سلول‌های گیاهی باعث طول شدن ارتفاع گیاه می‌گردد (۲۱). در طی مطالعه‌ای مشخص شده است که کاربرد زیرسطحی کود مرغی نسبت به پخش سطحی منجر به افزایش ارتفاع بوته، سطح برگ، تعداد میوه در بوته و وزن میوه گوجه‌فرنگی شده است (۱).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس در جدول ۲، اثر اصلی سطوح کود گاوی و اثرات متقابل سطوح کود گاوی و نحوه کاربرد بر تعداد سیرچه در گیاه سیر معنی‌دار بود ( $P < 0/01$ )، ولی اثر نحوه کاربرد کود گاوی بر این صفت معنی‌دار نبود. در مقایسه میانگین‌های جدول ۳ مشاهده می‌شود که تعداد سیرچه در پخش سطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار با میانگین ۱۰/۷۸ برتری معنی‌داری نسبت به سایر

معنی‌داری با کاربرد زیرسطحی ۲۷ تن کود گاوی در هکتار نداشتند (جدول ۳).

نتایج بیانگر آن است که فراهم شدن عناصر غذایی ضروری منجر تغذیه مطلوب غده و بزرگ شدن اندازه سیرچه (جدول ۳) به‌خصوص در تیمارهایی که تعداد سیرچه کم‌تری دارند، می‌شود (جدول ۳). زیرا با کاهش تعداد سیرچه فرصت برای تغذیه بهتر و تأمین شرایط مناسب برای غده ایجاد شده تا با تعداد به‌نسبت کم سیرچه در تیمار ۵۳ تن کود گاوی در هکتار (جدول ۳) اندازه سیرچه را افزایش دهد. موسوی و همکاران (۲۰۱۰) طی بررسی تأثیر روش‌های کاربرد کود نیتروژن بر صفات مورفولوژیک و تولید گندم زمستانه گزارش نمودند حداکثر زیست‌توده برآوردشده برای تیمارهای کاربرد نواری و پخش سطحی کود پایه نیتروژن به‌ترتیب ۱۲/۷ و ۶/۷ درصد بیش‌تر از حداکثر زیست‌توده برآورد شده برای تیمار شاهد بدون کود پایه نیتروژن بود (۲۵).

عملکرد گیاه سیر تحت‌تأثیر اثرات اصلی سطوح کود گاوی و نحوه کاربرد کود گاوی و اثرات متقابل این دو عامل قرار گرفت (جدول ۴).

تیمارها دارد. از طرفی، تعداد سیرچه در تیمارهای کاربرد زیرسطحی ۴۰ و ۲۷ تن کود گاوی در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت. به‌نظر می‌رسد که کاربرد زیرسطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار توانسته است در مرحله تشکیل سیرچه و پرشدن غده با در دسترس قرار دادن نیتروژن معدنی شده و دیگر عناصر غذایی موجب افزایش تعداد سیرچه نسبت به سایر تیمارها شود. لیو و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعات خود بیان نمودند که کاربرد زیرسطحی کود مرغی موجب افزایش عملکرد گیاه ذرت گردید (۱۸).

سطوح کود گاوی و اثرات متقابل سطوح کود گاوی و نحوه کاربرد کود گاوی به‌ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد بر وزن سیرچه در گیاه سیر معنی‌دار بود، در صورتی که نحوه کاربرد کود گاوی بر وزن سیرچه معنی‌دار نبود (جدول ۲). در تیمارهای کاربرد زیرسطحی و سطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار کود آلی به‌ترتیب با میانگین ۴/۵۸ و ۴/۹۴ گرم بیش‌ترین وزن سیرچه مشاهده شد و این در حالی بود که تیمارهای کاربرد زیرسطحی و سطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار از لحاظ وزن سیرچه اختلاف

جدول ۴- میانگین مربعات اثر روش کاربرد و سطوح مختلف کود گاوی بر عملکرد، غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، گوگرد و نترات گیاه سیر.

**Table 4. The mean squares of effect of application method and different levels of cattle manure on yield, nitrogen, phosphorus, potassium and sulfur and nitrate concentration of garlic.**

نترات Nitrate	گوگرد Sulfur	پتاسیم Potassium	فسفر Phosphorus	نیتروژن Nitrogen	عملکرد Yield	درجه آزادی df	منبع تغییر S.O.V
1.08 <sup>ns</sup>	1188 <sup>ns</sup>	0.005 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	371613 <sup>ns</sup>	2	تکرار Replication
13.2 <sup>**</sup>	823.5 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>**</sup>	0.008 <sup>**</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	1215975 <sup>**</sup>	2	سطوح کودی Manure rate (M)
3.29 <sup>ns</sup>	2939*	0.02 <sup>**</sup>	0.04 <sup>**</sup>	0.3 <sup>**</sup>	773149*	1	روش کاربرد Application method (A)
161.2 <sup>**</sup>	552.4 <sup>ns</sup>	0.024 <sup>**</sup>	0.14 <sup>**</sup>	0.8 <sup>**</sup>	2754321 <sup>**</sup>	2	M×A
1.33	568.6	0.001	0.002	0.01	121632	10	خطا Error
4.09	3.6	0.6	2.8	9.3	4.6		CV (%)

<sup>ns</sup>، <sup>\*\*</sup> و <sup>\*</sup> به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می‌باشد.

<sup>ns</sup>، <sup>\*\*</sup>، <sup>\*</sup> are not significant and significant at 1% and 5% level of probability, respectively.



زیرسطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار تفاوت معنی‌داری با پخش سطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار و کاربرد زیرسطحی ۲۷ تن کود گاوی در هکتار نشان نداد.

مقایسه میانگین‌های جدول ۵ بیانگر این مطلب است که عملکرد غده در پخش سطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار با میانگین ۸۲۹۶ کیلوگرم بر هکتار اختلاف معنی‌داری با کاربرد زیرسطحی ۲۷ و ۴۰ تن کود گاوی در هکتار نداشت. از طرفی، کاربرد

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر پخش سطحی و زیرسطحی کود گاوی بر عملکرد، غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، گوگرد و نترات گیاه سیر.

**Table 5. The mean comparison of effect of surface broadcast and subsurface application of cattle manure on yield, nitrogen, phosphorus, potassium, sulfur and nitrate concentration of garlic.**

زیرسطحی Subsurface application			پخش سطحی Broadcast application			کود گاوی Cattle manure (Mg/ha)
27	40	53	27	40	53	
7898 <sup>abc</sup>	8144 <sup>ab</sup>	7290 <sup>c</sup>	6206 <sup>d</sup>	7886 <sup>bc</sup>	8296 <sup>a</sup>	عملکرد Yield (kg/ha)
1.2 <sup>b</sup>	0.7 <sup>d</sup>	1.2 <sup>b</sup>	1.3 <sup>b</sup>	1.9 <sup>a</sup>	1.01 <sup>c</sup>	نیتروژن Nitrogen (g/kg)
1.52 <sup>c</sup>	1.54 <sup>c</sup>	1.8 <sup>a</sup>	1.55 <sup>c</sup>	1.67 <sup>b</sup>	1.37 <sup>d</sup>	فسفر Phosphorus (g/kg)
5.1 <sup>a</sup>	4.94 <sup>bc</sup>	4.88 <sup>d</sup>	4.9 <sup>cd</sup>	4.97 <sup>b</sup>	4.85 <sup>c</sup>	پتاسیم Potassium (g/kg)
28.8 <sup>b</sup>	23.4 <sup>c</sup>	33.83 <sup>a</sup>	24.33 <sup>c</sup>	34.23 <sup>a</sup>	24.9 <sup>c</sup>	نترات Nitrate (mg/kg)

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with same letters, haven't significant difference based on LSD test at the probability level of 0.05.

دسترسی بهتر ریشه گیاه سیر به عناصر غذایی شده است، زیرا کود گاوی منجر به حفظ رطوبت، بهبود ساختمان خاک و کاهش اسیدیته در اطراف ریشه می‌شود (۶) و با تأمین عناصر غذایی در مرحله تشکیل و پرشدن غده موجب افزایش نسبی تعداد سیرچه می‌گردد (جدول ۳)، آدکیا و آگدا (۲۰۱۶) بیان داشتند که استفاده از کود مرغی با روش زیرسطحی منجر به افزایش رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی در مقایسه با روش پخش سطحی شده است (۱).

غلظت نیتروژن غده تحت‌تأثیر سطوح کود گاوی قرار نگرفت، اما اثر نحوه کاربرد کود گاوی و اثرات متقابل نحوه کاربرد با سطوح کود بر غلظت نیتروژن

نیتروژن به دلیل نقش در ساختار مواد آلی به مقدار زیادی مورد استفاده گیاهان قرار می‌گیرد (۱۵). عملکرد سیر در روش پخش سطحی به دلیل تلفات زیاد عناصر غذایی در این روش کوددهی با مقدار بالاتری از کود گاوی حاصل شد ولی در تیمار زیرسطحی با سطوح پایین‌تری از کود گاوی حداکثر عملکرد حاصل شد. در واقع سطوح بالاتر کود گاوی در روش ریزسطحی به دلیل زیادی نیتروژن، رشد رویشی زیاد و تأخیر در مرحله تشکیل سیرچه و در نتیجه کاهش نسبی عملکرد را در پی داشت. در کاربرد زیرسطحی کود گاوی در هکتار می‌توان این‌گونه بیان نمود که این شیوه کاربرد کود باعث

گاوی در هکتار اختلاف آماری معنی‌داری نشان ندادند. اما پخش سطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار با میانگین ۱/۶۷ گرم بر کیلوگرم نسبت به کاربرد زیرسطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار اختلاف معنی‌داری را برای غلظت فسفر نشان داد (جدول ۵).

کاربرد زیرسطحی کود گاوی به دلیل جای‌گذاری مناسب کود در داخل خاک و ارتباط مستقیم با محیط ریزوسفر ریشه ممکن است منجر به تثبیت کم‌تر عناصر غذایی موجود در خاک و در دسترس قرار دادن آن‌ها برای گیاه شده باشد. از طرفی، کودهای دامی با حفظ رطوبت و ایجاد دمای مطلوب منجر به افزایش فعالیت ریزجانداران و ترشح اسیدهای آلی شده و در نتیجه با کاهش اسیدیته محیط ریزوسفر ریشه، باعث بهبود جذب دیگر عناصر غذایی در کود می‌شوند. بنابراین همه عوامل ذکرشده در روند افزایش غلظت فسفر در این تیمار می‌توانند دخیل باشند (۱۱). افزایش فسفر قابل دسترس در خاک‌های تیمار شده با کود گاوی به دلیل غنی‌بودن این کودها از نظر فسفر، موجب افزایش فعالیت میکروبی خاک و بالا رفتن سرعت بازپرخش فسفر شده است (۲۹).

نتایج تجزیه واریانس جدول ۴ بیانگر آن است که غلظت پتاسیم تحت‌تأثیر سطوح کود گاوی، نحوه کاربرد کود و اثرات متقابل این دو عامل در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها جدول ۵ نشان می‌دهد که غلظت پتاسیم کاربرد زیرسطحی ۲۷ تن کود گاوی در هکتار با میانگین ۵/۱ گرم بر کیلوگرم اختلاف آماری معنی‌داری با پخش سطحی ۲۷ تن کود گاوی در هکتار دارد. از طرفی، کاربرد زیرسطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار با تیمارهای پخش سطحی ۲۷ تن کود گاوی در هکتار و کاربرد زیرسطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار اختلاف آماری معنی‌داری نشان نداد. هم‌چنین کاربرد

غده گیاه سیر معنی‌دار شد (جدول ۴). بیش‌ترین غلظت نیتروژن در تیمار پخش سطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار با میانگین ۱/۹ گرم بر کیلوگرم حاصل گردید. کاربرد زیرسطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار و کاربرد زیرسطحی و سطحی ۲۷ تن کود گاوی در هکتار از لحاظ غلظت نیتروژن اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. از طرفی، کاربرد زیرسطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار اختلاف معنی‌داری با پخش سطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار داشت (جدول ۵).

به نظر می‌رسد در تیمار پخش سطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار، ممکن است به دلیل محدودیت در دسترسی به سایر عناصر غذایی کاهش رشد و در نتیجه تغلیظ نیتروژن در غده این تیمار انجام شده است که این روند با میزان کلروفیل‌ها در برگ (جدول ۳) این تیمار مشهود است. از طرفی، غلظت نیتروژن تیمارهای کاربرد زیرسطحی و سطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار نیز مرتبط با عملکرد غده است چون همگام با افزایش نسبی عملکرد غده (جدول ۵) در این تیمارها رقیق شدن نیتروژن نیز مشاهده می‌شود (جدول ۵). بخش و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که کاربرد زیرسطحی کود دامی غلظت نیتروژن را در مقایسه با روش پخش سطحی در گیاه ذرت و سویا افزایش داد (۷).

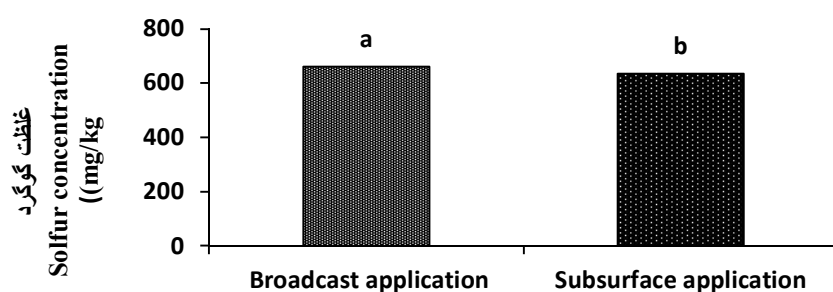
نتایج تجزیه واریانس جدول ۴ نشان داد که غلظت فسفر غده تحت‌تأثیر سطوح کود گاوی و نحوه کاربرد و اثرات متقابل این عوامل آزمایشی قرار گرفت ( $P < 0/01$ ). غلظت فسفر در کاربرد زیرسطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار نسبت به پخش سطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار با ۳۱/۳ درصد افزایش همراه بود. از طرفی، کاربرد زیرسطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار با کاربرد زیرسطحی و سطحی ۲۷ تن کود

سیستم سویا، گندم کاربرد زیرسطحی کود دامی موجب افزایش غلظت پتاسیم گردید (۳۵).

اثر نحوه کاربرد کود گاوی بر میزان غلظت گوگرد در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد، این در حالی است که سطوح کود گاوی و اثرات متقابل سطوح کود گاوی و نحوه کاربرد بر این صفت تأثیر گذار نبود (جدول ۴). بر اساس شکل ۲ می توان بیان نمود که میزان گوگرد در روش زیرسطحی کود گاوی با میانگین ۶۵۶ میلی گرم بر کیلوگرم نسبت به پخش سطحی افزایش نشان داد.

زیرسطحی و سطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار به ترتیب با میانگین ۴/۹۴ و ۴/۹۷ گرم بر هکتار نتایج مشابهی را برای غلظت پتاسیم نشان دادند.

زیادی غلظت پتاسیم در کاربرد زیرسطحی ۲۷ تن کود گاوی در هکتار می تواند ناشی از رشد کم تر و در نتیجه تغلیظ پتاسیم بافت غده باشد. به عبارتی دسترسی پتاسیم در تیمار مذکور مناسب بوده است ولی دیگر عناصر به موازات پتاسیم ممکن است تأمین نشده باشند و همین امر توزان عناصر را بهم زده است. سینگ و همکاران (۲۰۰۲)، بیان نمودند در



شکل ۲- تأثیر نحوه کاربرد مقادیر مختلف کود گاوی بر غلظت گوگرد گیاه سیر. میانگین های دارای حروف متفاوت بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی داری می باشند.

Figure 2. Effect of application method of different amounts of cattle manure on sulfur concentration of garlic plant. Means with different letter, are significantly different based on LSD test.

کود گاوی قرار گرفته است ( $P < 0.01$ ). بیشترین غلظت نیترات در تیمار پخش سطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار و کاربرد زیرسطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار به ترتیب با میانگین ۳۳/۸۳ و ۳۴/۲۳ میلی گرم بر کیلوگرم مشاهده شد. هم چنین تیمارهای مذکور اختلاف معنی داری با کاربرد زیرسطحی ۲۷ تن کود گاوی در هکتار نشان دادند. اما پخش سطحی ۲۷ و ۴۰ تن کود گاوی در هکتار و کاربرد زیرسطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار اختلاف آماری معنی داری از لحاظ غلظت نیترات نداشتند و کمترین غلظت نیترات را نشان دادند (جدول ۵).

پایین تر بودن گوگرد در تیمارهای زیرسطحی نسبت به پخش سطحی کود گاوی ممکن است ناشی از دسترسی مناسب گیاه به عناصر غذایی باشد که با مشارکت این عناصر در رشد و عملکرد موجب رقیق سازی گوگرد شده است. گزارشی مبنی بر تأمین گوگرد مازاد یا عرضه مقدار مساوی از آمونیوم و نیترات وجود دارد که می تواند با جذب مقادیر بالایی از ترکیبات گوگردی منجر به سلامت و کیفیت پیاز کوهی شود (۳۰).

بر اساس جدول ۴ می توان بیان نمود که غلظت نیترات غده گیاه سیر تحت تأثیر اثرات متقابل سطوح

### نتیجه گیری

به طور کلی می توان بیان کرد که نحوه کاربرد مقادیر مختلف کود گاوی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه سیر اثر زیادی داشته است. کاربرد زیرسطحی ۲۷ تن در هکتار کود گاوی عملکردی مشابه پخش سطحی ۵۳ تن کود گاوی در هکتار حاصل نمود و این نتیجه به معنی کاهش مصرف کود دامی در روش زیرسطحی است. اگرچه تیمارها غلظت نیترات غده گیاه سیر از حد استاندارد آن پایین تر بود ولی با این حال غلظت پایین نیترات در تیمارهای ۴۰ و ۵۳ تن در هکتار به ترتیب با روش زیرسطحی و سطحی مشاهده شد. بنابراین کاربرد زیرسطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار علاوه بر حصول حداکثر عملکرد می تواند سطح نیترات را نیز کاهش دهد و محصول سالم تری را تولید نماید.

قابلیت جذب نیترات در گیاهان به نسبت بالا است و تجمع مازاد نیتروژن به فرم نیترات ممکن است ناشی از عدم تطابق بین نیتروژن جذب شده و نیاز گیاه سیر باشد (جدول ۵). بنابراین بالا بودن غلظت نیترات در پخش سطحی ۴۰ تن کود گاوی در هکتار می تواند تأییدی برای زیاد بودن غلظت نیتروژن غده این تیمار باشد (جدول ۵). در همین راستا گزارش شده است که با افزایش میزان نیتروژن بر میزان نیترات برگ کاهو افزوده شد (۳۶). طی بررسی های انجام گزارش شده است که غلظت نیترات در غده های سیب زمینی و پیاز نباید از ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم بر مبنای وزن خشک یا ۶۰ میلی گرم بر مبنای وزن تر تجاوز کند (۲۴).

### منابع

1. Adekiya, A.O., and Agbede, T.M. 2016. Effect of methods and time of poultry manure application on soil and leaf nutrient concentrations, growth and fruit yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). J. Saudi Soc. Agric. Sci. In Press.
2. Aghaem, K., Taei, N., Kanani, M., and Yazdani, M. 2014. Effect of salt stress on some physiological and biochemical parameters of two *Salvia species*. J. Plant Proc. Func. 9: 85-96.
3. Amiri, H.N., Golchin, A., and Mohammadi, J. 2013. The effect of organic fertilizers and organic wastes on *Aloe vera* growth and development. Annal. Biol. Res. 4: 8: 90-95.
4. Annicchiarico, G., Caternolo, G., Rossi, E., and Martinielop, P. 2011. Effect of manure vs. fertilizer inputs on productivity of forage crop models. Int. J. Environ. Res. Pub. Health. 8: 6. 913-1893.
5. Alizadeh, P., Fallah, S., and Raiesi, F. 2012. Potential N mineralization and availability to irrigated maize in a calcareous soil amended with organic manures and urea under field conditions. Int. J. Plant Prod. 6: 4. 493-512.
6. Azeez, J.O., Van Averbeke, W., and Okorogbona, A.O. 2010. Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. Bioresour. Technol. 101: 2499-2505.
7. Bakhsh, A., Kanwar, R.S., and Karlen, D.L. 2005. Effects of liquid swine manure applications on NO<sub>3</sub>-N leaching losses to subsurface drainage water from loamy soils in Iowa. Agric. Ecosyst. Environ. 109: 118-128.
8. Balogh, A., Pepo, P., and Hornok, M. 2006. Interactions of crop year, fertilization and variety in winter wheat management. Cereal Res. Commun. 34: 389-392.
9. Chapman, H.D., and Pratt, P.F. 1961. Method of analysis for soils, plants and waters. University of California. Division of Agriculture Sciences. 93: 1: 68p.
10. Emami, A. 1996. Methods of Plant Analysis. Publication No. 982. Soil and Water Research Institute Press. Tehran. Iran, 120p.
11. Fallah, S., Ghalavand, A., and Khajepour, M.R. 2004. Study chemical properties and corn yield by using organic fertilizer, chemical and combined. J. Environ. Sci. 5: 69-78.

12. Gana, A.K. 2011. Appropriate method for organic manure application for higher sugarcane yield in Nigeria. *J. Agric. Technol.* 7: 6. 1549-1559.
13. Ghosh, P.K., Ajay, K.K., Bandyopadhyay, M.C., Manna, K.G., Mandal, A.K., and Hati, K.M. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphor compost and fertilizer-NPK on three cropping system in vertisols of semi-arid tropics. II. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. *Bioresour. Technol.* 95: 85-93.
14. Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L., and Nelson, W.L. 2005. *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management*, seventh ed. Pearson Education Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
15. 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 Res.* 93: 94-107.
16. 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 J. Plant Sci.* 6: 1. 98-101.
17. Jackson, M.L. 1962. Significance of kaolinite intersalation in clay mineral analysis. In 9th Conf. Clays and Clay Minerals, Pergamon Press, New York, NY, Pp: 424-430.
18. Lui, J., Kleinman, P.J.A., Beegle, D.B., Dell, C.J., Veith, T.L., Saporito, L.S., Han, K., Pote, D.H., and Bryant, R.B. 2016. Subsurface application enhances benefits of manure redistribution. *Agriculture & Environmental Letters.* 1:150003 (2016) doi:10.2134/ael2015.09.0003.
19. Jokela, W.E., and Meisinger, J.J. 2008. Ammonia, emissions from field applied manure: management for environmental and economic benefits. In: Proc. of the 2008 Wisconsin Fertilizer, A glime and Pest Management Conference. 47: 199-208. <<http://www.soils.wisc.edu/extension/wcmc/2008/pap/Jokela.pdf>.
20. Katerji, N., Van Horn, J.W., Hamdy, A., and Mastrorilli, M. 2001. Salt tolerance of crops according to three classification methods and examination of some hypothesis about salt tolerance. *Agric. Water Manage.* 47: 1-8.
21. Khajepour, M.R. 2008. *Principles of Agronomy* (3rd edition). University Jihad Press (Isfahan University of Technology), 654p.
22. Kizilkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentration of spring wheat inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. *Ecol. Eng.* 33: 150-156.
23. Lichtenthaler, H. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods Enzymol.* 148: 350-383.
24. 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. *J. Hort. Sci.* 27: 4. 400-410.
25. Mousavi, S.K., Faizian, M., and Ahmadi, A. 2010. Response of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) canopy, leaf chlorophyll and yield to nitrogen fertilizer application methods. *Iran. J. Field Crop. Res.* 8: 49-60.
26. Omidbaigi, R. 1995. *Approaches to production and processing of medicinal plants*. First volume. Publications Publication designers, 424p.
27. Omrani, B., Fallah, S., and Tadayon, M.R. 2016. The response of photosynthetic pigments and dry matter partitioning and nitrate content in purslane (*Portulaca oleraceae*) to plant nutrition. *J. Plant Proces. Func.* 5: 15. 181-193.
28. 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, Iran.
29. Parham, J.A., Denge, S.P., Raun, W.R., and Johnson, G.V. 2002. Long term cattle manure application in soil I. Effect on soil phosphorus levels, microbial biomass C and dehydrogenase and phosphatase activities. *Biol. Fertil. Soil.* 35: 328-337.

30. Perner, H., Schwarz, D., Krumbein, A., and George, E. 2011. Influence of sulfur supply, ammonium nitrate ratio and arbuscular mycorrhizal colonization on growth and composition of Chinese chive. *Sci. Hort.* 130: 3. 485-490.
31. Rafi, M. 2007. Effects of nitrogen and phosphorus on yield and yield components of Silicone garlic Rāmhormoz. Iranian Horticultural Science Congress. Shiraz University.
32. Maguire, R.O., Peter, J.A., Kleinman, P.J., and Beegle, D.B. 2011. Novel manure management technologies in no-till and forage systems: Introduction to the Special Series. *J. Environ. Qual.* 40: 2. 287-91.
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 composition of soybean in black clay soil under rained conditions. *Res. Crops.* 2: 25-29.
34. Singh, A.K., Bisen, S.S., Singh, R.B., and Biswas, S.C. 1998. Effectiveness of compost towards increasing Productivity of some medicinal plant in sheletal soil. *Adv. Forest. Res. India.* 18: 64-83.
35. Singh, M., Tripathi, A.K., and Reddy, D.D. 2002. Potassium balance and release kinetics of non-exchangeable K in a TypicHaplustert as influenced by cattle manure application under a soybean-wheat system. *Aust. J. Soil Res.* 40: 3. 533-541.
36. Tiftonel, P.A., Granzia, J.D., and Chiesa, A. 2003. Nitrate and dry matter concentration in a leafy lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivar as affected by N fertilization and plant population. *Hort. Sci.* 6: 74. 822. (Abstracts)



---

## Effect of application method and different levels of cattle manure on performance and concentration of some nutrients of garlic (*Allium sativum*)

Z. Amin<sup>1</sup>, \*S. Fallah<sup>2</sup> and A. Abbasi Surki<sup>3</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. Graduate, Dept. of Agronomy, University of Shahrekord, <sup>2</sup>Professor, Dept. of Agronomy, University of Shahrekord, <sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Agronomy, University of Shahrekord

Received: 05/04/2016; Accepted: 05/20/2017

---

### Abstract

**Background and Objectives:** The management of adding fertilizer is one of the essential factors for success in the cultivation of medicinal plants. The precise application of nutrients, not only plays an important role on performance improvement, but also is effective on improving the quality of created products. Animal manure has ecological and agronomic benefits, but its surface broadcast of the manure in the field requires a large amount of such manure which is followed by economical and environmental cost consequences, thus the aim of present research is to evaluate the effect of application method and different levels of manure on performance and concentration of some garlic nutrients.

**Materials and Methods:** The experiment carried out factorially in a randomized complete block design with three replications at the Research Station of Shahrekord University in 2015. Treatments consisted of three levels of cattle manure (27, 40 and 53 ton/ha) and two methods of manure application (surface broadcast and subsurface application). The traits such as photosynthesis pigments, plant height, clove number, clove weight, performance, nitrogen concentration, concentration phosphorus, concentration potassium and sulfur concentration and nitrate concentration were measured.

**Results:** The results showed the highest amount of chlorophyll b observed in surface broadcasting of 27 ton/ha of cattle manure with an average of 1.23 mg/g. The highest plant height observed in subsurface application of 53 ton/ha of cattle manure and surface broadcasting of 40 ton/ha of cattle manure with the averages of 52.8 and 53.3 cm, respectively. The maximum clove number with an average of 10.78 cloves per plant obtained in surface broadcasting of 40 ton/ha of cattle manure. The maximum clove weight was recorded in surface and subsurface application of 53 ton/ha cattle manure, 4.94 and 4.58 g, respectively. The highest concentration of nitrogen is belonged to surface application of 43 ton/ha of cattle manure with average of 1.9 g/kg, but the highest amount of phosphorous gained in subsurface application of 53 ton/ha of cattle manure with average of 1.8 g/kg. The subsurface application of 27 ton/ha of cattle manure showed more potassium concentration than other treatments. Sulfur concentration in subsurface method of cattle manure showed an increase of 6.6 percent than surface broadcasting. Subsurface application treatments of 27 and 40 ton/ha and surface broadcasting treatment of 53 ton/ha had the maximum amount of performance. Low concentrations of nitrate observed in subsurface application of 40 ton/ha and surface broadcast of 27 and 53 ton/ha of cattle manure.

**Conclusion:** According to the results, among the applicable treatments, subsurface treatment of 40 ton/ha of cattle manure was the best, because it had the maximum performance and also reduced the nitrate concentration in garlic.

**Keywords:** Yield, Sulfur, Cattle manure, Nitrate

---

\* Corresponding Author; Email: [falah1357@yahoo.com](mailto:falah1357@yahoo.com)

