

تأثیر گیاهان کود سبز بر حاصلخیزی خاک و کاهش تراکم علف‌های هرز

خاتون دبیقی^۱، اسفندیار فاتح^{۲*} و امیر آینه‌بند^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز
۲- نویسنده مسئول: دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز (e.fateh@scu.ac.ir)
۳- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۲۹

چکیده

به منظور بررسی تأثیر گیاهان کود سبز بر جمعیت علف‌های هرز و حاصلخیزی خاک، در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ آزمایشی در مزرعه‌ی پژوهشی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. گیاهان کود سبز با ۵ سطح شامل ارزن، جو، ماش، مخلوط (ارزن + ماش) و آیش (عدم کشت گیاه کود سبز) بود. در این آزمایش تیمار مخلوط (ارزن + ماش) با تولید ۲۱۶۸ کیلوگرم در هکتار زیست‌توده‌ی بیشتری نسبت به سایر تیمارها تولید کرد. کمترین زیست‌توده تولید شده مربوط به کود سبز جو (۳۸۷/۴ کیلوگرم در هکتار) بود. نتایج نشان داد که تیمارهای مخلوط، ماش، ارزن و جو به ترتیب ۴۳، ۳۸، ۳۶ و ۱۵ درصد وزن خشک علف‌های هرز را نسبت به شاهد (عدم کاربرد کود سبز) کاهش دادند. تیمارهای گیاهان کود سبز مورد آزمایش، تراکم علف‌های هرز را نسبت به شاهد به ترتیب ۵۷، ۳۳، ۳۵ و ۶ درصد کاهش دادند. برگشت گیاهان کود سبز به خاک نقش مهمی در حاصلخیزی خاک داشته است. بیش‌ترین درصد ماده‌ی آلی در تیمار کود سبز مخلوط (ارزن + ماش) به میزان ۱/۴۱ درصد حاصل شد. با توجه به توانایی لگوم‌ها در تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، بیش‌ترین میزان نیتروژن انتقال یافته از تیمار کود سبز ماش به میزان ۰/۰۸۲ درصد حاصل شد. نتایج بین تیمارهای کود سبز ماش، مخلوط و ارزن از نظر میزان پتاسیم انتقال یافته به خاک تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. بیش‌ترین میزان پتاسیم در تیمار مخلوط ماش و ارزن (۱۶۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد. هم‌چنین از نظر میزان فسفر بین تیمارهای کود سبز ماش و مخلوط تفاوتی مشاهده نشد و بیش‌ترین میزان آن در تیمار کود سبز ماش (۱۲/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) حاصل شد. با توجه به نتایج حاصل شده از این پژوهش، کاربرد گیاهان کود سبز بر حاصلخیزی خاک و کنترل علف‌های هرز مؤثر بوده و تیمار مخلوط ماش و ارزن و کود سبز ماش دارای اثرات مطلوب‌تری نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی بودند.

کلید واژه‌ها: تثبیت بیولوژیکی، زیست‌توده، کود سبز، ماده‌ی آلی.

مقدمه

شیمیایی به‌طور چشمگیری مورد استفاده قرار گرفته‌اند، اما نتایج تحقیقات در مورد اثرات نامطلوب آن‌ها در تعادل محیط‌زیست و اکوسیستم‌های طبیعی، بسیاری از دانشمندان محیط‌زیست را در مورد وضعیت آینده جهان نگران کرده است. اثرات نامطلوب کودها و آفت‌کش‌ها بر محیط‌زیست منجر به توجه بیشتر و استفاده از

یکی از مهم‌ترین عوامل در توسعه کشاورزی و تأمین غذای بشر، حفظ، نگهداری و باروری خاک است. در ازدیاد حاصلخیزی زمین‌های زراعی غیر از کودهای شیمیایی، عوامل بیولوژیک نیز بسیار مؤثر می‌باشند. با توسعه و پیشرفت صنعت کشاورزی، کودها و سموم

می‌دهد. علاوه بر این، علف‌های هرزی که در جوار گیاه پوششی رشد می‌کنند تحت تأثیر رقابت قرار گرفته و جهت بقا به خوبی توسعه نمی‌یابند. بقای گیاه پوششی نیز شدت جوانه‌زنی و یا رشد مجدد علف‌های هرز را از طریق تغییر درجه حرارت و رطوبت خاک، آزادسازی ترکیبات دگرآسیب و تأثیر بر ساختمان خاک تغییر می‌دهند (Korres and Froud-Williams, 2002). هدف از اجرای این آزمایش، مقایسه پتانسیل رقابت چهار گونه گیاه کود سبز بر زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز و همچنین تعیین نقش گیاهان کود سبز مختلف در حاصلخیزی خاک و انتخاب بهترین گونه بدین منظور می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. از گیاهان کود سبز مختلف شامل ارزن^۱، جو^۲، ماش^۳، مخلوط ارزن و ماش و آیش (بدون گیاه کود سبز) استفاده شد. مقدار بذر استفاده شده برای ارزن ۵ کیلوگرم در هکتار، جو ۱۸۰ کیلوگرم، ماش ۴۰ کیلوگرم و مخلوط جو و ماش که تراکم هر کدام نصف تراکم آن‌ها در تک کشتی محاسبه شد. بعد از عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح، گیاهان کود سبز در تاریخ ۱۳۹۲/۶/۴ به صورت همزمان کشت شدند. طول کرت‌ها در این آزمایش ۷ متر و عرض آن‌ها ۳ متر در نظر گرفته شد. برای تعیین وضعیت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی، قبل از کاشت گیاهان کود سبز از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری تعداد ۷ نمونه (از عمق مورد نمونه‌برداری) به صورت تصادفی تهیه و پس از ترکیب یک نمونه خاک، در آزمایشگاه شیمی تجزیه گروه زراعت و اصلاح نباتات آزمایش شد (جدول ۱).

روش‌هایی گردیده که در آن نیازی به مصرف مواد شیمیایی نبوده یا کم باشد و این هدف موجب شده که با توجه به کشاورزی بوم‌شناختی، بحث پایداری در کشاورزی مورد توجه قرار گیرد. یکی از راهکارهای عملی برای رسیدن به این هدف، زراعت گیاهان پوششی و کود سبز است که می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشد. استفاده از کودهای شیمیایی برای تولید محصولات در سراسر جهان در حال افزایش است (Abril *et al.*, 2007). قدمت استفاده از گیاهان کود سبز به‌منظور افزایش حاصلخیزی خاک به ۲۳۴ سال قبل از میلاد باز می‌گردد. هدف از انجام این عملیات در آن زمان، افزایش حاصلخیزی خاک عنوان شده است. کاربرد کود سبز به‌عنوان یک کود بیولوژیک جهت افزایش حاصلخیزی خاک و نیز راهکاری که برای نیل به اهداف کشاورزی پایدار ضروری است، در کشورهای توسعه یافته مجدداً مورد توجه قرار گرفته است (Tajbakhsh *et al.*, 2007). نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی مورد نیاز گیاه است و بیش از سایر عناصر بر عملکرد گیاهان زراعی مؤثر است. گیاهان خانواده بقولات از طریق تثبیت نیتروژن و هم‌چنین افزایش مواد آلی خاک، نقش مهمی در حفظ باروری خاک دارا هستند (Wortmann *et al.*, 2000). افزایش هزینه‌ی نهاده‌ها، کاهش دسترسی به علف‌کش‌های جدید و مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها، پایداری سیستم‌های رایج تولید محصول را کاهش می‌دهند. به همین دلیل امروزه استفاده از روش‌های غیرشیمیایی و سازگار با محیط‌زیست برای کنترل علف‌های هرز رو به گسترش است (Namdari *et al.*, 2010). یکی از این روش‌ها، استفاده از انواع گیاهان پوششی و کود سبز می‌باشد. در واقع استفاده از گیاهان مختلف کود سبز به‌منظور کاهش جمعیت علف‌های هرز، روش احیاء شده‌ای است که در طی چند سال گذشته مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است (Ugalde, 1993). گیاه پوششی زنده، مقدار نور و هم‌چنین رطوبت قابل دسترس برای جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز را کاهش

1- *Pennisetum sp.*
2- *Hordeum vulgare*
3- *Vigna radiata*

پتاسیم از دستگاه فلم فتومتر و محتوای فسفر خاک با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر و به روش اولسن صورت گرفت (Olsen *et al.*, 1950). داده‌های جمع‌آوری شده با کمک نرم افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن تجزیه شدند.

نتایج و بحث

زیست‌توده گیاهان کود سبز

بر اساس نتایج تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای کود سبز شامل مخلوط (ماش + ارزن)، ماش و ارزن در میزان زیست‌توده تولید شده مشاهده نشد (جدول ۲). در این آزمایش کمترین وزن خشک تولیدی مربوط به کود سبز جو (۳۸۷/۴ کیلوگرم در هکتار) بود، که احتمالاً به علت درجه حرارت بالا در این دوره‌ی کشت وعدم تحمل به دمای بالا در جو بوده است. به نظر می‌رسد گیاهان کود سبز در تیمار مخلوط ماش و ارزن از طریق بهبود شرایط رشدی برای یکدیگر، بیومس بیشتری نسبت به سایر تیمارها تولید کرده‌اند (شکل ۱). در مطالعات Ross و همکاران (۲۰۰۸)، شبدر برسیم یک‌ساله بیومس بیشتری نسبت به سایر لگوم‌ها و چاودار تولید کرد. Torbert و همکاران (۱۹۹۶) تولید بیومس بیشتر در گیاهان لگوم در مقایسه با گیاهان غیرلگوم را گزارش نمودند.

زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد بین تیمارهای مختلف کود سبز بر صفت وزن خشک و تراکم علف‌های هرز مشاهده شد (جدول ۳). بیش‌ترین بیومس علف‌های هرز در تیمار آیش (عدم کاربرد کود سبز) به میزان ۲۵/۱ گرم بر متر مربع حاصل شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارهای آزمایش نشان داد (شکل ۲). داده‌های حاصل از مقایسه میانگین تیمارها نشان داد کشت مخلوط ماش و ارزن، ماش، ارزن و جو به ترتیب با ۴۳، ۳۸، ۳۶ و ۱۵ درصد وزن خشک علف‌های هرز را نسبت به آیش کاهش دادند. مقایسه میانگین گیاهان مختلف کود سبز نیز نشان داد که تیمار کود سبز جو بیش‌ترین و تیمار مخلوط

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of experimental soil

مقدار	خصوصیات فیزیکی و شیمیایی	مقدار
Quantity	Physical and chemical properties	Quantity
لومی-رسی	بافت خاک	texture
Clay Loam		
87	پتاسیم قابل جذب	Available K (mg/kg)
5.45	فسفر قابل جذب	Available P (mg/kg)
0.043	نیتروژن کل	Total N (%)
0.52	ماده‌ی آلی	Organic matter (%)
7.6	اسیدیته	pH
2.5	هدایت الکتریکی	Electrical conductivity (dS/m)
0-30	عمق نمونه‌برداری	Sampling depth (cm)

گیاهان کود سبز در مراحل آغاز گلدهی با استفاده از دستگاه دیسک با خاک اختلاط یافتند. جهت بررسی تأثیر گیاهان کود سبز بر عناصر معدنی خاک، یک ماه بعد از اختلاط بقایا، یک نمونه از خاک هر کدام از کرت‌های آزمایشی از عمق ۳۰ سانتی متری گرفته شد. نمونه‌ها پس از خشک شدن جهت تعیین مقادیر عناصر K، P، N و ماده‌ی آلی مورد آزمایش قرار گرفتند. هم‌چنین جهت بررسی اثر به خاک دادن مالچ زنده گیاهان کود سبز بر زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز و مقایسه‌ی میزان بیومس تولید شده توسط گیاهان مختلف کود سبز، طی یک مرحله نمونه‌برداری از هر کدام از کرت‌ها یک نمونه به صورت تصادفی از تیمارهای گیاهان کود سبز و شاهد (بدون گیاه کود سبز) گرفته شد. از هر کرت یک کوادرات ۰/۵×۰/۵ به صورت تصادفی برداشت و علف‌های هرز و گیاهان کود سبز آن‌ها از هم تفکیک شده و تراکم جمعیت طبیعی علف‌های هرز تعیین گردید. نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و سپس توزین شدند. اندازه‌گیری درصد نیتروژن خاک با استفاده از دستگاه تعیین نیتروژن (کجلدال)، محتوای

مقایسه‌ی آن‌ها با تیمار آیش (عدم کاربرد کود سبز) مشاهده شد، کم‌ترین وزن خشک و تراکم علف‌های هرز مربوط به تیمار کود سبز ماشک و بیش‌ترین تراکم و وزن خشک علف‌های هرز تحت تیمار آیش حاصل شد. دلیل این امر را کاهش شدید نور عبوری به قسمت‌های پایینی کانوبی در تیمار کود سبز ماشک در مقایسه با کود سبز شبدر قرمز و آیش، کم شدن فعالیت فتوسنتزی علف‌های هرز و در نتیجه کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز اعلام کردند (Bilalis et al., 2009).

کم‌ترین تراکم علف‌های هرز را در متر مربع دارا بودند. تیمارهای مخلوط، ارزن، ماش و جو به ترتیب با ۵۷، ۳۵، ۳۳ و ۶ درصد بیش‌ترین تأثیر را بر کاهش تراکم علف‌های هرز نشان دادند. کم‌ترین تراکم علف‌های هرز مربوط به تیمار کود سبز مخلوط بود که اختلاف معنی‌داری با سایر گیاهان کود سبز نشان داد. بین تیمارهای کود سبز ارزن و ماش به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده نشد (شکل ۳). در آزمایش‌های بررسی تأثیر گیاهان کود سبز ماشک و شبدر قرمز بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز و

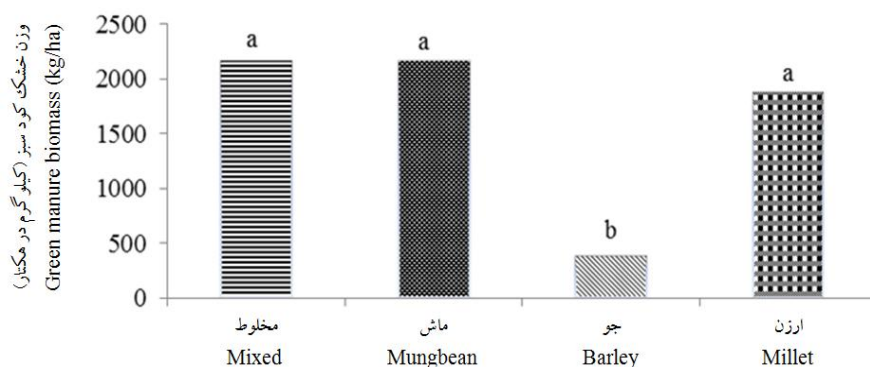
جدول ۲- تجزیه واریانس زیست‌توده گیاهان کود سبز

Table 2. Variance analysis of green manure plants biomass

زیست‌توده گیاهان کود سبز Green manure biomass	درجه آزادی Degree of freedom	منبع تغییر Source of Variation
72036.43 ^{ns}	2	Block
2171893.64**	3	Treatment
253639.13	4	Error

ns، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱٪ را نشان می‌دهند.

ns, * and ** show no significant differences, significant at the 5 and 1 % respectively.



شکل ۱- مقایسه‌ی وزن خشک تولید شده توسط گیاهان مختلف کود سبز

Fig. 1. The comparison of biomass production by different green manure plants

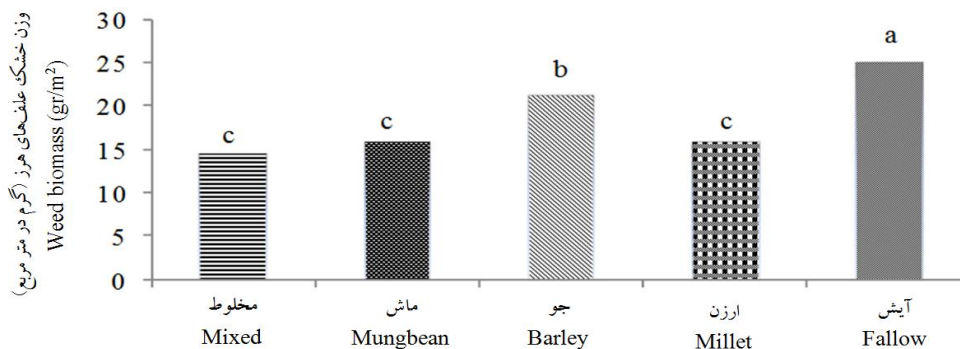
جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر گیاهان کود سبز بر زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز

Table 3. Variance analysis of the effects of green manure plants on weed biomass and density

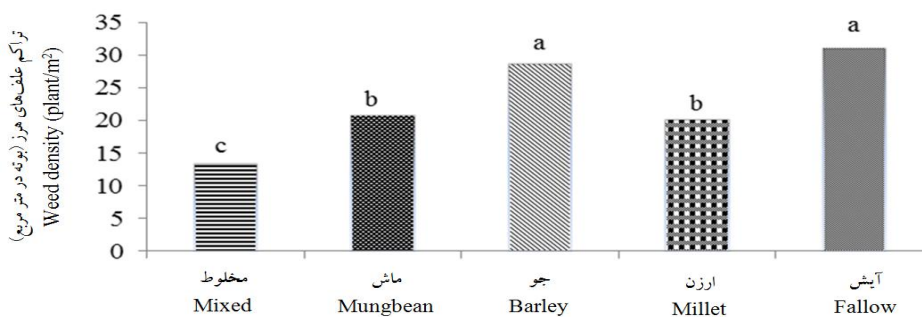
تراکم علف هرز Weed density	زیست‌توده علف هرز Weed biomass	درجه آزادی Degree of freedom	منبع تغییر Source of Variation
11.26 ^{ns}	1.394 ^{ns}	2	Block
172.52**	61.229**	4	Treatment
9.68	3.775	8	Error

ns، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱٪ را نشان می‌دهند.

ns, * and ** show no significant differences, significant at the 5 and 1 % respectively.



شکل ۲- تأثیر گیاهان مختلف کود سبز بر میزان وزن خشک علف‌های هرز
Fig. 2. The effects of different green manure plants on weed biomass



شکل ۳- تأثیر گیاهان مختلف کود سبز بر تراکم علف‌های هرز
Fig. 3. The effects of different green manure plants on weed density

نمودند (Schlegel and Javlin, 1997). هم‌چنین کاهش ۱۸، ۳۱ و ۳۶ درصدی وزن خشک علف‌های هرز در تیمار کود سبز نخود، عدس و لاتیروس مشاهده گردید (Biederbeck *et al.*, 1993). محصولات پوششی با ارتفاع بالاتر و ظرفیت پنجه‌زنی دارای خصوصیتی مناسب برای سرکوب علف‌های هرز هستند (Ataura Rahman *et al.*, 2005). سرکوب علف‌های هرز به وسیله محصولات پوششی بستگی به موقعیت، شرایط رشدی، محصول پوششی و خصوصیات مدیریتی دارد (Severino and Christoffoleti, 2004).

تأثیر گیاهان مختلف کود سبز بر حاصلخیزی و عناصر خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد بین تیمارهای مختلف کود سبز از نظر میزان عناصر انتقال یافته به خاک نشان داد

نتایج برخی از آزمایشات نشان داد که استفاده از گیاهان کود سبز بقولات در مقایسه با عدم کاربرد کود سبز باعث کاهش معنی‌دار تراکم و وزن خشک علف‌های هرز شد. گیاهان کود سبز بقولات، تراکم علف‌های هرز را به‌طور معنی‌داری کاهش داده و کود سبز کنف بنگالی، باعث بیش‌ترین کاهش در تراکم و وزن خشک علف‌های هرز شد (Odhiambo *et al.*, 2010). در بررسی واکنش علف‌های هرز به گیاهان کود سبز ارزن، سسبانی، آمارانت، لوبیا چشم بلبلی و ماش مشاهده شد که بیش‌ترین و کم‌ترین تراکم و بیومس علف هرز به ترتیب در تیمار آیش و کود سبز ماش بود. هر چند به لحاظ تراکم و وزن خشک علف‌های هرز بین نتایج اثر گیاهان کود سبز ماش، لوبیا چشم بلبلی و ارزن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (Gerami Sinabadi, 2012). محققین در آزمایشی کاهش ۹۰ درصدی رشد علف‌های هرز تحت تأثیر گیاهان پوششی را گزارش

برخی مطالعات افزایش نیتروژن معدنی خاک از طریق کاربرد گیاهان لگوم در مقایسه با گیاهان غیرلگوم را گزارش نمودند (Wani *et al.*, 1995). برخی محققین تأثیر معنی‌دار کود سبز ماش بر میزان جذب نیتروژن در ذرت در مقایسه با آیش را گزارش نمودند (Sarrantonio and Scott, 1988). کاربرد گیاهان کود سبز لگوم میزان نیتروژن معدنی خاک را در مقایسه با سایر تناوب‌های بکار رفته افزایش داد (Darwent and Soon, 1998). بیش‌ترین میزان فسفر انتقال یافته به خاک در تیمار کود سبز ماش (۱۲/۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) حاصل شد و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با کود سبز مخلوط نشان نداد و کمترین میزان نیز در تیمار آیش (۷/۳۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) حاصل شد (شکل ۵). در مطالعه‌ی تأثیر کاربرد گیاهان کود سبز (جو، شبدر، لوبیا و آیش) بر خصوصیات خاک و عملکرد گندم مشاهده شد که کود سبز جو نسبت به سایر تیمارهای کود سبز، موثرترین گیاه در افزایش درصد کربن آلی و فسفر قابل دسترس برای گیاه است (Pahlawan rad *et al.*, 2009). طبق نتایج این تحقیق کم‌ترین تأثیر بر حاصلخیزی و درصد انتقال عناصر در تیمار کود سبز جو مشاهده شده است. این نتایج را می‌توان به نبود شرایط مناسب رشدی برای این کود سبز و در نتیجه تولید کم‌ترین زیست‌توده بیان کرد که تأثیر زیادی بر خصوصیات خاک نشان نداد. هر چه میزان زیست‌توده تولیدی بیشتر باشد، میزان ماده‌ی انتقال یافته به خاک بیشتر بوده و تأثیر بیشتری بر باروری خاک خواهد داشت (Pahlawan rad *et al.*, 2009).

(جدول ۴). داده‌های حاصل از مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش، اختلاف معنی‌داری بین تیمار کود سبز ماش (۰/۸۲ درصد) و سایر تیمارهای آزمایشی از نظر میزان نیتروژن انتقال یافته به خاک را نشان می‌دهد. از بین تیمارهای آزمایشی کم‌ترین میزان نیتروژن (۰/۳۳ درصد) از تیمار آیش حاصل شد (شکل ۴). با توجه به توانایی لگوم‌ها در تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، انتقال بیشتر نیتروژن به خاک در تیمار ماش را می‌توان به این عامل نسبت داد. به‌طور کلی در آزمایشات متعددی برتری گیاهان لگوم در افزایش نیتروژن خاک نسبت به گیاهان غیرلگوم اثبات شده است (Carpenter-Boggs *et al.*, 2000). در مطالعه‌ی تأثیر گیاهان مختلف کود سبز، بقایای ماش و سطوح نیتروژن بر خصوصیات خاک مشاهده که مقدار ماده‌ی آلی، نیتروژن و خصوصیات فیزیکی خاک در شرایط کاربرد کود سبز به‌طور معنی‌داری نسبت به شرایط آیش بهبود یافته است (Mandal *et al.*, 2003). افزایش نیترات خاک تحت تأثیر کود سبز شبدر سفید و شبدر کریمسون در مقایسه با کود سبز چاودار گزارش شده است (Ross *et al.*, 2008). برگشت گیاهان کود سبز در خاک باعث افزایش کربن، مواد آلی، نیتروژن کل و حاصلخیزی خاک شده که این پدیده در نتیجه‌ی فرایندهای میکروبیولوژیکی اتفاق افتاده و باعث آزادسازی عناصر غذایی برای گیاهان می‌شود (Talgre *et al.*, 2009). با استفاده از کودهای سبز لگوم، میزان عناصر غذایی خاک و نیتروژن معدنی افزایش یافته است (Matus *et al.*, 2008).

جدول ۴- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای کود سبز بر میزان عناصر شیمیایی خاک

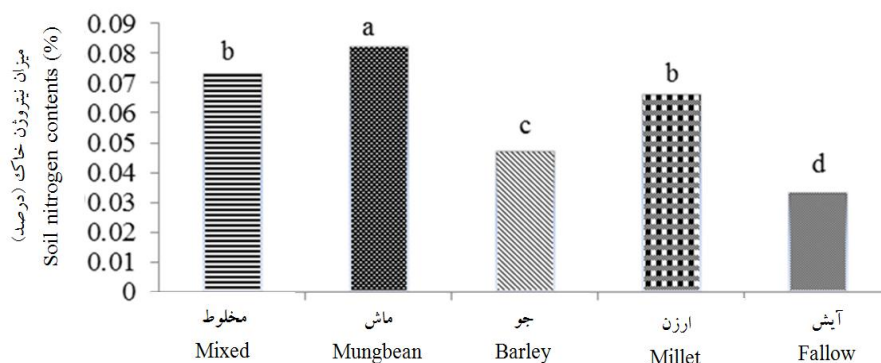
Table 4. Variance analysis of the effects of green manure plants on soil chemical nutrients

ماده‌ی آلی Organic matter	میانگین مربعات Mean square			درجه آزادی Degree of freedom	منبع تغییر Source of Variation	
	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N			
0.0017 ^{ns}	0.8 ^{ns}	1.61 ^{ns}	0.00001 ^{ns}	2	Block	بلوک
0.71**	58.5**	28.8**	0.00117**	4	Treatment	تیمار
0.0092	5.2	0.89	0.00002	8	Error	خطا

ns, * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱٪ را نشان می‌دهند. ns, * and ** show no significant differences, significant at the 5 and 1 % respectively.

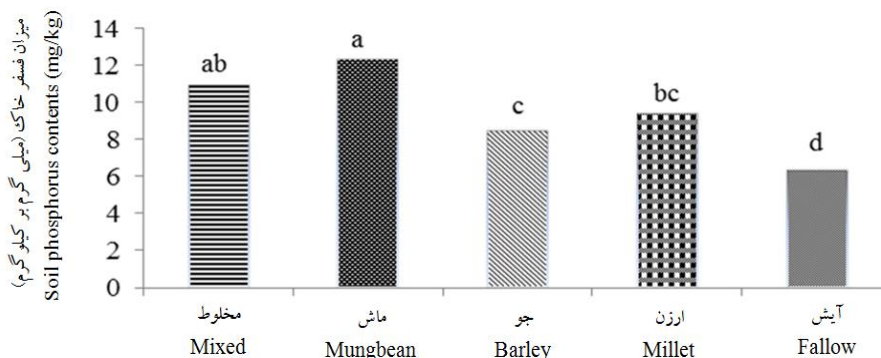
آماری اختلاف معنی‌داری با کود سبز ماش (۱/۲۶) مشاهده نشد. کمترین میزان ماده‌ی آلی در تیمار آیش (عدم کاربرد کود سبز) به میزان ۰/۲۷ درصد به‌دست آمد (شکل ۷). از آنجایی که بیومس تولید شده تحت تأثیر کود سبز مخلوط بیشتر از سایر تیمارهای آزمایش شده بود، میزان ماده‌ی آلی بیشتر را می‌توان به این عامل نسبت داد. در آزمایشی تأثیر کود سبز شبدر قرمز و ترکیب کود سبز و کمپوست بر خصوصیات خاک را مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج نشان داد کاربرد کود سبز، خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک را بهبود بخشیده و منجر به افزایش پایداری ساختمان خاک شده است (Tejada *et al.*, 2007). افزایش میزان کربن و مواد آلی خاک با کاربرد کود سبز ماش و یولاف گزارش شد (Astier and Scott, 2006).

بیش‌ترین میزان پتاسیم انتقال یافته به خاک در تیمار مخلوط (۱۶۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) حاصل شد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با کود سبز ماش (۱۶۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) نشان نداد و کم‌ترین میزان پتاسیم انتقال یافته نیز از تیمار آیش (۸۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به‌دست آمد (شکل ۶). به نظر می‌رسد که برگشت کود سبز به خاک بخصوص در تیمار مخلوط ماش و ارزن باعث افزایش عناصر غذایی به‌ویژه پتاسیم به خاک شده است. در مطالعه‌ی تأثیر گیاهان کود سبز شبدر قرمز، یونجه و ترکیب ماش و یولاف بر خصوصیات خاک مشاهده شد که بیش‌ترین میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دسترس خاک از کود سبز یونجه حاصل شده است (Maiksteniene and Arlauskiene, 2004). بیش‌ترین میزان ماده‌ی آلی در تیمار کود سبز مخلوط (ماش + ارزن) معادل ۱/۴۱ درصد حاصل شد اما از نظر



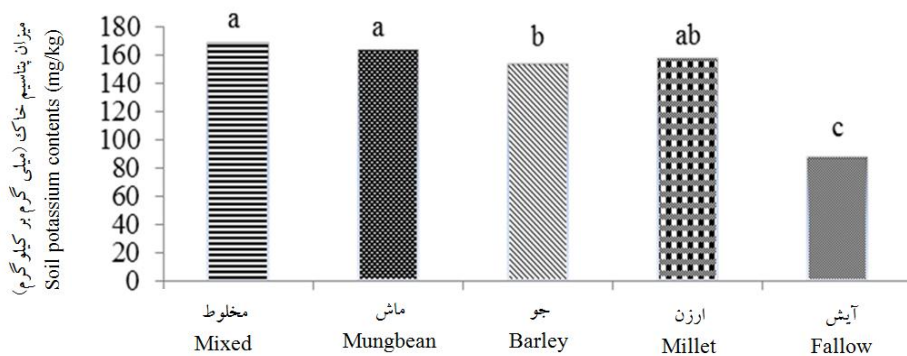
شکل ۴- تأثیر گیاهان مختلف کود سبز بر میزان نیتروژن خاک

Fig. 4. The effects of different green manure plants on soil nitrogen contents



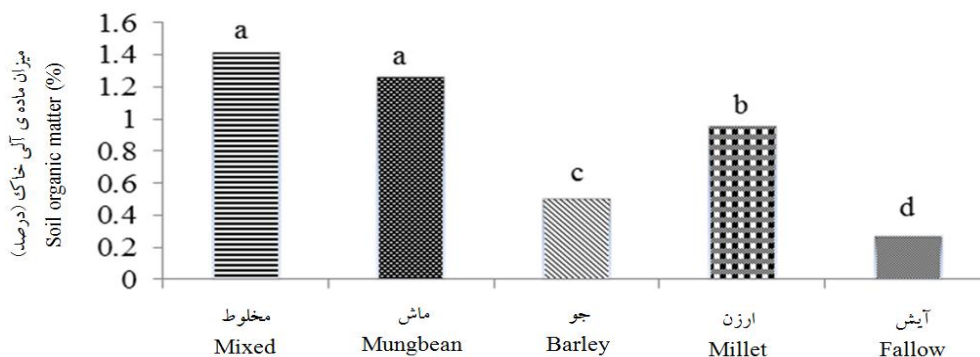
شکل ۵- تأثیر گیاهان مختلف کود سبز بر میزان فسفر خاک

Fig. 5. The effects of different green manure plants on soil phosphorus contents



شکل ۶- تأثیر گیاهان مختلف کود سبز بر میزان پتاسیم خاک

Fig. 6. The effects of different green manure plants on soil potassium contents



شکل ۷- تأثیر گیاهان مختلف کود سبز بر میزان مواد آلی خاک

Fig. 7. The effects of different green manure plants on soil organic matter

کاربرد کود سبز احتمالاً از طریق سایه‌اندازی، رقابت و یا اثرات آللوپاتیک منجر به کاهش جمعیت علف‌های هرز گردید و این کاهش جمعیت در ابتدای فصل رشد، زمینه را برای رشد بهتر کلزای کشت شده بعد از گیاهان کود سبز در این تحقیق را فراهم کرد. از طرف دیگر گیاهان کود سبز با توجه به میزان بیومس تولید کرده و مرحله‌ی اختلاط با خاک مقدار معینی از مواد آلی و عناصر به خاک اضافه می‌کنند. نتایج این پژوهش افزایش درصد ماده‌ی آلی و عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک از طریق کاربرد کود سبز را نشان داد. البته نوع کود سبز انتخاب شده میزان باروری خاک را به شکل‌های متفاوت تحت تأثیر قرار می‌دهد.

نتیجه‌گیری

بررسی میزان نیتروژن، پتاسیم، فسفر و ماده‌ی آلی خاک در تیمارهای مختلف کود سبز نشان داد، گیاهان مختلف کود سبز تأثیر معنی‌داری بر این صفات داشته و نسبت به شرایط عدم کاربرد کود سبز افزایش حاصلخیزی خاک را سبب شده است. از جمله اهداف کشاورزی پایدار می‌توان به کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی، افزایش فعالیت‌های بیولوژیک خاک، کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز از طریق فعالیت‌های درون سیستمی، کنترل فرسایش آبی و بادی از طریق پوشش سطح زمین را نام برد. با توجه به نتایج حاصل از تأثیر کود سبز بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز،

References

1. Abril, A., Baleani, D., Casado-Murillo, N., and Noe, L. 2007. Effect of wheat crop

- fertilization on nitrogen dynamics and balance in the Humid Pampas, Argentina. *Agriculture Ecology Environment*, 119: 171-176.
2. Astier, M., Maass, J.M., Etchevers-Barra, J.D., Pena, J.J., and Gonzalez, F.L. 2006. Short-term green manure and tillage management effects on maize yield and soil quality in Andisol. *Soil and Tillage Research*, 88 (1-2): 153-159.
 3. Ataure Rahman, M., Chikushi, J., Saifizzaman, M., and Lauren, J.G. 2005. Rice straw mulching and nitrogen of no-till wheat following rice in Bangladesh. *Field Crops Research*, 91: 71-81.
 4. Biederbeck, V.O., Bouman, O.T., 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.
 5. Bilalis, D., Karkanis, A., and Efthimiadou, A. 2009. Effects of two legume crops, for organic green manure, on weed flora, under Mediterranean conditions: competitive ability of five winter season weed species. *African Journal of Agricultural Research*, 4(12): 1431-1441.
 6. Carpenter-Boggs, L., Pikul Jr, J.L., Virgil, M. F., and Riedell, W. E. 2000. Soil nitrogen mineralization influenced by crop type and nitrogen fertilization. *Soil Science. Society American Journal*, 64: 2038-2045.
 7. Gerami sinabadi, F. 2012. The effect of green manure plants and nitrogen levels on yield and yield components of wheat (cv. Chamran). Master Science Thesis of Shahid Chamran University of Ahwaz. [In Farsi]
 8. Korres, N.E. and Froud-Williams, R.J. 2002. Effects of winter wheat cultivars and seed rate on the biological characteristics of naturally occurring weed flora. *Weed Research* 42: 417-428.
 9. Maiksteniene, S. and Arlauskiene, A. 2004. Effect of preceding crops and green manure on the fertility of clay loam soil. *Agronomy Research* 2(1): 87-97.
 10. 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(2): 225-237.
 11. Matus, E.D.S., Mendonca, E.D.S., Lima, P.C.D, Coelho, M.S., Mateus, R.F., and Cardoso, I.M. 2008. Green manure in coffee system in the region of Zona Da Mata, Minas Gerais: Characteristics and kinetics of carbon and nitrogen mineralization. *R. Brsa. Ci. Solo*, 32: 2027-2035.
 12. Namdari, T., Ahmadwand, G., and Jahedi, A. 2009. Investigation of allelopathical effects of barley, rye and canola cover crops on weed suppressing. The 3rd conference of Iranian Weed Science. [In Farsi]
 13. Odhiambo, O., Ogola, J.B.O., and Madzivhandila, T. 2010. Effect of green manure legume-maize rotation on maize grain yield and weed infestation levels. *African Journal of Agriculture Research*, 5(8): 618-625.

14. Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., and Dean, L.A. 1954. Estimation of Available Phosphorous in soils by Extraction with Sodium Bicarbonate; U.S. Department of Agriculture: Washington, D.C., USDA Circ, 939.
15. Phlavan Rad, M.R., Dahmardeh, K., and Narouirad, M.R. 2009. Effects of application of different green manure sources in rotation with wheat on wheat yield and soil properties. The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI, Department of Plant Sciences, UC Davis.
16. Ross, S.M., King, J.R., Izaurralde, R.C., and O'Donovan, T. 2008. The green manure value of seven clover species grown as annual crops on low and high fertility temperate soils. *Canadian Journal of Plant Science*, 89: 465-476.
17. Sarrantonio, M. and Scott, T.W. 1988. Tillage effects on availability of nitrogen to corn following winter green manure crop. *Soil Science. Journal of the American Chemical Society*, 52: 1661-1668.
18. Schlegel, A.J. and J.L., Javlin, J.L. 1997. Green fallow for the central great plains. *Agronomy Journal*. 89: 762-767.
19. Severino, F.J. and Christoffoleti, P.J. 2004. Weed suppression by smother crops and selective herbicides. *Scientia Agricola*, 61: 21-26.
20. Soon, Y.K. and Darwent, A.L. 1998. Effect of integrated management of couch grass (*Elytrigia repens*) on soil quality and crop nutrition. *Journal Agriculture Science (Camb.)*, 130: 323-328.
21. Tajbakhsh, M., Hassanzadeh ghorttapeh, A., and Darwishzadeh, B. 2007. Green manure in sustainable agriculture. University of Urmea Press. 220p. [In Farsi]
22. Talgre, L., Lauringson, E., Roostalu, H., and Astover, A. 2009. The effects of green manures on yields and yield quality of spring wheat. *Agronomy Research*, 7(1): 125-132.
23. Tejada, M., Gonzalez, J.L., Garcia-Martinez, A.M., and Parrado, J. 2007. Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. *Bioresource Technology*, 99: 1758-1767.
24. Torbert, H.A., Reeves, D.W., and Mulvaney, R.L. 1996. Winter legume cover crop benefits to corn: rotation vs. fixed nitrogen effects. *Agronomy Journal*, 88: 527-535.
25. Ugalde, T.D. 1993. A physiological basis for genetic improvement to nitrogen harvest index in wheat in gennetic aspects of plant mineral nutrition. Randall publisher, PP: 301-309.
26. Wani, S.P., Rupela, O.P., and Lee, K.K. 1995. Sustainable agriculture in the semi-arid tropics trough biological fixation in grain legumes. *Plant Soil*, 174: 29-49.
27. Wortmann, C.S., McIntyer, B.D., and Kaizzi, C.K. 2000. Annual soil improving legumes. Agronomic effectiveness, nutrient uptake, nitrogen fixation and water use. *Field Crop Research*, 68: 75-83.