نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد هفتم، شماره سوم، ۱۳۹۶
http://ejsms.gau.ac.ir

بررسی تأثیر کودهای شیمیایی و کود گوسفندی بر ویژگی‌های عناصر غذایی برگ پرتقال (رقم تامسون ناول)

صدیقه گران‌ملک[۱]، *شاهین شاهسونی[۲] و شاهرخ قرنجیک[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه صنعتی شاهرود، [۲]استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه صنعتی شاهرود،
[۳]استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی شاهرود

تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۳۰

چکیده

سابقه و هدف: کودهای شیمیایی عمده‌ترین نقش را برای افزایش محصول در واحد سطح ایفا می‌کنند. اما بررسی‌ها نشان داده است استفاده طولانی‌مدت از کودهای شیمیایی با وجود نمک‌های قوی و مخرب خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را تخریب، نفوذپذیری را کاهش، وزن مخصوص ظاهری را افزایش و نفوذپذیری ریشه گیاه را دچار مشکل ساخته و در نهایت باعث کاهش عملکرد محصولات می‌شود. هدف این پژوهش تعیین نسبت مطلوب کودهای شیمیایی و کود گوسفندی به‌منظور کاهش مصرف کودهای شیمیای در تولید مرکبات در منطقه شمال ایران می‌باشد. هدف از انجام این پژوهش تعیین نسبت مطلوب کودهای شیمیایی و دامی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی تأثیر تلفیقی مقادیر مختلف کودهای شیمیایی و کود گوسفندی (گوسفندی) و رسیدن به ترکیب مناسب کودی مرکبات (پرتقال رقم تامسون ناول) آزمایشی در سال ۲۰۱۳ به‌صورت فاکتوریل و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار و ۳ تکرار در یکی از باغ‌های شهرستان ساری به اجرا در آمد. تیمارها شامل سه سطح از کود گوسفندی (۰، ٦ و ۱۲ کیلوگرم به‌ازای هر درخت) و سه سطح از کودهای شیمیایی ماکرو که شامل سولفات آمونیوم، سوپرفسفات‌تریپل و سولفات پتاسیم (صفر، ۳۰ و ٦۰ درصد توصیه بر مبنای آزمون خاک) بودند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ پرتقال در تیمار تلفیقی ٦۰ درصد از کودهای شیمیایی (۹۰ کیلوگرم آمونیوم سولفات، ٦۰ کیلوگرم سوپر فسفات، ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار) و ٦ کیلوگرم کود گوسفندی به‌دست آمد. هم‌چنین بیش‌ترین غلظت کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی در برگ پرتقال تامسون با کاربرد ۳۰ درصد از کودهای شیمیایی (٤٥ کیلوگرم آمونیوم سولفات، ۳۰ کیلوگرم سوپر فسفات، ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار) و ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی حاصل شد. درختان پرتقال مطالعه شده با مصرف ٦۰ درصد از کودهای شیمیایی (۹۰ کیلوگرم آمونیوم سولفات، ٦۰ کیلوگرم سوپر فسفات، ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم برای هر درخت) و ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی بیش‌ترین رشد بهاره و تابستانه را داشتند.

* مسئول مکاتبه: shahsavani2001@yahoo.com

نتیجه‌گیری: در این مطالعه کاربرد تلفیقی ٦۰ درصد از کودهای شیمیایی و ٦ کیلوگرم کود گوسفندی به‌دست آمد. حداکثر جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم برگ میوه تامسون در این تیمار به‌دست آمد. هم‌چنین کاربرد ۳۰ درصد از کودهای شیمیایی و ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی بیش‌ترین غلظت کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی در برگ میوه تامسون ایجاد کرد. با کاربرد ۳۰ درصد از کودهای شیمیایی و ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی بیش‌ترین جذب گوگرد برگ میوه به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: عناصر غذایی، کود گوسفندی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم

مقدمه

مرکبات، گیاهانی درختی یا درختچه‌ای با شاخ و برگ متراکم و یا بوته‌ای همیشه سبز از خانواده روتاسه می‌باشد (۱۰). منشا مرکبات به‌نظر بسیاری از پژوهش‌گران، جنوب‌شرقی آسیا شامل کشورهای مالزی، اندونزی، فیلیپین و هم‌چنین از جنوب هیمالیا تا اندونزی بوده است. در بین این مناطق شاید شمال‌شرقی هند و نواحی شمال برمه موطن و مرکز اصلی مرکبات محسوب می‌شود (۱۱). ارتباط‌های موجود در ژنتیک تکاملی نشان‌دهنده آن است که در سرتاسر ناحیه شرق هندوستان، استرالیا، چین مرکزی، ژاپن و حتی آفریقا گسترش داشته است (۳۳). مرکبات برای رشد طبیعی، تولید و کیفیت نیاز به ۱۷ عنصر ضروری بدون در نظر گرفتن منابع دارند (۲۲). در سیستم تلفیقی نقش کود شیمیایی جبران کردن نیتروژن ربایی باکتری‌ها در اوایل رشد و در نتیجه تسریع تجزیه میکروبی کود گوسفندی و در نهایت فراهم بودن مواد غذایی قابل دسترس است (٤). منوچهری و ملکوتی (۲۰۰۱) سرعت معدنی‌شدن نیتروژن را در چند کود کمپوست، ورمی‌کمپوست و کود گوسفندی در مدت ۹۰ روز در آزمایش گلخانه‌ای بررسی کردند و مقدار نیتروژن معدنی‌شده از کود گوسفندی را ۸۷/۸ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم کود تعیین نمودند (۱۹). سیکورا و اسمیدت (۲۰۰۱) گزارش نمودند که سرعت آزادسازی عناصر غذایی از مواد آلی به‌ویژه نیتروژن کم‌تر از سرعت رهاسازی نیتروژن از کودهای شیمیایی است (۳۲). کود گوسفندی محتوی اکثر عناصر مورد نیاز گیاه برای رشد می‌باشد و میزان این عناصر در کود گوسفندی متفاوت و به نوع، سن، حیوان، تغذیه دام و روش کاربرد کود بستگی دارد، بنابراین در مجموع می‌توان گفت که استفاده از سیستم تغذیه‌ای با ترکیب کود گوسفندی و شیمیایی باعث افزایش عملکرد محصول می‌شود (۱۵). ایرتان و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند که تیمارهایی که نیتروژن آلی در ۳۰۰ گرم هر درخت و پتاسیم آلی اضافه شدند به‌طور معنی‌داری فسفر و پتاسیم قابل دسترس بیش‌تری نسبت به بقیه تیمارها داشتند ولی مقدار کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی ثابت نبود (۹). کیواگییو و همکاران (۲۰۱۱) پژوهش‌هایشان بر روی مرکبات نشان داد پاسخ عملکرد به نیتروژن به کل نیتروژن برگ وابسته بود، به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان نیتروژن ۲۳ گرم بر کیلوگرم و کم‌ترین میزان ۱۸ گرم بر کیلوگرم بود. پاسخ به عملکرد فسفر و پتاسیم هم در خاک‌هایی قابل مشاهده بود، که به‌ترتیب ۲۰ میلی‌گرم فسفر و ۲۰ میلی‌مول پتاسیم داشتند (۲٦). براساس این اطلاعات کودهای مورد نیاز برای مرکبات براساس آنالیز فسفر و پتاسیم خاک و نیتروژن برگ خواهد

بود. در مطالعه دیگری مشخص شد جذب نیتروژن توسط ذرت در خاک‌های حاوی کودهای آلی نسبت به شاهد افزایش نشان داد که دلیل آن را افزایش نیتروژن خاک در نتیجه مصرف کودهای آلی دانستند (۸). از طرفی عموماً استفاده از کمپوست یا ترکیبات آلی دیگر در خاک به تنهایی قادر به تامین نیتروژن مورد نیاز گیاهان نیست، افزودن کودهای شیمیایی نیتروژنه به آن ضروری است. بدیهی است با مصرف توام کودهای آلی و معدنی می‌توان مقدار مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داد (۲۷). هدف این پژوهش تعیین نسبت مطلوب کودهای شیمیایی و کود گوسفندی به‌منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی در تولید مرکبات در منطقه شمال ایران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۲ بر روی درختان پنج‌ساله پرتقال تامسون ناول، تعداد کل تیمارها ۲۷ پلات (هر پلات شامل سه درخت) به فاصله پنج متر از یکدیگر در یکی از باغ‌های شهرستان ساری با موقعیت جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۳۳ دقیقه عرض جغرافیایی شمالی که خاک آن حاوی کربن آلی کمی بود (کربن آلی در عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متر به‌ترتیب ۱/۸۶ و ۱/۳۰ درصد) اجرا شد. قبل از اجرای طرح از اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک برای تعیین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و غلظت عناصر غذایی نمونه‌برداری انجام شد (جدول ۱).

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک.

Table 1. Physico-chemical properties of the soil.

بافت خاک لومی سیلتی Soil texture	پتاسیم K ($mgkg^{-1}$)	فسفر P ($mgkg^{-1}$)	ازت کل (درصد) Total N%	کربن آلی OC%	pH	هدایت الکتریکی EC (dSm^{-1})	عمق Depth(cm)
Si L	370	8.09	0.13	1.860	7.44	0.782	0-30
Si L	424	19.58	0.11	1.120	7.34	0.931	30-60

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی کود گوسفندی مورد استفاده.

Table 2. Chemical properties of used sheep manure.

pH	EC $Ds\ m^{-1}$	ماده آلی OM %	آهن (Fe) $mgkg^{-1}$	منگنز (Mn) $mgkg^{-1}$	مس (Cu) $mgkg^{-1}$	روی (Zn) $mgkg^{-1}$	گوگرد (S) %	منیزیم (Mg) %	کلسیم (Ca) %	پتاسیم (K) %	فسفر (P) %	ازت (N) %
8.2	10.33	17.50	2346.41	152.56	17.05	128	0.59	0.37	1.42	1.67	0.46	2.51

مصرف همه کودهای مورد نیاز گیاه، بر اساس داده‌های تجزیه خاک و برای همه درختان یکسان بود. همه کودها به همراه تیمارهای آزمایش شامل کودهای شیمیایی و کود دامی (گوسفندی) در اسفندماه سال قبل به‌صورت پخش سطحی به‌صورت دستی با خاک پای درختان به‌صورت حلقه‌ای مخلوط شد. خصوصیات شیمیایی کود گوسفندی مورد استفاده در جدول ۲ آمده است. این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار و ۳ تکرار به اجرا در آمد. تیمارها شامل سه سطح از کود گوسفندی (۰، ۶ و ۱۲ کیلوگرم به‌ازای هر درخت) و سه سطح از کودهای شیمیایی ماکرو که شامل

سولفات آمونیوم، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم (۰، ۳۰ و ٦۰ درصد توصیه بر مبنای آزمون خاک) بودند. تیمارها شامل:

T_1: صفر درصد کود شیمیایی و صفر کیلوگرم کود گوسفندی.

T_2: ۳۰ درصد کود شیمیایی (۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم، ۳۰ کیلوگرم سولفات آمونیوم، سوپرفسفات، ٤۵ کیلوگرم در هکتار) و صفر کیلوگرم کود گوسفندی.

T_3: ٦۰ درصد کود شیمیایی (۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم، ٦۰ کیلوگرم سولفات آمونیوم و سوپرفسفات، ۹۰ کیلوگرم در هکتار) و صفر کیلوگرم کود گوسفندی.

T_4: صفر درصد کود شیمیایی و ٦ کیلوگرم کود گوسفندی.

T_5: ۳۰ درصد کود شیمیایی (۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم، ۳۰ کیلوگرم سولفات آمونیوم و سوپرفسفات، ٤۵ کیلوگرم در هکتار) و ٦ کیلوگرم کود گوسفندی.

T_6: ٦۰ درصد کود شیمیایی (۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم، ٦۰ کیلوگرم سولفات آمونیوم و سوپرفسفات، ۹۰ کیلوگرم در هکتار) و ٦ کیلوگرم کود گوسفندی.

T_7: صفر درصد کود شیمیایی و ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی.

T_8: ۳۰ درصد کود شیمیایی (۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم، ۳۰ کیلوگرم سولفات آمونیوم و سوپرفسفات، ٤۵ کیلوگرم در هکتار) و ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی.

T_9: ٦۰ درصد کود شیمیایی (۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم، ٦۰ کیلوگرم سولفات آمونیوم و سوپرفسفات ۹۰ کیلوگرم در هکتار) و ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی.

تعیین غلظت برخی عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در نمونه‌های برگ پرتقال: نمونه‌های برگ از ارتفاع ۱۵۰ سانتی‌متری از سطح زمین به بالا از چهار سمت درخت به‌صورت تصادفی از برگ پرتقال نمونه‌برداری و جهت اندازه‌گیری عناصر به آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی ساری ارسال شد. غلظت نیتروژن نمونه‌های گیاهی با استفاده از روش میکرو- کجلدال تعیین شد. پس از توزین ۰/۲ گرم نمونه برگ پرتقال پودر شده و پس از هضم توسط اسید سولفوریک غلظت نیتروژن گیاه توسط دستگاه کجلدال (Kejletek Analyzer unit 2003) قرائت شد (۲۵). برای تعیین غلظت، فسفر، پتاسیم، روی، آهن، مس، منگنز و بور نمونه‌های گیاهی، ابتدا نمونه‌ها به روش سوزاندن خشک عصاره‌گیری شدند. (۱۷). غلظت فسفر با روش اسپکترومتری اندازه‌گیری شد (۲۳). برای اندازه‌گیری مقدار پتاسیم عصاره‌های گیاهی از دستگاه فلیم‌فتومتر استفاده شد. برای اندازه‌گیری کلسیم و منیزیم عصاره با دستگاه جذب اتمی (مدل Perkin Elmer) قرائت شد (۱٤). برای تعیین غلظت آهن، روی، مس و منگنز عصاره‌های گیاهی از دستگاه جذب اتمی مدل 10AA Varian spectra- استفاده شد (۱٤).

تجزیه آماری داده‌ها: داده‌های به‌دست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسات میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال مورد نظر انجام گرفت. هم‌چنین برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نیتروژن برگ: نتایج حاصل از تجزیه واریانس برای عنصر نیتروژن برگ نشان داد که بین اثرات ساده سطوح مختلف کودهای شیمیایی، گوسفندی و اثر متقابل کودهای شیمیایی × گوسفندی بر جذب نیتروژن برگ پرتقال تامسون در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۳). وجود اثر متقابل بین فاکتورهای مورد بررسی برای این صفت

بیانگر آن است که این دو عامل به‌طور مستقل عمل نکرده‌اند و میزان مصرف کودهای شیمیایی تا حدودی تحت‌تأثیر میزان مصرف کود گوسفندی قرار گرفته‌اند بیش‌ترین میزان جذب نیتروژن (۲/۵۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) در اثر ساده کودهای شیمیایی با کاربرد ۳۰ درصد از کودهای شیمیایی به‌دست آمد. بیش‌ترین و کم‌ترین جذب نیتروژن در اثر ساده کود گوسفندی به‌ترتیب مربوط به ٦ کیلوگرم و ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی با میانگین ۲/٦۱ و ۲/۵۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (جدول ٤). مقایسه میانگین اثر متقابل کودهای شیمیایی × گوسفندی نشان داد بالاترین (۲/٦۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کم‌ترین (۲/۳۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) جذب نیتروژن برگ به‌ترتیب متعلق به تیمار کاربرد ٦۰ درصد از کودهای شیمیایی و شاهد بود که با تیمار T_4 و T_5 در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ٤). بالاترین نیتروژن برگ تحت‌تأثیر اثرات متقابل کودهای شیمیایی × گوسفندی با کاربرد ٦ کیلوگرم کود گوسفندی و ٦۰ درصد از کودهای شیمیایی به‌دست آمد که ۳۲ درصد نسبت به تیمار شاهد روند افزایشی داشت. کاربرد آمونیوم در این آزمایش غلظت نیتروژن برگ را افزایش داد. مصرف کودهای آلی نیز علاوه بر افزایش مواد آلی خاک، منجر به افزایش محتوی عناصر غذایی خاک به‌ویژه نیتروژن می‌شود (۷). روستا و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند کاربرد کودهای شیمیایی از جمله کودهای نیتروژنه باعث افزایش غلظت نیتروژن برگ می‌شود، به‌خصوص استفاده از آمونیوم غلظت نیتروژن برگ را نسبت به نیترات بیش‌تر افزایش می‌دهد (۲۸). سرنا و همکاران (۱۹۹۲) در آزمایش خود بر روی مرکبات مشاهده شد، تغذیه مرکبات با آمونیوم منجر به افزایش نیتروژن برگ می‌شود، استفاده از سیستم تلفیقی کود گوسفندی و شیمیایی باعث شد (۳۱). کود شیمیایی در ابتدای دوره رشد، عناصر غذایی مورد نیاز برای رشد گیاه را فراهم کند و پس از آن در طول دوره رشد احتمالاً با معدنی شدن تدریجی کود گوسفندی، گیاه از نیتروژن آزاد شده در طول دوره رشد استفاده نماید.

فسفر برگ: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده سطوح مختلف کودهای شیمیایی، گوسفندی و اثر متقابل کودهای شیمیایی × گوسفندی بر جذب فسفر برگ تامسون در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین (۰/۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) جذب فسفر برگ مربوط به ٦۰ درصد از کودهای شیمیایی ماکرو می‌باشد. هم‌چنین بیش‌ترین (۰/۱۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) جذب فسفر در کود گوسفندی مربوط به ٦ کیلوگرم کود گوسفندی که با تیمار ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی در یک گروه آماری قرار دارد و کم‌ترین آن (۰/۰۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بیش‌ترین میزان فسفر برگ (۰/۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) مربوط به تیمار T_8 (٦ کیلوگرم کود گوسفندی برای هر درخت و ٦۰ درصد از کودهای شیمیایی ماکرو می‌باشد که با تیمارهای T_2، T_3، T_5، T_6، T_7 و T_9 در یک گروه آماری قرار دارند (جدول ٤). از آن‌جا که حداکثر میزان جذب فسفر مربوط به کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و گوسفندی بود، کم‌ترین میزان جذب فسفر مربوط به تیماری است که کودی دریافت نکرد یا فقط کودهای شیمیایی در آن مصرف شد. حق‌نیا و کوچکی (۲۰۰۱) دریافتند استفاده از کود گوسفندی باعث افزایش بیش‌تر فسفر گردید زیرا فسفر کود گوسفندی در مقایسه با فسفر معدنی در طول زمان برای گیاه بیش‌تر قابل استفاده است (۱۲).

پتاسیم برگ: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده سطوح مختلف کود گوسفندی و اثر متقابل کودهای شیمیایی × گوسفندی بر جذب پتاسیم برگ تامسون در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کود گوسفندی از نظر جذب پتاسیم برگ در گروه‌های جداگانه‌ای قرار گرفتند به‌طوری‌که بیش‌ترین و کم‌ترین جذب پتاسیم مربوط به کاربرد ٦ کیلوگرم کود گوسفندی و تیمار شاهد با میانگین (۱/۱٤ و ۱/۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود (جدول ٤). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان می‌دهد بیش‌ترین میزان پتاسیم (۱/۱۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) مربوط به تیمار T_8 (٦ کیلوگرم برای هر درخت کود گوسفندی و ٦۰ درصد از کودهای شیمیایی ماکرو است که با تیمارهای T_2، T_3، T_5 و T_6 در یک گروه آماری قرار دارند (جدول ٤). بیش‌ترین جذب تحت‌تأثیر اثرات متقابل کودهای شیمیایی × کود گوسفندی مربوط به تیماری است که ٦ کیلوگرم کود گوسفندی با ٦۰ درصد از کودهای شیمیایی ماکرو را مصرف کرده است که میزان پتاسیم برگ را ۲۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داده است. با توجه به نتایج پژوهش حاضر از نظر میزان پتاسیم موجود در برگ می‌توان چنین بیان نمود که مصرف کودهای آلی با کودهای شیمیایی می‌تواند جایگزین مناسبی به‌منظور تامین غلظت پتاسیم برگ تامسون باشد. از این‌رو می‌توان مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داد و از اثرات مضر زیست‌محیطی آن کاست. مطالعات نشان می‌دهد که افزایش آهسته جذب پتاسیم در خاک به‌دلیل افزایش قابلیت جذب اشکال غیرقابل‌جذب به قابل‌جذب است (۲٤).

گوگرد برگ: نتایج حاصل از مقایسه میانگین برای میزان گوگرد برگ نشان داد که اثر ساده سطوح مختلف کودهای شیمیایی و کود گوسفندی در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل کودهای شیمیایی × کود گوسفندی در سطح احتمال ۵ درصد بر جذب کلسیم برگ تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۵). بیش‌ترین (۰/۱٦ میلی‌گرم در کیلوگرم) جذب گوگرد تحت تیمار با مصرف ۳۰ درصد از کودهای شیمیایی ماکرو و حداقل (۰/۱٤ میلی‌گرم در کیلوگرم) آن در تیمار بدون مصرف کود به‌دست آمد. در اثر ساده کودهای کود گوسفندی بیش‌ترین جذب گوگرد در تیماری با مصرف ۱۲ کیلوگرم کود به‌دست آمد (جدول ۳). حداکثر (۰/۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) جذب گوگرد تحت اثر متقابل کودهای شیمیایی × کود گوسفندی برای تیمارهایی با مصرف ۳۰ درصد از کودهای شیمیایی ماکرو و ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی نتیجه گردید که با تیمار T_5 در یک گروه آماری قرار دارد (جدول ٤). این نشان می‌دهد تیمار T_6 که نسبت کود گوسفندی آن از کود شیمیایی بیش‌تر بود، حداکثر جذب را داشت و نسبت به تیمار شاهد با میانگین ۰/۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم، جذب گوگرد برگ در آن ۵۰ درصد افزایش یافت. نتایج به‌دست آمده با پژوهش‌های دیالمی و محبی (۲۰۱۰) بر روی خرما مطابقت دارد (٦). ونلانائو (۲۰۱۰) نیز در پژوهش‌های خود نشان داد اثر تلفیقی کود گوسفندی و شیمیایی در بهبود عناصر غذایی مؤثر است (۳٦).

کلسیم برگ: نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اثر ساده سطوح مختلف کودهای شیمیایی و اثر متقابل کودهای شیمیایی × کود گوسفندی در سطح احتمال ۵ درصد و اثر ساده کود گوسفندی در سطح احتمال ۱ درصد بر جذب کلسیم برگ تأثیر معنی‌داری داشتند (جدول ۵). مقایسه

میانگین اثر ساده کودهای شیمیایی نشان داد بیش‌ترین (٤/٨٧ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کم‌ترین (٤/٢٦ میلی‌گرم در کیلوگرم) جذب کلسیم برگ به‌ترتیب مربوط به ٦٠ درصد از کودهای شیمیایی ماکرو و تیمار شاهد بوده است. هم‌چنین اثر ساده کود گوسفندی نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین جذب کلسیم مربوط به کاربرد ١٢ کیلوگرم کود گوسفندی و تیمار شاهد با میانگین ٤/٩٨ و ٣/٩٧ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد (جدول ٣). بیش‌ترین (٥/١٦ میلی‌گرم در کیلوگرم) میزان جذب کلسیم برگ تامسون در جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل کودهای شیمیایی × کود گوسفندی برای تیماری با مصرف ٣٠ درصد از کودهای شیمیایی ماکرو و ١٢ کیلوگرم کود گوسفندی نتیجه گردید که با تیمارهای T_3، T_4، T_5، T_8 و T_9 در یک گروه آماری قرار دارند (جدول ٤). حداکثر میزان جذب کلسیم برگ ١٣ درصد نسبت به شاهد روند افزایشی داشت. این نشان می‌دهد تیمارهایی با مصرف بیش‌ترین کود گوسفندی جذب کلسیم را افزایش می‌دهند. چون کودهای شیمیایی از جمله سولفات پتاسیم رابطه آنتاگونیسمی با کلسیم داشته و جذب آن را کم می‌کنند. این با پژوهش‌ها (٣ و ٣٤) بر روی کیوی مطابقت داشت. سرنا و همکاران (١٩٩٢) گزارش کردند که تغذیه با آمونیوم در مرکبات باعث کاهش غلظت کلسیم برگ‌ها شد (٣١). روستا و شاقینگ (٢٠٠٩) نیز در آزمایشی بر روی خیار به نتایج مشابهی رسیدند (٢٨). طباطبایی و همکاران (٣٥) نیز گزارش کردند که غلظت کلسیم در گیاهان رشد کرده با نیترات نسبت به آمونیوم بیش‌تر است (٣٥). نتایج این پژوهش با نتایج (١ و ١٦) مطابقت دارد. کود آلی باعث افزایش غلظت کلسیم برگ‌ها شد. کود گوسفندی حاوی مقادیری از عناصر نیتروژن، پتاسیم و کلسیم می‌باشد و باعث افزایش جذب کلسیم می‌شود (٣٠).

منیزیم برگ: نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اثر ساده سطوح مختلف کودهای شیمیایی، کود گوسفندی و اثر متقابل کودهای شیمیایی × کود گوسفندی بر جذب منیزیم برگ تامسون در سطح احتمال ١ درصد تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ٥). بیش‌ترین جذب منیزیم برگ با میانگین (٠/٢٨ میلی‌گرم در کیلوگرم) در اثر ساده کودهای شیمیایی مربوط به کاربرد ٣٠ درصد از کودهای شیمیایی ماکرو بود. بیش‌ترین جذب منیزیم برگ در اثر ساده کود گوسفندی مربوط به مصرف ١٢ کیلوگرم کود گوسفندی بود (جدول ٣). مقایسه میانگین اثرات متقابل کودهای شیمیایی × کود گوسفندی نشان می‌دهد حداکثر (٠/٣٥ میلی‌گرم در کیلوگرم) جذب منیزیم برگ تحت تیمار T_6 با مصرف ١٢ کیلوگرم کود گوسفندی برای هر درخت و ٣٠ درصد از کودهای شیمیایی ماکرو به‌دست آمده که نسبت به شاهد ١٣ درصد افزایش داشته است (جدول ٤). بالاترین جذب منیزیم برگ تحت اثر متقابل کودهای شیمیایی × کود گوسفندی مربوط به تیماری است که بیش‌ترین کود گوسفندی و کم‌ترین کودهای شیمیایی را مصرف کرده است و با تیمار T_8 در یک گروه آماری قرار دارد. بابائیان و همکاران (١٩٧٧) نشان دادند نسبت‌های کودی اثر معنی‌داری بر غلظت عناصر روی و منیزیم بر روی برگ داشت (٢). رولکنز و همکاران (١٩٩٤) به نتایج مشابهی دست یافتند (٢٩).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثرات اصلی کود شیمیایی مختلف و کود گوسفندی بر روی صفات مورد بررسی برگ میوه پرتقال تامسون ناول.

Table 3. Analysis of variance, main effects of chemical fertilizers and sheep manure on studied properties of Thompson Novel orange leaf.

منبع تغییرات (Source of variation)	درجه آزادی (df)	نیتروژن (N)	فسفر (P)	پتاسیم (K)	گوگرد (S)	کلسیم (Ca)	منیزیم (Mg)	آهن (Fe)	منگنز (Mn)	روی (Zn)	مس (Cu)
کود شیمیایی (Fertilizer)	2	0.040*	0.001**	0.001^{ns}	0.002**	0.859*	0.007**	707.378**	12.303*	20.638**	2.256**
کود گوسفندی (Manure)	2	0.044*	0.001**	0.042**	0.001**	2.393**	0.007**	610.586**	32.869**	29.890**	1.087**
کودشیمیایی × کود گوسفندی (Fertilizer manure)	4	0.026*	0.0001**	0.014**	0.0001*	0.644*	0.01**	74.742**	6.646^{ns}	8.095**	0.596**
خطا (Error)	16	0.007	0.0001	0.002	0.0001	0.204	0.0001	14.788	3.362	0.773	0.030
ضریب تغییرات (درصد) (CV)		3.41	7.96	4.41	6.45	9.95	4.69	1.61	6.86	5.37	3.79

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

^{ns}, * and ** non significant, significant at 5 and 1 percent of probability, respectively.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات اصلی کودهای شیمیایی و کود گوسفندی بر صفات (برگ میوه) تامسون ناول (میلی‌گرم بر کیلوگرم).

Table 4. Mean Comparison of main effect of chemical fertilizer and sheep manure on properties of fruit leaf (mg kg^{-1}).

مس (Cu)	روی (Zn)	منگنز (Mn)	آهن (Fe)	منیزیم (Mn)	کلسیم (Ca)	گوگرد (S)	پتاسیم (K)	فسفر (P)	نیتروژن (N)	تیمارها (Treatments)
										کود شیمیایی (درصد) Fertilizer (%)
4.069^{c}	14.67^{b}	25.53^{b}	229^{b}	0.2278^{c}	4.269^{b}	0.1422^{b}	1.068^{a}	0.1033^{b}	2.46^{b}	0
4.618^{b}	17.58^{a}	27.87^{a}	243.3^{a}	0.2822^{a}	4.876^{a}	0.1689^{a}	1.091^{a}	0.09788^{b}	2.584^{a}	30
4.928^{a}	16.84^{a}	26.74^{ab}	245.3^{a}	0.270^{b}	4.471^{ab}	0.150^{b}	1.082^{a}	0.1222^{a}	2.566^{a}	60
										کود گوسفندی (کیلوگرم) Sheep manure (kg)
4.310^{c}	14.27^{b}	24.51^{b}	231^{c}	0.2278^{b}	3.972^{b}	0.140^{c}	1.007^{c}	0.0933^{b}	2.503^{b}	0
4.943^{a}	17.21^{a}	27.62^{a}	239.7^{b}	0.2278^{a}	4.662^{a}	0.1556^{b}	1.142^{a}	0.1167^{a}	2.617^{a}	6
4.361^{b}	17.60^{a}	28^{a}	245.7^{a}	0.2744^{a}	4.981^{a}	0.1656^{a}	1.092^{b}	0.1133^{a}	2.490^{b}	12

در هر ستون و در هر گروه تیمارهای دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارد.

Means with similar letters in each column are not significantly different (P<0.05).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل کود شیمیایی و کود گوسفندی بر خصوصیات شیمیایی برگ میوه پرتقال تامسون ناول.

Table 4. Mean comparison of chemical fertilizer and manure interaction effects on chemical properties of fruit leaf.

تیمار (Treatment)	نیتروژن (N) (%)	فسفر (P) (%)	پتاسیم (K) (%)	گوگرد (S) (%)	کلسیم (Ca) (%)	منیزیم (Mg) (%)	آهن (Fe) mg kg^{-1}	منگنز (Mn) mg kg^{-1}	روی (Zn) mg kg^{-1}	مس (Cu) mg kg^{-1}
T_1	2.370^{c}	0.08333^{bc}	1.130^{ab}	0.1233^{d}	3.863^{bc}	0.22^{c}	222.7^{f}	21.72^{c}	10.60^{c}	3.543^{e}
T_2	2.507^{bc}	0.1100^{a}	1.130^{ab}	0.14^{cd}	3.910^{bc}	0.2267^{c}	229.6^{e}	27.19^{ab}	16.5^{a}	3.910^{d}
T_3	2.503^{bc}	0.1167^{a}	1.130^{ab}	0.1633^{b}	5.033^{a}	0.2367^{c}	234.8^{de}	27.67^{ab}	16.91^{a}	4.510^{c}
T_4	2.653^{ab}	0.07333^{c}	1.013^{cd}	0.1633^{b}	4.510^{ab}	0.2333^{c}	231.1^{e}	26.91^{ab}	17.26^{a}	3.863^{d}
T_5	2.647^{ab}	0.1167^{a}	1.123^{ab}	0.1667^{ab}	4.960^{a}	0.2567^{b}	240.7^{cd}	27.40^{ab}	17.36^{a}	4.960^{ab}
T_6	2.453^{c}	0.1033^{ab}	1.137^{ab}	0.1833^{a}	5.157^{a}	0.3567^{a}	258.1^{a}	29.28^{a}	18.13^{a}	5.157^{a}
T_7	2.487^{c}	0.1233^{a}	1.063^{bc}	0.14^{cd}	3.543^{c}	0.23^{c}	139.1^{d}	24.91^{b}	14.96^{b}	5.030^{ab}
T_8	2.697^{a}	0.1233^{a}	1.173^{a}	0.16^{b}	5.117^{a}	0.35^{a}	247.3^{bc}	28.28^{ab}	17.79^{a}	5.117^{a}
T_9	2.513^{bc}									

در هر ستون و در هر گروه تیمارهای دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارد.

Means with similar letters in each column are not significantly different (P<0.05).

آهن برگ: نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اثر ساده سطوح مختلف کودهای شیمیایی، کود گوسفندی و اثر متقابل کودهای شیمیایی × کود گوسفندی بر جذب آهن برگ تامسون در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۵). بیش‌ترین جذب آهن برگ در اثر ساده کودهای شیمیایی مربوط به کاربرد ٦٠ درصد از کودهای شیمیایی ماکرو (با میانگین ٢٤٥/٣ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود که از لحاظ آماری با تیمار ۳۰ درصد کودهای شیمیایی تفاوت چندانی نداشت. هم‌چنین در اثر ساده کود گوسفندی بیش‌ترین جذب مربوط به کاربرد ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی با میانگین ٢٤٧/٥ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل کودهای شیمیایی × کود گوسفندی نشان داد حداکثر جذب آهن (٢٥٨/١ میلی‌گرم در کیلوگرم) مربوط به تیمار T_6 (۱۲ کیلوگرم برای هر درخت کود گوسفندی) و ۳۰ درصد از کودهای شیمیایی ماکرو شامل می‌باشد که نسبت به تیمار شاهد ٣٦ درصد افزایش یافته است (جدول ٤). در اثرات متقابل کودهای شیمیایی × کود گوسفندی بیش‌ترین جذب آهن برای تیمارهایی با مصرف کود گوسفندی (۱۲ کیلوگرم) یا تلفیق کودهای شیمیایی و کود گوسفندی نتیجه شد. طبق گزارش‌های صالحی (۳۰) کود آلی باعث افزایش جذب عناصر ریزمغذی از جمله آهن می‌شود و خود نیز حاوی مقادیری آهن می‌باشد که باعث افزایش جذب آهن می‌شود. میرزاشاهی (٢٠٠٦) مقادیر مختلف کود گوسفندی و سطوح مختلف کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک بررسی نمود، که با نتایج بالا مطابقت دارد (۲۰). آمونیوم همراه با کود آلی باعث افزایش جذب آهن شد. طبق گزارش‌های قبلی کود آلی باعث افزایش جذب عناصر ریزمغذی از جمله آهن می‌شود و خود نیز حاوی مقادیری آهن می‌باشد که باعث افزایش جذب آن می‌گردد (۳۰). آمونیوم باعث کاهش pH در منطقه ریزوسفر می‌شود و جذب عناصر ریزمغذی را افزایش می‌دهد. آزمایش‌های سرنا و همکاران (۱۹۹۲) بر روی مرکبات با این نتایج مطابقت دارد (۳۱).

منگنز برگ: نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد اثر ساده کودهای شیمیایی در سطح ۵ درصد و کود گوسفندی در سطح احتمال ۱ درصد بر جذب منگنز معنی‌دار شد. اما اثر متقابل کودهای شیمیایی × کود گوسفندی بر جذب منگنز برگ اختلاف معنی‌داری نداشتند که بیانگر آن است که این دو فاکتور بر میزان جذب برگ به‌طور مستقل عمل نمی‌نماید (جدول ۵). به‌طوری‌که بیش‌ترین جذب منگنز (۲۷/۸۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) در اثر ساده کودهای شیمیایی مربوط به کاربرد ۳۰ درصد از کودهای شیمیایی ماکرو بود. بیش‌ترین جذب منگنز برگ تحت اثر ساده کود گوسفندی مربوط به مصرف ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی بود (جدول ۳). بر اساس نتایج جدول ۳ کودهای شیمیایی جذب منگنز را افزایش می‌دهند که این با پژوهش‌های میرزاشاهی (٢٠٠٦) مطابقت دارد (۲۰). لیانگ و همکاران (۲۰۰۵) در مورد کاربرد کود گوسفندی به نتایج مشابهی دست یافتند (۱۸). نیجار (۱۹۹۰) در بررسی‌های خود به این نتیجه رسید که با افزایش کودهای نیتروژنی و کود گوسفندی غلظت منگنز برگ افزایش پیدا کرد که این افزایش نشان‌دهنده این است احتمالاً نیتروژن باعث افزایش جذب منگنز شده و یا به انتقال منگنز درون گیاه کمک نموده است (۲۱).

روی برگ: نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اثرات ساده سطوح مختلف کودهای شیمیایی، کود گوسفندی و اثر متقابل کودهای شیمیایی × کود گوسفندی بر جذب روی در برگ

تامسون در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۵). بیش‌ترین و کم‌ترین جذب در اثر ساده کودهای شیمیایی مربوط به کابرد ۶۰ درصد از کودهای شیمیایی ماکرو و شاهد با میانگین ۱۷/۵۸ و ۱٤/٦۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. هم‌چنین اثر ساده کود گوسفندی با کاربرد ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی (با میانگین ۱۷/٦۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) بالاترین جذب را داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان می‌دهد بالاترین (۱۸/۱۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کم‌ترین (۱۰/٦۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) میزان جذب روی به‌ترتیب تحت تیمار T_6 (۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی برای هر درخت و ۳۰ درصد کود شیمیایی ماکرو و تیمار شاهد حاصل شد (جدول ٤). اثرات متقابل کودهای شیمیایی × کود گوسفندی بیانگر این است که حداکثر میزان جذب روی با مصرف ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی برای هر درخت و ۳۰ درصد کود شیمیایی ماکرو حاصل گردید که با تیمارهای T_2، T_3، T_4، T_5، T_8 و T_9 در یک گروه آماری قرار دارند. این نشان می‌دهد اثر تلفیقی این دو کود روند افزایشی را به‌دنبال داشته است. در مطالعاتی مشابه روی سیب افزایش آهن و روی برگ در تیمارهای استفاده شده از کودهای شیمیایی پتاسیم نسبت به شاهد گزارش شد (۱۹). در حالی‌که در پژوهشی دیگر افزایش منگنز و روی برگ گزارش شد (۱۳). دلکاستیو و هاردن (۱۹۹۳) نیز در پژوهش‌های خود به نتایجی مشابه دست یافتند (۵). لی‌یانگ و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که افزایش قابلیت دسترسی روی و آهن در خاک، باعث افزایش فراهمی این عناصر توسط گیاه می‌شود (۱۸).

مس برگ: نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۵) نشان داد که اثر ساده سطوح مختلف کودهای شیمیایی، اثر ساده کود گوسفندی و اثر متقابل کودهای شیمیایی × کود گوسفندی بر جذب مس برگ در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری داشتند. تجزیه واریانس داده‌ها در (جدول ۳) نشان داد که تیمارهای مختلف کودهای شیمیایی از لحاظ تأثیر بر جذب مس برگ در گروهای جداگانه قرار گرفتند و بیش‌ترین جذب مس مربوط به ٦۰ درصد کودهای شیمیایی ماکرو با میانگین (٤/۹٦ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کم‌ترین مربوط به تیمار شاهد با میانگین (۳/۹۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود. هم‌چنین در اثر ساده کود گوسفندی بیش‌ترین و کم‌ترین میزان جذب مربوط به ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی و تیمار شاهد با میانگین (٤/۸۰ و ٤/۱٤ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بیش‌ترین جذب مس برگ (۵/۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) مربوط به تیمار T_6 می‌باشد که نسبت به تیمار شاهد (۳/۵٤ میلی‌گرم در کیلوگرم) ۱٦ درصد روند افزایشی داشته است (جدول ٤). اثرات متقابل کودهای شیمیایی و کود گوسفندی بیانگر این است که بیش‌ترین میزان جذب مس مربوط به تیماری است که ۳۰ درصد کود شیمیایی ماکرو و ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی مصرف کرده است که با تیمارهای T_5، T_7، T_8 و T_9 در یک گروه آماری گرفت.

همبستگی بین میزان جذب عناصر مختلف در برگ پرتقال (رقم تامسون ناول): بررسی جدول ضریب همبستگی ساده میان عناصر اندازه‌گیری‌شده برگ پرتقال (جدول ٦) نشان می‌دهد که کلسیم و روی با نیتروژن همبستگی مثبت و معنی‌داری دارند. به‌طوری‌که روی (r-۰/٤۸۱*) بیش‌ترین همبستگی را با نیتروژن دارد. فسفر نیز با آهن (r-۰/٤۲۲*) و مس (r-۰/٦۵٤**) همبستگی مثبت و معنی‌داری ایجاد کرد. پتاسیم بیش‌ترین همبستگی (r-۰/۵۲۲**) را با منگنز و کم‌ترین همبستگی را (r-۰/٤۱۲*) با گوگرد داشت و این در حالی است که با منیزیم، منگنز و روی نیز

همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. بین گوگرد و کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی و مس همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد به‌طوری‌که بیش‌ترین همبستگی (r-۰/۷۲۹**) مربوط به روی و کم‌ترین (r-۰/۵۹۰**) مربوط به منیزیم می‌باشد. کلسیم با منیزیم، آهن، منگنز، روی و مس همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد. بیش‌ترین همبستگی (r-۰/۵۸۵**) در آن مربوط به روی و کم‌ترین (r-۰/٤۲۰*) مربوط به مس است. منیزیم با آهن، منگنز، روی و مس همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد. به‌طوری‌که بیش‌ترین (r-۰/٦۷۰**) همبستگی در آن مربوط به آهن می‌باشد. آهن با مس (r-۰/۸٤۵**) بیش‌ترین همبستگی را دارد هم‌چنین منگنز با روی (r-۰/۷۵۱**) همبستگی مثبتی را نشان می‌دهد.

جدول ٦- ماتریس ضرایب همبستگی ساده میان صفات مختلف اندازه‌گیری‌شده برگ میوه مرکبات (تامسون ناول).

Table 5. Simple matrix correlation coefficient of measured different properties of fruit leaf (Thompson Novel).

تیمار (Treatment)	نیتروژن (N)	فسفر (P)	پتاسیم (K)	گوگرد (S)	کلسیم (Ca)	منیزیم (Mg)	آهن (Fe)	منگنز (Mn)	روی (Zn)	مس (Cu)
نیتروژن (N)	1									
فسفر (P)	0.076^{ns}	1								
پتاسیم (K)	0.259^{ns}	0.268^{ns}	1							
گوگرد (S)	0.324^{ns}	0.174^{ns}	0.412*	1						
کلسیم (Ca)	0.378*	0.092^{ns}	0.357^{ns}	0.711**	1					
منیزیم (Mg)	0.209^{ns}	0.196^{ns}	0.461*	0.590**	0.501**	1				
آهن (Fe)	0.212^{ns}	0.432*	0.320^{ns}	0.716**	0.548**	0.670**	1			
منگنز (Mn)	0.280^{ns}	0.281^{ns}	0.522**	0.667**	0.486*	0.547**	0.584**	1		
روی (Zn)	0.481*	0.311^{ns}	0.467*	0.739**	0.585**	0.452*	0.683**	0.751**	1	
مس (Cu)	0.241^{ns}	0.654**	0.441*	0.629**	0.420*	0.611**	0.845**	0.520**	0.613**	1

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

^{ns}, * and ** non significant, significant at 5 and 1 percent level respectively.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه تیمار تلفیقی کاربرد ٦۰ درصد از کودهای شیمیایی و ٦ کیلوگرم کود گوسفندی که حداکثر جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم برگ میوه تامسون به‌دست آمد. در تیمار تلفیقی کاربرد ۳۰ درصد از کودهای شیمیایی و ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی بیش‌ترین غلظت کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی در برگ میوه تامسون ایجاد شد. با کاربرد ۳۰ درصد از کودهای شیمیایی و ۱۲ کیلوگرم کود گوسفندی بیش‌ترین گوگرد برگ میوه نتیجه شد.

منابع

1.Alan, R. 1989. Effect of nitrogen nutrition on growth, chemical composition and response of cucumber (*Cucumis sativius* L.) to nitrogen forms in solution culture. Horticulture Science. 64: 467-474.

2.Awada, M. 1977. Relations of N and K fertilization to nutrient composition. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102: 413-418.

3.Babaeian, M., Esmaeilian, Y., Ghanbari, A., and Ahmadian, A. 2009. Effect of different quantity of chemical fertilizer and manure on drought stress at end of growth season on quality and quantity properties of barley. Tabriz Azad University, 12p. (In Persian)

4.Damodar Reddy, D., Subba, A., and Rupa, T.R. 2000. Effects of continuous use of cattle manure and fertilizer phosphorus on crop yield and soil organic phosphorus in a vertisol. Bioresource Technology. 75: 113-118.

5.Delcastilho, P.W., and Hardon, C. 1993. Influence of cattle manure application on solubility of Cd, Cu and Zn in a manure acidic soil. J. Environ. Qual. 22: 689-687.

6.Deyalemi, H., and Mohebi, A. 2010. Effect of sulphur application with Thiobacillus inoculation and organic manure on amounts of leaf nutrient elements and growth index of date trees. J. Hort. Sci. Agric. Sci. Ind. 24: 2. 189-194. (In Persian with English Abstract)

7.Drinkwater, L.E., Letourneau, D.K., Worknesh, F., Van Bruggen, A.H.C., and Shennan, C. 1995. Fundamental differences between conventional and organic tomato agroecosystems in California. Ecological Applications 5: 4. 1098-1112.

8.Eghball, B., Ginting, D., and Gilley, J.E. 2004. Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. Agron. J. 96: 442-447.

9.Ertan, B., Cobanoglu, F., Shahin, B., Belge, A., Konak, R., and Tepecik, M. 2008. Effect of nitrogen rates on yield and fruit quality of fig (*Ficus carica* L. cv. Sarilop). International Meeting on Soil Fertility, Land Management and Agroclimatology, Turkey. Pp: 403-411.

10.Farzad, M.A. 2011. Citrus orchard production. Agriculture education and extension 394.

11.Huang, R., Xia, R., and Hu, L. 2007.Antioxidan activity and oxygen- scavenging system in orange pulp during fruit ripening and maturation. Sciatica Horticulture, 113: 166-172.

12.Haghneia, G., and Kocheki, A.R. 2001. Organic fertilizer application in sustainable agriculturein few cultural plants. 7th soil congress complex papers. Pp: 20-21. (In Persian)

13.Jafarpour, M. 2010. Effect of two potassium fertilizers with balanced requirement of other nutrients on quantitative and qualitative characteristics of apple fruit trees ('Red Delicious'). J. Acta Hort. 3: 229-234.

14.Jones, J. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. J. Bot. 41: 3. 1373-1384.

15.Kochakei, A., Hossainei, M., and Hashemi Dezfoli, A. 2001. Sustainable Agriculture. Mashhad Jahad University. 164p. (In Persian with English Abstract)

16.Kotsiras, A., Olympios, C.M., Drosopoulos, J., and Passam, H.C. 2002. Effect of nitrogen form and concentration on the distribution of ions within cucumber fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95: 175-183.

17. Lester, J.N., and Birkett, J.W. 1999. Microbiology and chemistry for environmental scientic and engineers, 2nd ed. London and New York, 386p.
18. Liang, Y.J., Nicolic, S.M., Peng, Y., Chen, W., and Jiang, Y. 2005. Organic manure stimulates biological activity and barley growth in soil subject to secondary Stalinization. Soil Biology and Biochemistry. 37: 1185-1195.
19. Manochehri, S., and Malakoti, M.J. 2001. Effect of type and quantity of potassium fertilizer on growth index, mineral elements concentration and fruit quality of apple trees. J. Soil Water. 15: 2. 167-179. (In Persian with English Abstract)
20. Mirzashahhi, K. 2006. Research final report on conjoint effect of chemical fertilizer and organic manure on maize yield 707 single cross variety and soil organic matter. Agriculture research center. Safiabad Dezfoul. (In Persian)
21. Nijjar, G.S. 1990. Nutrition of Fruit Trees. Kalyani Publishers. New Delhi, India. 311p.
22. Oad, F.C.U., Buriro, A., and Agha, S.K. 2004. Effect of organic and inorganic fertilizer application on maize fodder production. Asi. J. Plant Sci. 3: 3. 375-377.
23. Olson, S.R., and Sommers L.E. 1990. Phosph0rous. In: page, A.L. Method of soil analysis. Part 2. 2nd Agron Monoger. ASA, Madison, WI. Pp: 403-431.
24. Padamavathiamma, P.K., Li, L.Y., and Kumari, U.R. 2008. An experimental study of vermin-biowaste composting for agricultural soil improvement. Bioresource Technology. 99: 1672-1681
25. Prasad, R.N., and Maili, P.C. 2003. Effect of different levels of nitrogen on quality characters of pomegranate fruit cv. Jalore Seedless. Scientific Horticulture. 8: 35-39.
26. Quaggio, J.A., Junior, D.M., and Boaretto, R.M. 2011. Sources and rates of potassium for sweet orange production. J. Sci. Agric. 68: 3. 369-375.
27. Regei, M.R. 2007. Study on the effect of three types of vermicompost and nitrogen on yield and chemical composition of maize and rice in greenhouse. M.Sc. Thesis. Shiraz University. Pp: 5-7. (In Persian with English Abstract)
28. Roosta, H.R., Sajjadinia, A., Rahimi, A., and Schjoerring, J.K. 2009. Responses of cucumber plant to NH_4 and NO_3 nutrition: the relative addition rate technique vs. cultivation at constant nitrogen concentration. Sciatica Horticulture, 3251: 1-7.
29. Rulkens, W.H., and Ten, P.J.W. 1994. Single and combined effect of bio-organic and inorganic fertilizers on yield of sunflower and soil properties under rain fed condition. Advance Plant Science. 5: 161-167.
30. Salehi, F. 2006. Soil understanding and Pistachio trees nutrition. National Pistachio research center. Refsanjan. 101p. (In Persian)
31. Serna, M.D., Borras, R., Legaz, F., and Primo-Millo, E. 1992. Influence of nitrogen concentration and ammonium/nitrate ratio on N-uptake, mineral composition and yield of citrus. Plant and Soil, 147: 13-23.
32. Sikora, L., and Szmidt, K.A.K. 2001. Nitrogen sources, mineralization rates and plant nutrient benefits from compost. In: Stoffela et al. (Eds). Compost Utilization in Horticultural Cropping Systems. CRC Press.
33. Soost, R.K., and Roose, M.L. 1996. Citrus, P 257-323. In: Janick, Y., and J.N. Moore, (eds.) Fruit breeding, Volume I, Tree and tropical fruits. John Wiley & Sons, Inc.
34. Szewczuk, A., Komosa, A., and Gudarowska, E. 2011. Effect of soil potassium levels and different potassium fertilizers on yield, macro element and chloride nutrition status of Apple trees in full fruition period. J. Acta. Hort. 10: 1. 83-94.
35. Tabatabaei, S.J., Fatemi, L.S., and Fallahi, E. 2006. Effect of ammonium: nitrate ratio on yield, calcium concentration and photosynthesis rate in strawberry. J. Plant Nutr. 29: 1273-1285.
36. Vanlauwe, B., Chianu, J., Giller, K.E., Merckx, R., Mokwunye, U., Pypers, P., Shepherd, K., Smaling, L., Woomer, P.L., and Sanginga, N. 2010. Integrated soil fertility y management: operational definite ion and consequences for implementation and disseminate ion 2010 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World 1-6 August 2010, Brisbane, Australia.

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 7(3), 2017
http://ejsms.gau.ac.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Study on the effect of chemical fertilizer and sheep manure on the nutritional properties of orange leaf (Thompson Novel)

S. Gran Malik[1], *Sh. Shahsavani[2] and Sh. Gharanjik[3]
[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, Shahrood University of Technology,
[2]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Shahrood University of Technology,
[3]Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Shahrood University of Technology
Received: 08/22/2016; Accepted: 05/20/2017

Abstract
Background and Objectives: Chemical fertilizers have principal role in increasing crop production in unit square of meter, but studies showed that long period use of these fertilizers with strong salts in them cause damage to soil physical and chemical properties like, decrease in soil infiltration, increase in bulk density and decrease in plant root penetration that ultimately decrease crop production. The aim of this research was to estimate desirable proportions of chemical fertilizers and sheep manure with the aim of reduction in chemical fertilizers application.
Materials and Methods: For the study of the integrated effect of different chemical fertilizers and manure (sheep) to reach suitable fertilizers combination for orange (Thompson novel orange) an experiment was conducted at 2013 in one of the orchard at Sari district with low organic C. This research carried out on five years old citrus trees. This experiment conducted as factorial on the base of complete randomized block design with 9 treatments and three replications. Treatments included three sheep manure levels (0, 6 and 12 kg per each tree) and three levels of macro fertilizer including potassium sulphate, ammonium sulphate and super phosphate triple (0, 30 and 60 percent on the bases of soil test).
Result: The results showed that highest absorption of nitrogen, phosphorus and potassium of orange leaf were achieved at 60% chemical fertilizers treatment (90 kg ammonium sulphate, 60 kg supper phosphate and 100 kg potassium sulphate per hectare) with 6 kg sheep manure. Similarly the highest concentration of Ca, Mg, Fe, Mn and Zn on Thomson orange leaf achieved with 30% chemical fertilizers application (45 kg ammonium sulphate, 30 kg supper phosphate and 50 kg potassium sulphate in hectare) with 12 kg sheep manure. Orange trees under this study had highest spring and summer growth with 60 percent chemical fertilizers (90 kg ammonium sulphate, 60 kg supper phosphate and 100 kg potassium sulphate in hectare) with 12 kg sheep manure.
Conclusion: In this study, integrated application of 60 percent of chemical fertilizers and 6 kg of sheep manure achieved highest nitrogen, phosphorus and potassium in Thompson orange leaf. Similarly application of 30 percent chemical fertilizers and 12 kg sheep manure achieved highest concentration of Ca, Mg, Fe, Mn, Zn and highest sulphur absorption in Thompson orange leaf.

Keywords: Nutrient elements, Sheep manure, Nitrogen, Phosphorus, Potassium

* Corresponding Author; Email: shahsavani2001@yahoo.com