Archive of SID

اثر کود سبز بر ماده آلی خاک و برخی شاخص‌های رشد ذرت علوفه‌ای در منطقه رفسنجان

Effect of Green Manure on Soil Organic Matter and Some Growth Indices of Maize (*Zea mays* L.) in Rafsanjan Region

محمد پورحسن‌خانی دولت‌آباد[۱]، شهاب مداح حسینی[۲*]، حسین دشتی[۳] و اصغر رحیمی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۷/۰۹ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۸/۰۴

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر کود سبز بر محتوای ماده آلی خاک و برخی شاخص‌های رشد ذرت علوفه‌ای، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل دو عاملی در چارچوب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ترکیبی از چهار سطح کود سبز [منداب (*Eruca sativa* L.)، خلر (*Lathyrus sativus* L.)، کشت مخلوط منداب + خلر و شرایط آیش (شاهد)] و دو سطح نیتروژن ۶۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار در چهار تکرار در مزرعه هنرستان کشاورزی عباس‌آباد رفسنجان انجام شد. کشت خلر و در میانه‌های پاییز انجام شد و در اواخر زمستان هم‌زمان با ۷۵ درصد گل‌دهی با شخم زیر خاک رفتند. سه هفته بعد، کشت ذرت (*Zea mays* L.) انجام شد. نتایج نشان داد که منداب و ترکیب منداب و خلر در هنگام گل‌دهی نسبت به خلر زیست توده بیشتری تولید کردند، اما خلر و منداب هر یک به‌صورت جداگانه سبب افزایش معنی‌دار محتوای ماده آلی خاک نسبت به شرایط آیش شدند. از سوی دیگر کاربرد کود سبز منداب تا ۵۰ روز پس از کشت ذرت سبب افزایش معنی‌دار شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول آن فقط در سطح ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار شد، اما دو هفته بعد فقط تأثیر نیتروژن معنی‌دار بود. در نهایت، عملکرد بیولوژیک ذرت فقط در سطح ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تحت تأثیر خلر و منداب به‌صورت معنی‌داری بیش از شاهد بود. به نظر می‌رسد در شرایط این آزمایش تأثیر مثبت کاربرد کود سبز بر رشد ذرت به مرحله رویشی آن محدود می‌شود.

واژه‌های کلیدی: سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ، کود زیستی

۱، ۲، ۳ و ۴. به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد و دانشیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان، رفسنجان، ایران
*: نویسنده مسئول Email: shahab.mhoseini@vru.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

باتوجه به گسترش روزافزون جمعیت جهان و کاهش حاصلخیزی خاک در بسیاری ازمناطق خشک و نیمه‌خشک، لزوم به‌کارگیری روش‌هایی مبتنی بر حفظ درازمدت و پایدار وضعیت تغذیه‌ای خاک به‌شدت احساس می‌شود. این امر باتوجه به خطرات و هزینه‌های مصرف پیاپی و بی‌رویه کودهای شیمیایی وخطرات زیست محیطی آن‌ها اهمیتی دوچندان می‌یابد (اکبری و همکاران، ۱۳۸۷). استفاده از کود سبز یا گیاه پوششی یکی از راهکارهای افزایش باروری خاک است که علاوه‌بر سازگاری با بسیاری از سامانه‌های کشت فاقد اثرات جانبی کودهای شیمیایی است (اکبری و همکاران،۱۳۸۷؛ *بنیاوان*[1] و همکاران، 2007؛ *داناهیو*[2]، 1996) و استفاده از آن در برخی مناطق خشک رایج است (*بیدار*بک[3] و همکاران، 1993؛ *بیدار*بک و همکاران، 1998). به کودی که در نتیجه کشت گیاهان (معمولاً از خانواده بقولات) و زیر خاک کردن آن‌ها به‌وجود آمده و موجب تقویت حاصلخیزی خاک می‌شود، کود سبز نام دارد (خواجه‌پور، ۱۳۷۵).

ذرت یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی دنیاست و پس از گندم (*Triticum aestivum* L.) و برنج (*Oryza sativa* L.) بیشترین سطح زیر کشت و بعد از گندم بیشترین تولید را داراست (*فائو*[4]، 2014). یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده عملکرد ذرت وضعیت ماده آلی خاک و به‌ویژه نیتروژن آن است (پوستینی و همکاران، ۱۳۸۵) و در این باره استفاده از کودهای بیولوژیک ممکن است اثرات مثبتی بر عملکرد آن داشته باشد. گزارش‌هایی در مورد اثر مثبت کود سبز بر میزان ماده آلی، هوموس و پلی‌ساکاریدهای خاک (*بوپاری*[5]و همکاران، 1992؛ *کلارک*[6] و همکاران، 1998)، عناصر غذایی از قبیل گوگرد، فسفر، نیتروژن و همچنین عناصر کم مصرف (*گلدستاین* و *کوپمانز*[7]، 2001)، جلوگیری از آبشویی عناصر غذایی (چر[8]، 2005؛ *سانتاماریا*[9] و همکاران، 1998؛ *میدای*[10]، 2007)، جلوگیری از فرسایش خاک (*داناهیو*، 1996)، بهبود برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک ازجمله کاهش وزن مخصوص ظاهری و افزایش گنجایش نگهداری آب (*بیدار*بک و همکاران، 1993؛ *مندال*[11] و همکاران، 2003) و کنترل برخی آفات خاکزی مانند نماتدها (*ملک برهان*[12] و همکاران، 2006) وجود دارد.

تولید نیتروژن از کود سبز نوعی برتری مهم دیگر این گیاهان است (*سانتاماریا* و همکاران، 1998؛ *بیدار*بک و همکاران، 1996). گیاهان پوششی با نسبت نیتروژن به کربن کمتر از ۲۰:۱، باعث آزادسازی سریع نیتروژن می‌شوند (مانند گیاهان پوششی بقولات، غلات و کلزا (*Brassica napus*) در مرحله گیاهچه‌ای) و آن را برای گیاه زراعی بعدی فراهم می‌کنند (*گاسکل*[13] و همکاران، 2003). *رینبوت*[14] و همکاران (2004) دریافتند که عملکرد سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) پس از گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia viloosa* Roth) در مقایسه با شاهد بیشتر بود. آن‌ها نتیجه گرفتند که این گیاه نیتروژن بیشتری را برای گیاه بعدی تأمین می‌کند و ممکن است عملکرد را افزایش دهد.

منداب (*Eruca sativa* L.) ازجمله گیاهان روغنی درجه دو است که برخی خواص دارویی هم دارد و کشت آن از دیرباز به‌صورت حاشیه‌ای در سامانه‌های خرده مالکی ایران مرسوم بوده است (خواجه‌پور، ۱۳۷۵). برخی ویژگی‌های زراعی آن ازجمله رشد سریع، ریشه عمیق و گسترده، تولید زیست‌توده بالا و مقاومت به خشکی و شوری (*بیانکو*[15]، 1995؛ *اشرف*[16]، 1994) و تجمع میزان بالایی از نیتروژن در برگ‌ها (*سانتاماریا* و همکاران، 1998) آن را گیاه مناسبی برای کشت به‌عنوان کود سبز در مناطق خشک و نیمه‌خشک ساخته است. خلر (*Lathyrus sativus* L.) نیز گیاهی از خانواده بقولات است که بیشتر به‌صورت علوفه دام مصرف می‌شود و ویژگی تثبیت نیتروژن به‌همراه کارآمدی در گره بندی ریزوبیوم در ریشه و زودرسی امکان کشت آن را به‌عنوان کود سبز فراهم می‌سازد (*بیدار*بک و همکاران، 1993). با توجه به اثرات مفید کودهای سبز بر باروری خاک این پژوهش با هدف بررسی اثر دو نوع کود سبز بر ویژگی‌های تغذیه‌ای خاک و برخی صفات رویشی، شاخص‌های رشد و عملکرد علوفه‌ای ذرت در یک اقلیم گرم و خشک با شوری متوسط خاک طراحی و اجرا شد.

1. Benjawan
2. Donahue
3. Biederbeck
4. FAO
5. Boparai
6. Clark
7. Goldstein and Koopmans
8. Cherr
9. Santamaria
10. Madye
11. Mandal
12. Melakeberhan
13. Gaskell
14. Rinbot
15. Bianco
16. Ashraf

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه آموزشی هنرستان کشاورزی امام حسین(ع) رفسنجان واقع در عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۹ دقیقه، طول جغرافیایی ۵۶ درجه و ارتفاع از سطح دریا ۱۵۰۰ متر که دارای اقلیمی خشک (میانگین بارندگی۹۰ میلی‌متر در سال) با زمستانی نسبتاً سرد است، انجام شد. بیشینه دمای این منطقه ۴۴ و کمینه آن ۸- درجه سانتی‌گراد است. بافت خاک مزرعه از نوع رسی-شنی[1] (۵۸٪ شن، ۳۸٪ رس و ۴٪ سیلت) با متوسط اسیدیته ۷/۷۴ و شوری ۲/۶۹ دسی‌سیمن بر متر بود و میزان فسفر و ماده آلی آن به‌ترتیب ۱۱/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم و ۲/۷۲ درصد بود. مزرعه هنرستان کشاورزی در بستر آبرفتی رودخانه‌های فصلی پیشین واقع است که مدت‌هاست خشک شده‌اند. تجربیات سال‌های گذشته نشان می‌دهد که رشد و عملکرد گیاهان زراعی کاشته شده در این مزرعه بسیار خوب بوده است. افزون بر این، زمین مورد کشت در این آزمایش به‌مدت چندین سال آیش بوده است. از این رو میزان ماده آلی خاک در ابتدای آزمایش نسبتاً بالا بوده است.

آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت فاکتوریل دو عاملی در چهار تکرار طراحی و اجرا شد. عامل اول کود سبز در چهار سطح شامل توده محلی خلر، منداب، مخلوط خلر و منداب و شاهد (آیش) بود و عامل دوم سطوح نیتروژن (۶۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) از منبع اوره بود. کشت هردو گیاه به‌عنوان کود سبز در ۱۷ آبان ماه ۱۳۸۹ با تراکم تقریبی ۲۵۰ بوته در مترمربع در روی پشته‌هایی با فاصله ۵۰ سانتی‌متر انجام شد. خلر و منداب از-جمله گیاهانی هستند که از سالیان دور به‌صورت خودرو در حاشیه مزارع و باغات پسته رفسنجان وجود داشته‌اند و مقاومت بسیار خوبی به شرایط نامساعد محیطی دارند. در کرت‌های مربوط به یک گیاه کود سبز (خلر یا منداب) میزان بذر مورد نیاز براساس وزن هزار دانه و طول خط کشت (۵ متر) محاسبه شد. در کرت‌های خلر + منداب نیمی از بذر محاسبه شده از هر گیاه وزن شد و سپس بذر دو گیاه با هم مخلوط شده، روی پشته به‌صورت یکنواخت کاشته شد. نخستین آبیاری بلافاصله پس از کشت انجام شد و تا شروع یخبندان‌های زمستانه سه بار دیگر با فاصله ۱۰ روز انجام شد. در هفته چهارم اسفند ماه و تقریباً مصادف با ۷۵ درصد گل‌دهی منداب (*گاسکل* و همکاران، 2003) کل توده گیاه سبز توسط گاوآهن برگردان دار در عمق سی سانتی‌متری زیر خاک شد.. چهار هفته بعد از زیر خاک رفتن گیاهان کود سبز (*تام*[2] و همکاران، 2002؛ *ساینجیو و سینگ*[3]، 2002)،کشت ذرت، رقم سینگل کراس ۷۰۴، با فاصله ردیف ۵۰ و فاصله روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر و تراکم ۲۰ بوته در مترمربع در تاریخ ۲۵ فروردین انجام شد.

به‌منظور تأمین فسفر مورد نیاز گیاه کود سبز، کود سوپرفسفات تریپل به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار (۱۵۰ کیلوگرم P_2O_5) پیش از کشت به روش نواری به خاک اضافه شد. کودهای مصرفی اوره و سوپرفسفات تریپل به‌ترتیب به‌عنوان منبع نیتروژن و فسفر به میزان ۱۵۰ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار بر اساس اندازه کرت‌ها و تیمار موردنظر محاسبه شد و یک سوم آن پیش از کشت و به‌صورت نواری در زیر خاک قرار داده شد و سپس روی کود با خاک پوشانده شد. باقیمانده کود در مرحله سبز شدن و چهار برگی به‌صورت سرک‌دهی و در کف جوی های آبیاری پاشیده شد. پیش از زیر خاک کردن توده‌های کود سبز درصد رطوبت آن‌ها اندازه‌گیری شد. بدین صورت که کل بوته‌های هرکرت یک کمتر مربعی از وسط کف بر شدند و بلافاصله وزن تر آن‌ها اندازه‌گیری شدند. سپس به آون ۷۰ درجه سلسیوس منتقل شدند و پس از ۴۸ ساعت وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. با کم کردن وزن خشک از وزن تر و تقسیم آن بر وزن تر و ضرب عدد به‌دست آمده در ۱۰۰، درصد رطوبت توده محاسبه شد. ماده خشک سپس به کرت‌های مربوطه بازگردانده شد. پس از زیر خاک کردن کود سبز و درست پیش از کشت ذرت جهت تعیین میزان ماده آلی خاک، از عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه برداری انجام شد. میزان ماده آلی خاک به روش *واکی و بلک*[4] (1934) اندازه‌گیری شد.

در طی فصل رشد ذرت آبیاری‌ها با فاصله هشت روز و به روش نشتی (جوی و پشته) انجام شد. همچنین وجین دستی علف‌های هرز بسته به نیاز صورت گرفت. به‌منظور محاسبه شاخص‌های رشدی شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول، نمونه‌برداری‌هایی در زمان‌های ۵۰، ۶۲، ۷۸ و ۹۰ روز پس از کشت انجام شد. نمونه‌برداری شامل برداشت پنج بوته از بخش مشخصی از ردیف کشت بود. نمونه‌ها به برگ، ساقه و گل‌آذین (در صورت وجود) تفکیک شدند. در پایان، داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS تجزیه شده و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزار EXCEL رسم شدند.

1. Sandy-clay

2. Tom
3. Sainju and Singh
4. Walkey and Black

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

تأثیر تیمارها روی درصد رطوبت زیست‌تـوده ذرت علوفه‌ای

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین نوع گیاهان کود سبز از نظر درصد رطوبت زیست توده وجود نداشت (جدول ۱). میانگین درصد رطوبت توده برای خلر، منداب و ترکیب خلر و منداب به‌ترتیب ۷۵، ۷۶/۷ و ۷۵/۳ درصد بود. وجود مقادیر فراوان آب در بافت‌های یک گیاه کود سبز برای تسریع در فرایند پوسیدن بقایای گیاهی اهمیت زیادی دارد و با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان حدس زد که سرعت پوسیدن بقایای این دو گیاه از لحاظ آب در دسترس تفاوت چندانی نداشته است.

جدول ۱: تجزیه واریانس درصد رطوبت، ارتفاع بوته و وزن زیست توده گیاهان پیش از زیر خاک شدن

Table 1: Analysis of variance water content, plant height and biomass weigth of crops before burying in soil

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد رطوبت Water content	ارتفاع بوته Plant height	وزن زیست توده Biomass
بلوک Block	2	11.58^{ns}	6.89^{ns}	0.078^{ns}
گیاهان Crops	3	7.8^{ns}	804**	1.416**
خطا Error	6	15.46	7.86	0.0257
ضریب تغییرات CV		6.12	11.54	11.69

*، ** به‌ترتیب معنی‌دار درسطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns: معنی‌دار نیست

*, **: significant at 0.05 and 0.01 level. ns: non significant

تأثیر تیمارها روی مقادیر زیست‌توده و ارتفاع بوتـه ذرت علوفه‌ای

نتایج نشان داد که بین گیاهان کود سبز از نظر مقادیر زیست توده‌ای که به خاک اضافه می‌کنند و همچنین ارتفاع محصول سرپا[1]، تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۱)، به گونه‌ای‌که کمترین میزان زیست توده مربوط به خلر و بیشترین مربوط به منداب و مخلوط منداب و خلر بود (شکل ۱). با بررسی این شکل می‌توان دریافت که زیست‌توده خلر و منداب در تک کشتی به‌ترتیب ۰/۶۸۹ و ۱/۷۸۶ کیلوگرم در مترمربع بوده است، اما در کشت هم‌زمان این دو، زیست‌توده به ۱/۶۳۷ کیلوگرم بر مترمربع کاهش یافته است. ممکن است تأثیر رقابت یا سایه‌اندازی منداب بر خلر سبب کاهش رشد هر دو گیاه، به‌ویژه خلر شده باشد. در همین رابطه، ارتفاع منداب و خلر در زمان زیر خاک کردن به‌ترتیب حدود ۳۵ و ۱۷ سانتی‌متر بود، اما میانگین ارتفاع این دو گیاه در کشت همزمان به ۲۰ سانتی‌متر کاهش یافته بود. گزارش‌هایی در مورد تأثیر دگرآسیبی عصاره آبی منداب بر کنترل برخی علف‌های هرز وجود دارد (*قاسم*[2]، 2002؛ *ریاض*[3] و همکاران، 2009). اما مشخص نیست که آیا این اثر ممکن است سبب کاهش رشد خلر در این پژوهش هم شده باشد. همچنین ممکن است کاهش طول روز و همچنین کاهش دما در طی پاییز اثر کاهنده بیشتری بر رشد خلر، که به‌صورت طبیعی گیاهی گرمادوست است، داشته است.

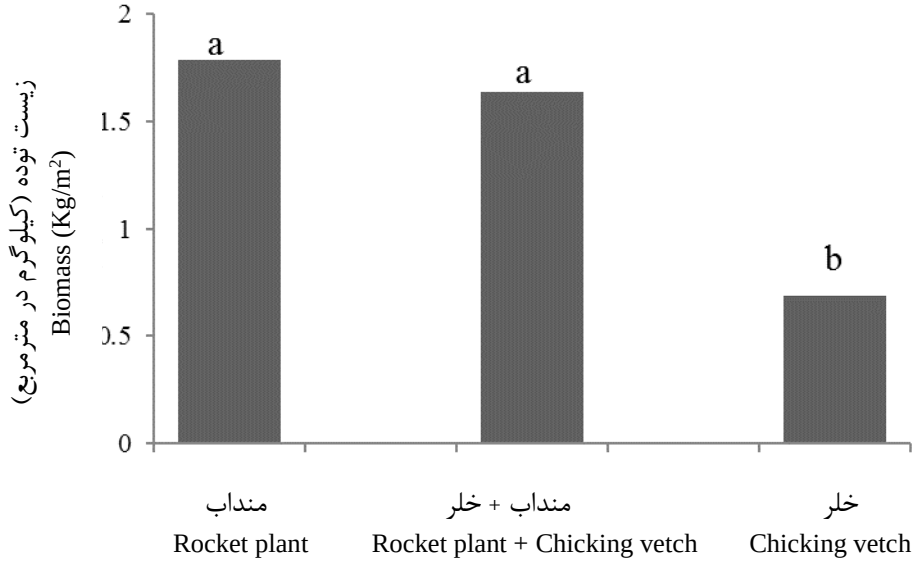
میزان ماده آلی خاک

نتایج نشـان داد اثر کود سبز بر ماده آلی خاک معنـی‌دار بود به‌نحوی‌که کود سبز منداب و خلر نسبت به شاهد (آیش) و کشت مخلوط خلر و منداب مقدار ماده آلی خاک را به‌صورت معنی‌داری افزایش دادند (شکل ۲). به‌نظر می‌رسد ویژگی تثبیت نیتروژن به روش همزیستی در گیاه خلر (*بیداربک* و همکاران، 1993) و همچنین بالا بودن زیست‌توده در گیاه منداب سبب افزایش معنی‌دار ماده آلی خاک نسبت به شاهد شده باشد. در برخی پژوهش‌ها، افزایش محتوای کربن آلی خاک در اثر کاربرد کود سبز در مقایسه با نظام مرسوم کم نهاده (بدون کود) گزارش شده است (*کلارک* و همکاران، 1998).

1. Stand
2. Qasem
3. Riaz

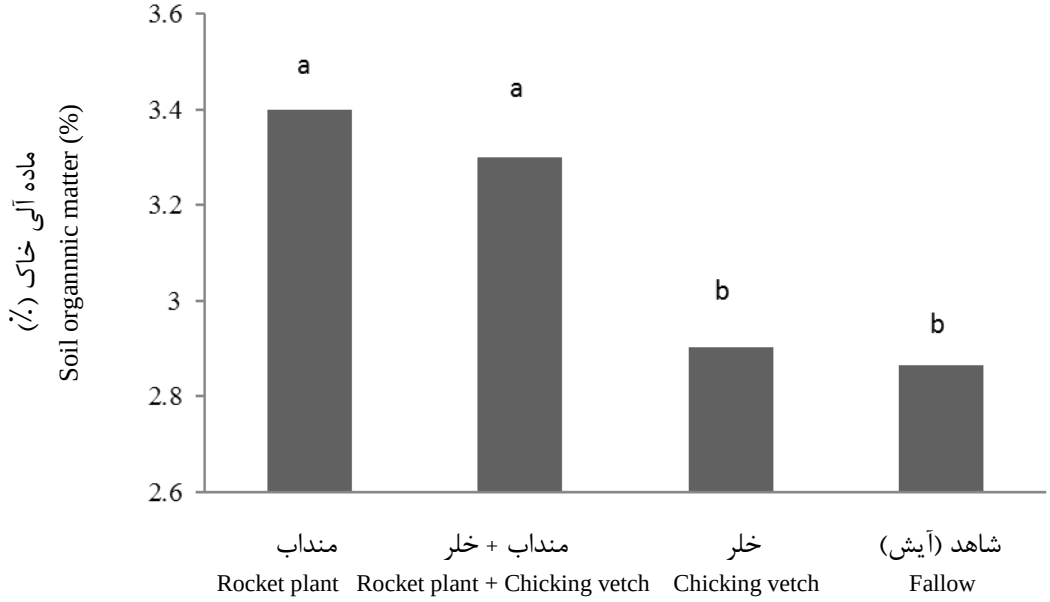
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱: میانگین زیست‌توده گیاهان در هنگام زیر خاک کردن آنها و سه هفته پیش از کشت ذرت علوفه‌ای. ستون‌هایی که دارای حروف مشابهی هستند با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند (دانکن، ۰/۰۵)

Fig. 1: Biomass of crops at the time of ploughing and three weeks before forage maize seeding. Columns with similar letters are not significantly different (Duncan, 0.05)



شکل ۲: محتوی ماده آلی خاک سه هفته پس از زیر خاک کردن گیاهان کود سبز و پیش از کشت ذرت علوفه‌ای ستون‌هایی که دارای حروف مشابهی هستند با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند (دانکن، ۰/۰۵)

Fig. 2: Soil organic matter contents at the time of ploughing green manure crops and before forage maize seeding. Columns with similar letters are not significantly different (Duncan, 0.05)

تأثیر تیمارها روی شاخص سطح برگ ذرت علوفه‌ای

نتایج نشان داد گیاهان کود سبزی تأثیر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ ذرت در ۵۰ روز پس از کشت (مرحله ۸ برگی) داشت، اما تأثیر آن وابسته به میزان کود نیتروژن به‌کار رفته بود. دوازده روز بعد (۶۲ روز پس از کشت، در مرحله ۱۰ برگی) فقط کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن شاخص سطح برگ را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲). ولی در دو نمونه‌برداری بعدی (۷۸ و ۹۰ روز پس از کشت به‌ترتیب ۱۲ و ۱۴ برگی) نه کود نیتروژن و نه کود سبز اثری بر شاخص سطح برگ نداشتند (در جدول آورده نشده است). همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود ۵۰ روز پس از کشت در صورت کاربرد ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار شاخص سطح برگ ذرت در سطح آیش به‌صورت

www.SID.ir

Archive of SID

معنی‌داری کمتر از گیاهان کود سبزی بود، اما در صورت استفاده از ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار فقط منداب سبب افزایش معنی‌دار شاخص سطح برگ شد. نیتروژن و آب مهم‌ترین عامل‌های تعیین‌کننده گسترش سطح برگ می‌باشند (امام و نیک‌نژاد، ۱۳۷۵) و در این مورد به‌نظر می‌رسد اثر افزایشی کود سبز بر افزایش ماده آلی و نیتروژن خاک، سبب افزایش شاخص سطح برگ شده است. از آن‌جا که تفاوت معنی‌داری بین سه نوع کود سبز وجود نداشت، به‌نظر می‌رسد که میزان افزایش شاخص سطح برگ ارتباطی با نوع کود سبز نداشته است. در شرایط افزایش کاربرد کود نیتروژن (۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) نیز منداب بیشترین شاخص سطح برگ را در ذرت باعث شد و از این لحاظ تفاوت معنی‌داری با گیاهان سطوح کود سبزی داشت. ممکن است نوع و ترکیب ماده آلی حاصل از تجزیه بقایای منداب، اثر بیشتری بر شاخص سطح برگ داشته است. گزارش شده است که در برگ منداب مقدار زیادی ترکیبات نیتروژنه (احتمالاً ناشی از جذب ریشه‌ای بالا در این گیاه) وجود دارد و از این‌رو مصرف آن به‌عنوان سالاد که در برخی کشورهای مدیترانه‌ای مرسوم است، باید با احتیاط انجام گیرد (*سانتاماریا* و همکاران، 1998؛ *اشیوک*[1] و همکاران، 1999). *بنیاوان* و همکاران (2007) اثر افزاینده‌ای از کاربرد کود سبز بر شاخص سطح برگ گیاه بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.) گزارش کردند. معنی‌دار نشدن اثر کود سبز بر شاخص سطح برگ ذرت در ۶۲ روز پس از کشت (مرحله ۱۰ برگی) احتمالاً به این دلیل است که محتوی ماده آلی اضافه شده توسط کود سبز تا پیش از این زمان (۶۲ روز پس از کشت) به مصرف گیاه جهت توسعه سطح برگ و سایر اندام‌های هوایی رسیده و به همین دلیل در این زمان کود سبز بر شاخص سطح برگ عملاً اثری نداشته است و در این مرحله از رشد تفاوت معنی‌داری بین گیاهان سطوح کود سبزی نبوده است. البته در این زمان کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن به‌صورت معنی‌داری سبب افزایش شاخص سطح برگ نسبت به سطح ۶۰ کیلوگرم شد (شکل ۳).

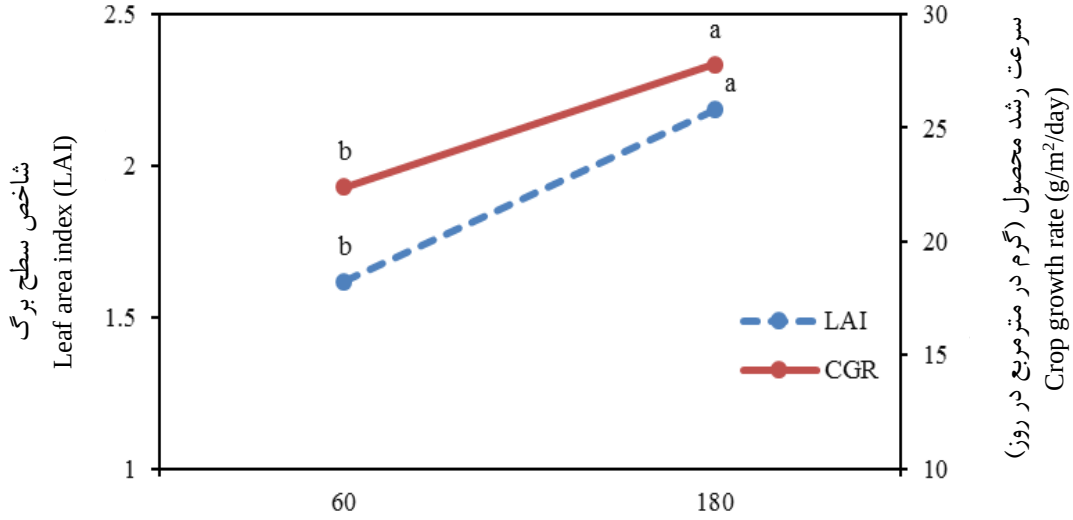
تأثیر تیمارها روی سرعت رشد ذرت علوفه‌ای

نتایج نشان داد که ۶۲ روز پس از کشت (مرحله ۱۰ برگی)، برهم‌کنش کود سبز و کود نیتروژن بر سرعت رشد محصول معنی‌دار بود، اما ۶۲ روز پس از کشت (مرحله ۱۲ برگی) فقط اثر نیتروژن معنی‌دار بود (جدول ۲). هنگام کاربرد ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، منداب سبب افزایش معنی‌دار سرعت رشد محصول در ۶۲ روز پس از کشت شد. در همین زمان در صورت کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار روند سرعت رشد محصول شبیه کاربرد ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود و باز هم منداب بیشترین CGR را داشت (جدول ۳). بالاتر بودن CGR در تیمار کود سبز منداب را می‌توان در ویژگی های گیاه‌شناسی منداب جستجو کرد. به نظر می‌رسد که منداب به سبب داشتن ریشه عمیق (خواجه‌پور، ۱۳۷۵؛ *بیانکو*، 1995) این توانایی را دارد که عناصر غذایی را از اعماق خاک جذب کند و پس از پوسیدگی آنها را به‌تدریج در اختیار گیاه اصلی (ذرت) قرار دهد. در عین حال در همین مرحله از رشد در اثر کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌دار بین سطوح کود سبز مشاهده نشد. به نظر می‌رسد که وقتی مقدار نیتروژن افزایش می‌یابد، اثر کاربرد کود سبز بر گیاه اصلی پوشیده می‌ماند. از آنجا که احتمالاً مقدار ماده آلی آزاد شده در اثر کود سبز محدود است، کاربرد مقدار زیاد نیتروژن در خاک سبب از بین رفتن تفاوت‌های احتمالی بین انواع مختلف کود سبز در تقویت ماده آلی خاک می‌شود. از سوی دیگر، اثر نیتروژن و کود سبز بر سرعت رشد محصول ۶۲ روز پس از کشت تا حدودی با اثر آن در ۱۲ روز پیش متفاوت بود. در این زمان فقط اثر کود نیتروژن بر سرعت رشد محصول معنی‌دار بود (جدول ۲). بدین صورت که کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌صورت معنی‌داری سبب افزایش سرعت رشد محصول شد (شکل ۳). احتمالاً ماده آلی حاصل از تجزیه بافت‌های گیاه کود سبز در خاک فقط تا مدت محدودی سبب تحریک رشد محصول شده است (در این آزمایش، ۶۲ روز) و پس از آن فقط کاربرد نیتروژن به شکل شیمیایی بر رشد محصول مؤثر بوده است.

1. Eşiyok

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳: تغییرات شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول ذرت علوفه‌ای ۶۲ روز پس از کشت در دو سطح نیتروژن. میانگین‌های دارای حرف یکسان تفاوت معنی‌دار با هم ندارند (دانکن، ۰/۰۵)

Fig. 3: Changes in leaf area index (LAI) and crop growth rate (CGR) of forage maize plants 62 days after sowing and two different rates of nitrogen fertilizer. Columns with similar letters are not significantly different (Duncan, 0.05)

جدول ۲: تجزیه واریانس شاخص سطح برگ (LAI) و سرعت رشد محصول (CGR) ذرت علوفه‌ای ۵۰ و ۶۲ روز پس از کشت

Table 2: Analysis of variance leaf area index (LAI) and crop growth rate (CGR) of forage maize 50 and 62 days after sowing (DAS)

CGR		LAI		درجه آزادی	منبع تغییر
۶۲ روز پس از کشت 62 DAS	۵۰ روز پس از کشت 50 DAS	۶۲ روز پس از کشت 62 DAS	۵۰ روز پس از کشت 50 DAS	df	S.O.V
0.46*	0.07^{ns}	0.16^{ns}	0.14^{ns}	3	بلوک Block
0.18^{ns}	0.42^{ns}	0.27^{ns}	0.25*	3	کود سبز Green manure
1.47*	4.12**	1.71*	0.21^{ns}	1	نیتروژن Nitrogen
0.13^{ns}	0.52*	0.13^{ns}	0.40**	3	کود سبز × نیتروژن Green manure × Nitrogen
0.11	0.16	0.21	0.07	11	خطا Error
6.7	9.1	24.0	31.2		C.V.

*، ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns: معنی‌دار نیست

*, **: significant at 0.05 and 0.01 level. ns: non significant

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳: میانگین برهم‌کنش گیاهان و سطوح نیتروژن بر شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول در ۵۰ روز پس از کشت و عملکرد بیولوژیک (علوفه) ذرت در زمان برداشت

Table 3: Interaction effect of nitrogen and green manure on leaf area index (LAI) and crop growth rate (CGR) 50 days after sowing and biological (forage) yield of maize at harvest

نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (kg ha^{-1})	کود سبز Green manure	شاخص سطح برگ Leaf area index	سرعت رشد محصول (گرم در مترمربع در روز) Crop growth rate (g m^{-2} day^{-1})	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biological yield (g m^{-2})
60	آیش Fallow	0.38c	16.30b	1.27b
	خلر Chikling vetch	0. 86bc	14.41b	1.43ab
	مناداب Rocket plant	0.54ab	19.74a	1.61a
	مناداب + خلر Chikling vetch + Rocket plant	1.07a	14.90b	1.49a
180	آیش Fallow	0.69b	24.94b	1.60a
	خلر Chikling vetch	0.75b	18.02c	1.60a
	مناداب Rocket plant	1.46a	29.20a	1.56a
	خلر + مناداب Chikling vetch + Rocket plant	0.84b	23.21b	1.51a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌دار باهم ندارند (دانکن، ۰/۰۵)

In each column, means with similar letters are not significantly different (Duncan, 0.05)

تأثیر تیمارها بر عملکرد بیولوژیک ذرت علوفه‌ای

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کود سبز به‌تنهایی اثری بر عملکرد بیولوژیک ذرت (کل علوفه) نداشت، اما کاربرد کود نیتروژن به‌صورت معنی‌داری آن را تحت تأثیر قرار داد، هرچند که اثر آن وابسته به نوع گیاه به کاربرد رفته به‌عنوان کود سبز بود (جدول ۲). هنگام کاربرد ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، مناداب و مخلوط خلر و مناداب سبب افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد شدند، اما خلر به تنهایی نتوانست تفاوت معنی‌داری نسبت به آیش (شاهد) ایجاد کند. اما با کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوتی بین سطوح کود سبز از لحاظ عملکرد بیولوژیکی‌مشاهده نشد (جدول ۳). از سوی دیگر، با مقایسه سطوح نیتروژن در یک سطح کود سبز میزان افزایش عملکرد بیولوژیک در اثر سه برابر شدن نیتروژن مصرفی (از ۶۰ به ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) کاملاً متفاوت بود. برای نمونه عملکرد بیولوژیک در سطح آیش کود سبز از ۱/۲۲ به ۱/۵۸ کیلوگرم در هکتار (تقریباً ۳۰ درصد) افزایش یافت، درحالی‌که در مورد خلر، مناداب و مخلوط این دو به‌ترتیب (تقریباً ۱/۳، ۱ و ۲ درصد) بود. به نظر می‌رسد افزایش شدید میزان نیتروژن مصرفی، زمانی‌که از کود سبز استفاده می‌شود اثر قابل‌توجهی بر عملکرد بیولوژیک نداشته است. شاید در این حالت بخش زیادی از نیتروژن آبشویی شده، از دسترس ریشه‌های گیاه خارج شده است. در همین جدول (جدول ۳) روشن است که استفاده از مناداب و همچنین مخلوط مناداب و خلر در شرایط کم بودن نیتروژن مصرفی به‌عنوان کود سبز اثر قابل توجهی بر عملکرد بیولوژیک ذرت داشته است. ممکن است علاوه‌بر افزایش محتوی کربن و نیتروژن آلی خاک، کود سبز سبب بهبود ساختمان خاک و تهویه آن شده باشد. از آن‌جا که خاک مورد استفاده در این آزمایش از نوع رسی بود، احتمالاً افزایش خاکدانه‌ها و تخلخل خاک نقش مؤثری در رشد ریشه و جذب عناصر غذایی دارد. با توجه به افشان و سطحی بودن ریشه ذرت این مطلب اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. در پژوهشی، اثرکود سبز ماشک (*Vicia vilosa*)، شاهدانه (*Cannabis sativa*) و چاودار (*Secale cereale* L. *secale*) بر تراکم ریشه ذرت بررسی شد و نتایج نشان داد که استفاده از کود سبز سبب افزایش تراکم ریشه ذرت به اندازه ۴۴ تا ۵۴ درصد در لایه ۱۵ سانتی‌متری خاک شده است (چر و همکاران، 2005). *ساینجیو و سینگ* (2001) گزارش کردند که در اثر استفاده از کود سبز افزایش در عملکرد بیولوژیکی ممکن است به دلیل افزایش غلظت نیتروژن و کربن آلی خاک باشد که احتمالاً پیامد آن افزایش رشد ریشه گیاه است. رمرودی و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که بالاترین عملکرد علوفه‌تر و خشک سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) در هر چین

www.SID.ir

Archive of SID

به تیمار گیاه پوششی چاودار و ماشک گل‌خوشه‌ای با ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعلق داشت.

نتیجه‌گیری

در این آزمایش میزان ماده آلی خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک پس از زیر خاک کردن کود سبز خلر و منداب به‌صورت جداگانه افزایش یافت، اما شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول ذرت علوفه‌ای در اوایل رشد گیاه و در شرایط کاربرد مقدار زیاد نیتروژن در اثر منداب بیش از سایر سطوح کود سبز بود، هرچند که بعداً این اثر از بین رفت و تنها اثر کود نیتروژن معنی‌دار بود. در نهایت عملکرد بیولوژیک ذرت در میزان کم نیتروژن مصرفی تحت تأثیر هر سه سطح کود سبز بیش از شاهد بود اما در میزان زیادتر نیتروژن تفاوتی مشاهده نشد. چنین به‌نظر می‌رسد اثرات مثبت کاربرد کود سبز بر وضعیت تغذیه‌ای خاک ممکن است منجر به رشد بهتر ذرت در مرحله رویشی آن شود، اما سایر عوامل مرتبط با عملکرد ذرت توسط شرایط اقلیمی و وضعیت تغذیه‌ای خاک در مراحل انتهایی رشد تعیین می‌شوند و تأثیر کود سبز در این زمان قابل توجه نیست.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

اکبری، غ.، جباری، ح. و تاجیک، م. ۱۳۸۷. کود سبز، راهکاری برای کاهش کودهای شیمیایی در کشاورزی بوم شناختی. مجموعه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صفحه ۱.

امام، ی. و نیک‌نژاد م. ۱۳۷۵. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. دانشگاه شیراز، ۵۲۹ صفحه.

پوستینی، ک.، سی و سه مرده، ع.، زواره، م. و مداح حسینی، ش. ۱۳۸۵. عملکرد گیاهان زراعی، فیزیولوژی و فرایندها. دانشگاه تهران. تهران، ۴۵۰ صفحه.

خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۷۵. تولید نباتات صنعتی. دانشگاه صنعتی اصفهان، ۵۶۴ صفحه.

رمرودی، م.، مجنون‌حسینی، ن.، مظاهری، د.، حسین‌زاده، ع. و حسینی، م. ۱۳۸۸. اثر گیاهان پوششی، سیستم‌های شخم و کود نیتروژن بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای. مجله علوم گیاهان زراعی ایران،۴: ۷۶۹- ۷۶۳.

Ashraf, M. 1994. Organic substances responsible for salt tolerance in rocket (*Eruca sativa*). Biologia Plantarum, 36: 255-259.

Benjawan, C. H., Chutichudet, P. and Kaewsit, S. 2007. Effects of green manures on growth, yield and quality of green okra (*Abelmoschus esculentus* L.) harlium cultivar. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10: 1028-1035.

Bianco, V. 1995. Rocket an ancient underutilized vegetable crop and its potential. In Padusoli, S. (ed.). Rocket Genetic Resources Network. International Institue for Plant Genetic Reports. Pp: 35-37. Available online at http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACH902.pdf 2013.

Biederbeck, V., Campbell C., Rasiah, V., Zentner, R. and Wen, G. 1998. Soil quality attributes as influenced by annual legumes used as green manure. Soil Biology and Biochemistry, 30: 1177-1185.

Biederbeck, V., Bouman, O., Camplell, C. A., Bailey, L. D. and Winkeleman, G. E. 1996. Nitrogen benefits from four green manure legumes in dryland cropping systems. Canadian Journal of Plant Science, 76: 307-315.

Biederbeck, V., Bouman, O., Looman, J., Slinkard, A. E., Bailey, L. D., Rice, W. A. and Janzen H. H. 1993. Productivity of four annual legumes as green manure in dryland cropping systems. Agronomy Journal, 85: 1035-1043.

Boparai, B. S., Singh, Y. and Sharma, B. D. 1992. Effect of green manure *Sesbania aculeate* on physical properties of soil and growth of rice – wheat and maize – wheat cropping system. International Agrophysics, 6: 95-101.

Cherr, C. M., Avila, L., Scholberg, J. M. and McSorley, R. 2005. Effects of green manure use on sweet corn root length density under reduced tillage conditions. Renewable Agriculture and Food Systems, 21: 165-173.

Clark, M. S., Horwath, W. R., Sherman, C. and Scow, K. M. 1998. Change in soil chemical properties resulting from organic and low-input farming practices. Agronomy Journal, 90: 662-671.

Donahue, D. 1996. Cover and green manure crop benefits to soil quality. Available online at: www.soils.usda.gov/sqi/management/files/sq atn.pdf.

Eşiyok, D., Okur, B., Delibacak, S. and Duman, I. 1999. Effect of manure doses and growth media on the productivity and mineral composition of rocket leaves (*Eruca sativa*), Improved Crop Quality by Nutrient Management, 237-240.

FAO, 2014. Available online at: http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/Gbase/data/pf000342.htm

Gaskell, M., Smith, R. and Mitchell, J. 2003. Soil fertility management for organic crops. University of California. Available online at: http://anrcatalog. ucdavis. edu. Publication, 7249.

Goldstein, W. and Koopmans, C. 2001. Soil organic matter budgeting in sustainable farming, with applications to south eastern Wisconsin and northern Illinois. Michael Fields Agricultural Institute. Bulletin, 7: 39p.

Madye, D. 2007. Organic farming green manures for vegetable cropping. Agriculture Notes. Available online at: http://new.Dpi.vic.gov.au/agriculture/farming/organic-farming.

Mandal, U. K., Singh, G., Victor, U. S. and Sharma, K. L. 2003. Green manuring, its effect on soil properties and crop growth under rice-wheat cropping system. European Journal of Agronomy, 19: 225- 237.

Melakeberhan, H., Xu, A., Kravchenko, A., Mennan, S. and Riga, E. 2006. Potential use of arugula (*Eruca sativa* L.) as a trap crop for *Meloidogyne hapla*. Nematology, 8: 793-799.

Qasem, J. R. 2002. Plants as sources of natural herbicides against branched broomrape (*Orobanche ramosa* L.). In M. J. P. Reigosa, N. (Ed.), Allelopathy: from molecules to ecosystems (pp. 153-182). USA: Science Publishers, Inc.

Riaz, T., Khan, S. N. and Javaid, A. 2009. Effect of co-cultivation and crop rotation on corm rot disease of Gladiolus. Scientia Horticulturae, 121 (2): 218-222.

Rinbott, T., Conlry, M. P. S. and Blevins, D. G. 2004. No-tillage corn and grain sorghum response to cover crop and nitrogen fertilization. Agronomy Journal, 96: 1158-1163.

Sainju, U. M. and Singh, P. 2001. Tillage, cover crop, and kill- plantation date effects on corn yield and soil nitrogen. Agronomy Journal, 93: 878-886.

Santamaria, P., Elia, A., Papa, G. and Serio, F. 1998. Nitrate and ammonium nutrition in chicory and rocket salad plants. Journal of Plant Nutrition, 21: 1779-1789.

Tom, L., Weinert, J., William, L. P., Moneymaker, M. R., Santo, G. S. and Stevens, R. G. 2002. Nitrogen recycling by non leguminous winter cover crops to reduce leaching in potato rotations. Agronomy Journal, 94: 365-372.

www.SID.ir

Archive of SID

Walkey, A. and Black, T. A. 1934. An examination of the degtjareff method for determining organic matter and a proposed modification of chromic acid titration method. Soil Science, 37: 29-38.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Green Manure on Soil Organic Matter and Some Growth Indices of Maize (*Zea mays* L.) in Rafsanjan Region

Poorhasankhani Dowlatabad[1], M., Madah Hosseini[2*], Sh. Dashti[3], H. and Rahimi[4], A.

Abstract

In order to investigate the impact of green manure on soil organic matter contents and some growth indices of forage maize (*Zea mays* L.), a field experiment was conducted as complete randomized blocks design with two factors and four replications at farm of Abbas Abad Agriculture School of Rafsanjan, Iran. Factors included rocket plant (*Eruca sativa* L.), chikling vetch (*Lathyrus sativus* L.), combination of rocket and chickling vetch as green manure plants and fallow (control), and nitrogen levels (60 and 180 $kg.ha^{-1}$). Seeds of plants were sown at middle of autumn and completely ploughed and buried at flowering time in late winter. Three weeks later, forage maize was sown. Results showed that both rocket plant and rocket plant- chickling vetch combination had higher biomass compared to chikling vetch alone, however rocket plant and chickling vetch significantly increased soil organic matter contents compared to fallow conditions. On the other hand, sowing rocket plant significantly increased leaf area index and crop growth rate of maize 50 days after sowing, but nitrogen had significant effect of maize only two weeks later, biological yield of maize was significantly higher than control with 60 $Nkg.ha^{-1}$ after rocket plant and chickling vetch. It seems that positive effects of these plants as green manure may be limited to early growth stages of maize.

Keywords: Biofertilizer, Crop growth rate, Leaf arear index

1, 2, 3 and 4. MSc Graduate and Associate Professors, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture,Vali-e-Asr University of Rafsanjan,Rafsanjan, Iran

*: Corresponding author Email: shahab.mhoseini@vru.ac.ir

www.SID.ir