



## به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۴  
صفحه‌های ۷۸۹-۸۰۰

# تأثیر کاربرد جداگانه و تلفیقی کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند

سیمین فرجی<sup>۱</sup>، محمد رفیعی‌الحسینی<sup>۲\*</sup> و علی عباسی سورکی<sup>۲</sup>

۱. کارشناس ارشد آگرواکولوژی، گروه مهندسی زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران  
۲. استادیار گروه مهندسی زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۴/۲۱

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۹/۲۲

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر جداگانه و تلفیقی دو نوع کود سبز، کود گاوی، کود فسفات بارور-۲ و کود شیمیایی مرسوم بر خواص کمی و کیفی گیاه چغندر قند، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد طی سال زراعی ۱۳۹۱-۹۲ اجرا شد. ۱۲ تیمار شامل ۱. شاهد بدون کود، ۲. نخودفرنگی + سوپرفسفات تریپل، ۳. خلر + سوپرفسفات تریپل، ۴. فسفات بارور-۲ + اوره، ۵. کود گاوی + سوپرفسفات تریپل، ۶. کود شیمیایی مرسوم، ۷. نخودفرنگی + فسفات بارور-۲، ۸. خلر + فسفات بارور-۲، ۹. نخودفرنگی + کود گاوی + سوپرفسفات تریپل، ۱۰. خلر + کود گاوی + سوپرفسفات تریپل، ۱۱. نخودفرنگی + کود گاوی + فسفات بارور-۲ و ۱۲. خلر + کود گاوی + فسفات بارور-۲ بودند. تیمارهای کودی اثر معناداری بر عملکرد ریشه، عملکرد شکر، عملکرد شکر سفید و همچنین مقدار نیتروژن مضره داشت، به طوری که تیمارهای تلفیقی ۸، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ بیشترین میانگین‌ها را در صفات عملکرد ریشه، عملکرد شکر و عملکرد شکر سفید و همچنین مقدار نیتروژن مضره داشتند. استفاده از تیمارهای کود سبز و کود دامی و تلفیق آنها همراه با کاربرد کود بیولوژیک فسفات بارور، عملکرد ریشه را ۱۸-۱۰ درصد نسبت به استفاده از کود شیمیایی مرسوم و ۶۸-۳۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. کمترین مقدار نیتروژن مضره مربوط به تیمارهای ۱۰ و ۱۱ بود. از نظر دیگر صفات بررسی شده نیز تیمارهای تلفیقی کودهای آلی و زیستی در حد پذیرفتنی بودند.

**کلیدواژه‌ها:** چغندر قند، فسفات بارور-۲، کود سبز، کود شیمیایی، کود گاوی.

## ۱. مقدمه

پایداری، حاصلخیزی خاک و سلامت محیط زیست در سیستم‌های کشاورزی متداول همواره موضوع بحث بوده و محققان مهم‌ترین روش‌های چیرگی بر این مشکل را رو آوردن به کشاورزی پایدار و مصرف تلفیقی کودها به عنوان یکی از راهکارهای کاهش نهاده‌های شیمیایی اعلام می‌کنند. در این سیستم‌ها، درصدی از نیاز کودی گیاه توسط کودهای شیمیایی و درصد دیگر توسط کودهای آلی از جمله کود دامی یا کود سبز تأمین می‌شود. کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی سیستم تولید فشرده را پایدار می‌کند که دلیل آن را می‌توان بهبود ویژگی‌های کیفی خاک و احتمالاً تطبیق بیشترین آزادسازی نیتروژن با نیاز گیاه اعلام کرد [۴]. استفاده توأم از کودهای آلی و زیستی نه تنها مقدار استفاده از کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد، بلکه به کاهش هزینه‌ها و آلودگی‌های محیطی و ذخیره انرژی نیز کمک خواهد کرد [۱۰].

استفاده از کودهای سبز، راهکاری عملی برای رسیدن به اهداف کشاورزی پایدار و جایگزینی یا کاهش استفاده از کودهای شیمیایی است. برگشت این گیاهان به خاک سبب افزایش کربن و ماده آلی، نیتروژن کل و حاصلخیزی خاک می‌شود که این پدیده در نتیجه فرایندهای میکروبیولوژیکی اتفاق می‌افتد و سبب آزادسازی عناصر غذایی برای گیاهان می‌شود. استفاده از انواع مختلف گیاهان کود سبز، مدیریتی مناسب برای تولید پایدار در تمام اکوسیستم‌های کشاورزی است زیرا می‌تواند موجب افزایش پایداری از طریق کاهش فرسایش، اصلاح خصوصیات فیزیکی، افزایش مواد آلی و نگهداری عناصر غذایی خاک شود [۱۲]. استفاده از گیاهان لگوم در تناوب با گیاهان زراعی دیگر می‌تواند یکی از راهکارهای کاهش استفاده از کودهای شیمیایی به ویژه کودهای نیتروژنی باشد [۹].

بخش اعظم آثار مطلوب کودهای دامی ناشی از بهبود

ساختمان خاک و تأمین نیتروژن در اوایل و سرتاسر فصل رشد است که به صورت نیترات در اثر تجزیه اوره، ترکیبات آمینی و پروتئین‌های حیوانی و گیاهی آزاد می‌شود [۱۱]. کود زیستی فسفات بارور ۲، حاوی دو نوع باکتری حل‌کننده فسفات از گونه‌های باسیلوس لتوس و سودوموناس پوتیدا است که با استفاده از دو سازوکار ترشح اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز سبب آزادسازی فسفات از ترکیبات معدنی و فراهمی آن برای گیاه می‌شوند. فراهمی فسفر نیز در افزایش کیفیت و طعم محصولات کشاورزی تأثیرگذار است [۶].

با مصرف کود آلی، کود شیمیایی و کود زیستی به صورت تلفیقی شرایط مناسب و مطلوب برای رشد گیاه فراهم می‌شود، به طوری که نه تنها هیچ‌گونه اثر سازش‌ناپذیری بین آنها وجود ندارد، بلکه مکمل‌همدیگرند. کودهای آلی با تولید هوموس عوارض نامطلوب کودهای شیمیایی را کاهش، کارایی مصرف کود را افزایش و از این طریق مصرف کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهند. مصرف کودهای زیستی فسفره به صورت تلفیقی سبب بهبود قابلیت دسترسی فسفر خاک می‌شود و تأثیر کودهای آلی و شیمیایی را در تولیدات کشاورزی افزایش می‌دهد [۱۴].

بررسی تأثیر مقادیر مختلف کود دامی بر خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند نشان داد که عملکرد ریشه در زراعت چغندر قند با مصرف کود دامی به طور معنادار افزایش یافت. هرچند مصرف کود دامی سبب کاهش درصد قند شد، عملکرد شکر از ۵/۷۸ تن در هکتار در تیمار بدون مصرف کود دامی به ۶/۷۳ تن در هکتار با مصرف ۳۰ تن کود دامی رسید [۵]. تأثیر عمق پوکی خاک و کاربرد کود دامی بر عملکرد و کیفیت چغندر قند بررسی شد و بیشترین عملکرد ریشه معادل ۵۱/۱۸ تن در هکتار حاصل شد؛ ولی درصد قند مقداری کاهش پیدا کرد [۱۳]. بررسی کیفیت و عملکرد چغندر قند زمانی که کود نیتروژن

## به زراعی کشاورزی

محیطی و پیامدهای آن در اراضی کشاورزی، هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر کودهای سبز و دامی به عنوان منابع آلی تأمین مواد غذایی گیاه به خصوص نیتروژن و کود زیستی فسفات بارور-۲ به عنوان منبع تأمین کننده آلی فسفر بر رشد و عملکرد کمی و کیفی چغندر قند و استفاده از روش تلفیق منابع کودی برای کمک به پایداری و احیای مزارع چغندر قند است.

## ۲. مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی 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 در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ انجام گرفت. قبل از کشت چغندر قند آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی از نمونه خاک (جدول ۱) و همچنین مقدار عناصر از نمونه کود گاوی (جدول ۲) انجام گرفت و براساس نتایج، نیاز کودی گیاه برآورد شد. این نیاز شامل ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل بود که در ۱۲ تیمار (بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار) به صورت‌های جداگانه یا تلفیقی از کودهای سبز، گاوی، زیستی و شیمیایی به شرح ۱. شاهد بدون کود، ۲. نخودفرنگی + سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، ۳. خلر + سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، ۴. کود زیستی فسفات بارور-۲ (۱۰۰ گرم در هکتار) + اوره (۲۵۰ کیلوگرم در هکتار)، ۵. کود گاوی (۳۰ تن در هکتار) + سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، ۶. کود شیمیایی مرسوم (۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل)، ۷. نخودفرنگی + کود زیستی فسفات بارور-۲ (۱۰۰ گرم در هکتار)، ۸. خلر + کود زیستی فسفات بارور-۲ (۱۰۰ گرم در هکتار)، ۹. نخودفرنگی + کود گاوی (۱۵ تن در هکتار)

مرسوم با کمپوست یا کود گاوی جایگزین شد، ثابت کرد که کشاورزان چغندرکار می‌توانند کمپوست یا کود گاوی را برای رفع نیاز نیتروژن چغندر قند بدون کاهش در عملکرد قند تولیدی به کار ببرند [۷].

بررسی اثر کودهای سبز بر ذرت نشان داد که کاربرد کودهای سبز به تنهایی یا به صورت تلفیقی با کود شیمیایی، عملکرد ذرت را ۱۹-۱۲۵ درصد افزایش داد و میانگین افزایش در تیمارهای تلفیق بالاتر بود [۸]. نتایج تحقیقی درباره شلغم علوفه‌ای بیانگر اثر افزایشی کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی بود و استفاده از روش تغذیه‌ای تلفیقی بیش از کاربرد جداگانه این منابع، عملکرد را تحت تأثیر قرار داد [۲]. بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای بر گیاه آفتابگردان نشان داد عملکرد دانه و اجزای عملکرد در تیمار ترکیب کود زیستی و سیستم تلفیقی کود دامی و شیمیایی بهتر از زمانی است که این کودها به تنهایی استفاده می‌شوند و بیشترین عملکرد در تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود آلی + کود زیستی به دست آمد [۱].

چغندر قند<sup>۱</sup> یکی از محصولات عمده کشاورزی است که به طور مستقیم و غیرمستقیم بخشی از نیازهای مردم کشور را تأمین می‌کند. در ایران سهم و اهمیت چغندر قند در تولید شکر بسیار زیاد است. هر هکتار زراعت چغندر قند به ۲۰۰-۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، ۱۲۰-۹۰ کیلوگرم فسفر و ۱۰۰-۵۰ کیلوگرم پتاس نیازمند است. افزودن انواع کود آلی تأثیر بسزایی در افزایش عملکرد و کیفیت آن و کاهش مصرف کودهای شیمیایی خواهد داشت [۳].

با توجه به موارد ذکر شده و نیز کاربرد بیش از حد نهاده‌های شیمیایی به ویژه نیتروژن در زراعت چغندر قند، مصرف هزینه‌های گزاف، تخریب ساختار خاک، آلودگی

1. *Beta vulgaris* L.

## سیمین فرجی و همکاران

شد. در تیمارهای دارای کود سبز مقدار ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به ترتیب برای نخودفرنگی و خلر به صورت تلفیق در نظر گرفته شد. یک سوم از کودهای اوره تیمارها در هنگام کاشت و بقیه در دو نوبت به صورت سرک داده شد.

+ سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، ۱۰. خلر + کود گاوی (۱۵ تن در هکتار) + سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، ۱۱. نخودفرنگی + کود گاوی (۱۵ تن در هکتار) + کود زیستی فسفات بارور-۲ (۱۰۰ گرم در هکتار) و ۱۲. خلر + کود گاوی (۱۵ تن در هکتار) + کود زیستی فسفات بارور-۲ (۱۰۰ گرم در هکتار) تأمین

جدول ۱. نتایج آزمون خاک مزرعه در عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری

مس	آهن	منگنز	روی	نیترژن قابل دسترس (%)	پتاسیم قابل دسترس (mg/kg)	فسفر قابل دسترس (mg/kg)	نیترژن کل (%)	ماده آلی (%)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (ds/m)
۰/۸۲	۳/۹۶	۸/۰۲	۰/۵۵	۰/۰۹۱	۷۹۱	۸/۸	۲۵/۵	۰/۷۰۲	۷/۹۳	۰/۶۱۳

جدول ۲. نتایج آزمون عناصر موجود در کود گاوی

مس	آهن	منگنز	روی	نیترژن قابل دسترس (%)	پتاسیم (%)	فسفر (%)	منیزیم (mg/kg)	کلسیم (mg/kg)	سدیم (%)
۳۲/۱۹	۱۸۶	۶۱/۵۵	۷۲/۳۹	۰/۸۲۲	۱/۱۲۸	۰/۳۱	۳۱۷/۱۴	۹۵۶/۳۴	۲/۹۱
نیترژن کل (%)	ماده آلی (%)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (ds/m)	رطوبت (%)					
۱۰/۵	۳۲/۱۷	۸/۵۵	۱۱/۳۲	۴/۵۱					

دستگاه دوره زن خرد و با دستگاه مینی روتواتور کششی به خاک برگردانده شدند. بذور چغندر قند رقم 'کاستیله' در سوم خرداد ۱۳۹۲ و پس از اعمال کود زیستی (به صورت بذرمال) و کود گاوی (به صورت اختلاط با خاک هنگام تهیه بستر بذر چغندر قند) با فواصل ۱۵ سانتی متر روی پشته‌ها

عملیات تهیه بستر برای کشت کود سبز مطابق مرسوم منطقه انجام گرفت و دو گونه گیاهی متحمل به سرما از تیره بقولات شامل یک گونه نخودفرنگی باغی و یک گونه خلر در آذر ۱۳۹۱ به صورت انتظاری در مزرعه کشت شدند و سپس در اردیبهشت ۱۳۹۲ (در زمان گلدهی) با استفاده از

## به زراعی کشاورزی

SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح ۵ درصد صورت گرفت. نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار اکسل ترسیم شدند.

### ۳. نتایج و بحث

#### ۳.۱. عملکرد ریشه<sup>۱</sup>

مهم‌ترین صفت کمی در زراعت چغندر قند عملکرد ریشه است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که این صفت در سطح ۱ درصد تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی قرار گرفت.

تیمارهای ۸ (خلر + فسفات بارور-۲)، ۱۰ (خلر + کود گاوی + سوپرفسفات تریپل)، ۱۱ (نخودفرنگی + کود گاوی + کود زیستی فسفات بارور-۲)، ۲ (نخودفرنگی + سوپرفسفات تریپل)، ۳ (خلر فرنگی + سوپرفسفات تریپل) و ۶ (کود شیمیایی مرسوم) به ترتیب با مقادیر ۵۰/۴۷، ۴۷/۲۳، ۴۶/۵۷، ۴۵/۹۵، ۴۳/۷ و ۴۳/۲ تن در هکتار تفاوت معناداری نداشتند و بیشترین عملکرد ریشه را به خود اختصاص دادند (شکل ۱). تیمارهای ۱ (شاهد)، ۴ (اوره + فسفات بارور-۲)، ۵ (کود گاوی + سوپرفسفات تریپل) و ۱۲ (خلر + کود گاوی + کود زیستی فسفات بارور-۲) کمترین عملکرد ریشه را داشتند.

بیشتر تیمارهایی که بیشترین عملکرد را نشان می‌دهند تلفیقی از کود سبز و کود زیستی با کود گاوی یا کود شیمیایی‌اند. این بیانگر قابلیت زیاد کودهای آلی و زیستی در تأمین نیازهای گیاه در حد مطلوب است و البته بیانگر این نکته است که منابع متعدد تأمین مواد غذایی ممکن است در رهاسازی عناصر غذایی و قابلیت آماده‌سازی آنها به یکدیگر مؤثر باشند.

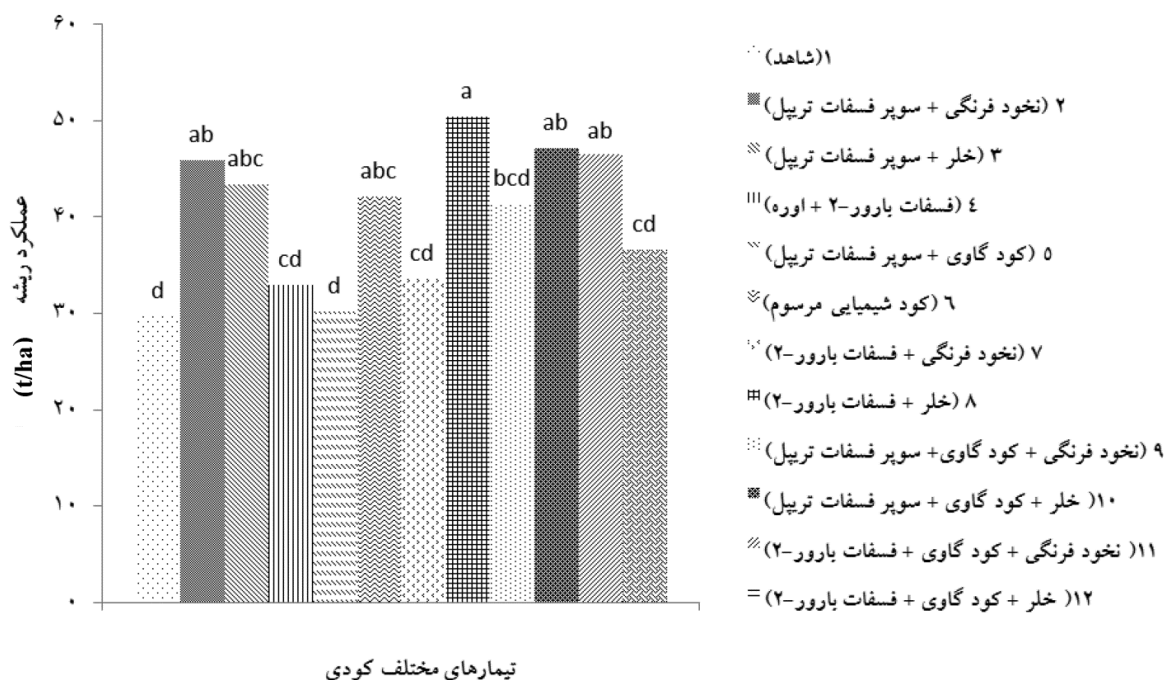
کشت شد. فاصله بین پشته‌ها ۵۰ سانتی‌متر بود و در هر کرت شش خط ۴ متری کشت شد.

آبیاری مطابق با نیاز گیاه هر ۷-۱۰ روز و وجین علف‌های هرز به صورت دستی انجام گرفت. برداشت در اواخر مهر از سطح ۷ متر مربع (با در نظر گرفتن حاشیه) صورت گرفت و ضمن اندازه‌گیری عملکرد ریشه، نمونه‌ها به آزمایشگاه عیارسنجی کارخانه قند انتقال یافتند و با استفاده از دستگاه‌های اتوماتیک مکنده استخراج و به روش پلاریمتری با دستگاه آنالوگ p1000 ساخت شرکت کروز آلمان تجزیه کیفی چغندر قند انجام گرفت. عیار قند، درصد قند قابل استحصال، عملکرد شکر، عملکرد شکر سفید، نیتروژن مضره و آلکالیتیه از صفات کیفی و کمی بودند که در این مطالعه اندازه‌گیری شدند.

عیار قند یا همان درصد قند ریشه از صفات کیفی و بسیار مهم در زراعت چغندر قند و مؤثر بر مقدار عملکرد قند چغندر قند است که نشان می‌دهد که از هر ۱۰۰۰ گرم ریشه چغندر قند، چند درصد قند قابل کریستال شدن استخراج خواهد شد. این امر در حالی است که درصد قند قابل استحصال درصدی از قند موجود در ریشه است که پس از حذف ناخالصی‌ها و املاح غیرقندی که مانع استحصال‌اند، به دست می‌آید [۵].

عملکرد شکر از حاصل ضرب درصد قند در عملکرد ریشه به دست می‌آید، در حالی که عملکرد شکر سفید از حاصل ضرب عملکرد ریشه در درصد قند قابل استحصال به دست می‌آید و بیانگر مقدار قند سفید حاصل پس از حذف ناخالصی‌هاست [۵]. نیتروژن مضره بیانگر مقدار نیتروژنی است که طی دوره رشد، جذب ریشه شده و در کارخانه قند مانع استحصال قند می‌شود، حال آنکه آلکالیتیه عبارت است از نسبت مقدار سدیم + پتاسیم بر مقدار نیتروژن مضره [۵].

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری



شکل ۱. مقایسه میانگین عملکرد ریشه در تیمارهای مختلف کودی

تیمارهای دارای حروف غیرمشابه اختلاف معناداری با یکدیگر در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD دارند.

با توجه به اینکه گیاه چغندر قند غده‌ای است، با وضعیت بهتر خاک از نظر فیزیکی و نفوذپذیری و تحریک رشد غده‌ها یا دسترسی بهتر رطوبتی نیز مرتبط باشد که حاکی از تأثیر این کودها بر خصوصیات فیزیکی خاک است.

کمترین مقادیر عملکرد ریشه به جز برای شاهد که کود مناسبی دریافت نکرد، مربوط به تیمارهای ۴ و ۵ (که فاقد کودهای سبز یا تلفیق با کود شیمیایی برای نیتروژن هستند) و نیز تیمارهای ۷ و ۱۲ (که در آنها کودهای آلی با کودهای شیمیایی تلفیق نشده‌اند) است.

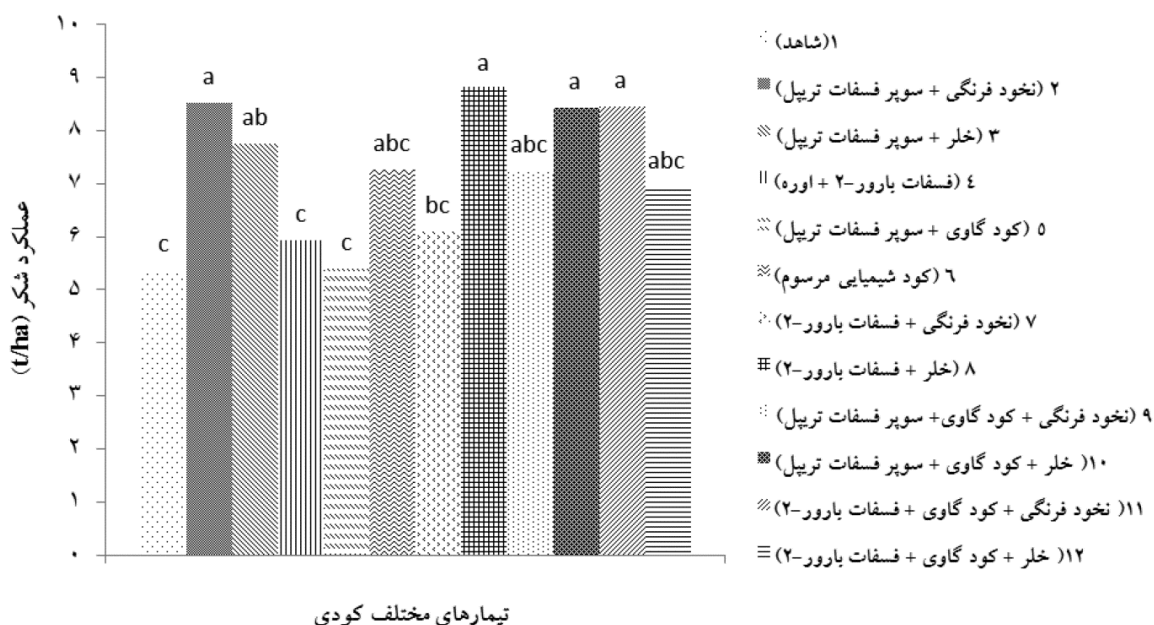
### ۲.۳. درصد قند ریشه<sup>۱</sup>

این صفت تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار نگرفت و از لحاظ آماری تفاوت معناداری بین تیمارهای مختلف کودی وجود نداشت. از این رو تأمین نیاز کودی چغندر قند از منابع مختلف کودی تأثیر معناداری بر درصد قند به‌عنوان یکی از مهم‌ترین صفات کیفی آن ندارد و از این حیث تیمارهای آلی توانسته‌اند پایه‌پای تیمارهای مرسوم در تأمین درصد قند گیاه چغندر قند مؤثر باشند.

این امر نشان می‌دهد که شاید لازم باشد در سال اول پس از کاشت کود سبز به‌خصوص در مورد گیاهان پرنیاز نظیر چغندر قند، مقداری کود شیمیایی به‌صورت تلفیق استفاده کرد. پژوهشگران دلیل افزایش عملکرد در سیستم تلفیقی را مطابقت بیشتر نیتروژن قابل دسترس با نیازهای گیاه در سیستم تلفیقی می‌دانند [۱۰]. آنچه باز هم مشهود است این است که در بیشتر تیمارهای زیستی کود سبز و کود زیستی توانسته است حتی از کود شیمیایی مرسوم نیز در سطح بالاتری قرار گیرد که ممکن است علاوه بر تغذیه بهتر،

1. POL

تأثیر کاربرد جداگانه و تلفیقی کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند



شکل ۲. مقایسه میانگین عملکرد شکر چغندر قند در تیمارهای مختلف کودی

تیمارهای دارای حروف غیر مشابه اختلاف معناداری با یکدیگر در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD دارند.

همچنین کود گاوی در تأمین عناصر مورد نیاز غذایی و بهبود رطوبت خاک به خصوص در تیمارهای تلفیق موفق عمل کرده و در نهایت عملکرد شکر قابل قبولی را ارائه کرده است. عملکرد شکر از حاصل ضرب درصد قند در عملکرد ریشه محاسبه می شود و اگرچه از نظر درصد قند ریشه تفاوتی بین تیمارهای کودی وجود نداشت، تأثیر مثبت کودهای آلی و زیستی بر خصوصیات خاک و در کل رشد و نمو چغندر قند از طریق افزایش عملکرد ریشه موجب افزایش عملکرد شکر شد [۵].

### ۴.۳ درصد قند قابل استحصال<sup>۲</sup>

درصد قند قابل استحصال به طور معناداری تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار نگرفت.

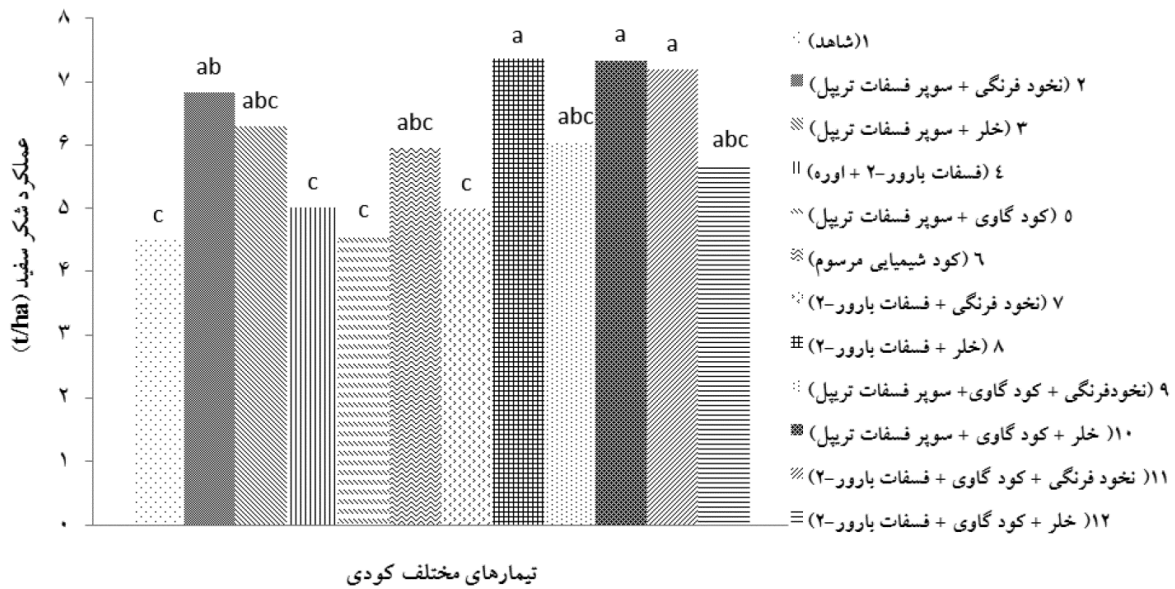
### ۳.۳ عملکرد شکر<sup>۱</sup>

عملکرد شکر نیز از صفات کمی مهم چغندر قند است که تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی قرار گرفت. به جز تیمار ۱ (شاهد)، ۴ (مصرف کود اوره + فسفات بارور-۲)، ۵ (کود گاوی + سوپر فسفات تریپل) و ۷ (نخود فرنگی + فسفات بارور-۲) که عملکرد شکر کمتری داشتند، بقیه تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند و عملکرد شکر بیشتر از ۷ تن در هکتار داشتند (شکل ۲).

به نظر می رسد عملکرد شکر در تیمارهای تلفیقی نیتروژن تحت تأثیر مثبت کود سبز در تأمین نیاز غذایی گیاه و نیز افزایش رطوبت خاک و نیز کفایت کود زیستی در تأمین فسفر مورد نیاز در تیمارهای آن، افزایش فتوسنتز و در نتیجه تولید قند بیشتر قرار گرفته است که با تیمارهای کود سوپر فسفات تریپل از نظر آماری یکسان است.

2. WSC

1. SY



شکل ۳. مقایسه میانگین عملکرد شکر سفید چغندر قند تیمارهای مختلف کودی مختلف

تیمارهای دارای حروف غیر مشابه اختلاف معناداری با یکدیگر در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD دارند.

عملکرد ریشه و عملکرد شکر نیز بیشترین میانگین‌ها را داشتند و به نظر می‌رسد برتری این تیمارها در مقدار عملکرد شکر سفید نیز به همین علت باشد. کمترین مقادیر عملکرد شکر سفید با ۴/۵ تن در هکتار مربوط به تیمار شاهد بدون کود و تیمار ۴ (خلر + سوپرفسفات تریپل)، ۵ (اوره + فسفات بارور-۲) و ۷ (نخود فرنگی + کود زیستی فسفات بارور-۲) بود.

### ۶.۳. نیتروژن مضره<sup>۲</sup>

نتیجه آنالیز واریانس داده‌های مربوط به نیتروژن مضره نشان داد که این صفت کیفی نیز تحت تأثیر تیمارهای تلفیقی کودهای آلی و زیستی قرار گرفت و بین تیمارهای کودی با احتمال ۹۹ درصد تفاوت وجود دارد.

تیمارهای تلفیقی کودهای آلی و زیستی کمترین مقادیر را برای این صفت نشان می‌دهند که این امر، کیفیت بیشتر

### ۵.۳. عملکرد شکر سفید<sup>۱</sup>

تیمارهای تلفیقی کود زیستی و کودهای آلی و شیمیایی ۸ (خلر + فسفات بارور-۲)، ۱۰ (خلر + کود گاوی + سوپرفسفات تریپل)، ۱۱ (نخود فرنگی + کود گاوی + کود زیستی فسفات بارور-۲) و ۲ (نخود فرنگی + سوپرفسفات تریپل) به ترتیب با مقادیر ۷/۳۷، ۷/۳۴، ۷/۱۹ و ۶/۸۳ تن در هکتار بیشترین عملکرد شکر سفید را به خود اختصاص دادند و پس از آن تیمارهای ۳ (خلر + سوپرفسفات تریپل)، ۶ (تیمار کود شیمیایی مرسوم)، ۹ (کود سبز نخود فرنگی + کود گاوی + سوپرفسفات) و ۱۲ (خلر + کود گاوی + فسفات بارور-۲) در رتبه بعدی قرار داشتند که با تیمارهای یادشده تفاوت معناداری را نشان ندادند (شکل ۳). براساس نتایج این صفت تحت تأثیر تیمارهای تلفیق نیتروژن مقادیر بیشتری داشته است.

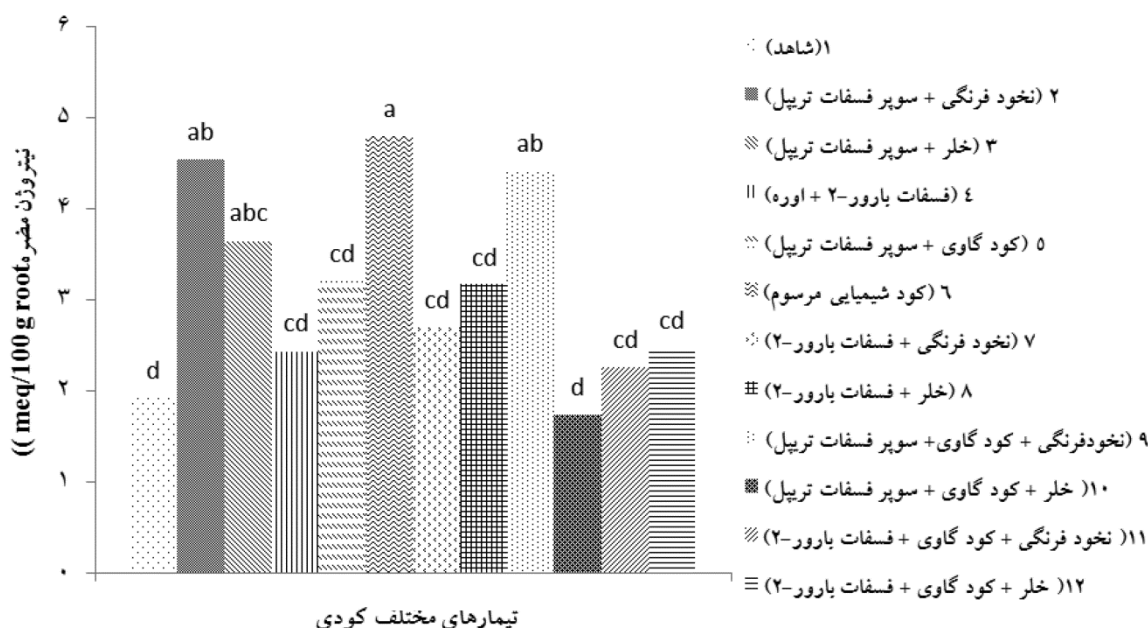
با توجه به موارد ذکر شده، این تیمارها از لحاظ



## تأثیر کاربرد جداگانه و تلفیقی کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند

آن توسط گیاه سبب شد که نیتروژن مضره در تیمارهای تلفیقی کودهای آلی در حد مطلوب باشد. ضمن اینکه در برخی تیمارهای کود سبز نیز این مزیت دیده می‌شود. در مجموع به دلیل فرایند معدنی شدن مواد آلی، نیتروژن به تدریج به شکل قابل جذب گیاه در می‌آید و سبب فراهمی کافی و مداوم در طول دوره رشد گیاه می‌شود.

ریشه گیاهان تحت تأثیر تیمارهای تلفیقی را اثبات می‌کند (شکل ۴). کمترین مقدار نیتروژن مضره مربوط به تیمار ۱۰ با ۱/۷۴ و سپس شاهد بدون کود با مقدار ۱/۹۲ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم ریشه، و بیشترین مقدار آن مربوط به کود شیمیایی مرسوم با ۴/۸ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم ریشه است. تأمین تدریجی و مداوم نیتروژن در نتیجه تجزیه کود سبز و کود گاوی و جذب بهتر و کافی



شکل ۴. مقایسه میانگین درصد نیتروژن مضره چغندر قند در تیمارهای مختلف کودی

تیمارهای دارای حروف غیرمشابه اختلاف معناداری با یکدیگر در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD دارند.

کودهای آلی در مطالعات دیگر نیز مشاهده شده است.

### ۷.۳. درصد سدیم<sup>۱</sup>، پتاسیم<sup>۲</sup> و آلکالیت<sup>۳</sup> ریشه و قند ملاس<sup>۴</sup>

اثر تیمارهای مختلف کودی بر صفات درصد سدیم، پتاسیم، آلکالیت ریشه و قند ملاس معنادار نشد. این امر نشان می‌دهد که این صفات که نکات منفی در استحصال

با جذب عناصر غذایی بیشتر توسط گیاه، رشدونمو و فعالیت‌های بیوشیمیایی گیاه افزایش می‌یابد که در نهایت موجب بهبود صفات کمی و کیفی گیاه می‌شود [۳]. احتمالاً سازگاری آزادسازی نیتروژن در تیمارهای تلفیقی کود سبز (که به آهستگی انجام می‌پذیرد) با جذب آن در گیاه چغندر قند سبب شده است که تجمع نیتروژن در دوره‌هایی از رشد که آن را به صورت نیتروژن مضره درمی‌آورد، کاهش یابد؛ از این رو این تیمارها بر تیمار کوددهی مرسوم برتری دارند. این رفتار نیتروژن در تیمارهای تلفیقی

1. Na
2. K
3. Alc
4. MS

نتایج تجزیه همبستگی نشان داد که درصد قند قابل استحصال همبستگی منفی و معناداری با صفاتی مانند مقدار نیتروژن مضره ( $r = 0/91^{**}$ )، پتاسیم ( $r = 0/85^{**}$ )، سدیم ( $r = 0/55^{**}$ ) و درصد قند ملاس ( $r = 0/97^{**}$ ) داشت. چنین رفتاری برای صفات عملکرد شکر و شکر سفید هم مشاهده شد (جدول ۳). همچنین مقدار قند ملاس همبستگی مثبت و قوی با مقدار ناخالصی‌هایی نظیر N، Na و K نشان داد (جدول ۳). این بدان معناست که هرچه ناخالصی‌های ریشه بیشتر باشد، مقدار قند قابل استحصال و عملکرد شکر سفید کاهش و مقدار قند ملاس افزایش می‌یابد، اما به هر حال اثر تیمارهای کودی بر تغییرات این صفات معنادار نبود.

قند به‌شمار می‌روند، عملاً تحت تأثیر تیمارهای کودی، بررسی نشدند و از این حیث، همانند روش‌های کوددهی مرسوم کشت چغندر قند عمل کردند. افزایش ناخالصی‌هایی نظیر سدیم و پتاسیم در ریشه از کریستاله شدن ساکاروز جلوگیری می‌کند و قابلیت استحصال قند را کاهش می‌دهد [۵]. درصد آلکالیتیه نیز یکی از صفاتی است که در کارخانه برای سنجش کیفیت ریشه چغندر قند بررسی می‌شود، این صفت نیز تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار نگرفت. درصد قند ملاس درصد قندی است که در ضایعات ریشه پس از استحصال (ملاس) باقی می‌ماند. این مقدار قند به علت وجود ناخالصی‌ها، قابل کریستاله شدن نیست و در ملاس باقی می‌ماند و به مصرف دام‌ها می‌رسد. نتایج آنالیز نشان می‌دهد که این صفت نیز تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار نگرفت.

جدول ۳. ضرایب همبستگی بین صفات مطالعه‌شده

صفت	عملکرد شکر	عبار قند	درصد قند قابل استحصال	عملکرد شکر	عملکرد شکر سفید	نیتروژن مضره	پتاسیم	سدیم	قلیائیت	قند ملاس
عملکرد شکر	۱									
عبار قند	۰/۱۴	۱								
درصد قند قابل استحصال	۰/۳۳*	۰/۳۷*	۱							
عملکرد شکر	۰/۲۶	۰/۸۶**	۰/۷۶**	۱						
عملکرد شکر سفید	۰/۹۸**	۰/۲۸	۰/۳۶*	۰/۳۷*	۱					
نیتروژن مضره	-۰/۳۳*	-۰/۱۹	-۰/۹۱**	-۰/۶۱**	-۰/۳۴*	۱				
پتاسیم	-۰/۱۸	۰/۰۶	-۰/۸۵**	-۰/۴۱*	-۰/۱۵	۰/۷۸**	۱			
سدیم	-۰/۵۶**	-۰/۴۲**	-۰/۵۵**	-۰/۶**	-۰/۶**	۰/۶۷**	۰/۲۳	۱		
قلیائیت	۰/۲۸	۰/۲۶	۰/۷۸**	۰/۵۵**	۰/۳۱	-۰/۸۸**	۰/۶۱**	۰/۶۹**	۱	
قند ملاس	-۰/۳۳*	-۰/۲	-۰/۹۷**	-۰/۶۱**	-۰/۳۳*	-۰/۹**	۰/۹۱**	۰/۴۸**	۰/۸**	۱

\* و \*\*: معنادار در سطح ۵ و ۱ درصد.

#### ۴. نتیجه گیری کلی

به طور کلی، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که سیستم تغذیه تلفیقی گیاه و استفاده توأم کودهای آلی و زیستی علاوه بر اینکه راهکاری برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی است و می تواند عملکرد مطلوبی را در پی داشته باشد، سبب بهبود برخی خصوصیات کمی و کیفی گیاه چغندر قند نیز خواهد شد. براساس نتایج، اثر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد ریشه، عملکرد شکر، عملکرد شکر سفید و نیتروژن مضره معنادار بود، این بدان معناست که کودهای آلی و زیستی توانسته اند به خوبی نیاز گیاه را برآورده کرده و حتی از نظر صفات کمی یا کیفی بهتر عمل کنند. مواد آلی حاوی انواع عناصر غذایی در غلظت های کم هستند که به آهستگی تجزیه و آزاد می شوند. تأمین تلفیقی عناصر غذایی با استفاده از کودهای شیمیایی و آلی و زیستی، مصرف کودهای شیمیایی را کاهش می دهد و کمبود مواد غذایی را جبران می کند و در نتیجه حاصلخیزی خاک حفظ می شود که تولید پایدار محصول را به همراه دارد [۵].

استفاده بهتر از شرایط محیطی، جذب بیشتر نیتروژن، فسفر و سایر عناصر غذایی از خاک توسط گیاه، افزایش فعالیت های متابولیکی و آماده سازی از دلایل افزایش عملکرد ریشه در مصرف تلفیقی کودها بوده است [۱۱]. بعضی از پژوهشگران افزایش کارایی مصرف نور با جذب عناصر غذایی بیشتر از خاک، و بعضی دیگر مطابقت بیشتر نیتروژن قابل دسترس با نیازهای گیاه در سیستم تلفیقی را دلیل افزایش عملکرد می دانند. از مزایای سیستم های تلفیقی دارای کود سبز، حفظ و نگهداری عناصر غذایی خاک و جلوگیری از آبشویی نیتروژن موجود در آن، افزایش فعالیت های بیولوژیک و بهبود ساختمان خاک توسط کود سبز، و افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی به ویژه نیتروژن را می توان نام برد. از این رو پیشنهاد می شود با کاربرد توأم کودهای آلی، زیستی و شیمیایی و جذب

بیشتر آنها توسط گیاه و در نتیجه افزایش رشد و فتوسنتز با افزایش سطح برگ، عملکرد کمی و کیفی را در تیمارهایی با سیستم تغذیه تلفیقی افزایش داد.

#### ۵. پیشنهادها

با توجه به نتایج به دست آمده، بهتر است در مطالعات بعدی، روند تغییرات عناصر غذایی خاک، نسبت کربن به نیتروژن به عنوان شاخصی از شرایط حاصلخیزی و پویایی خاک، و نیز فیزیک و بیولوژی خاک به خصوص در تیمارهای تلفیق که عملکرد قابل قبولی را با مصرف کمتر نهاده های شیمیایی نشان دادند، و نیز اثر این تیمارها از این به بعد بررسی شود.

#### منابع

۱. اکبری پ، فلاوند ا و مدرس ثانوی ع م (۱۳۸۸) تأثیر کاربرد سیستم های مختلف تغذیه ای (آلی، شیمیایی و تلفیقی) و کود زیستی بر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی آفتابگردان. دانش کشاورزی پایدار. ۱(۱): ۹۳-۸۳
۲. انصاری جوینی م، چایی چی م ر و کشاورز افشار ر (۱۳۹۰) اثر روش های مختلف حاصلخیزی خاک (شیمیایی، آلی و تلفیقی) بر عملکرد و اجزای عملکرد شلغم علوفه ای. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۴(۳): ۱۳۸-۱۲۱.
۳. خدابنده ن (۱۳۷۲) زراعت گیاهان صنعتی. جلد ۱۹، چاپ چهارم، مرکز نشر سپهر، تهران. ۴۵۴ ص.
۴. صالحی ع، فلاح س، ایرانی پور ر و عباسی سورکی ع (۱۳۹۳). اثر زمان مصرف کود شیمیایی در تلفیق با کود گاوی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه (*Nigella sativa* L.). بوم شناسی کشاورزی. ۶: ۴۹۵-۵۰۷.

- application to the held's differentiate in soil. Field Crop Abstract. 43 (12):24-25.
14. Yang YH, Jiang PA, Ai EK and Zhou YQ (2005) Effects of planting *Medicago sativa* L. on soil fertility. Arid Land Geography. 28: 248-251.
۵. فتح‌اله طالقانی د، صادق‌زاده س و نوشاد ح (۱۳۸۵) تأثیر مقادیر مختلف کود دامی بر خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند در تناوب گندم و چغندر قند. مؤسسه تحقیقات چغندر قند. ۲۲(۲): ۶۷-۷۸.
6. El-Komy HMA (2005) Co-immobilization of *Azospirillum lipoferum* and *Bacillus megaterium* for successful phosphorus and nitrogen nutrition of wheat plants. Food Technology and Biotechnology. 43(1): 19-27.
7. Lehrs GA, Brown B, Lentz RD, Johnson Mayard JL and Leytem B (2014) Sugarbeet yield and quality when substituting compost or manure for conventional nitrogen fertilizer. Agronomy Journal. 107(1): 221-231.
8. Odhiambo J (2011) Potential use of green manure legume cover crops in smallholder maize production systems in Limpopo province, South Africa. African Journal of Agricultural Research. 6(1):107-112.
9. Pieters AJ (2004) Green manuring: Principles and Practice. 356 p.
10. Prasad R (1996) Cropping systems and sustainability of agriculture. Indian Farming. 46: 39-45.
11. Sharpley AN, McDowell RW and Kleinman PJA (2004) Amounts, forms, and solubility of phosphorus in soils receiving manure. Soil Science Society of America Journal. 68: 2048-2057.
12. Tejada M, Gonzalez JL, Garcı'a-Martı'nez AM and Parrado J (2008) Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. Bioresource Technology. 99: 1758-1767.
13. Vales S and Strand P (1991) Effect of manure