

# اثر کاربرد تلفیقی کودسبز و شیمیایی بر میزان کربن و نیتروژن خاک، کنترل علف‌های هرز و عملکرد کمی و کیفی چغندر قند

Effect of integrated application of green manure and chemical fertilizer on soil carbon and nitrogen, weed control, yield and quality of sugar beet

علی عباسی سورکی<sup>۱\*</sup> و سینا فلاح<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۱۰ : تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۱۵

ع. عباسی سورکی و س. فلاح. ۱۳۹۷. اثر کاربرد تلفیقی کودسبز و شیمیایی بر میزان کربن و نیتروژن خاک، کنترل علف‌های هرز و عملکرد کمی و کیفی چغندر قند. چغندر قند، ۳۴(۱): ۴۹-۶۳. DOI: 10.22092/jsb.2018.110220.1156

## چکیده

بهره‌برداری مداوم از خاک سبب کاهش مواد آلی و عناصر غذایی و استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی می‌گردد. در چغندر قند به دلیل نیاز بالا، استفاده از کودهای آلی اهمیت بیشتری دارد. کودهای سبز و تلفیق آنها با منابع شیمیایی گامی در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و حرکت به سوی کشاورزی پایدار است. در پژوهش حاضر ابتدا دو گونه نخودفرنگی و خلر به عنوان کودسبز کشت گردید سپس میزان تولید و ویژگی‌های آنها مانند مقدار نیتروژن و کربن به همراه اثر بر خصوصیات خاک در مقایسه با شاهد مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس اثر آنها به تنهایی و در تلفیق با مقادیر کاهش یافته کود نیتروژن (۱۶۰ و ۸۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره) در مقابل ۲۴۰ کیلوگرم اوره در تیمار مرسوم شیمیایی و شاهد بدون کود، مجموعاً در هشت تیمار طی سال‌های زراعی ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۳ بر چغندر قند مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد کودهای سبز از نظر زیست‌توده تولیدی، نیتروژن و کربن اختلاف معنی‌داری داشتند و نیتروژن، کربن و نسبت کربن به نیتروژن خاک را ۵۰ روز پس از مصرف تغییر دادند. همچنین اثر مطلوبی بر کاهش تراکم و زیست‌توده علف هرز داشتند. بیشترین عملکرد ریشه (۴۷ تن در هکتار) و زیست توده تر (۵۶/۸ تن در هکتار) در تیمار تلفیقی نخودفرنگی + ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن به دست آمد که در مقایسه با کود شیمیایی (۴۱/۲ تن در هکتار)، بالاتر بود. با کاهش مصرف نیتروژن در تیمارهای تلفیق کودسبز نخودفرنگی، بالاترین عیار قند (۲۰/۳ درصد) به دست آمد. بیشترین مقادیر درصد قند قابل استحصال نیز در تیمارهای تلفیقی نخودفرنگی و کاربرد جداگانه کودهای سبز (حدود ۱۸٪) حادث شد، در حالی که کمترین میزان قند قابل استحصال مربوط به تیمار کود نیتروژن و تیمارهای تلفیق خلر + نیتروژن (حدود ۱۶٪) بود. در نهایت بیشترین عملکرد قندخالص (۸ تن در هکتار) در تیمار تلفیقی کودسبز نخودفرنگی + ۱۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن بود که نسبت به شاهد ۲۰ درصد افزایش داشت. در سایر تیمارهای تلفیق نیز علیرغم کاهش مصرف یک تا دو سوم نیتروژن مصرفی در مقایسه با تیمار شیمیایی مرسوم، عملکرد قندخالص کاهش محسوسی نیافت. کمترین ناخالصی شامل نیتروژن مضره، پتاسیم و سدیم و کمترین قند ملاس در تیمارهای کود سبز و یا تلفیق با مقادیر کمتر نیتروژن به دست آمد. این امر بیانگر این است که کاربرد کود سبز مصرف کود شیمیایی را کاهش و ضمن حفظ عملکرد، کیفیت و سلامت محصول را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند، عملکرد ریشه، کربن، کودسبز، نیتروژن

\* نویسنده مسئول: aabasi59@yahoo.com

۱. استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

۲. استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

## مقدمه

بهره‌برداری مداوم کشاورزان از خاک سبب کاهش مواد آلی و عناصر غذایی خاک و استفاده بیش‌ازحد کودهای شیمیایی می‌گردد (Abril *et al.* 2007). این امر به ویژه در گیاهانی که پتانسیل بالایی در تخلیه عناصر غذایی خاک دارند، مشاهده می‌شود. چغندر قند به لحاظ پتانسیل عملکرد نسبتاً بالا، از نظر تخلیه عناصر غذایی خاک و استفاده بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی، مخاطرات زیست محیطی، هدررفت عناصر و بهره‌وری پایین همواره مورد بحث است (Hosseinpour *et al.* 2013; Khajehpour 2012). از سویی به منظور دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار و انواع شیوه‌های نوین مدیریت منابع کشاورزی و کاهش مخاطرات زیستی و افزایش کیفی محصول، همواره استفاده از منابع جایگزین غیرشیمیایی مدنظر بوده است (Tripolskaya and Romanovskaya 2006).

استفاده از کودسبز به عنوان جایگزین مناسب و کاربردی کودهای شیمیایی و افزایش بهره‌وری از منابع محیطی به ویژه رطوبت می‌تواند ضمن کاهش مصرف کودهای نیتروژنه شرایط بهتری را جهت پایداری خاک (Moradi *et al.* 2002; Sharma 2011) افزایش مواد آلی آن و تنوع موجودات زنده (Tate, 2000; Zaller and Köpke 2004)، کاهش علف‌های هرز (Dabighi *et al.* 2016) و افزایش کیفیت محصول ایجاد نماید (Talgre *et al.* 2010). استفاده از گونه‌های لگوم به عنوان کود سبز عناصر غذایی خاک و نیتروژن معدنی خاک را در زمان کشت گیاه بعدی افزایش می‌دهد (Matos *et al.* 2008). نخود فرنگی باغی از جمله بقولاتی است که به دلیل دوره رشد کوتاه، نیاز غذایی کم و توان تثبیت زیستی نیتروژن به عنوان کود سبز اهمیت خاصی دارد، همچنین رشد آن در فصل پاییز، اواخر زمستان و اوایل بهار امکان استفاده از بارش این فصول و عناصر غذایی

باقیمانده خاک را فراهم می‌نماید (Fallah *et al.* 2016). وابستگی به آبیاری کاهش یافته و کشت این گیاه در فاصله زمانی برداشت تا کاشت گیاه بهاره با هدف کود سبز می‌تواند به جلوگیری از فرسایش، بهبود ساختار بیوفیزیکی و افزایش ماده آلی منجر شود (Tejada *et al.* 2008).

تالگر و همکاران (Talgre *et al.* 2009) بیان کردند برگرداندن کودهای سبز به خاک باعث افزایش کربن و ماده آلی خاک، افزایش حاصلخیزی و فرآیندهای بیولوژیک و فراهمی عناصر غذایی برای گیاه می‌شود. مایکستینین و ارلاسکین (Maiksteniene and Arlauskiene 2004) با استفاده از کودسبز شبدر قرمز، یونجه، ماشک و یولاف مشاهده نمودند که این گیاهان علاوه بر افزایش نیتروژن و برقراری روابط بیولوژیک مناسب در خاک، می‌توانند عملکرد گیاه بعدی و نیز کیفیت پروتئینی آن را افزایش دهند. اگر چه برخی محققان معتقدند کودهای سبز و مواد آلی باقی‌مانده از آنها می‌توانند عناصر غذایی خاک را در کوتاه مدت افزایش دهند اما نوع بقایای محصول سال قبل، شرایط خاک، وضعیت عناصر و نحوه مدیریت کودهای سبز نقش مهمی در کارایی و پتانسیل‌های مثبت این گیاهان در افزایش محصولات زراعی خواهد داشت (Thonissen *et al.* 2000). ممکن است همزمانی آزادسازی مواد غذایی موجود در کودهای سبز با زمان اوج مصرف گیاهان زراعی بعدی علاوه بر افزایش کارایی این کودهای آلی، هدررفت عناصر را کاهش و بهره‌وری و میزان مقبولیت استفاده از آنها را در بین کشاورزان افزایش دهد (Adesemoye *et al.* 2010). مدیریت تلفیقی کود سبز و شیمیایی که منجر به استفاده بهینه منابع کودی است می‌تواند گام مهمی در این زمینه باشد.

از آنجا که نسبت کربن به نیتروژن در کودهای آلی بالاست، احتمالاً کاربرد تنه‌های آنها سبب کاهش معدنی‌شدن

مخاطرات زیست محیطی و هزینه بالا ممکن است مشکلات تکنیکی و کیفی در استخراج قند ایجاد کند از یک سو و نیاز به جایگزینی مواد شیمیایی با منابع آلی در راستای کشاورزی پایدار، با کشت کودهای سبز در زمان آیش زمستانه از سوی دیگر، اثر این راهکار مدیریتی و اکولوژیکی بر عملکرد و صفات کیفی چغندر قند و تراکم علف‌های هرز آن بررسی گردید.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۲۰۵۰ متر از سطح دریا طی سال‌های زراعی ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۳ انجام شد.

قبل از شروع آزمایش از عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک محل اجرای آزمایش نمونه مرکب تهیه و مورد تجزیه قرار گرفت (جدول ۱). سپس کرت‌هایی به ابعاد ۴×۵ متر در پاییز سال ۱۳۹۱ آماده شد. گیاهان کودسبز شامل نخودفرنگی باغی (*Pisum sativum*) و خلر (*Lathyrus sativum*) در کرت‌های آزمایشی با فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و در ۲۷ آبان سال ۱۳۹۱ کشت شدند. هر قسمت تیمار در سه تکرار و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲). کاشت در دو طرف پشته و به صورت انتظاری بدون هیچ گونه عملیات آبیاری انجام گرفت. بذرهاى نخودفرنگی باغی و خلر از توده محلی شهرکرد تهیه شدند که به میزان ۴۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار مورد کشت قرار گرفتند. سبز شدن بذرها در نیمه دوم بهمن ماه شروع شد. آمار هواشناسی منطقه مورد کاشت در طی فصل رشد کودهای سبز در شکل ۱ آمده است.

نیتروژن می‌گردد (Alizadeh *et al.* 2012). اما در کاربرد تلفیقی، استفاده از کود شیمیایی در کنار آلی نقش مهمی در تأمین نیازهای غذایی گیاه در اوایل دوره رشد و نیازهای احتمالی ریزجاندانان دارد و سبب تسریع و بهبود تجزیه منابع آلی و به کارگیری آنها در بقیه دوره رشد گیاه می‌گردد (Fallah *et al.* 2007). شریفی عاشورآبادی (Sharifi Ashourabadi *et al.* 1999) نشان داد که کاربرد تلفیقی منابع آلی و کود شیمیایی عملکرد گیاه رازیانه را افزایش می‌دهد. این امر در عملکرد و اجزای عملکرد گیاه اسفرزه (Yadav *et al.* 2002) و آفتابگردان (Hasanzadeh Ghourttapeh *et al.* 2000) نیز نشان داده شده است. در مقایسه تأثیر روش‌های تلفیقی و متداول کوددهی بر عملکرد کلزا و ویژگی‌های شیمیایی خاک، مصرف تلفیقی کود آلی و شیمیایی به طور چشمگیری خصوصیات شیمیایی خاک را بهبود و میزان فسفر قابل دسترسی و نیتروژن کل خاک و عملکرد کلزا را به ویژه در سال دوم افزایش داد (Sabahi *et al.* 2008).

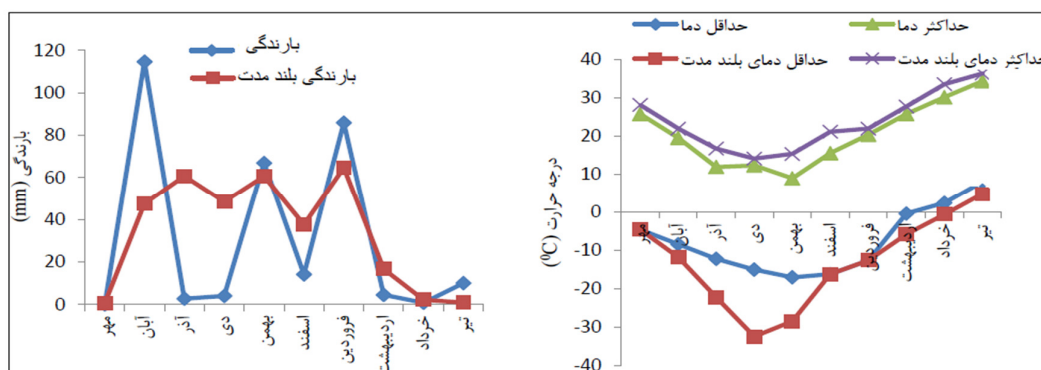
نوشاد و همکاران (Noshad *et al.* 2012) نشان دادند استفاده از کود آلی در چغندر قند باعث افزایش کارایی نیتروژن شده و از مصرف آن می‌کاهد. اما این ترکیبات را نمی‌توان به طور کامل جایگزین نیتروژن کرد. از سوی دیگر لرج و همکاران (Iehrsch *et al.* 2015) معتقدند جایگزین نمودن کود نیتروژن شیمیایی با کمپوست آلی و کودگاوی بدون کاهش در عملکرد ریشه و میزان قند در گیاه چغندر قند امکانپذیر است. طالقانی و همکاران (Taleghani *et al.* 2007) نیز بیان کردند کاربرد حداقل ۳۰ تن کود دامی در هکتار عملکرد ریشه چغندر قند را افزایش می‌دهد. اگرچه درصد قند آن اندکی کاهش می‌یابد اما عملکرد شکر حدود ۲۰ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان می‌دهد. با توجه به روند رو به رشد استفاده از کود شیمیایی در تولید چغندر قند که علاوه بر

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

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	کربن آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	آهک کل (درصد)	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	روی	منگنز	آهن	مس
۰/۵۱۳	۷/۹۳	۰/۷۰۲	۰/۰۴۱	۱۵/۵	۸/۸	۷۹۱	۰/۵۵	۸/۰۲	۳/۹۶	۰/۸۲

جدول ۲ تیمارهای کودی اعمال شده در کشت چغندر قند

تیمار	علامت	شرح
شاهد	C	بدون کود
کوددهی مرسوم	U240	۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره
کودسبز	P	کودسبز نخودفرنگی باغی (Pea)
کاربرد تلفیقی	P+U80	کودسبز نخودفرنگی باغی + ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره
کاربرد تلفیقی	P+U160	کودسبز نخودفرنگی باغی + ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره
کودسبز	PV	کودسبز خلر (Peavine)
کاربرد تلفیقی	PV+U80	کودسبز خلر + ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره
کاربرد تلفیقی	PV+U160	کودسبز خلر + ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره



شکل ۱ میانگین بارش و دمای حداقل، حداکثر ماهیانه در فصل رشد کودسبز، سال زراعی ۹۱-۹۲

تاریخ ۲۳ آبان سال ۱۳۹۲ در مزرعه دیگر تکرار و در ۱۷ اردیبهشت سال ۱۳۹۳ به خاک برگردانده شدند. در هر دو سال پس از برگرداندن کود سبز، فسفر از منبع کود سوپرفسفات تریپل بر اساس آزمایش خاک به‌طور یکسان به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در همه کرت‌ها به جز شاهد استفاده شد و سپس تیمارهای کودی نیتروژنه اعمال گردید (جدول ۲). علیرغم نیاز بالای چغندر قند، به دلیل مناسب بودن میزان پتاسیم قابل جذب خاک، از کود پتاس استفاده نشد.

در طی فصل زمستان و نیز بهار سال بعد عملیات زراعی خاصی انجام نگرفت. در ۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۲ پس از رشد کامل کودهای سبز و شروع گلدهی، جهت تعیین بیوماس کودسبز و میزان نیتروژن و کربن موجود در آن نمونه‌گیری از هر کرت به طور تصادفی از طریق کوادرات انجام شد و سپس بوته‌ها با دستگاه چمن‌زن، از سطح خاک قطع شدند. پس از آن هر کرت به صورت جداگانه با مینی تراکتور گلدن شخم زده شد و بقایای کودسبز تا عمق حدود ۲۰ سانتی متری با خاک به طور کامل مخلوط شدند. برای سال دوم عملیات کشت کود سبز در

آبان سال ۱۳۹۲ و برای سال دوم ۱۶ آبان سال ۱۳۹۳ از چهار ردیف میانی هر کرت انجام شد. بعد از شستشوی ریشه و توزین، عملکرد ریشه (RY) و زیست توده تر (وزن تر بوته) (BY) اندازه گیری شد. سپس خمیر ریشه تهیه و برای تجزیه کیفی به آزمایشگاه تکنولوژی قند شرکت نقش جهان ارسال و صفات کیفی شامل عیار قند (SC) به روش پلایمتری، مقدار پتاسیم (K) و سدیم (Na) با استفاده از فلیم فتومتر، میزان نیتروژن مضره ( $\alpha$ -amino-N) به روش عدد آبی خمیر ریشه اندازه گیری و همچنین قند ملاس (Ms) و آلکالیت (Alc) با استفاده از رابطه ۱ و ۲ محاسبه گردید. (Reinefeld *et al.* 1974)

$$MS = 0.343(K + Na) + 0.094(\alpha\text{-amino-N}) - 0.31 \quad (1)$$

$$Alc = (K + Na) / (\alpha\text{-amino-N}) \quad (2)$$

پس از آن درصد قند قابل استحصال (WSC) و عملکرد قندخالص (WSY) از رابطه ۳ و ۴ محاسبه شد.

$$WSC = SC - MS \quad (3)$$

$$WSY = (WSC \times RY) / 100 \quad (4)$$

تجزیه واریانس داده های کود سبز به صورت طرح بلوک کامل تصادفی تنها در سال اول و تجزیه واریانس داده های چغندر قند به صورت تجزیه مرکب در دو سال به وسیله نرم افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین ها با آزمون LSD در سطح احتمال خطای پنج درصد برای دو سال انجام گرفت (SAS Institute 2006).

## نتایج و بحث

### ویژگی های کودسبز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کودهای سبز مورد استفاده از نظر تولید زیست توده با یکدیگر اختلاف معنی دار داشتند (جدول ۳). نخودفرنگی با تولید ۳۵۰۰ کیلوگرم در هکتار

هر کرت آزمایش برای چغندر قند شامل شش خط کاشت با فاصله ردیف ۶۰ سانتی متر بود. تکرارها و کرت های آزمایش دارای زهکش جداگانه و فاصله بین کرت ها و تکرارها به ترتیب ۱/۵ و ۳ متر در نظر گرفته شد. از رقم کاستیل (منورم) چغندر قند با فواصل ۱۵ سانتی متر روی ردیف در عمق ۲-۳ سانتی متری در محل داغ آب (دو طرف پشته) در تاریخ ۱۰ خرداد سال ۱۳۹۲ برای سال اول و ۱۳ خرداد سال ۱۳۹۳ برای سال دوم به صورت دستی استفاده شد. اولین آبیاری به صورت غرقاب در زمان کاشت و سپس با فواصل یک هفته ای تا آخر فصل رشد انجام گرفت. در هر دو سال در مرحله ۲-۳ برگی عملیات تنک انجام گرفت. برای تیمارهای کود شیمیایی، اوره در زمان ۸-۶ برگی چغندر قند به صورت سرک در دو نوبت با فاصله دو هفته مورد استفاده قرار گرفت. در سال اول کاشت چغندر قند، قبل از اعمال کوددهی سرک جهت بررسی اثر کودسبز بر زیست توده و تراکم علف های هرز، از هر کرت به وسیله کوادرات به صورت تصادفی نمونه برداری شد. نمونه ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد و سپس توزین شدند. همین طور در همان زمان، قبل از مصرف نیتروژن، مصادف با یک ماه پس از کاشت چغندر قند و ۵۰ روز بعد از اختلاط کودسبز با خاک، از عمق ۲۵ سانتی متری خاک در تمامی تیمارهای آزمایشی، نمونه خاک تهیه و مقادیر نیتروژن و کربن آن اندازه گیری شد. اندازه گیری نیتروژن خاک با استفاده از روش کجلدال انجام شد و برای اندازه گیری کربن آلی از روش اکسایش تر (روش والکی و بلاک) استفاده شد. داده های به دست آمده مورد تجزیه واریانس و مقایسه میانگین قرار گرفتند. این نمونه برداری فقط در سال اول کشت چغندر قند (۱۳۹۲) انجام گرفت.

نمونه برداری صفات عملکردی و کیفیت ریشه چغندر قند در هر دو سال آزمایش انجام گرفت. برداشت سال اول در ۹

کودهای سبز با همدیگر تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد داشت (جدول ۳). این نسبت برای گیاه خلر مقدار کمتری بود (جدول ۴). عبدی و همکاران (Abdi et al. 2013) بیان داشتند کودهای سبز از نظر نسبت کربن به نیتروژن با همدیگر متفاوت و لگوم‌ها نسبت کربن به نیتروژن پایین تری دارند.

ماده خشک بالاتری نسبت به خلر (۲۵۷۳ کیلوگرم در هکتار) داشت (جدول ۴). کودهای سبز از نظر نیتروژن و کربن اندام‌های رویشی نیز اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). میزان نیتروژن اندام هوایی خلر و نخودفرنگی به ترتیب ۳/۰۵ و ۲/۸ درصد و مقدار کربن این دو گیاه به ترتیب ۲۹/۷۵ و ۳۸/۶۳ درصد بود (جدول ۴). نسبت کربن به نیتروژن

جدول ۳ تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های کودسبز، علف‌های هرز و خاک تحت کشت چغندرقد

علف‌های هرز		خاک				کودسبز					
تراکم	زیست توده	کربن به نیتروژن	نیتروژن	کربن آلی	درجه آزادی	متغیر	کربن به نیتروژن	کربن	زیست توده	درجه آزادی	متغیر
۱۲/۳۳ <sup>NS</sup>	۸/۹ <sup>NS</sup>	۴۰/۲ <sup>**</sup>	۰/۰۰۱ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۵ <sup>NS</sup>	۲	تکرار	۰/۲۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۱۱ <sup>NS</sup>	۲/۸ <sup>NS</sup>	۶۸۱۶ <sup>NS</sup>	۲
۱۷۷/۴ <sup>**</sup>	۲۶۷/۵ <sup>**</sup>	۲۳/۸ <sup>**</sup>	۰/۰۱ <sup>**</sup>	۰/۲۶۲ <sup>**</sup>	۲	کود سبز	۲۵/۹ <sup>°</sup>	۰/۱۲ <sup>°</sup>	۱۲۲۸ <sup>**</sup>	۱۱۸/۵ <sup>°</sup>	۱
۲/۱۶	۱/۴	۱/۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۴	خطا	۰/۶۱	۰/۰۱۰	۰/۷۸	۰/۸۸	۲
۸/۱	۱۰/۴	۶/۶	۱۶/۲	۸/۵۹	-	ضریب تغییرات (CV)	۶/۶	۲/۸	۳/۷	۶/۵	-

NS و \*\* و \*\*\* به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال خطای پنج و یک درصد و عدم معنی‌داری

جدول ۴ مقایسه میانگین برخی ویژگی‌های کودسبز، علف‌های هرز و خاک تحت کشت چغندرقد

علف‌های هرز		خاک			کودسبز			تیمار کودی
تراکم (بر مترمربع)	زیست توده (بر مترمربع)	نسبت کربن به نیتروژن	نیتروژن (درصد)	کربن آلی (درصد)	نسبت کربن به نیتروژن	نیتروژن کل (درصد)	کربن (درصد)	زیست توده (کیلوگرم در هکتار)
۲۲/۲۹a	۲۷a	۱۷/۷۳a	۰/۰۴۷c	۰/۴۴۳b	-	-	-	-
۵/۲۰b	۱۲/۳۳b	۱۷/۳۳a	۰/۰۵۹b	۰/۹۶a	۱۳/۹۳a	۲/۷۸b	۳۸/۶۳a	۳۵۰۰a
۶/۷۸b	۱۵/۶۷b	۱۲/۸b	۰/۰۸۸a	۰/۹۸a	۹/۸b	۳/۰۴a	۲۹/۷۵b	۲۵۷۳ b

حروف مختلف بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ با آزمون LSD می‌باشد.

کودسبز خلر حدود ۸۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد و نخودفرنگی در رتبه بعدی قرار داشت (جدول ۴). این امر نشان می‌دهد که اگرچه کل مقدار نیتروژن تولیدی در هکتار در کودسبز نخودفرنگی بیشتر از کودسبز خلر بود اما در کوتاه مدت، فراهمی نیتروژن در استفاده از کودسبز خلر بیشتر

### تغییرات کربن آلی و نیتروژن خاک

بررسی مقادیر نیتروژن و کربن آلی خاک ۵۰ روز پس از برگرداندن بقایای گیاهی به خاک، نشان داد که بین آنها از نظر تأثیر بر مقدار نیتروژن و کربن آلی خاک، اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). مقدار نیتروژن خاک در تیمار

هم سبب صعودی دارد. همواره در نسبت کربن به نیتروژن پایین معدنی شدن بهتر صورت گرفته و بازیابی نیتروژن بیشتر است. این ویژگی رابطه مثبت و معنی داری با میزان نیتروژن کودهای سبز دارد (Trinsoutrot *et al.* 2000). لذا در تیمارهای کودسبز و تلفیق آزادسازی نیتروژن و معدنی شدن در حد نسبتا بالا صورت می‌گیرد.

### تراکم و زیست توده علف‌های هرز

تراکم و زیست توده علف‌های هرز نیز در سطح احتمال خطای یک درصد تحت تأثیر تیمار کودهای سبز قرار گرفت (جدول ۳). مصرف کود سبز تراکم علف‌های هرز را ۵۰ درصد و مقدار زیست توده تولیدی را حدود ۷۵ درصد کاهش داد (جدول ۴). این امر ممکن است به دلیل جوانه‌زنی بذر علف هرز همراه کودسبز و برگرداندن آن به خاک باشد که هم تراکم و هم ماده خشک تولیدی را کاهش می‌دهد. کودهای سبز مورد استفاده از این نظر با هم اختلاف نداشتند (جدول ۴). سایر محققان نشان دادند که زیست توده و تراکم علف‌های هرز تحت تاثیر استفاده از کودهای سبز قرار می‌گیرد و نوع کودسبز اثر مهمی بر آن دارد (Dabighi *et al.* 2016). همچنین، کود سبز از طریق پوشش‌دهی خاک علاوه بر کنترل فرسایش، در کنترل علف‌های هرز نیز مؤثر است (Baldwin and Creamer 2006). این نکته در مصرف کودهای سبز برای مدیریت علف‌های هرز ذرت هم دیده شده است (Odhambo *et al.* 2010).

### اثر کودهای سبز و تلفیق آنها با کود شیمیایی بر

#### عملکرد کمی و کیفی چغندرقد

#### عملکرد ریشه

بوده که ممکن است مربوط به ماهیت اندام‌های هوایی تولیدی آن نظیر نرم‌تر بودن و نیز پایین بودن مقدار نسبت کربن به نیتروژن توده کودسبز باشد که سبب می‌گردد فرآیند تجزیه با سرعت بیشتری در مراحل اولیه انجام گیرد. (Abdi *et al.* 2012; Maiksteniene and Arlauskienė 2004). از کودسبز به افزایش ماده آلی، نیتروژن، بهبود ساختمان، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، تبادلات گازی و فعالیت ریزجانان خاک منتهی می‌شود (Courtney and Mullen 2008).

تغییرات میزان کربن آلی خاک هم نشان داد که میزان کربن آلی خاک تحت‌تاثیر استفاده از کودهای سبز قرار می‌گیرد (جدول ۳) و استفاده از کودهای سبز میزان کربن آلی خاک را نسبت به شاهد افزایش می‌دهد اما کودهای سبز با یکدیگر از نظر اثر بر کربن آلی خاک اختلاف معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۴).

نسبت کربن به نیتروژن خاک نیز در تیمارهای کودسبز تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد داشت (جدول ۳). این نسبت برای گیاه خلر نسبت به عدم استفاده و نیز کودسبز نخودفرنگی میزان کمتری داشت (جدول ۴). با اینکه نخودفرنگی نیز یک لگوم است اما ممکن است به سبب بالا بودن نسبت کربن در اندام هوایی دیرتر از خلر شروع به تجزیه کند. این مسئله در تغییرات کربن آلی خاک هم مشهود است و با وجود کربن بیشتر اندام هوایی در کربن آلی خاک تغییر محسوسی اتفاق نمی‌افتد. استفاده از کودهای سبز لگوم نسبت کربن به نیتروژن خاک را کاهش می‌دهند که به دلیل تثبیت نیتروژن و قابلیت تجزیه بهتر توسط ریزجانداران خاک است (Abdi *et al.* 2003). Wolf and Snyder بیان داشتند چهار هفته پس از اختلاط کود سبز میزان نیتروژن نیتراتی شروع به افزایش می‌کند و پس از آن

نخودفرنگی شرایط مناسبی را برای تجزیه بقایای کودسبز ایجاد نموده و عملکرد ریشه چغندرقد را حتی درمقایسه با تیمار کوددهی مرسوم افزایش می‌دهد، ضمن اینکه در این تیمارها تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز کمتر بوده و لذا رقابت برای نیتروژن کاهش یافته است. ازسوی دیگر اضافه‌شدن کودسبز ممکن است میزان تخلخل و نفوذپذیری خاک را در این تیمارها افزایش و مقاومت مکانیکی را کاهش دهد که خود ممکن است سبب گردد ریشه‌ها بزرگتر گردند. در مطالعات گذشته نیز بیشترین میزان عملکرد ریشه چغندرقد برابر با ۸۰ تن در هکتار و مصرف ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در منطقه دزفول به‌دست آمد (Hosseinpour *et al.* 2013). در آزمایش حاضر تیمار تلفیق توانست کاهش نیتروژن شیمیایی مصرفی را جبران و عملکردی معادل مصرف ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تولید نماید. پینیت باتون و همکاران (Pinitpaitoon *et al.* 2011) معتقدند مدیریت مصرف کودهای آلی و تلفیق با کودهای شیمیایی نقش مهمی در افزایش تولید گیاه زراعی دارد. فلاح و همکاران (Fallah *et al.* 2013) نیز بیان داشتند تلفیق منابع کود آلی و شیمیایی نقش مهمی در معدنی شدن نیتروژن و رشد گیاه بعدی در تناوب دارد.

تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد عملکرد ریشه چغندرقد تحت تأثیر سال و اثر متقابل آن با تیمارهای کودی قرار نگرفته است. اما تحت تأثیر تیمارهای کودی در سطح آماری یک درصد قرار گرفت (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین میزان عملکرد ریشه در سال اول برابر با ۴۴/۳ تن در هکتار در تیمار تلفیقی کود سبز نخود فرنگی + ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. این میزان برای تیمار کوددهی شیمیایی مرسوم برابر با ۳۹/۹ تن در هکتار بود که با تیمار کودسبز نخودفرنگی و خلر + ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و نخودفرنگی به‌تنهایی اختلاف معنی‌داری داشت. کمترین میزان عملکرد ریشه نیز در شاهد بدون کود و برابر با ۱۶/۲ تن در هکتار به دست آمد (جدول ۶). در سال دوم آزمایش نیز برترین تیمار همان کودسبز نخود فرنگی + ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود که با کود شیمیایی تفاوت معنی‌دار نداشت. نتایج دو سال آزمایش نشان می‌دهد که تیمار تلفیقی کودسبز نخود فرنگی + ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار توانسته است متوسط عملکرد ریشه برابر با ۴۷ تن در هکتار را فراهم نماید که نسبت به تیمار کوددهی شیمیایی مرسوم ۱۵ درصد افزایش نشان می‌دهد. به‌نظر می‌رسد اضافه شدن کود نیتروژنه به کودسبز

**جدول ۵** تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های عملکردی و کیفی چغندرقد تحت تأثیر تیمارهای کود سبز و تلفیقی در طی دو سال آزمایش

متغیر	درجه آزادی	عملکرد ریشه	عملکرد زیست توده تر	عیار قند	نیتروژن مضره	بتاسیم	سدیم	قند ملاس	قلیابیت	ضریب استحصال قند	قند خالص
سال	۱	۱۹/۷ <sup>ns</sup>	۵۵/۱ <sup>ns</sup>	۲/۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۳ <sup>ns</sup>	۲۶/۳۵ <sup>ns</sup>	۱/۸ <sup>ns</sup>
خطا	۴	۳۲۷/۸	۴۵۱/۷	۱/۶۳	۰/۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۲۸	۴۳/۳۶	۸/۹
تیمار کودی	۷	۴۶۶/۴ <sup>**</sup>	۶۹۱/۱ <sup>**</sup>	۴/۹۳ <sup>**</sup>	۰/۱۵ <sup>**</sup>	۳/۸۹ <sup>**</sup>	۰/۸۹ <sup>**</sup>	۰/۴۲ <sup>**</sup>	۳/۹۳ <sup>**</sup>	۱۲/۰۲ <sup>**</sup>	۱۶/۱ <sup>**</sup>
سال * کود	۷	۱۲/۲ <sup>ns</sup>	۲۰/۰ <sup>ns</sup>	۰/۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۱ <sup>ns</sup>	۰/۴ <sup>ns</sup>
خطا	۲۸	۲۲/۰	۳۵/۸	۰/۱۹	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۱۴	۰/۶
CV (%)	-	۱۳/۴	۱۴/۲۵	۲/۳۳	۱۳/۳	۴/۹	۵/۶	۵/۶	۳/۹۸	۱/۱۹	۱۳/۶

\*، \*\* و ns به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال خطای پنج و یک درصد و عدم معنی‌داری



جدول ۶ مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی چغندر قند در تیمارهای کودی مختلف

سال	متغیر	عملکرد ریشه	زیست توده	عیار قند	نیترژن	پتاسیم	سدیم	قند ملاس	قلیائیت	قند قابل	قند خالص
		(تن در هکتار)	تر	(درصد)	(میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم)			(درصد)	(درصد)	استحصال	(تن در هکتار)
۱۳۹۲	C	۱۶/۲ d	۱۹/۷ d	۱۷/۷ d	۰/۷ c	۳/۴ e	۱/۲۶ a	۱/۹ d	۳/۸ e	۱۵/۵ d	۲/۵۲ e
	U240	۳۹/۹ b	۴۸/۸ ab	۱۷/۸ dc	۱/۲ a	۳/۹ d	۱/۱ bc	۲/۲۷ bc	۵/۵ b	۱۵/۸ cd	۶/۳۵ bc
	P	۳۶/۸ b	۴۴/۲ bc	۱۷/۷۶ bc	۰/۸ bc	۴/۴۶ c	۱ cd	۲ cd	۶/۱ a	۱۶/۸ bc	۶/۲۲ c
	P+U80	۳۸/۱ b	۴۴/۸ b	۲۰/۲ a	۱/۱ a	۳/۴۶ e	۱/۲ ab	۲/۲ bcd	۴/۵ cd	۱۷/۹۳ a	۶/۸ b
	P+U160	۴۴/۳ a	۵۳/۲ a	۱۹/۴۳ ab	۱ ab	۳/۳ e	۱/۱ bc	۲/۲ bcd	۴/۶ cd	۱۷/۶۳ ab	۷/۸ a
	PV	۲۹/۵ c	۳۴۶/۳ c	۱۹/۲۶ ab	۱/۰۶ ab	۵/۵ a	۱ cd	۲/۷۷ a	۴/۳۵ d	۱۶/۶ c	۴/۹۲ d
	PV+U80	۳۹/۳ b	۴۶/۵ b	۱۸/۳۳ cd	۱ ab	۴/۱۶ cd	۱/۱ bc	۲/۲ bcd	۶/۱۶ a	۱۶/۱ cd	۶/۴ bc
	PV+U160	۲۹/۸ c	۳۵/۴ c	۱۸/۱ cd	۱/۱ a	۴/۹ b	۰/۹۳ d	۲/۴ b	۵ c	۱۶ cd	۴/۷ d
	C	۱۸/۹ e	۲۲/۹ e	۱۸/۰۶ c	۰/۷ c	۳/۴ f	۱/۳ a	۱/۹۳ d	۴ f	۱۶/۲۳ c	۳/۱ e
	U240	۴۲/۴ b	۵۹/۴ a	۱۸/۱ c	۱/۱ a	۳/۷۷ e	۱/۰۶ d	۲/۲۷ c	۵/۵ c	۱۶/۳۶ c	۶/۹ b
P	۳۸/۱ bc	۴۷ b	۱۹/۳ b	۰/۸۳ bc	۴/۷ c	۱/۱ cd	۲/۰۳ d	۶/۱ a	۱۷/۵ b	۶/۷ b	
P+U80	۳۴/۶ c	۴۲/۳ c	۲۰/۳۳ a	۱/۰۶ a	۳/۴ f	۱/۲ b	۲/۲۷ c	۴/۶ e	۱۸/۳۶ a	۶/۲ c	
P+U160	۴۹/۷ a	۶۰/۴ a	۱۹/۸ ab	۱/۰۳ a	۳/۴ f	۱/۱۶ bc	۲/۵ b	۴/۵۶ e	۱۸/۳ a	۹/۱ a	
PV	۳۰/۱ d	۳۵/۸ d	۲۰/۳۶ a	۰/۸۶ b	۵/۳ a	۰/۹۷ e	۲/۹ a	۴/۲ f	۱۷/۷ ab	۵/۳ d	
PV+U80	۳۴/۳ c	۴۲/۸ bc	۱۸/۴۶ c	۱/۰۳ a	۴/۱ d	۱/۲ b	۲/۳ c	۵/۸۶ b	۱۶/۶۳ c	۶/۲ c	
PV+U160	۳۳/۱ cd	۴۰/۶ c	۱۸/۵ c	۱/۱۳ a	۵/۱ b	۰/۹ e	۲/۴ bc	۴/۹۳ d	۱۶/۷ c	۵/۵ d	

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار با آزمون LSD در سطح پنج درصد آماری هستند.

C شاهد، U240 کوددهی مرسوم ۲۴۰ کیلوگرم نیترژن، P کودسبز نخودفرنگی باغی، P+U80 کاربرد تلفیقی نخودفرنگی + ۸۰ کیلوگرم نیترژن، P+U160 کاربرد تلفیقی نخودفرنگی + ۱۶۰ کیلوگرم نیترژن، PV کودسبز خمر، PV+U80 کاربرد تلفیقی خمر + ۸۰ کیلوگرم نیترژن، PV+U160 کاربرد تلفیقی خمر + ۱۶۰ کیلوگرم نیترژن.

### عملکرد زیست توده

تیمارهای کودی بر زیست توده تر چغندر قند اثر معنی داری داشت اما بین دو سال تفاوت معنی داری مشاهده نشد و همچنین اثر متقابل سال و تیمار کودی معنی دار نگردید (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد در سال اول بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک نیز در تیمار نخودفرنگی + ۱۶۰ کیلوگرم نیترژن در هکتار مشاهده شد که با تیمار کوددهی شیمیایی مرسوم تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۶). فراهمی نیترژن، افزایش سطح برگ و ساخت بیشتر مواد فتوسنتزی در این تیمارها سبب شده است تا مواد فتوسنتزی تولیدی افزایش و عملکرد زیست توده نیز به تبع آن افزایش یابد. مقدار زیست توده تولیدی در دو تیمار تلفیق و کوددهی مرسوم تقریباً یکسان بود اما ممکن است کمتر شدن مقاومت مکانیکی خاک و بهبود شرایط محیط ریشه و کاهش تراکم و زیست توده

علف‌های هرز (جدول ۴) در تیمارهای کودسبز و یا شرایط تلفیق دلیل افزایش عملکرد ریشه چغندر قند باشد. در سال دوم نیز شرایط مشابهی مشاهده شد ضمن اینکه کمترین مقدار زیست توده در تیمار شاهد بدون کود دیده شد (جدول ۶). براساس مطالعات عبدی و همکاران (2013) مبنی بر اینکه نیترژن کودهای سبز در بازه‌های متفاوت زمانی آزاد می‌شود و باتوجه به متفاوت بودن شرایط هریک از تیمارها که معدنی شدن و آزاد شدن نیترژن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Thonissen et al. 2000)، لذا به نظر می‌رسد در برخی تیمارهای کودسبز تخصیص متفاوتی به زیست توده اندام هوایی و ریشه‌ها انجام گرفته است که ممکن است به دلیل فراهمی متفاوت نیترژن مصرفی در بازه‌های زمانی مختلف باشد. تغییرات کربن به نیترژن خاک تحت تأثیر استفاده از کودسبز (جدول ۴) نشان می‌دهد که نوع کودسبز مصرفی و طبیعتاً

میانگین‌ها در سال اول نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن در تیمار کوددهی مرسوم ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و نیز تیمارهای کود سبز خلر و تلفیق نخودفرنگی، میزان نیتروژن مضره در سطح بالاتری قرار داشت. کمترین مقادیر در شاهد بدون کود و مصرف جداگانه کودسبز نخودفرنگی به دست آمد (جدول ۶).

بالاترین میزان پتاسیم ریشه برابر با حدود ۵/۵ میلی اکی‌والانت در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه در طی دو سال آزمایش در تیمار کودسبز خلر مشاهده شد و کمترین مقادیر نیز در شاهد بدون کود و تیمارهای تلفیق نخودفرنگی مشاهده شد (جدول ۶). بررسی روند تغییرات مقدار پتاسیم نشان داد که در تیمارهای تلفیقی با افزایش مصرف نیتروژن تا حدود زیادی مقدار پتاسیم کاهش می‌یابد. به طوری که در تیمارهای تلفیق کمتر از کودسبز به تنهایی است. البته این روند برای کودهای سبز مختلف یکسان نیست. ممکن است وضعیت رطوبتی بهتر تیمارهای کودسبز سبب گردد تا مقادیر پتاسیم کمتری را گیاه جهت تنظیم فشار اسمزی ریشه جذب کند و لذا ناخالصی‌های ریشه کاهش یابد (Juzi and Abiane 2016). این روند در مورد سدیم مشاهده نشد (جدول ۶). برای مقدار سدیم موجود در ریشه نیز مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین مقدار سدیم در طی دو سال در تیمار شاهد بدون کود برابر ۱/۳ میلی اکی‌والانت در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه به دست آمد و تیمارهای تلفیق نخودفرنگی در رتبه‌ی بعدی قرار داشتند و کمترین میزان سدیم هم در تیمارهای کود سبز نخودفرنگی و خلر و بدون کود نیتروژن دیده شد (جدول ۶).

#### قند ملاس

میزان قند ملاس چغندر قند نیز تحت تأثیر تیمارهای کودی در سطح یک درصد معنی‌دار شد ولی اثر سال و اثر

مقدار نیتروژن شیمیایی می‌تواند روند تسهیم مواد فتوسنتزی بین اندام رویشی و ریشه را تغییر دهد.

#### عیار قند

تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که میزان عیار قند نیز تحت تأثیر سال و اثر متقابل آن با تیمارهای کودی قرار نگرفته است، اما تحت تأثیر تیمارهای کوددهی در سطح یک درصد قرار گرفته است (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد در سال اول بیشترین درصد قند تولیدی در تیمارهای تلفیقی نخودفرنگی و نیز تیمار کودسبز خلر به تنهایی (حدود ۲۰ درصد) به دست آمد (جدول ۶). در هر دو سال آزمایش در تیمارهای تلفیقی کودسبز خلر میزان عیار قند مشابه تیمار کود شیمیایی مرسوم و شاهد بدون کود پایین است. این امر ممکن است به دلیل الگوی آزاد شدن نیتروژن در این تیمارها در زمان‌های مختلف فصل رشد چغندر قند باشد که بایستی در مطالعات بعدی مورد توجه قرار گیرد. محققین مختلفی نیز بیان داشتند که با افزایش نیتروژن مصرفی در هکتار میزان عیار قند کاهش می‌یابد (Noshad et al. 2014; Juzi and Abiane 2016) و با کاهش مصرف نیتروژن، تولید و گسترش برگ کاهش و ساکارز تولیدی افزایش می‌یابد (Kaffka and Grantz 2014). در دیگر گیاهان زراعی هم صالحی و همکاران (Salehi et al. 2015) بیان داشته‌اند که کاربرد همزمان کودهای شیمیایی و آلی می‌تواند کیفیت گیاهان دارویی را نسبت به مصرف جداگانه مواد شیمیایی افزایش دهد.

#### نیتروژن مضره، پتاسیم و سدیم

اثر سال بر میزان نیتروژن مضره، پتاسیم و سدیم ریشه چغندر قند معنی‌دار نشد اما اثر تیمارهای کودی بر میزان این صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل سال و تیمارهای کودی نیز معنی‌دار نبود (جدول ۵). مقایسه

### درصد قند قابل استحصال و عملکرد قند خالص

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درصد قند قابل استحصال نیز تحت تأثیر تیمارهای کودی در سطح یک درصد معنی‌دار شد اما اثر سال و اثر متقابل دوگانه معنی‌دار نشد (جدول ۵). بالاترین مقادیر قند قابل استحصال در سال اول در تیمارهای تلفیقی نخودفرنگی (۱۷/۸ درصد) به دست آمد و کمترین میزان قند قابل استحصال در تیمارهای کوددهی مرسوم نیتروژن و تیمارهای تلفیق کودسبز خلر + نیتروژن (۱۶/۳ درصد) مشاهده شد. در سال دوم هم تقریباً روند مشابهی دیده شد ضمن اینکه کاربرد کود سبز تنهای خلر نیز قند قابل استحصال بالایی نشان داد (جدول ۶). به نظر می‌رسد مقدار نیتروژن مصرفی بیش از سایر ناخالصی‌ها روند میزان قند قابل استحصال را تغییر می‌دهد. تحقیقات دیگر نیز نشان می‌دهند که کاهش کاربرد کود نیتروژنی با افزایش عیار چغندر قند و کاهش تجمع ناخالصی نیتروژن مضره، درصد قند قابل استحصال ریشه را افزایش می‌دهد (Juzi and Abiane 2016; Campbell 2002; Maslaris et al. 2010).

عملکرد قندخالص نیز طی سال‌های آزمایش تحت تأثیر تیمارهای کودی در سطح یک درصد معنی‌دار شد ولی از سایر منابع تغییرات اثر معنی‌داری نپذیرفت (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد در سال اول آزمایش بالاترین میزان قند خالص تولیدی (۷/۸ تن در هکتار) در تیمار کودسبز نخودفرنگی + ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. تیمار کودسبز نخودفرنگی و خلر + ۸۰ کیلوگرم نیتروژن و کوددهی مرسوم ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار در رتبه بعدی قرار داشتند. کمترین میزان (۳ تن در هکتار) هم از تیمار شاهد بدون کود به دست آمد. در سال دوم آزمایش نیز روند مشابهی دیده شد. در مجموع استفاده از کودسبز نخودفرنگی همراه با کاهش کود نیتروژن مصرفی به میزان دو سوم مقدار مرسوم توانست عملکرد قند

متقابل سال و تیمار کودی معنی‌دار نشد (جدول ۵). بالاترین مقادیر قند ملاس در تیمار کودسبز خلر + ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (حدود ۲/۹ درصد) و پس از آن تیمار کوددهی مرسوم (۲/۳ درصد) مشاهده شد که ممکن است مرتبط با افزایش مصرف نیتروژن، افزایش نیتروژن مضره و اثر آن به‌عنوان ناخالصی در ریشه بر افزایش قند ملاس باشد (جدول ۶). در برخی تیمارهای تلفیق به سبب نیتروژن بالاتر و نیز کاهش نسبت کربن به نیتروژن، فراهمی نیتروژن افزایش و میزان ناخالصی‌ها افزایش و قند ملاس بالاتر رفته است. جذب ناخالصی‌هایی مانند پتاسیم و سدیم باعث افزایش قند ملاس می‌گردد (Oroojnia et al. 2012) که در مطالعه حاضر در مورد پتاسیم صادق است.

### قلیابیت

اثر تیمارهای کودی همین‌طور بر قلیابیت نمونه‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد اما سایر منابع تغییر اثر معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۵). مقایسه‌ی میانگین‌ها نشان داد به‌طور کلی در تیمارهای کودسبز به تنهایی قلیابیت نسبت به شاهد میزان بالاتری است و با افزایش مصرف نیتروژن میزان قلیابیت کاهش می‌یابد. بالاترین مقادیر قلیابیت در هر دو سال در تیمارهای کاربرد جداگانه کودسبز نخودفرنگی مشاهده شد (جدول ۶). کاهش کود نیتروژنی با کاهش تجمع نیتروژن مضره در ریشه موجب افزایش قلیابیت می‌گردد، به طوری که بالاترین میزان قلیابیت در تیمارهای عدم مصرف نیتروژن و استفاده از کودسبز تنها دیده می‌شود. البته در برخی تیمارها این روند مشاهده نمی‌شود. این مساله احتمالاً به سبب الگوی ناهمگن آزادسازی نیتروژن کودهای سبز است (Abdi et al. 2013; Fallah et al. 2013).

سوم تا دو سوم میزان نیتروژن مصرفی به اندازه تیمار کودشیمیایی مرسوم بود و یا حتی افزایش یافت. همچنین کودهای سبز صفات نامطلوب در استخراج قند ریشه مانند نیتروژن مضره و سدیم را کاهش داد. عملکرد قندخالص نیز در تیمار تلفیقی کود سبز نخودفرنگی + ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، در مقایسه با تیمار کود شیمیایی مرسوم به میزان ۱/۵ تن بهبود یافت، درحالی که مقدار نیتروژن مصرفی به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار کاسته شد. تولید قند خالص در تیمار کوددهی شیمیایی مرسوم مشابه با کودسبز نخودفرنگی و خلر همراه با مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن و حتی کودهای سبز به تنهایی بود. این نکته نشان می دهد که کودهای سبز علاوه بر تأمین برخی عناصر مانند نیتروژن برای گیاه بعدی، شرایط فیزیکی و حاصلخیزی خاک را طوری تغییر می دهند که از حداقل منابع موجود استفاده حداکثری حاصل شود و گاه عملکرد گیاه بعدی نیز افزایش یابد. به علاوه استفاده از این کودها سبب افزایش کیفیت و سلامت محصول می گردد و در راستای نیل به کشاورزی پایدار است.

### سپاسگزاری

تحقیق حاضر با مساعدت مالی دانشگاه شهرکرد و همکاری کارخانه قند چهارمحال و نقش جهان در قالب طرح پژوهشی انجام شده است و نویسندگان مراتب سپاسگزاری خویش را از ایشان بیان می دارند.

خالص را حتی بهتر از مصرف کود شیمیایی نیتروژن به میزان ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش دهد (جدول ۶). محققین بیان داشته اند که افزایش نیتروژن مصرفی عملکرد قند خالص را در چغندر قند افزایش می دهد (El-Gizawy *et al.* 2014) اما نتایج این تحقیق نشان داد کودسبز می تواند این روند را بهبود بخشد، ضمن اینکه برخی ناخالصی ها را در فرآیند استحصال قند کاهش می دهد (Kaffka and Grantz 2014).

### نتیجه گیری

استفاده از کودهای سبز نخودفرنگی باغی و خلر در طی فصل زمستان و بهار قبل از کشت چغندر قند که مصادف با بارش های زمستانی است، می تواند بدون هیچ گونه عملیات اضافی، ماده آلی، کربن و نیتروژن خاک را بهبود بخشد. اگرچه این دو کودسبز با یکدیگر تفاوت هایی از نظر میزان نیتروژن و کربن داشتند، اما در مجموع روند تقریباً مشابهی را بر خصوصیات خاک نشان دادند. استفاده از کودهای سبز نخودفرنگی و خلر در طی شش ماه میزان نیتروژن خاک را نسبت به شاهد به ترتیب ۲۵ و حدود ۸۰ درصد افزایش داد. ضمن اینکه در استفاده از هردوی این کودها میزان کربن آلی خاک نیز تقریباً دو برابر شد. از سوی دیگر این کودهای سبز تراکم و زیست توده علف های هرز را تا حد زیادی کاهش و نیاز به وجین و مبارزه با علف های هرز در زراعت چغندر قند را مرتفع ساخت. در تیمارهای کود سبز تراکم علف های هرز به کمتر از نصف و میزان ماده خشک تولیدی ۷۵ درصد کاهش یافت. عملکرد ریشه و زیست توده چغندر قند نیز با وجود کاهش یک

### منابع مورد استفاده:

### References:

- Abdi S, Tajbakhsh M, Abdollahi Mandolkani B, Rasouli Sedghiani MH. Effect of different green manures on nitrogen mineralization under water deficit conditions. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 2013; 17(64): 1-17. (in Persian, abstract in English)

- Abdi S, Tajbakhsh M, Rasouli Sedghiani M H, Abdollahi Mandolkani B. Study the effect of different green manure plants on soil organic matter and nitrogen in salinity condition. *Journal of Plant Production*, 2012; 19: 127-144. (in Persian, abstract in English)
- Abril A, Baleani D, Casado-Murillo N, Noe L. Effect of wheat crop fertilization on nitrogen dynamics and balance in the Humid Pampas, Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2007; 119: 171-176.
- Adesemoye AO, Torbert HA, Kloepper JW. Increased plant uptake of nitrogen from <sup>15</sup>N-depleted fertilizer using plant growth-promoting rhizobacteria. *Applied Soil Ecology*, 2010; 46: 54-58.
- Alizadeh P, Fallah S, Raiesi F. Potential N mineralization and availability to irrigated maize in a calcareous soil amended with organic manures and urea under field conditions. *International Journal of Plant Production*, 2012; 6(4): 493-512.
- Baldwin KR, Creamer NG. Cover crops for organic farms. North Carolina cooperative extension service publications, 2006. Available on-: [http:// www. Cefs. Ncsu. Edu/PDFs/Updated%20PDF%20for%20 web](http://www.Cefs.Ncsu.Edu/PDFs/Updated%20PDF%20for%20web).
- Campbell LG. Sugar beet quality improvement. *Journal of Crop Production*, 2002; 5(1-2): 395-413.
- Courtney RG, Mullen GJ. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. *Bioresource Technology*, 2008; 99: 2913-2918.
- Dabighi KH, Fateh E, Ayneband A. Effects of green manure on soil fertility and weed density. *Plant Roduction*, 2016; 39(2): 1-10. (in Persian, abstract in English)
- El-Gizawy E, Shalaby G, Mahmoud E. Effects of Tea Plant Compost and Mineral Nitrogen Levels on Yield and Quality of Sugar Beet Crop. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 2014; 45:1181–1194.
- Fallah S, Ghalavand A, Khajeh Pour MR. Effect of manure incorporation with soil and its integration with chemical fertilizers on yield and yield components of grain corn (*Zea mays* L.) in Khorramabad, Lorestan. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 2007; 40: 233-242. (In Persian)
- Fallah S, Ghalavand A, Raisi F. Soil chemical properties and growth and nutrient uptake of maize grown with different combinations of broiler litter and chemical fertilizer in a calcareous soil. *Soil Science Annual Journal*, 2013. 44, 3120-3136.
- Fallah S, Salehi A, Ghasemi Seyani N. The residual effects of organic and chemical fertilizer of spring crop (*Black Cumin*) to production of pea (*Pisum sativum*) Green Manure. *Sustainable Agriculture and Production Science*, 2016; 26(2):117-132.
- Hasanzadeh Ghourrtapeh A, Ghalavand A, Ahmadi M, Mirnya K. Investigate the effect of different nutrition systems on energy efficiency of *Helianthus* anus cultivars. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 2000; 18(2): 67-78. (in Persian, abstract in English)
- Hosseinpour M, Paknejad A, Naderi A, Eslamizade R, Yusef-Abadi V, Sharifi H. Effect of nitrogen rates on growth characteristics, yield and quality of autumn -sown sugar beet. *Journal of Sugar Beet*, 2013: 29 (1): 33-51.

- Juzi M, Zare Abiane H. Effect of N-fertilizer levels and deficit irrigation on qualitative and quantitative yield of sugar beet. *Journal of Sugar Beet*, 2016; 31(2): 141-156.
- Kaffka SR, Grantz DA. Sugar Crops. *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*, 2014; 5: 240-260.
- Khajehpour MR. Industrial plants. Iranian students booking Agency, Isfahan University of Technology press, 2012; 582 pp. (In Persian)
- Lehrsch GA, Brown B, Lentz RD, Johnson Mayard JL, Leytem B. Sugar beet yield and quality when substituting compost or manure for conventional nitrogen fertilizer. *Agronomy Journal*. 2015; 107(1): 221-231.
- Maiksteniene S, Arlauskienė A. Effect of preceding crops and green manure on the fertility of clay loam soil. *Agronomy Research*, 2004; 2(1): 87-97.
- Maslaris N, Tsialtas IT, Ouzounidis T. Soil factors affecting yield, quality, and response to nitrogen of sugar beets grown on light- textured soils in northern Greece. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2010; 41:1551–1564.
- Moradi R, Nasiri Mahallati M, Rezvani Moghaddam P, Lekzian A, Nezhadali A. Effects of organic and biological fertilizers on essence quality and quantity of sweet fennel (*Foeniculum vulgare var. dulce*). *Journal of Horticultural Science (Agricultural Sciences and Technology)*, 2011; 25(1): 25-33. (In Persian)
- Noshad H, Abdollahian-Noghabi M, Babaei B. Effect of nitrogen and phosphorous application on the efficiency of nitrogen uptake and consumption in sugar beet (*Beta vulgaris L.*). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 2012; 3: 529- 539. (in Persian, abstract in English)
- Noshad H, Mohammadian R, Khayamim S, Hamdi F. Effect of organic fertilizers amino acids contain on nitrogen efficiency and quality and quantity properties of sugar beet. *Journal of Sugar Beet*, 2014; 30 (2): 167-181.
- Odhambo O, Ogola J, Madzivhandila T. Effect of green manure legume-maize rotation on maize grain yield and weed infestation levels. *African Journal of Agriculture Research*, 2010; 5(8): 618-625.
- Oroojnia S, Habibi D, Taleghani DF, Safari Dolatabadi S, Pazok A, Moaveni P, Rahmani M, Farshadi M. Evaluation of yield and yield components of different sugar beet genotypes under drought stress. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 2012; 8(1): 127-144. (in Persian, abstract in English)
- Pinitpaitoon S, Suwanarit A, Bell RW. A framework for determining the efficient combination of organic materials and mineral fertilizer applied in maize cropping. *Field Crops Research*, 2011; 124: 302–315.
- Reinefeld E, Emmerich A, Baumarten G, Winner C, Beiss U. Zur voraussage des melasse zuckers aus Rubenanalysen. *Zucker*. 1974; 27: 2-15.
- Sabahi H, Ghalavand A, Modarres Sanavy AM, Asgharzadeh A. Comparing the effects of integrated and conventional fertilization systems on canola (*Brassica napus*) yield and chemical properties of soil. *Water and Soil*, 2008; 22: 1-15. (In Persian)

- Salehi A, Fallah S, Abbasi Surki A, Iranipour R, Heidari M. The effect of integrated management of organic and chemical fertilizers on yield and qualitative characteristics in black cumin (*Nigella sativa* L.) medicinal plant. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 2015; 31: 248-261. (in Persian, abstract in English)
- SAS Institute. The SAS Systems for Windows 9.1. SAS Institute, Cary, NC. 2006.
- Sharifi Ashourabadi A. Effects of soil fertility in agroecosystems. PhD Thesis. Agric. Islamic Azad, University, Science and Research, 1999: 252 pp. (In Persian)
- Sharma AK. A Handbook of Organic Farming. Agrobios, India, 2002: 627p.
- Taleghani D, Sadeghzadeh Hemaity S. Effects of different manuring levels on some quantity and quality factors of sugar beet in wheat-sugar beet rotation. Journal of Sugar Beet, 2007; 22 (2): 167-181. (in Persian, abstract in English)
- Talgre L, Lauringson E, Makke A. Amounts of nitrogen and carbon returned to soil depending on green manure and the effect on winter wheat yield. Agronomy Research, 2010; 8: 487– 492.
- Talgre L, Lauringson E, Roostalu H, Astover A. The effects of green manures on yields and yield quality of spring wheat. Agronomy Research, 2009; 7: 125-132.
- Tate RL. Soil Microbiology. 2nd ed., John Wiley and Sons, NY. 2000.
- Tejada M, Gonzalez JL, Garcia-Martinez AM, Parrado J. Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. Bioresource Technology, 2008; 99:1758–1767.
- Thonissen C, Midmore DJ, Ladha JK, Olk DC, Schmidhalter U. Legume decomposition and nitrogen release when applied as green manure to tropical vegetable production system. Agronomy Journal, 2000; 92: 253-260.
- Trinsoutrot I, Recous S, Bentz B, Lineres M, Cheneby D, Nicolardot B. Biochemical quality of crop residues and carbon and nitrogen mineralization kinetics under nonlimiting nitrogen conditions. Soil Science Society of America Journal, 2000. 64: 918-926.
- Tripolskaya L, Romanovskaya D. A study of nitrogen migration affected by different plants for green manure in sandy loam soil. Ekologija 2006; 4: 89-97.
- Wolf B, Snyder GH. Sustainable soils: The place of organic matter in sustaining soils and their productivity. Binghamton, Food Products Press, NY. 2003.
- Yadav RD, Keshwa GL, Yadva SS. Effect of integrated use of FYM, urea and sulphur on growth and yield of isabgol (*Plantago ovata*). Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 2002; 25: 668-671.
- Zaller JG, Köpke U. Effects of traditional and biodynamic farmyard manure amendment on yields, soil chemical, biochemical and biological properties in a long-term field experiment. Biology and Fertility of Soils, 2004; 40:222–229.